

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Таврійський державний агротехнологічний університет**  
**імені Дмитра Моторного**  
**Факультет агротехнологій та екології**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. геоекології і землеустрою

доцент \_\_\_\_\_ Максим ГАНЧУК

“\_19\_” січня 2026 р.

***Пояснювальна записка***

до дипломної роботи здобувача СВО Магістр  
(ступінь вищої освіти)

на тему: **«Застосування геопросторових даних у технологіях цифрового сільського господарства ТОВ СП «НІБУЛОН» в Миколаївській області»**

25 ГЗ Д 001 000000 ПЗ

Виконав: здобувачка ВО 2М курсу, групи 21 МБГЗ  
спеціальності 193 Геодезія та землеустрій  
за ОПП Геодезія та землеустрій

(шифр і назва спеціальності та ОПП)

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Іван БАРБА  
(підпис) (П.І.П)

Керівник, доцент \_\_\_\_\_ Ольга МАЗИКІНА  
(підпис) (П.І.П)

Консультант, доцент \_\_\_\_\_ Михайло ЗОРЯ  
(підпис) (П.І.П)

Нормоконтроль, доцент \_\_\_\_\_ Вікторія СКИБА  
(підпис) (П.І.П)

Запоріжжя - 2026 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет факультет агротехнологій та екології  
Кафедра геоекології і землеустрою

Ступінь вищої освіти Магістр  
Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма «Геодезія та землеустрій»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедри ГЕЗ  
к.с.-г.н., доцент Максим ГАНЧУК  
« 10 » січня 2026 р

**ЗАВДАННЯ**  
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

студенту Барба Іван Григорович

1. Тема роботи **Застосування геопросторових даних у технологіях цифрового сільського господарства ТОВ СП «НІБУЛОН» в Миколаївській області**

керівник роботи к.т.н., доцент Мазикіна Ольга Борисівна

затверджені наказом Ректора університету від «31» жовтня 2025 р. № 585/3-С

Строк подання студентом роботи «30» січня 2026 р.

Вихідні дані до роботи дані відділу статистики, держгеокадастру; аналітичні звіти ТОВ СП «НІБУЛОН».

Перелік питань, які потрібно розробити: теоретичні основи використання геопросторових даних; природно-кліматичні умови та характеристика ТОВ СП «НІБУЛОН»; аналіз геопросторових даних у системі CROPWISE OPERATIONS; Економічна ефективність впровадження геопросторових технологій.

## Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв
Розділ 5 Охорона праці в галузі	Михайло ЗОРЯ, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки	15.10.2025	15.10.2025

Дата видачі завдання

15.10.2025 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Розділ 1. Теоретичні основи використання геопросторових даних	вересень	Виконано
Розділ 2. Природно-кліматичні умови та характеристика ТОВ СП «НІБУЛОН»	жовтень	Виконано
Розділ 3. Аналіз геопросторових даних у системі CROPWISE OPERATIONS	листопад	Виконано
Розділ 4. Економічна ефективність впровадження геопросторових технологій	грудень	Виконано
Розділ 5. Охорона праці в галузі	січень	Виконано
Висновки	січень	Виконано

Студентка \_\_\_\_\_.  
(підпис) (ініціали та прізвище)

**Керівник роботи** О.Б. Мазикіна  
(підпис) (ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Барба І.Г. Застосування геопросторових даних у технологіях цифрового сільського господарства ТОВ СП «НІБУЛОН» в Миколаївській області. Магістерська робота. Кафедра геоєкології і землеустрою. Запоріжжя, ТДАТУ ім. Д. Моторного, 2026. С. 89

Текст викладений на 84 сторінках, містить 5 розділів, 2 таблиці, 26 рисунків, 40 літературних джерела.

### **Актуальність теми дослідження**

У сучасних умовах трансформації аграрного виробництва в Україні особливого значення набувають цифрові технології, які забезпечують підвищення ефективності управління земельними ресурсами, оптимізацію виробничих процесів та зменшення витрат. Одним із найважливіших напрямів цифровізації аграрного сектору є використання геопросторових даних, що створюють підґрунтя для точного землеробства, геодезичного супроводу виробничих процесів, дистанційного моніторингу посівів та інтегрованого управління земельними ресурсами.

Геопросторові дані дозволяють аналізувати стан агроландшафтів, забезпечувати оперативне реагування на зміни у посівах, здійснювати контроль якості польових робіт, проводити моделювання врожайності, формувати карти диференційованого внесення добрив та планувати оптимальні траєкторії роботи техніки. Їх застосування є домінантним елементом у побудові систем точного землеробства, що в сучасних реаліях стає не просто конкурентною перевагою, а критичною необхідністю.

**Мета** дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні та практичному аналізі застосування геопросторових даних у технологіях цифрового сільського господарства ТОВ СП «НІБУЛОН», а також у визначенні їх ефективності щодо покращення управління земельними ресурсами, оптимізації агротехнологічних процесів і підвищення продуктивності агровиробництва.

**Ключові слова:** ТОВ СП «НІБУЛОН», геопросторові дані, земельні ресурси, оптимізація земельних ресурсів, ГІС, NDVI.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	7
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ</b> .....	10
1.1. Поняття геопросторових даних .....	10
1.2. Джерела отримання геопросторових даних .....	10
1.3. Класифікація геопросторових даних .....	11
1.4. Геоінформаційні системи (ГІС) у точному землеробстві.....	12
1.5. Індекси рослинності в агромоніторингу .....	14
1.6. GNSS та RTK-технології в сучасному сільському господарстві .....	16
1.7. Телематика аграрної техніки та її роль у цифровому землеробстві .....	17
<b>РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ СП «НІБУЛОН»</b> .....	20
2.1. Загальна характеристика ТОВ СП «НІБУЛОН».....	20
2.2. Кліматична характеристика регіону дослідження.....	20
2.3. Ґрунтові умови та агровиробничі властивості території .....	22
2.4. Рельєф, мікрореландшафти та їхній вплив на продуктивність культур .....	24
2.5. Агротехнологічні особливості вирощування культур у ТОВ СП «НІБУЛОН».....	25
2.6. Характеристика досліджуваних полів ТОВ СП «НІБУЛОН».....	27
<b>РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ У СИСТЕМІ CROPWISE OPERATIONS</b> .....	31
3.1. Загальна характеристика платформи Cropwise Operations .....	31
3.2. Аналіз карт врожайності досліджуваних полів .....	32
3.3. Аналіз індексу рослинності NDVI на досліджуваних полях.....	37
3.4. Аналіз телематики техніки на досліджуваних полях .....	41
3.5. Формування карт диференційованого внесення добрив (VR-карт) .....	48

3.6. Порівняльний аналіз досліджуваних полів за геопросторовими даними..	54
<b>РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ</b> .....	57
4.1. Економічні параметри та структура витрат господарства.....	57
4.2. Економічний ефект від застосування VR-карт диференційованого внесення добрив .....	58
4.3. Економічний ефект від впровадження телематики техніки .....	60
4.4. Економія ресурсів (добрив, засобів захисту рослин та пального) завдяки впровадженню геопросторових технологій .....	62
4.5. Порівняльний аналіз «Було» vs «Стало» після впровадження геопросторових технологій .....	64
<b>РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ</b> .....	69
5.1. Характеристика виробничого середовища.....	69
5.2. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів .....	70
5.3. Вимоги до забезпечення охорони праці у виробничих умовах .....	73
5.4. Пожежна безпека на аграрному підприємстві .....	75
5.5. Техногенні ризики та дії у надзвичайних ситуаціях .....	78
5.6. Заходи з охорони праці при роботі з агротехнікою та хімічними речовинами .....	80
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	85
<b>СПИСОК ДЖЕРЕЛ</b> .....	87

## ВСТУП

У сучасних умовах трансформації аграрного виробництва в Україні особливого значення набувають цифрові технології, які забезпечують підвищення ефективності управління земельними ресурсами, оптимізацію виробничих процесів та зменшення витрат. Одним із найважливіших напрямів цифровізації аграрного сектору є використання геопросторових даних, що створюють підґрунтя для точного землеробства, геодезичного супроводу виробничих процесів, дистанційного моніторингу посівів та інтегрованого управління земельними ресурсами.

Геопросторові дані дозволяють аналізувати стан агроландшафтів, забезпечувати оперативне реагування на зміни у посівах, здійснювати контроль якості польових робіт, проводити моделювання врожайності, формувати карти диференційованого внесення добрив та планувати оптимальні траєкторії роботи техніки. Їх застосування є домінантним елементом у побудові систем точного землеробства, що в сучасних реаліях стає не просто конкурентною перевагою, а критичною необхідністю.

ТОВ СП «НІБУЛОН» — один із найбільших і найтехнологічніших агрохолдингів України, який активно впроваджує цифрові рішення, новітні агротехнології, супутниковий моніторинг, геоінформаційні системи та інструменти аналізу Big Data. Саме тому дослідження застосування геопросторових даних у цифровому сільському господарстві на прикладі ТОВ СП «НІБУЛОН» є актуальним, практично значущим і науково обґрунтованим.

Мета дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні та практичному аналізі застосування геопросторових даних у технологіях цифрового сільського господарства ТОВ СП «НІБУЛОН», а також у визначенні їх ефективності щодо покращення управління земельними ресурсами, оптимізації агротехнологічних процесів і підвищення продуктивності агровиробництва.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати теоретичні засади формування та використання геопросторових даних у сільському господарстві.
2. Охарактеризувати сучасні технології цифрового землеробства та можливості їх інтеграції у виробництво.
3. Дослідити земельні ресурси та особливості виробничої діяльності ТОВ СП «НІБУЛОН».
4. Оцінити практичне застосування геопросторових даних у технологічних процесах підприємства.
5. Проаналізувати ефективність ГІС-технологій, даних ДЗЗ, GNSS-навігації та БПЛА у процесах управління сільським господарством.
6. Розробити рекомендації щодо удосконалення цифрової системи землеробства ТОВ СП «НІБУЛОНу».
7. Визначити економічні переваги впровадження геопросторових технологій на підприємстві.

Об'єкт дослідження — процеси управління земельними ресурсами та агровиробництвом у підприємстві ТОВ СП «НІБУЛОН».

Предмет дослідження — методи, технології та інструменти використання геопросторових даних у цифровому сільському господарстві, а також їх практичне застосування у діяльності підприємства.

Методи дослідження.

У роботі використано комплекс сучасних методів: методи дистанційного зондування Землі, геоінформаційного аналізу, просторового моделювання, GNSS-вимірювань, картографування, статистичні методи аналізу, порівняльно-аналітичні методи, економічна оцінка ефективності та методи польового обстеження земель.

Наукова новизна роботи полягає у комплексному поєднанні сучасних ГІС-технологій, даних дистанційного зондування, методів просторового аналізу та

цифрових інструментів управління агровиробництвом, адаптованих до специфіки діяльності ТОВ СП «НІБУЛОН». У роботі обґрунтовано модель інтеграції геопросторових даних у систему точного землеробства підприємства.

Практичне значення роботи полягає в тому, що запропоновані підходи можуть бути безпосередньо використані ТОВ СП «НІБУЛОН» для оптимізації землекористування, підвищення продуктивності та економії ресурсів, а також у роботі геодезичних, землеупорядних та агроінженерних служб підприємства.

У вступі обґрунтовується актуальність теми дипломної роботи, яка полягає у необхідності впровадження цифрових технологій та геопросторових даних у сучасне сільське господарство. ТОВ СП «НІБУЛОН» є одним з лідерів аграрного сектору України, тому дослідження його полів на основі платформи Cropwise Operations має як наукове, так і практичне значення.

Метою роботи є аналіз можливостей застосування геопросторових даних для підвищення ефективності виробництва та обґрунтування рекомендацій з оптимізації технологій вирощування культур. Для досягнення мети були поставлені завдання: дослідити теоретичні основи використання геоданих, охарактеризувати природні умови та ґрунтовий покрив полів ТОВ СП «НІБУЛОН», виконати аналіз супутникових та телематичних даних у системі Cropwise Operations, оцінити стан посівів за індексами рослинності та матеріалами польових оглядів, розробити практичні рекомендації.

Об'єктом дослідження є агроландшафти полів господарства, а предметом – геопросторові дані, що характеризують стан рослин, ґрунтів та роботу техніки. У роботі використано методи дистанційного зондування Землі, геоінформаційного аналізу, статистичної обробки, порівняльного аналізу та картографування.

# РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

## 1.1. Поняття геопросторових даних

Геопросторові дані — це відомості про об’єкти, явища та процеси, що мають прив’язку до визначеного місця на земній поверхні. Такі дані описуються координатами, атрибутивними значеннями та просторовими взаємозв’язками.

У сучасному цифровому сільському господарстві геопросторові дані є основою для:

- картографічної візуалізації інформації;
- прийняття рішень щодо агротехнологій;
- зонування полів;
- моніторингу стану посівів;
- управління технікою та логістикою.

## 1.2. Джерела отримання геопросторових даних

Геопросторові дані у сучасному сільському господарстві формуються з різних джерел, що дозволяють комплексно описати стан агроєкосистеми. До основних джерел належать супутникові системи дистанційного зондування Землі, безпілотні літальні апарати (БПЛА), GNSS-приймачі з RTK-корекцією, телематика агротехніки та мобільні дані агрономів.

Супутникові системи Sentinel-2 та Landsat забезпечують регулярний моніторинг стану рослинності, надаючи багатоспектральні знімки з роздільною здатністю 10–30 метрів, що дозволяє розраховувати індекси рослинності, оцінювати динаміку розвитку культур та визначати стресові ділянки. Комерційні

супутникові системи (PlanetScope, WorldView) забезпечують ще вищу точність, хоча їх застосування вимагає додаткових витрат.

Дрони (БПЛА) дозволяють отримувати надвисокодетальні ортофото з точністю до 3–5 см, що критично важливо для оцінки густоти стояння рослин, визначення пошкоджень, аналізу бур'янів та локальних аномалій росту.

GNSS- та RTK-системи забезпечують точність навігації до 2–3 сантиметрів, що дозволяє створювати високоточні карти врожайності, контури полів, шари диференційованого внесення та маршрути руху техніки.

Телематика агротехніки збирає інформацію про швидкість, витрати пального, проходи агрегатів, навантаження на двигун, фактичну ширину захвату та кількість виконаних робіт. Ці дані є ключовими для подальшої аналітики та оптимізації ресурсів.

### **1.3. Класифікація геопросторових даних**

Геопросторові дані поділяються на кілька основних типів залежно від формату, структури та можливостей подальшого використання в аналітиці. У цифровому сільському господарстві класифікація даних є ключовою, оскільки вона визначає методи збору, обробки, інтеграції та інтерпретації інформації.

Растрові дані — це зображення, сформовані з пікселів, кожен з яких містить певне значення. До них належать супутникові знімки, ортофото з БПЛА, багатоспектральні карти, карти індексів рослинності (NDVI, NDRE, MSAVI) та теплові знімки. Растрові дані дозволяють оцінювати загальний стан посівів, виявляти зони ризику, слідкувати за динамікою росту культур та виявляти стреси на ранніх етапах.

Векторні дані складаються з геометричних об'єктів: точок, ліній та полігонів. У агросфері до векторних об'єктів належать межі полів, траєкторії руху техніки, геоприв'язані огляди, зони неоднорідності, контури ярів та водойм.

Векторні шари застосовуються для картографування, створення карт-завдань на диференційне внесення та управління земельним банком господарства.

Атрибутивні дані є таблицями, що містять числові або текстові характеристики об'єктів. Вони включають дані агрохімії (рН, гумус, азот, фосфор, калій), результати врожайності, вологості, дані телематики, структуру культур, технологічні карти. Атрибутивна інформація є фундаментом для побудови моделей урожайності та формування рекомендацій щодо управління агротехнологіями.

Тривимірні дані та цифрові моделі рельєфу застосовуються для аналізу ухилів, визначення зон водозбору, прогнозування ерозії, оптимізації напрямків сівби. Вони допомагають визначати місця застою води, потенційні проблемні ділянки та оптимізувати глибину обробітку ґрунту.

Поєднання растрових, векторних та атрибутивних даних формує повноцінну просторово-часову модель поля, що дозволяє реалізувати принципи точного землеробства у господарствах, таких як ТОВ «НІБУЛОН».

#### **1.4. Геоінформаційні системи (ГІС) у точному землеробстві**

Геоінформаційні системи (ГІС) є ключовим інструментом сучасного цифрового сільського господарства. Вони забезпечують можливість інтегрувати великі масиви геопросторової інформації, аналізувати їх та приймати науково обґрунтовані управлінські рішення. ГІС поєднують у собі картографічні, аналітичні та базові функції управління даними, що робить їх незамінними у процесах цифрової трансформації агровиробництва.

Основні функції ГІС у сільському господарстві включають збирання, накопичення, обробку, відображення та аналіз геопросторових даних. За допомогою ГІС можливо комбінувати растрові дані (супутникові знімки, ортофото, індекси рослинності) з векторними даними (межі полів, маршрути

техніки, контури проблемних зон), створюючи цілісну картину стану агроландшафтів.

Однією з ключових переваг ГІС є можливість проводити просторовий аналіз. Це включає:

- накладання шарів даних для виявлення закономірностей;
- зонування територій за різними критеріями (родючість, вологість, продуктивність);
- виконання просторових запитів;
- аналіз рельєфу та прогнозування ерозії;
- визначення оптимальних шляхів руху техніки;
- моделювання сценаріїв внесення добрив.

У точному землеробстві ГІС активно використовуються для створення карт-завдань на диференційоване внесення добрив, засобів захисту рослин та посівного матеріалу. Карти-завдання формуються залежно від просторової неоднорідності поля, що забезпечує економію ресурсів та підвищення ефективності агротехнологій.

Серед поширених ГІС-платформ у сільському господарстві виділяють QGIS, ArcGIS, Cropwise Operations, GeoPard, OneSoil та внутрішні системи управління даними агрохолдингів. QGIS є відкритою системою з широким набором інструментів, ArcGIS — професійною комерційною платформою з потужними аналітичними модулями, тоді як Cropwise Operations є агроспеціалізованою платформою, адаптованою саме під потреби аграріїв.

ГІС відіграють вирішальну роль у діяльності ТОВ «НІБУЛОН», оскільки дозволяють інтегрувати супутникові дані, карти врожайності, маршрути техніки, результати агрохімічних аналізів та інші показники в єдине інформаційне середовище. Це дає можливість проводити детальний аналіз територій, визначати зони ризику, планувати технологічні операції та забезпечувати контроль якості виконання агротехнологічних процесів.

## 1.5. Індекси рослинності в агромоніторингу

Індекси рослинності є одним із ключових інструментів моніторингу стану посівів у рамках технологій точного землеробства. Вони дозволяють оперативно оцінювати інтенсивність фотосинтезу, біомасу рослин, виявляти стреси, дефіцити елементів живлення, пошкодження культур та прогнозувати урожайність. Індекси розраховуються на основі співвідношення відбиття світла в різних спектральних діапазонах, переважно червоному та ближньому інфрачервоному.

Найпоширенішим індексом рослинності є NDVI — Normalized Difference Vegetation Index. Він розраховується за формулою:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

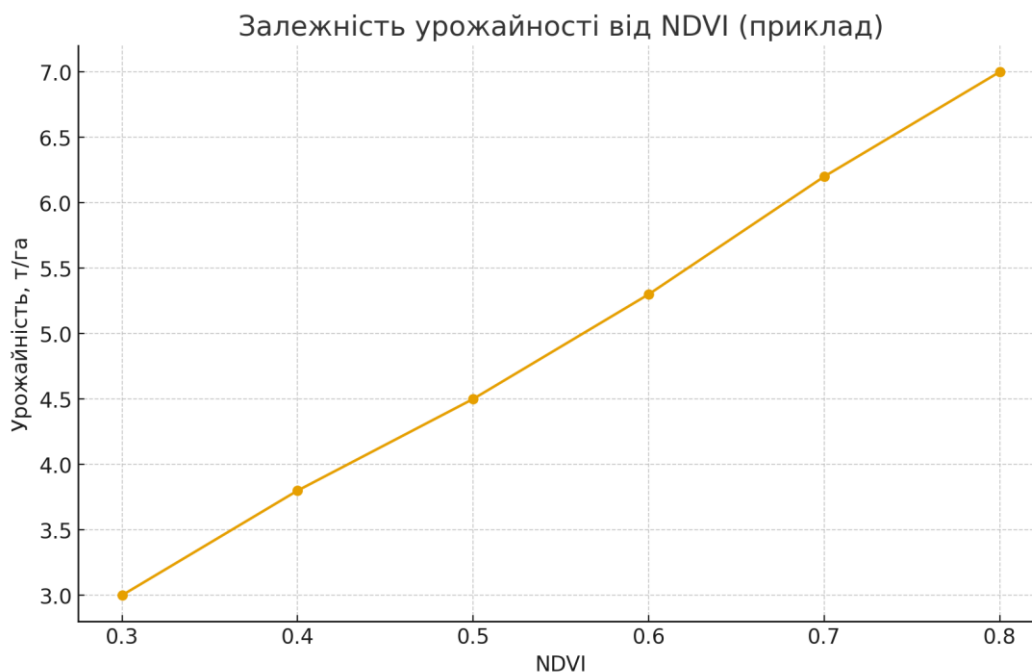
де NIR — відбиття в ближньому інфрачервоному діапазоні, RED — відбиття в червоному діапазоні. Значення NDVI варіюється від -1 до 1. Високі значення (0,6–0,9) характерні для здорових, густих посівів, тоді як низькі значення (0,1–0,3) вказують на стресові чи зріджені ділянки.

Залежність урожайності від значень NDVI у спрощеному вигляді може бути описана рівнянням:

$$Y = a \cdot \text{NDVI} + b,$$

де Y – прогнозована урожайність, a, b – коефіцієнти регресії, визначені за результатами польових вимірювань.

Нижче наведено приклад графіка залежності урожайності від значень NDVI:



Індекс NDRE (Normalized Difference Red Edge) використовується для оцінки вмісту хлорофілу та азотного живлення рослин. На відміну від NDVI, NDRE базується на діапазоні Red Edge, який є надзвичайно чутливим до змін у стані листового апарату. NDRE дозволяє точніше виявляти азотний голод та планувати диференційоване внесення добрив.

MSAVI (Modified Soil Adjusted Vegetation Index) враховує вплив ґрунтового фону, що робить його ефективним для аналізу ранніх фаз розвитку культур, коли частина поверхні поля залишається непокритою рослинністю.

Індекс EVI (Enhanced Vegetation Index) забезпечує кращу чутливість у густих посівах та насадженнях із високою біомасою. Він зменшує вплив атмосферних умов і використовується для моніторингу в умовах високої щільності рослин.

Комплексне застосування індексів рослинності дозволяє агрономам отримувати точні та надійні дані про стан культур, оптимізувати систему удобрення, здійснювати прогноз урожайності та оперативно реагувати на зміни, що виникають у посівах. Для підприємств, таких як ТОВ «НІБУЛОН»,

використання індексів рослинності є важливим елементом системи цифрового моніторингу рослинництва.

## **1.6. GNSS та RTK-технології в сучасному сільському господарстві**

GNSS-технології (Global Navigation Satellite System) є основою точного позиціонування в аграрному виробництві та забезпечують прив'язку всіх геопросторових даних до конкретних координат на місцевості. У сільському господарстві GNSS застосовується для навігації техніки, картування врожайності, побудови меж полів, формування карт-завдань та контролю якості виконання агрооперацій.

GNSS включає такі навігаційні системи:

- GPS (США);
- GLONASS (РФ);
- Galileo (ЄС);
- BeiDou (КНР).

Сучасні приймачі працюють одночасно з декількома сузір'ями супутників, що забезпечує більшу точність, стабільність сигналу та швидкість фіксації позиції.

Однак стандартної точності GNSS (0,5–2 м) недостатньо для виконання високоточних агротехнологічних операцій. Саме тому використовується RTK-корекція (Real Time Kinematic), яка дозволяє досягти точності 2–3 см у реальному часі. RTK працює через базову станцію, яка передає корекційні дані трактору або обприскувачу.

Основні переваги RTK у сільському господарстві:

- ідеальна паралельність проходів агрегатів;
- мінімальні перекриття та пропуски під час сівби й обприскування;
- економія пального до 12%;

- стабільна робота автопілота;
- можливість виконувати технологічні операції вночі та при обмеженій видимості;
- підвищення точності карт врожайності;
- формування коректних контурів полів.

RTK-навігація є критично важливою під час посівної кампанії. Відхилення навіть у 10–15 см можуть призвести до нерівномірної густоти стояння рослин, збільшення конкуренції між ними та втрат урожайності. Завдяки RTK кожен прохід техніки повторюється з високою точністю, що забезпечує рівномірність сівби та кращі стартові умови для культур.

Для обприскування RTK також відіграє важливу роль, оскільки забезпечує точне відключення секцій, мінімізує подвійне внесення препаратів та знижує ризик фітотоксичності. На великих підприємствах, таких як ТОВ «НІБУЛОН», де техніка працює на значних площах, використання RTK дозволяє суттєво зменшити витрати засобів захисту рослин та добрив.

GNSS-та RTK-технології є фундаментом цифрового землеробства, оскільки забезпечують точну географічну прив'язку всіх агроданних, високу повторюваність технологічних операцій та підвищення рівня автоматизації агровиробництва.

## **1.7. Телематика аграрної техніки та її роль у цифровому землеробстві**

Телематика аграрної техніки є одним із ключових елементів сучасного цифрового землеробства. Її основне призначення полягає у зборі, передачі та аналізі даних про роботу сільськогосподарських машин у режимі реального часу. Це дозволяє здійснювати повний контроль виконання технологічних операцій, підвищувати їх ефективність, зменшувати витрати пального та оптимізувати навантаження техніки.

Телематичні системи встановлюються на комбайнах, тракторах, обприскувачах, сівалках та іншій техніці. Ключові показники, що відстежуються телематикою:

- швидкість руху агрегату;
- витрати пального;
- навантаження на двигун;
- фактична ширина захвату;
- площа, оброблена за зміну;
- час роботи та простоїв;
- режими роботи (в полі, транспортний, холостий хід);
- геолокація в режимі реального часу.

Завдяки телематичним даним агрономи та керівники господарства можуть оперативнo контролювати правильність виконання технологічних операцій. Наприклад, під час обприскування телематика фіксує, чи була увімкнена штанга, чи не було пропусків або перекриттів, чи відповідає швидкість рекомендованим параметрам. Для сівби телематика дозволяє контролювати рівномірність проходів та уникати пересіву або недосіву ділянок.

Важливою складовою телематики є інтеграція з картами врожайності, картами індексів NDVI/NDRE та VR-картами диференційованого внесення. Це дає змогу встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між станом посівів, показниками ґрунту, параметрами виконання операцій та кінцевими результатами збирання врожаю.

У системах на кшталт Cropwise Operations телематика відіграє вирішальну роль, адже вона дозволяє:

- контролювати реальне виконання завдань водіями;
- відстежувати продуктивність техніки;
- аналізувати пропуски та перекриття;
- перевіряти якість збирання врожаю;

– створювати детальні звіти за зміну, тиждень або сезон.

Для ТОВ СП «НІБУЛОН» телематика є важливою складовою управління великими земельними масивами. Завдяки даним телематики підприємство має можливість контролювати ефективність використання техніки, уникати простоїв, оптимізувати маршрути агрегатів та забезпечувати високу якість виконання агротехнологічних операцій. В умовах інтенсивного агровиробництва це дозволяє значно знижувати витрати та підвищувати загальну ефективність господарства.

Телематика, у поєднанні з ГІС, супутниковими даними та картами врожайності, створює комплексну систему моніторингу, що формує основу повноцінного цифрового землеробства.

## **РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ СП «НІБУЛОН»**

### **2.1. Загальна характеристика ТОВ СП «НІБУЛОН»**

ТОВ СП «НІБУЛОН» є одним із найбільших агропромислових підприємств України, яке відіграє важливу роль у формуванні та розвитку національного ринку зернових і олійних культур. Підприємство засноване у 1991 році як спільне українсько-європейське підприємство. За період свого функціонування компанія пройшла шлях від регіонального заготівельника до вертикально інтегрованого агропромислового холдингу зі складною інфраструктурою та потужностями в багатьох регіонах України.

На сьогодні ТОВ СП «НІБУЛОН» здійснює повний цикл аграрного виробництва — від вирощування сільськогосподарських культур до їх транспортування та експорту на світові ринки. Підприємство має розвинену мережу виробничих філій, портових та елеваторних об'єктів, а також власну транспортно-логістичну систему, що робить його одним із найпотужніших експортерів України.

Компанія активно впроваджує технологічні інновації, оптимізує процеси управління, оновлює технічний парк та інвестує у розвиток річкової логістики. Завдяки цьому ТОВ СП «НІБУЛОН» забезпечує високу якість продукції, конкурентоспроможність на міжнародних ринках та стабільну динаміку фінансово-економічних показників.

### **2.2. Кліматична характеристика регіону дослідження**

Миколаївська область належить до зони Степу України, що визначає специфічний тип клімату, який суттєво впливає на розвиток рослинництва.

Клімат характеризується як помірно-континентальний із жарким та посушливим літом і відносно м'якою, малосніжною зимою. Для регіону характерний дефіцит вологи, що зумовлює підвищені ризики посух і є головним лімітуючим фактором урожайності зернових та технічних культур.

Середньорічна температура повітря становить  $+9$ – $+10$  °С. Найхолодніший місяць — січень, середня температура якого коливається від  $-2$  до  $-4$  °С. Найтепліший — липень, середня температура  $+22$ – $+24$  °С, а максимальні значення можуть сягати  $+38$ – $+40$  °С. Тривалість безморозного періоду становить у середньому 170–190 днів, що створює сприятливі умови для вирощування широкого спектра культур, зокрема озимої пшениці, кукурудзи, соняшнику та сої.

Річна кількість опадів — 350–450 мм, при цьому нерівномірність їх розподілу є характерною рисою регіону. Понад 65% опадів припадає на теплий період року (квітень–жовтень), але через часті посухи та суховії рослини не завжди можуть ефективно використати доступну вологу. Весняні опади нестійкі, а влітку нерідко спостерігаються тривалі бездощові періоди, що посилюють водний стрес рослин.

Поширеними є явища суховіїв — гарячого сухого вітру, що викликає значне випаровування вологи з ґрунту та рослин. За рік у середньому фіксується 20–35 днів суховіїв, що є критично важливим фактором під час формування продуктивності озимих та ярих культур.

Вітровий режим характеризується переважанням північних та північно-західних вітрів взимку та східних у літній період. Середньорічна швидкість вітру становить 4–6 м/с, а під час суховіїв — до 12–18 м/с, що може спричинювати вітрову ерозію на легких ґрунтах.

Сумарна сонячна радіація в Миколаївській області становить 120–130 ккал/см<sup>2</sup>, а тривалість сонячного сьйва сягає 2150–2350 год на рік. Це створює

високий потенціал для фотосинтетичної активності культур, але обмежується нестачею вологи.

Кліматичні умови регіону визначають необхідність застосування адаптованих агротехнологій, а також активного використання геопросторових даних для моніторингу стану посівів та оцінки прояву стресових явищ на полях ТОВ СП «НІБУЛОН».

### **2.3. Ґрунтові умови та агровиробничі властивості території**

Ґрунтовий покрив Миколаївської області належить до чорноземної зони України та вирізняється значною різноманітністю агровиробничих груп. Основні ґрунти регіону — це чорноземи звичайні та південні, легкі й середні суглинки, а також супіщані ґрунти, які формуються в умовах недостатнього зволоження та підвищеної випаровувальної здатності. Їхня структура, водно-фізичні характеристики та забезпеченість поживними речовинами значною мірою визначають врожайність культур у господарствах.

Чорноземи звичайні мають високий вміст гумусу — у середньому 5,0%, що забезпечує добру водоутримувальну здатність та оптимальну аерацію. Такі ґрунти здатні акумулювати значні запаси вологи, що є особливо важливим у посушливих умовах степової зони. Чорноземи південні характеризуються меншим вмістом гумусу — 2,5–3,5 %, що зумовлює порівняно нижчу родючість, але при правильній агротехніці вони можуть забезпечувати високі врожаї зернових та технічних культур.

На полях ТОВ СП «НІБУЛОН» представлені переважно чорноземи з вмістом гумусу 4,7–6,8 %, а також окремі ділянки легких супіщаних ґрунтів. Супіски відзначаються швидким висиханням, низькою вологоємністю та підвищеним ризиком переущільнення, що потребує застосування мінімального або адаптивного обробітку. На таких ґрунтах особливо важливими є:

- забезпечення достатнього запасу вологи в осінній період;
- використання сидеральних культур;
- контроль ущільнення та своєчасне рихлення;
- точне дозування добрив.

Агрохімічні показники ґрунтів полів господарства варіюються залежно від рельєфу, історії обробітку та особливостей мікроландшафтів. Рівень кислотності ґрунту здебільшого нейтральний або слаболужний (рН 6,8–7,6), що є оптимальним для більшості польових культур. Забезпеченість основними елементами живлення перебуває на середньому або підвищеному рівні, але місцями спостерігається дефіцит доступного азоту, що фіксується як за даними агрохімії, так і за індексами NDRE.

Вміст рухомого фосфору на більшості полів середній або підвищений, що дозволяє підтримувати високу стартову енергію росту культур, зокрема кукурудзи та озимої пшениці. Забезпеченість калієм здебільшого достатня, але на легких ґрунтах можливе його локальне вимивання, що потребує зонального коригування норм внесення.

Структура ґрунту також відіграє важливу роль у забезпеченні родючості. У верхньому шарі чорноземів зазвичай формується грудкувато-зерниста структура, яка сприяє оптимальному водопоглинанню та розвитку кореневої системи. У разі порушення структури внаслідок інтенсивного обробітку або руху техніки може утворюватися плужна підпошва — ущільнений шар, який обмежує проникнення коренів та зменшує запаси продуктивної вологи.

Ґрунтові умови території ТОВ СП «НІБУЛОН» вимагають ретельного моніторингу, оскільки варіабельність властивостей ґрунтів значною мірою впливає на просторову неоднорідність продуктивності. Поєднання даних агрохімії, ґрунтових карт та супутникових індексів є основою для формування карт диференційованого внесення добрив та оптимізації технологій вирощування культур.

## 2.4. Рельєф, мікроландшафти та їхній вплив на продуктивність культур

Рельєф території є одним із ключових факторів, що визначають водний режим, напрямок поверхневого стоку, процеси ерозії та просторову неоднорідність ґрунтових властивостей. Миколаївська область характеризується переважно рівнинним степовим рельєфом з незначною хвилястістю, однак навіть малі ухили можуть суттєво впливати на розподіл вологи в ґрунті, накопичення поживних речовин, агротехнічні процеси та продуктивність культур.

Для степових територій характерні пологохвилясті рівнини з ухилами  $1-3^\circ$ , а також окремі підвищені ділянки й знижені форми рельєфу. У межах таких мікроландшафтів формуються різні за властивостями ґрунти. На підвищеннях частіше зустрічаються ґрунти зі зниженим вмістом вологи, меншим вмістом гумусу та підвищеним ризиком переущільнення. У зниженнях, навпаки, накопичується більше вологи, а інколи спостерігається тимчасове перезволоження.

Особливе значення рельєф має під час формування врожайності культур. Аналіз карт урожайності та супутникових індексів рослинності показує, що:

- верхні частини схилів зазвичай мають нижчі значення NDVI та меншу врожайність через нестачу вологи;
- середні частини схилів є найбільш продуктивними, оскільки тут забезпечується оптимальний баланс водного режиму;
- у зниженнях продуктивність може бути як підвищеною, так і зниженою залежно від ризику перезволоження або ущільнення ґрунту.

Рельєф також визначає напрямки накопичення ерозійних процесів. На полях із ухилом понад  $3^\circ$  можливе виникнення площинної ерозії, що призводить до вимивання гумусу та дрібнозему, особливо після інтенсивних дощів. В умовах Миколаївської області це може стати суттєвим обмежувальним фактором для вирощування просапних культур.

Для аналізу рельєфу використовуються цифрові моделі рельєфу (ЦМР), створені на основі:

- супутникових радарних даних SRTM;
- лазерного сканування;
- даних дронів (фотограмметрія);
- карт топографічних знімачь.

На підприємстві ТОВ СП «НІБУЛОН» аналіз рельєфу застосовується для:

- визначення зон ризику застою води;
- аналізу ерозійних процесів;
- формування карт диференційованого рихлення;
- правильного вибору напрямків сівби;
- оцінки потенціалу продуктивності окремих ділянок.

У поєднанні з даними агрохімії, супутниковими індексами та картами врожайності рельєф дозволяє формувати повноцінну просторову модель поля, яка є основою для впровадження системи точного землеробства.

## **2.5. Агротехнологічні особливості вирощування культур у ТОВ СП «НІБУЛОН»**

Агротехнологічні процеси, що застосовуються в ТОВ СП «НІБУЛОН», базуються на сучасних принципах інтенсивного та ресурсоощадного землеробства. Підприємство впроваджує технології, спрямовані на максимальне збереження вологи, підвищення родючості ґрунтів, ефективне використання добрив, оптимізацію захисту рослин та забезпечення стабільно високих врожаїв ключових культур — озимої пшениці, кукурудзи, соняшнику та сої.

Структура посівних площ господарства формується з урахуванням кліматичних ризиків, властивостей ґрунтів та економічної доцільності. Основними культурами є озима пшениця та соняшник, які займають найбільші

площі, тоді як кукурудза та соя вирощуються з урахуванням агрокліматичних умов та потреб ротації.

Система обробітку ґрунту включає поєднання традиційних і мінімальних технологій. На полях з легкими супіщаними ґрунтами, де існує ризик ерозії, застосовується мінімальний або поверхневий обробіток, який зберігає вологу та структуру ґрунту. На більш важких суглинках виконується глибоке рихлення для усунення ущільнених шарів та покращення водопроникності. Використання геопросторових даних дозволяє визначати локальні зони переущільнення та формувати карти-завдання для диференційованого глибокорозпушення.

Система удобрення в ТОВ СП «НІБУЛОН» базується на поєднанні результатів агрохімічного аналізу, даних супутникового моніторингу та вимог конкретної культури. Азотні добрива вносяться диференційовано відповідно до зон потенціалу поля, визначених за індексами NDRE, картами врожайності та ґрунтовими показниками. Фосфорні та калійні добрива застосовуються переважно під основний обробіток з урахуванням середньобагаторічних агрохімічних показників.

Система захисту рослин включає застосування фунгіцидів, гербіцидів та інсектицидів відповідно до прогнозів фітосанітарного стану. Мобільні огляди, виконані агрономами господарства, дозволяють оперативно фіксувати поширення хвороб та бур'янів, що забезпечує точне визначення оптимальних термінів обробок та вибору препаратів. Дані NDVI, NDRE та фотозвіти з мобільних оглядів інтегруються у Cropwise Operations для створення повної картини стану поля.

Для озимої пшениці у господарстві використовується технологія підживлення азотом у кілька етапів із врахуванням фаз розвитку культури. Кукурудза вирощується за інтенсивною технологією з акцентом на забезпечення оптимального живлення у фазі 6–10 листків. Соняшник потребує ефективного контролю бур'янів та хвороб, що досягається завдяки системним гербіцидам і

фунгіцидам. Соя вирощується з урахуванням інокуляції та контролю шкідників у критичні періоди.

Використання геопросторових даних у ТОВ СП «НІБУЛОН» забезпечує комплексний підхід до прийняття рішень. Аналіз карт урожайності, NDVI, NDRE, агрохімії та телематики дозволяє оптимізувати технологічні операції, зменшити витрати ресурсів і підвищити продуктивність культур. Це робить агротехнологічні процеси більш точними, адаптивними та ефективними.

## **2.6. Характеристика досліджуваних полів ТОВ СП «НІБУЛОН»**

У рамках даної дипломної роботи детальному аналізу підлягали чотири виробничі поля ТОВ СП «НІБУЛОН»: КРН-001, КРН-006, КРН-010 та КРН-011. Кожне з цих полів має унікальні агровиробничі особливості, відмінності в ґрунтових характеристиках, рельєфі, забезпеченості вологою, а також історії обробітку, що комплексно впливають на просторову неоднорідність урожайності та стійкість культур до стресових факторів.

Поле КРН-001 є одним із найкращих у структурі господарства, у межах якого переважають чорноземи звичайні легкосуглинкові. Вміст гумусу становить у середньому 6,3%, забезпеченість фосфором, на середньому рівні-132,7 ppm (мг/кг). Кислотність ґрунту (рівень рН), 6.84 рН. Рельєф поля пологохвилястий, із незначними зниженнями (рисунок 1).

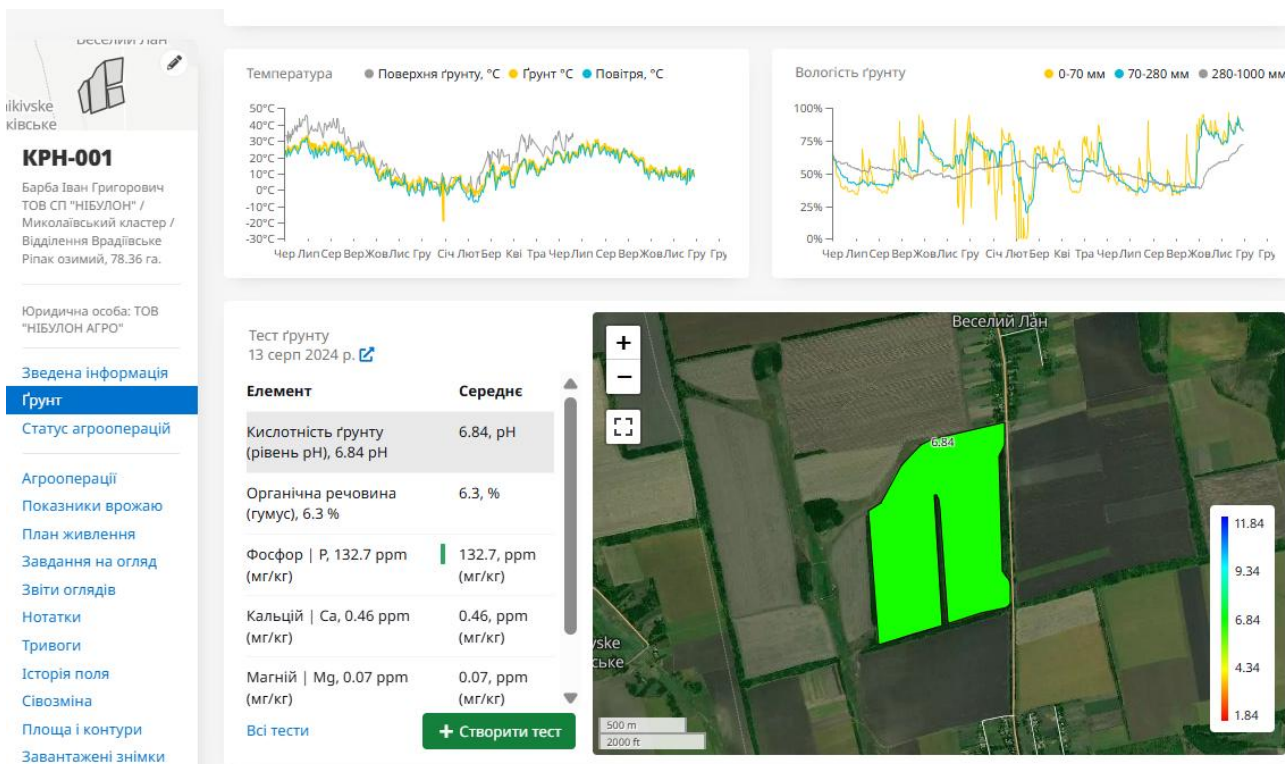


Рисунок 1. Інформація про ґрунти поля КРН-001.

Поле КРН-006 -ґрунти поля представлені чорноземами звичайними. Вміст гумусу становить у середньому 6,4%, забезпеченість фосфором -62,2 ppm (мг/кг). Кислотність ґрунту (рівень рН), 6.83 рН. Рельєф поля рівнинний (рисунок 2).

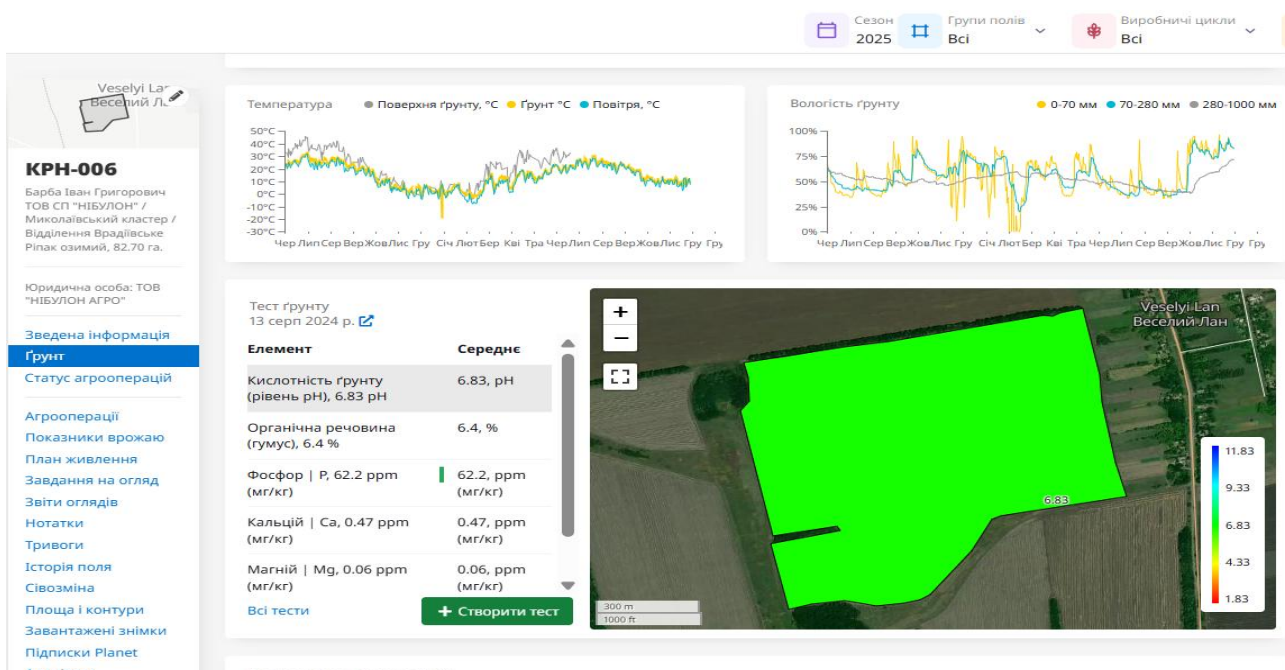


Рисунок 2. Інформація про ґрунти поля КРН-006.

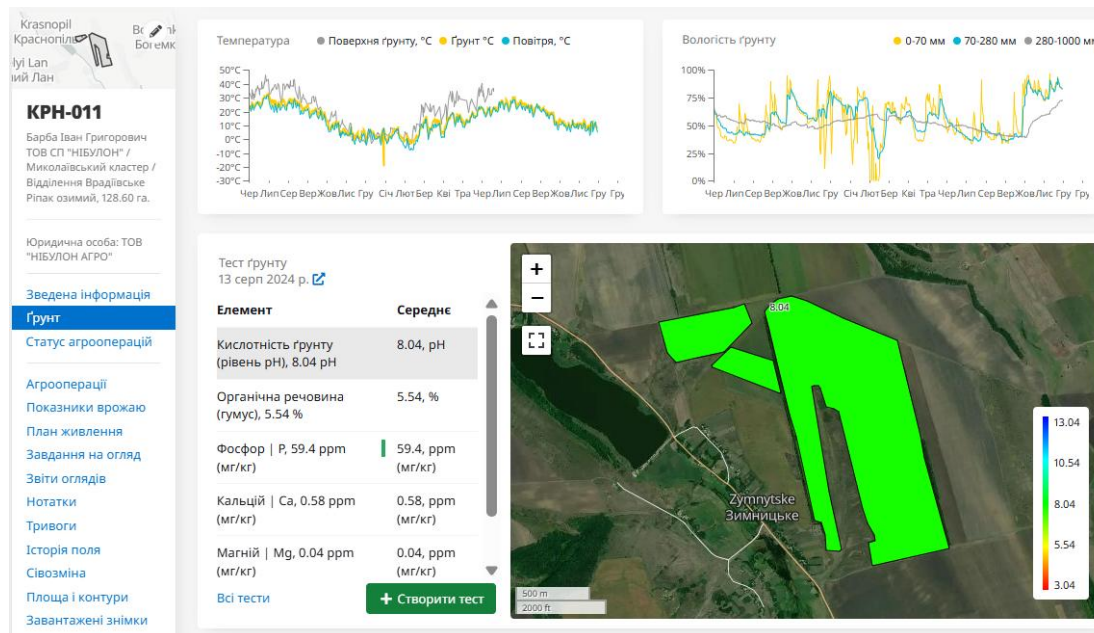
Поле КРН-010 розташоване в умовах більшого мікрорельєфного контрасту. Тут присутні ділянки з ухилами до 3°, через що під час сильних опадів спостерігається площинна ерозія. Ґрунти поля представлені чорноземами середньосуглинковими. Вміст гумусу становить у середньому 5,25%, забезпеченість фосфором -23,58 ppm (мг/кг), калій - 291.45 ppm (мг/кг), нітратний Азот - 68.23 ppm (мг/кг), кислотність ґрунту (рівень рН) - 8,41 рН (рисунок 3). Рельєф поля - схил. Карти врожайності демонструють суттєву просторову неоднорідність, що зумовлює необхідність диференційованого внесення добрив у межах поля. Маршрути техніки та карти телематики вказують на часті зони перевантаження агрегатів на важких ділянках, що може призводити до формування плужної підшви.



Рисунок 3. Інформація про ґрунти поля КРН-010.

Поле КРН-011 є технічно складним з точки зору обробітку, оскільки має схили та ділянки із супіщаними ґрунтами. У структурі поля присутні контрасти

між родючими чорноземами та легкими ґрунтами, що зумовлює значну неоднорідність урожайності. На супіщаних ділянках спостерігається дефіцит вологи та пришвидшене висихання верхнього шару ґрунту. Вміст гумусу становить у середньому 5,54%, забезпеченість фосфором -59,4 ppm (мг/кг), кислотність ґрунту (рівень рН) - 8,04 рН (рисуюнок 4).



Рисуюнок 4. Інформація про ґрунти поля КPH-011.

Загалом аналіз досліджуваних полів ТОВ СП «НІБУЛОН» засвідчує, що їх продуктивність визначається поєднанням ґрунтових, топографічних, кліматичних та технологічних факторів. Використання геопросторових даних (NDVI, NDRE, карти врожайності, результати телематики та агрохімічних аналізів) дозволяє виявляти зони ризику, формувати карти потенціалу та розробляти науково обґрунтовані рекомендації щодо диференційованого управління полем. Таким чином, досліджувані поля є репрезентативними для впровадження технологій точного землеробства та демонструють значний потенціал для оптимізації агровиробництва.

## РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ У СИСТЕМІ CROPWISE OPERATIONS

### 3.1. Загальна характеристика платформи Cropwise Operations

Cropwise Operations — це сучасна цифрова платформа, розроблена компанією Syngenta для управління геопросторовими даними, аналізу ефективності виробничих процесів та прийняття обґрунтованих рішень у сільському господарстві. Система є одним із ключових інструментів цифрового землеробства, оскільки поєднує в єдиному інформаційному середовищі дані супутникового моніторингу, карти врожайності, телематику техніки, дані мобільних оглядів та карти диференційованого внесення.

Основними перевагами Cropwise Operations є зручність, інтегрованість та мультифункціональність, що дозволяє агрономам та менеджерам господарств отримувати, обробляти та аналізувати інформацію в режимі реального часу. Система дає можливість швидко визначати проблемні ділянки, оцінювати продуктивність полів, планувати роботи та контролювати якість виконання агротехнологічних операцій.

Платформа складається з кількох ключових модулів:

- Модуль супутникового моніторингу: надає NDVI, NDRE, MSAVI, EVI та інші спектральні індекси;
- Модуль карт врожайності: дозволяє аналізувати просторову неоднорідність урожайності;
- Модуль телематики: забезпечує контроль за роботою техніки у режимі реального часу;
- Модуль карт-завдань: формує VR-карти для диференційованого внесення добрив і засобів захисту;

- Модуль мобільних оглядів: дозволяє агрономам фіксувати дані безпосередньо в полі;
- Модуль звітності: автоматизує формування аналітичних звітів.

Cropwise Operations дозволяє інтегрувати дані з різних джерел, включаючи GPS-навігацію, комбайни із збиральними модулями, дрони, агрохімічні лабораторії та історичні карти господарства. Така комплексність робить систему універсальним інструментом для аналізу ефективності та оптимізації виробничих процесів.

Важливою функціональною перевагою системи є можливість накладання різних шарів інформації, що дозволяє оцінювати причинно-наслідкові зв'язки між факторами, які впливають на врожайність. Наприклад, поєднання карт NDVI, агрохімії та врожайності дає змогу визначити, чи є низькі показники врожаю результатом нестачі азоту, ґрунтових проблем або дефіциту вологи.

Для ТОВ СП «НІБУЛОН» Cropwise Operations є ключовим інструментом ефективного управління великим земельним банком та оптимізації технологічних операцій. Завдяки системі підприємство отримує змогу проводити детальний аналіз продуктивності полів, відстежувати динаміку розвитку культур та ухвалювати стратегічні рішення на основі реальних даних.

### **3.2. Аналіз карт врожайності досліджуваних полів**

Кarti врожайності є одним із ключових інструментів оцінки фактичної продуктивності полів та визначення просторової неоднорідності росту культур. Вони формуються на основі даних із датчиків комбайнів, які фіксують масу зерна, вологість, швидкість руху техніки та географічні координати. У системі Cropwise Operations карти врожайності дозволяють проводити детальний аналіз продуктивності та визначати чинники, які впливають на врожай.

Під час аналізу врожайності було розглянуто чотири поля ТОВ СП «НІБУЛОН»: КРН-001, КРН-006, КРН-010 та КРН-011. Кожне з цих полів демонструє характерну просторову структуру врожайності, що пов'язана з ґрунтовими, кліматичними та технологічними факторами. Через критичні заморозки під час бутонізації, що мали місце у квітні місяці 2025 року, відбулося зниження потенціалу врожайності озимого ріпаку (рисунок 5).

кiвське  
iвське

**КРН-001**  
Барба Іван Григорович  
ТОВ СП "НІБУЛОН" /  
Миколаївський кластер /  
Відділення Врадiвське  
Ріпак озимий, 78.36 га.

Юридична особа: ТОВ  
"НІБУЛОН АГРО"

Зведена інформація  
Ґрунт  
Статус агрооперації

Агрооперації  
Показники врожаю  
План живлення  
Завдання на огляд  
**Звіти оглядів**  
Нотатки  
Тривоги  
Історія поля  
Сівозміна  
Площа і контури  
Завантажені знімки  
Підписки Planet  
Аналітика  
Таймлайн  
Конструктор знімків  
Оцінка урожайності  
Скачати

+380680881110  
barba\_i@ukr.net

СТВОРЕНО	NDVI	СЕЗОН	ВИРОБНИЧИЙ ЦИКЛ
22 Квітня 2025, 06:14	0.555	2025	Ріпак озимий 2025


## 10 Квітня 2025, #63106

**🚫 Ризик зниження врожайності**

СТАН  
**Задовільний**  
★★☆☆

СТАДІЯ РОСТУ / ВВСН РІПАК  
**20** — Немає бічних пагонів (тільки головне стебло)

ФОТО



ШАБЛОН ЗВІТУ ОГЛЯДУ ПОЛЯ

**Обстеження поля**

СТВОРИВ

**Барба Іван Григорович**  
Агроном  
+380680881110  
barba\_i@ukr.net

КРН-010

Барба Іван Григорович  
ТОВ СП "НІБУЛОН" /  
Миколаївський кластер /  
Відділення Врадівське  
Ріпак озимий, 171.00 га.

Юридична особа: ТОВ  
"НІБУЛОН АГРО"

Зведена інформація  
Грунт  
Статус агрооперацій

Агрооперації  
Показники врожаю  
План живлення  
Завдання на огляд  
**Звіти оглядів**  
Нотатки  
Тривоги  
Історія поля  
Сівозміна  
Площа і контури  
Завантажені знімки  
Підписки Planet  
Аналітика

## 28 Квітня 2025, #64038

**Ризик зниження врожайності**

СТАН  
**Поганий**  
☆☆☆☆

ФОТО

ШАБЛОН ЗВІТУ ОГЛЯДУ ПОЛЯ

**Обстеження поля**

СТВОРИВ

**Барба Іван Григорович**  
Агроном  
+380680881110  
barba\_i@ukr.net

СТВОРЕНО	NDVI	СЕЗОН	ВИРОБНИЧИЙ ЦИКЛ
28 Квітня 2025, 06:20	0.415	2025	Ріпак озимий 2025

Рисунок 5. Звіти огляду поля КРН-010 та КРН-001.

Поле КРН-001 характеризується значною мозаїчністю врожайності (рисунок 6). Найнижчі показники фіксуються на підвищених ділянках поля, де спостерігається дефіцит вологи та низькі показники NDVI у період активної вегетації. Вищі значення врожайності спостерігаються у локальних зниженнях, де накопичується більше вологи та органічної речовини. Карта врожайності свідчить про необхідність зонального підходу до внесення добрив (рисунок 7).

**Приветствуем! Іван**

Поля: КРН-001

Неактивні Поля (1) | Кількість осадков ...

**КРН-001**  
Миколаївський кластер | Ф... 2 мм

Скрытые результаты (934)

Отображаются не все поля, поскольку активны фильтры.  
Очистить фильтры

2025 Урожай: Рапсовое Семя

Посмотреть в Анализаторе работы

**КРН-001**  
Миколаївський кластер | Філія Врадівська

Начать: 9 июл., 2025 10:01  
Конец: 15 июл., 2025 20:31

**Итоговые Данные По Работе**

Убранный площадь	65,9 га
Урожайность	1,5 т/га
Общая урожайность	96,6 т
Содержание влаги	6,5 %
Сырой вес	1,5 т/га
Общая масса во влажном состоянии	97 т

Рисунок 6. Карта врожайності озимого ріпаку на полі КРН-001.

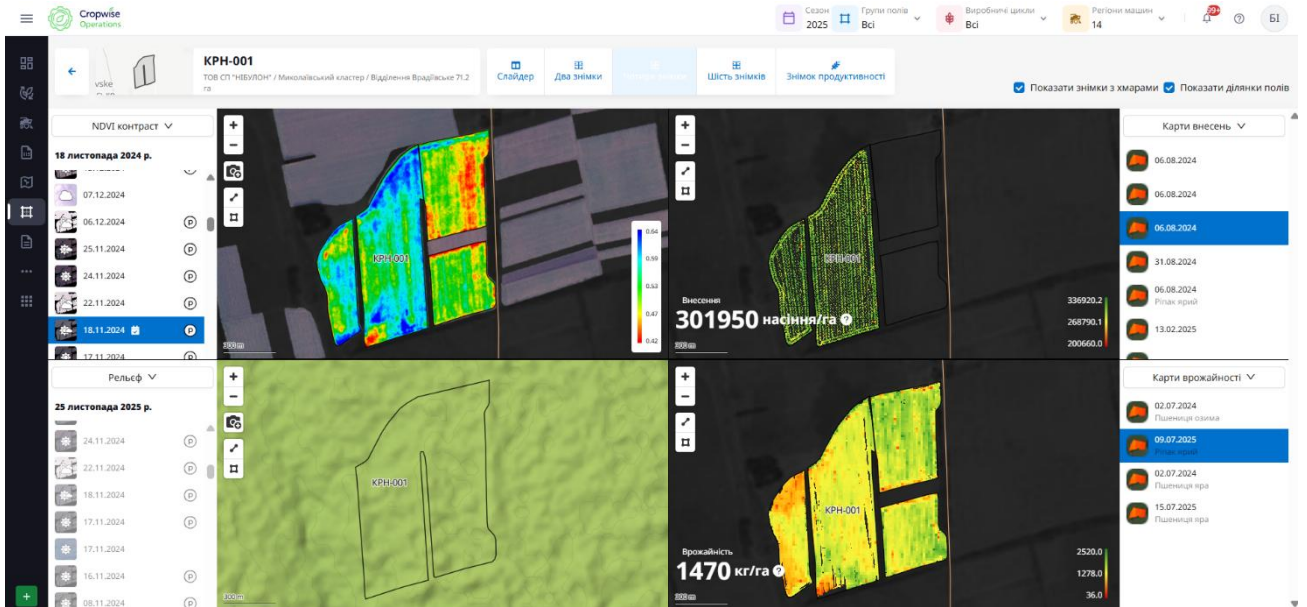


Рисунок 7. Конструктор знімків для аналізу.

Поле КРН-006 демонструє найбільш рівномірну врожайність серед усіх проаналізованих полів (рисунок 8). Рельєф рівнинний, ґрунти мають стабільну структуру та добру водоутримувальну здатність. Локальні зони зі зниженими показниками врожайності пов'язані з тимчасовим застоюванням води або перезволоженням у весняний період.

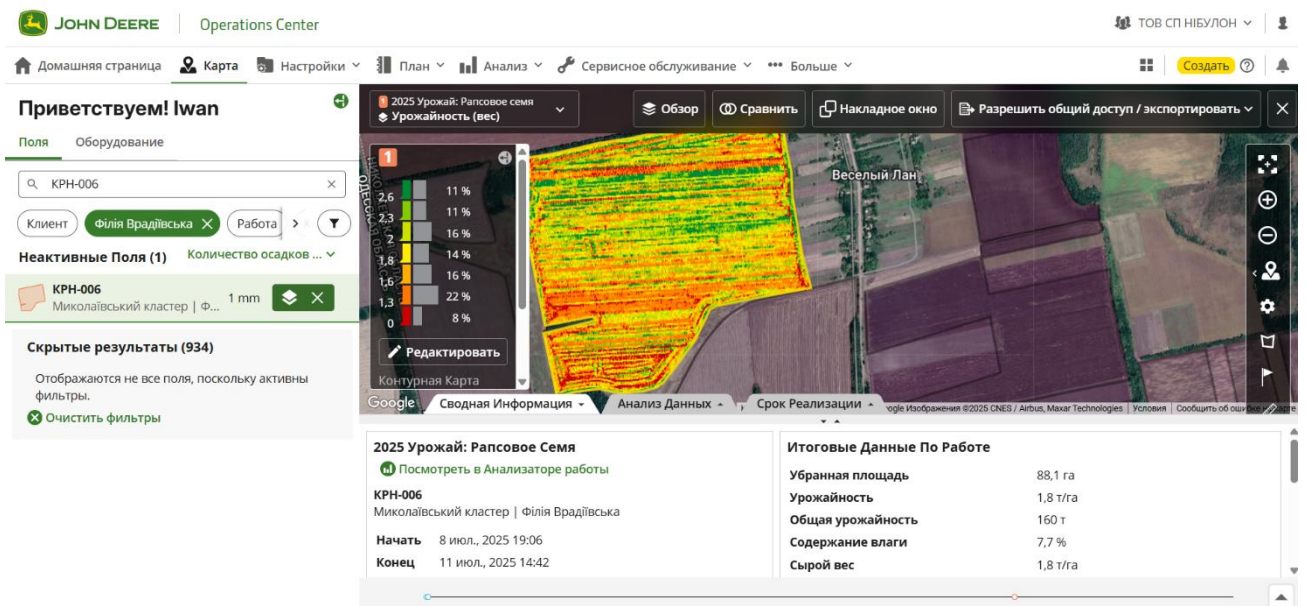


Рисунок 8. Карта врожайності озимого ріпаку на полі КРН-006.

Поле КРН-010 має складну структуру врожайності, зумовлену рельєфом. Низькі значення врожаю фіксуються на схилах із проявами ерозії, де ґрунти збіднені на гумус і поживні речовини. У центральній частині поля, де рельєф вирівнюється, врожайність значно вища (рисунок 9).

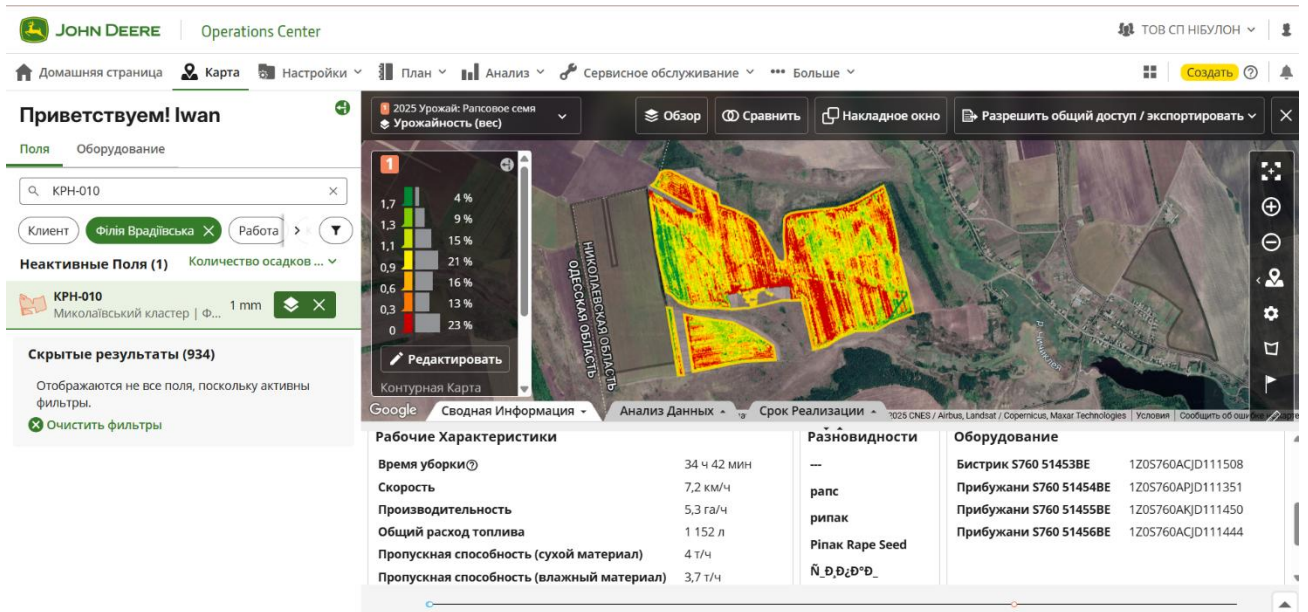


Рисунок 9. Карта врожайності озимого ріпаку на полі КРН-010.

Поле КРН-011 має значні контрасти врожайності через чергування чорноземів та супіщаних ділянок. Найнижчі значення фіксуються на легких ґрунтах, де відбувається швидке висихання та дефіцит вологи (рисунок 10).

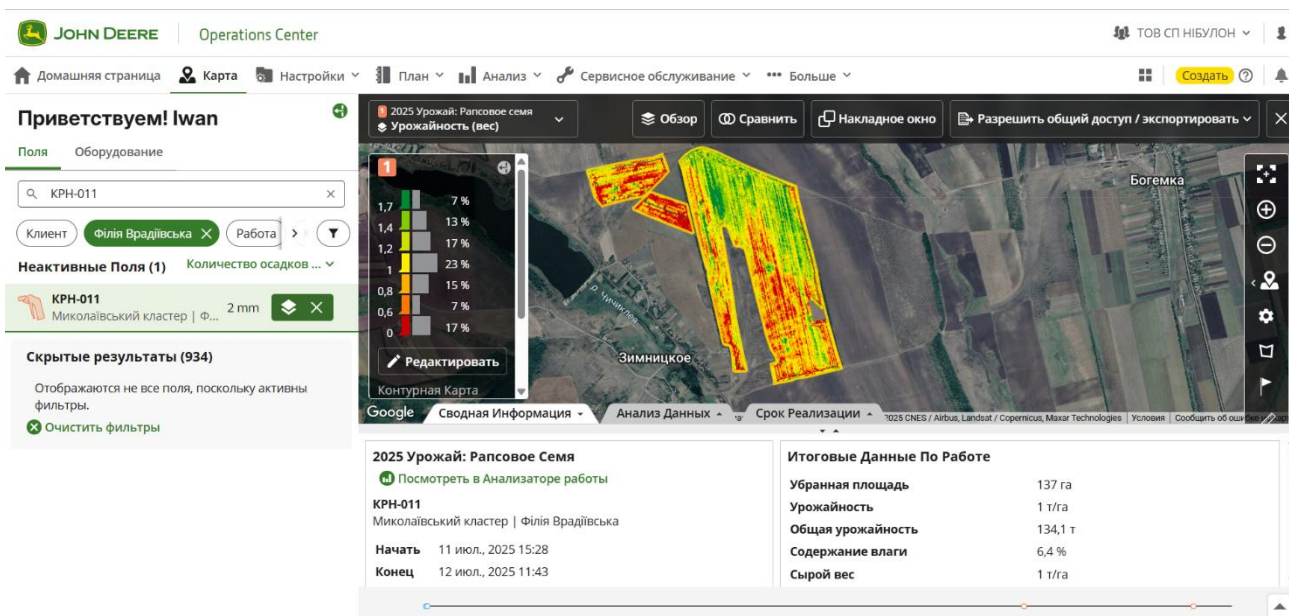


Рисунок 10. Карта врожайності озимого ріпаку на полі КРН-011.

Загалом карти врожайності підтверджують, що просторову неоднорідність врожаю визначають три основні групи факторів:

- 1) ґрунтові властивості (текстура, родючість, вміст гумусу);
- 2) рельєф і пов'язані з ним водно-фізичні процеси;
- 3) технологічні фактори (ущільнення, недотримання параметрів проходів техніки).

Дані врожайності є основою для формування VR-карт та оптимізації технологічних операцій у системі точного землеробства.

### 3.3. Аналіз індексу рослинності NDVI на досліджуваних полях

Індекс рослинності NDVI є ключовим інструментом моніторингу стану посівів у системі точного землеробства. Він дозволяє оцінити інтенсивність фотосинтезу та виявляти стреси на ранніх етапах розвитку культур. У системі Cropwise Operations індекси використовуються для щотижневого моніторингу посівів та планування агротехнологічних операцій.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) відображає загальний стан рослини, її густоту та рівень активності фотосинтезу. Вищі значення NDVI свідчать про активний ріст і добру біомасу рослин. NDRE (Normalized Difference Red Edge) є більш чутливим до змін у вмісті хлорофілу та рівня азотного живлення, тому його значення часто застосовують для формування карт диференційованого внесення азотних добрив.

Аналіз сезонної динаміки індексів на полях ТОВ СП «НІБУЛОН» показує, що різниця в значеннях індексів між ділянками поля залежить від типу ґрунтів, рельєфу та забезпеченості вологою. Найвищі значення NDVI спостерігалися на середніх частинах схилів, де умови вологи та родючості є найбільш оптимальними. На підвищених ділянках рівень NDVI був нижчим через дефіцит ґрунтової вологи.

Поле КРН-001 демонструє значну варіабельність NDVI. У зонах із легшими ґрунтами та гіршим збереженням вологи значення індексу в період вегетації регулярно знижувалися. Також значення NDVI помітно знизилася після морозного ураження ріпаку (рисунок 11). На знижених ділянках, де накопичується більше вологи, значення NDVI були стабільно високими.

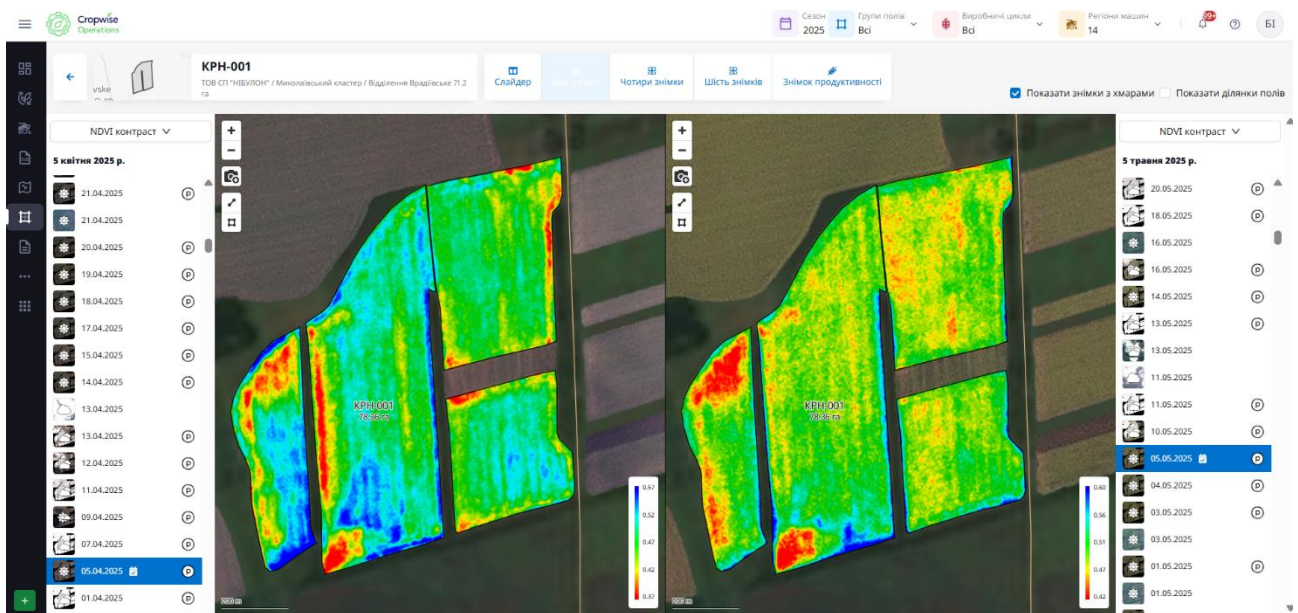


Рисунок 11. Аналіз індексів NDVI на полі КРН-001 до заморозків та після.

На полі КРН-006 спостерігається зміна індексів NDVI до заморозків та в період активного розвитку рослини. Рослини, які були більш розвинуті гірше перенесли серію заморозків та перепади температур (рисунок 12).

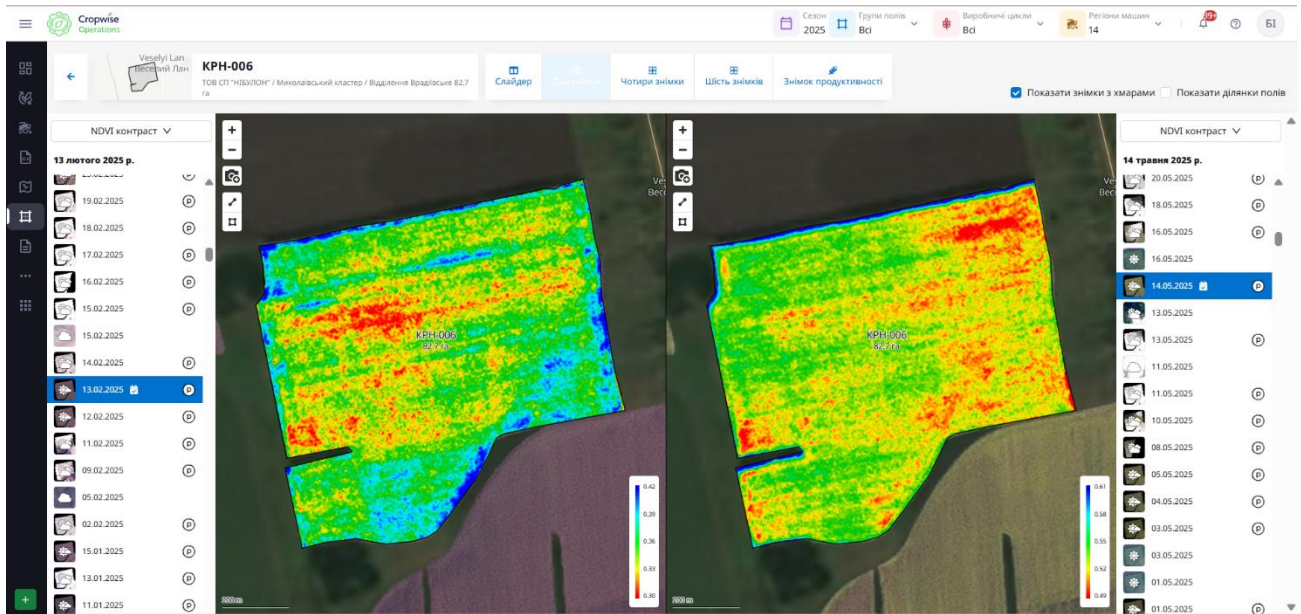


Рисунок 12. Аналіз індексів NDVI на полі КРН-006 до заморозків та після.

Поля КРН-010 та КРН-011 - структурно «мозаїчні», і частини ослаблених ділянок не відновилися у травні. Це вказує на постійно проблемні зони рельєфу та дефіцит елементів живлення. Поля мають високу природну родючість, але продуктивність просідає через високий рівень рН (8,4 та 8,04), і як результат блокується фосфор та мікроелементи (рисунок 13 та 14).

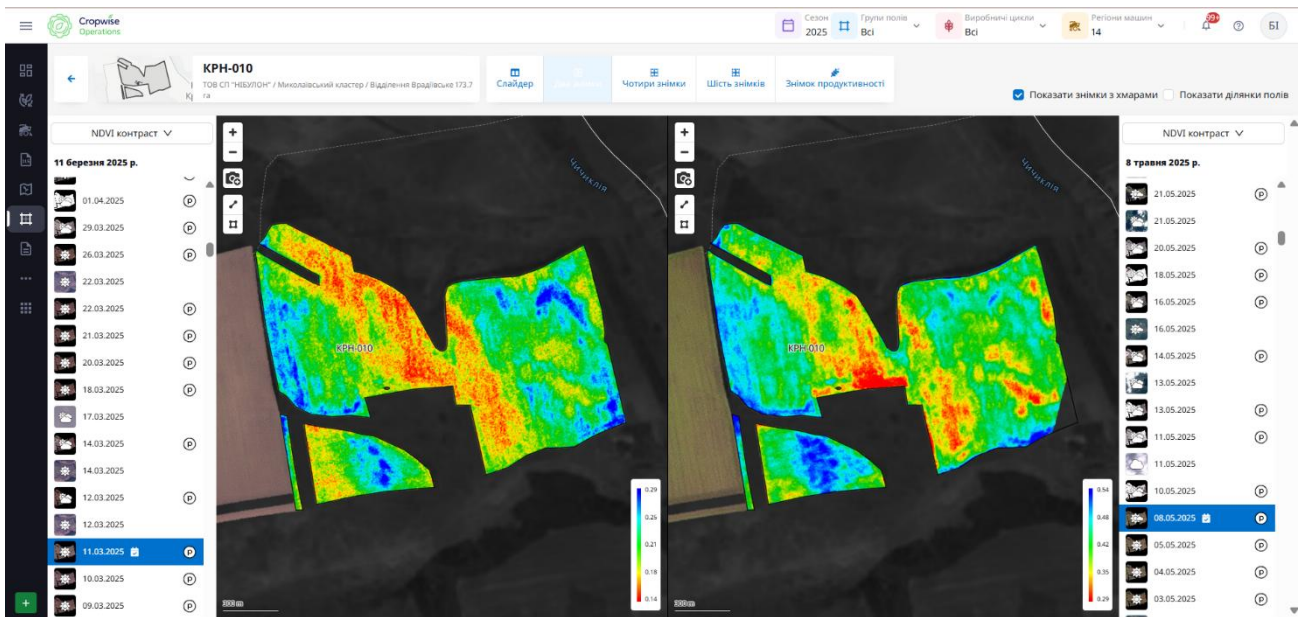


Рисунок 13. Аналіз індексів NDVI на полі КРН-010.

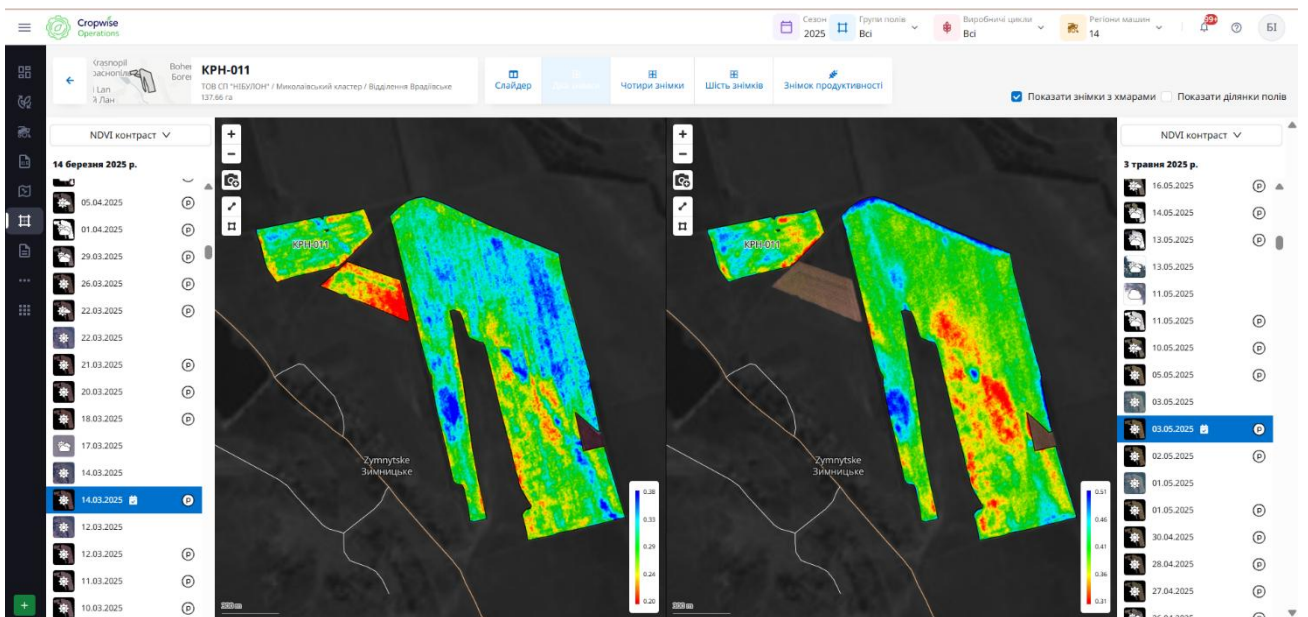


Рисунок 14. Аналіз індексів NDVI на полі КРН-011.

Загалом аналіз NDVI та NDRE дозволяє:

- виявляти зони дефіциту вологи;
- визначати ділянки з нестачею азоту;
- контролювати розвиток культур у динаміці;
- робити висновки щодо ефективності підживлення та захисту рослин.

Індекси рослинності є критично важливими для розробки VR-карт та прийняття рішень у системі точного землеробства на підприємстві ТОВ СП «НІБУЛОН».

### **3.4. Аналіз телематики техніки на досліджуваних полях**

Телематика є одним із ключових інструментів контролю якості виконання агротехнологічних операцій у ТОВ СП «НІБУЛОН». Завдяки телематичним даним стає можливим аналізувати роботу тракторів, обприскувачів, сівалок та інших машин у режимі реального часу, що забезпечує прозорість, контроль і оптимізацію виробничих процесів.

У системі Cropwise Operations телематика містить такі дані:

- швидкість роботи агрегату;
- фактичну ширину захвату;
- пропуски та перекриття;
- роботу секцій обприскувача або сівалки;
- витрати пального;
- час роботи та простоїв;
- точний маршрут техніки;
- параметри виставленого та фактичного внесення добрив чи ЗЗР.

Телематика є особливо важливою для операцій, чутливих до точності — обприскування, диференційованого внесення добрив, сівки та збирання врожаю. Саме аналіз цих даних дозволяє виявляти зони, де були допущені помилки, і встановлювати їхній вплив на кінцевий результат.

Аналіз даних телематики показав такі характерні закономірності:

1) Поле КРН-001. Під час посіву озимого ріпаку швидкість руху трактора Claas Axion 950 з сівалкою Horsch Maestro не перевищувала 12 км/год (рисунок 15), в результаті чого отримано рівномірні та точні сходи озимого

ріпаку. Швидкість є критичним параметром для досягнення високої агрономічної та економічної ефективності.

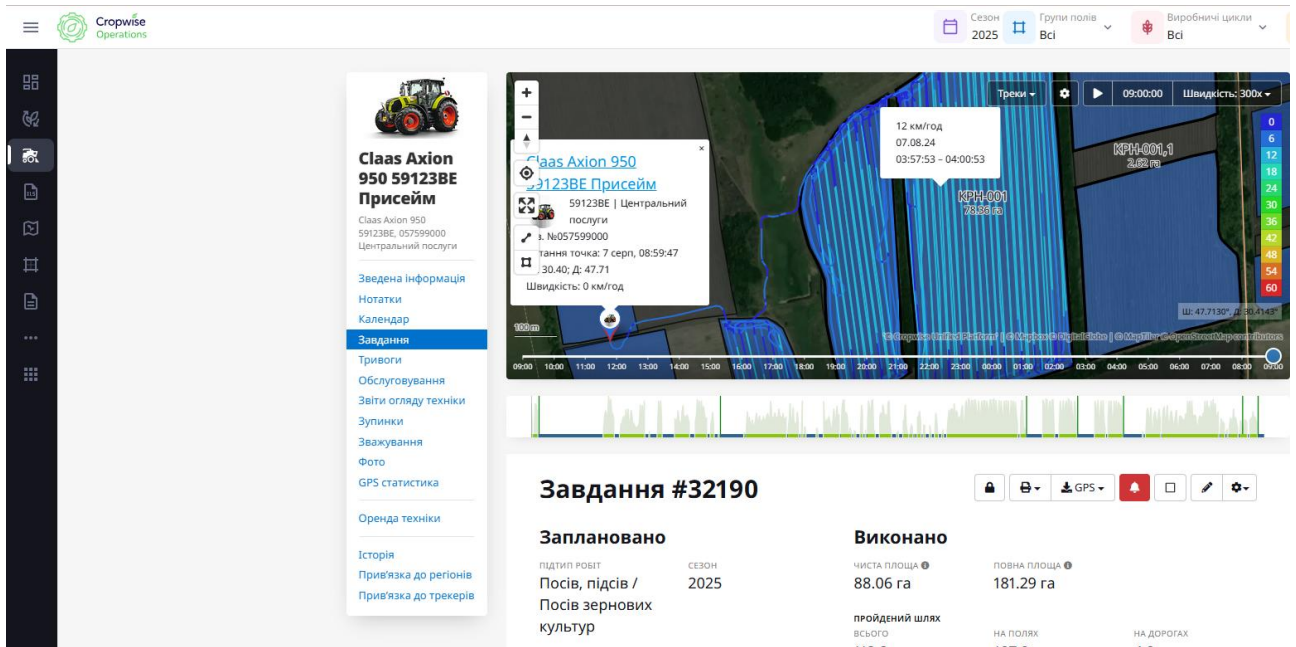
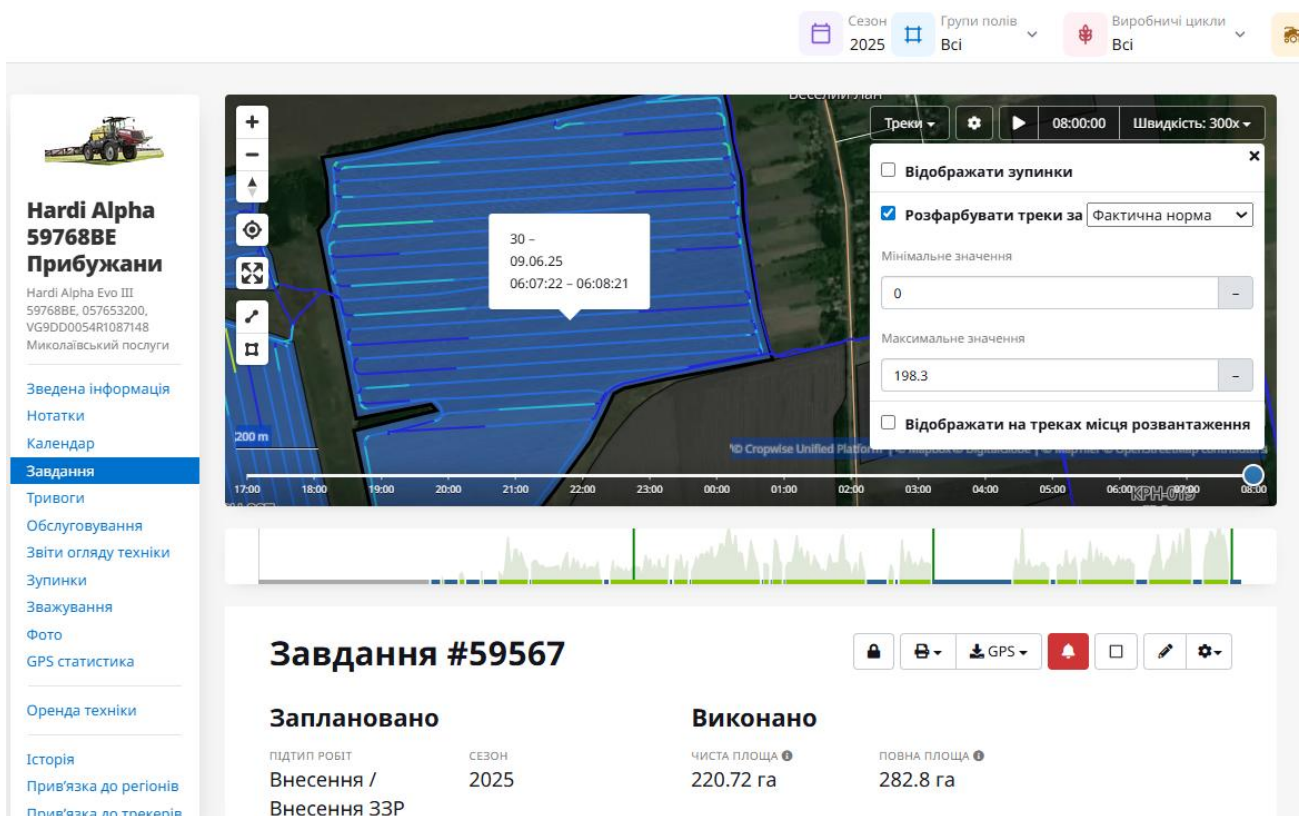


Рисунок 15. Швидкість руху трактора Claas Axion 950 з сівалкою Horsch Maestro під час посіву озимого ріпаку.

Ключові фактори, що залежать від швидкості:

- Точність дозування насіння: при правильній швидкості сівалка видає задану норму насіння на гектар.
- Глибина заробки насіння: швидкість впливає на роботу сошника та його здатність утримувати задану глибину.
- Рівномірність розміщення (відстань): оптимальна швидкість забезпечує правильний крок посіву, що важливо для розвитку рослин.
- Притискна сила сошників: швидкість впливає на стабільність контакту сошника з ґрунтом.
- Рівномірність розподілу добрив: якщо сівалка комплектується внесенням добрив, швидкість впливає і на це.
- Якість роботи котка: занадто висока швидкість може заважати якісному прикочуванню.

2) Поле КРН-006. Під час внесення ЗЗР обприскувачем Hardi Alpha Evo III, було виявлено внесення понад норму (рисунок 16). Це пов'язано з нерівномірністю швидкості руху агрегату. Аналіз показує, що саме порушення параметрів руху техніки стали однією з причин коливань фактичної норми вилу (рисунок 17). Різні типи розпилювачів (щілинні, інжекторні) потребують різних налаштувань тиску та швидкості для досягнення заданої норми. У даному випадку задана норма вилу складала 30 літрів робочого розчину на 1 га, а при недостатній швидкості вилу становив більше 60 літрів на 1 га.



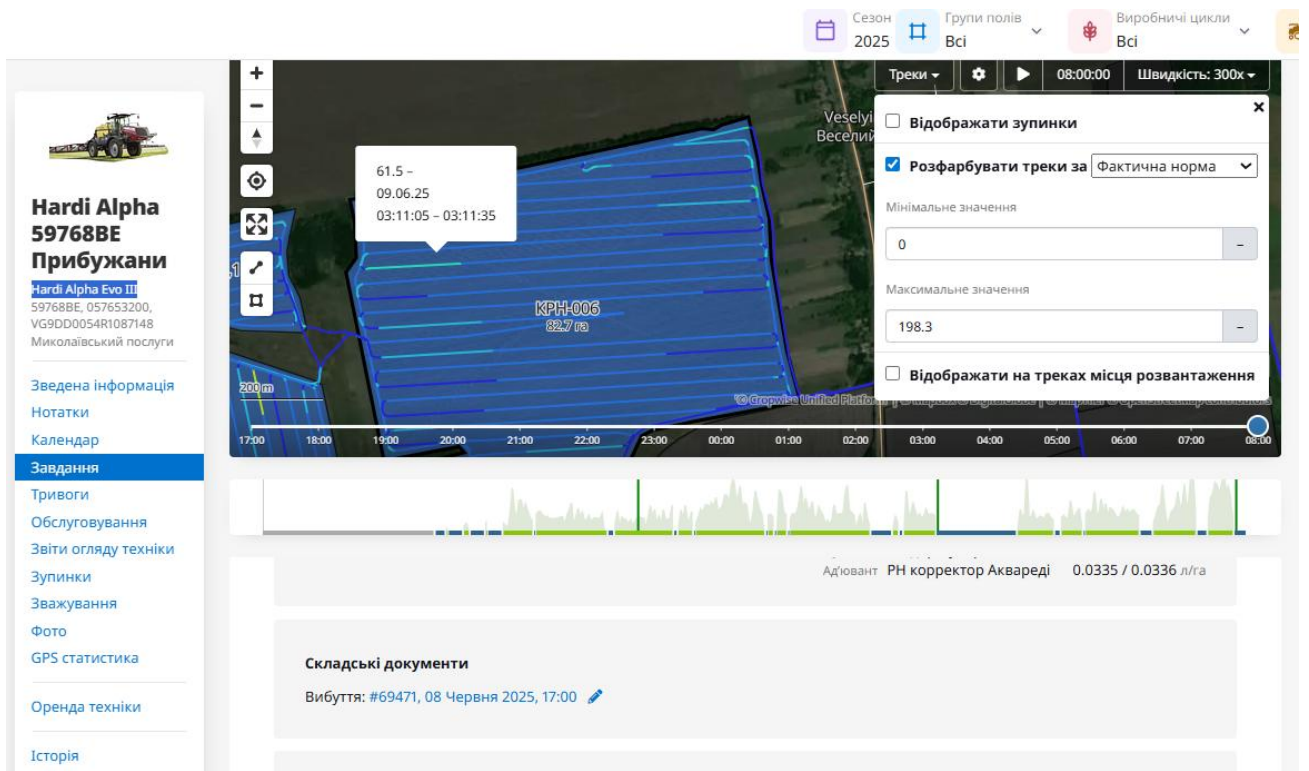


Рисунок 16. Аналіз даних телематики по фактичній нормі вилливу.

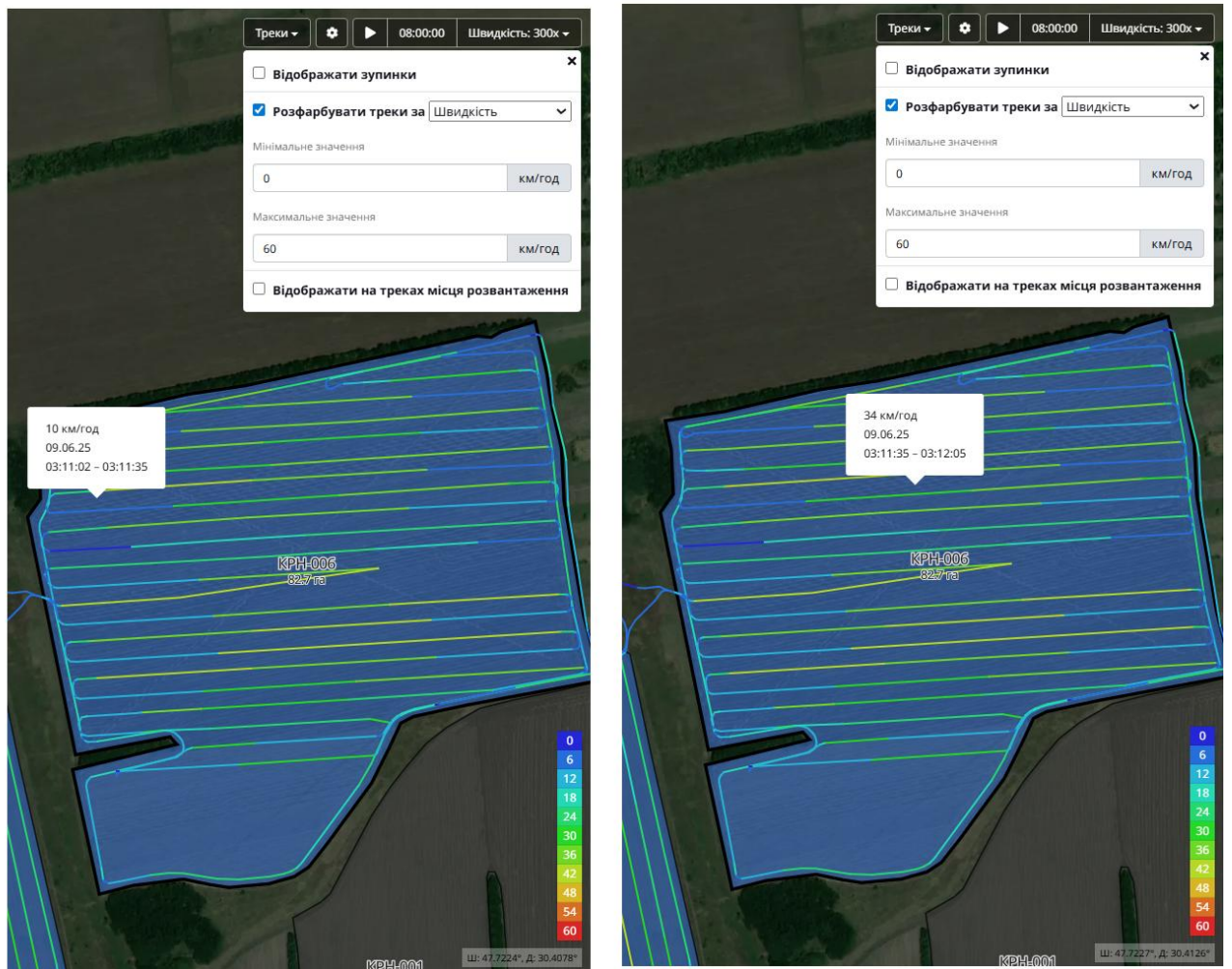


Рисунок 17. Аналіз даних телематики по швидкості руху агрегату.

3) Поле КРН-010. Телематика демонструє майже ідеальну роботу техніки, Fendt 1038 в агрегаті з сівалкою Amazone Citan 12001-С. Агрооперація – посів зернових культур, пропуски та перекриття мінімальні, швидкість агрегатів стабільна та не перевищувала 14 км/год (рисунок 18). Поле є еталонним прикладом правильно організованого виробничого процесу, простої та непродуктивні переміщення відсутні, фактичні показники по витраті палива та насіння не перевищують планових показників.

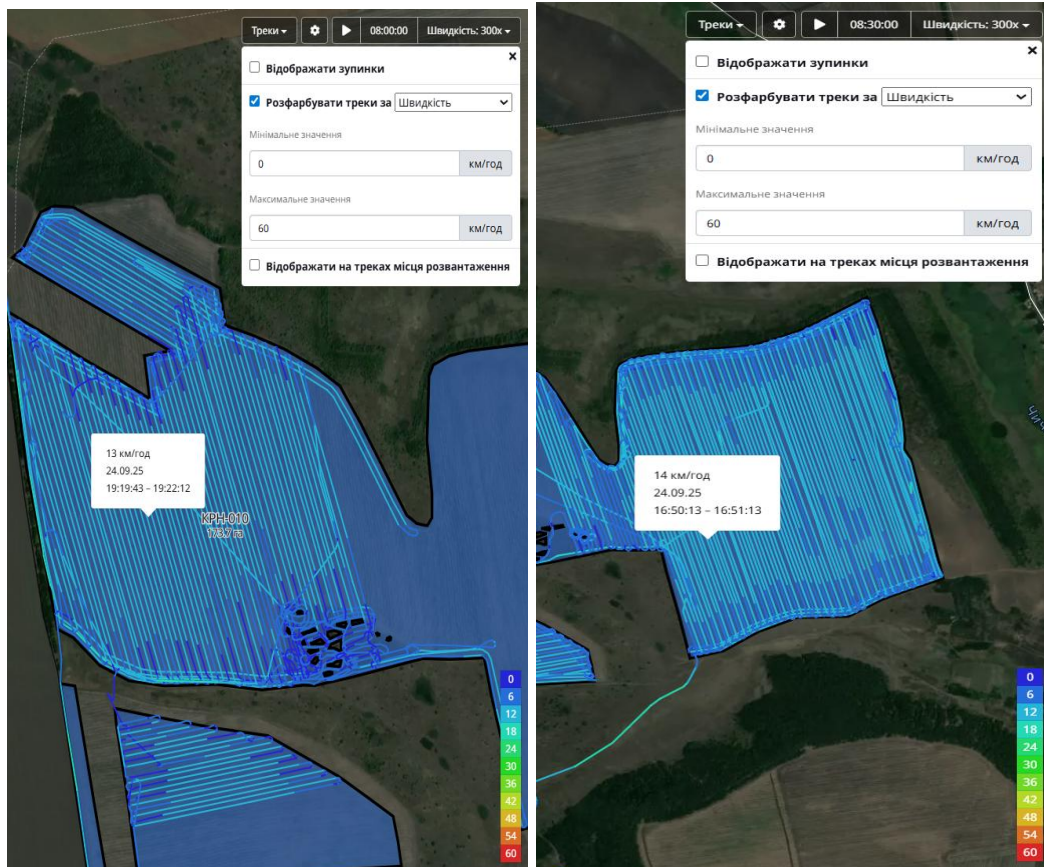


Рисунок 18. Дані телематики по полю КРН-010, під час посіву озимої пшениці.

4) Поле КРН-011. Телематика демонструє гарну роботу техніки, Claas Axion 950 в агрегаті з розкидувачем добрив Rauch AXENT M 90.1. Агрооперація – внесення мінеральних добрив, пропуски та перекриття мінімальні, швидкість агрегатів стабільна та не перевищувала 20 км/год, це оптимальне значення швидкості на задану норму добрив та його фізичних властивостей (рисунок 19). Поле є гарним прикладом правильно організованого виробничого процесу, простої та непродуктивні переміщення відсутні, фактичні показники по витраті палива та добрив не перевищують планових показників (рисунок 20).

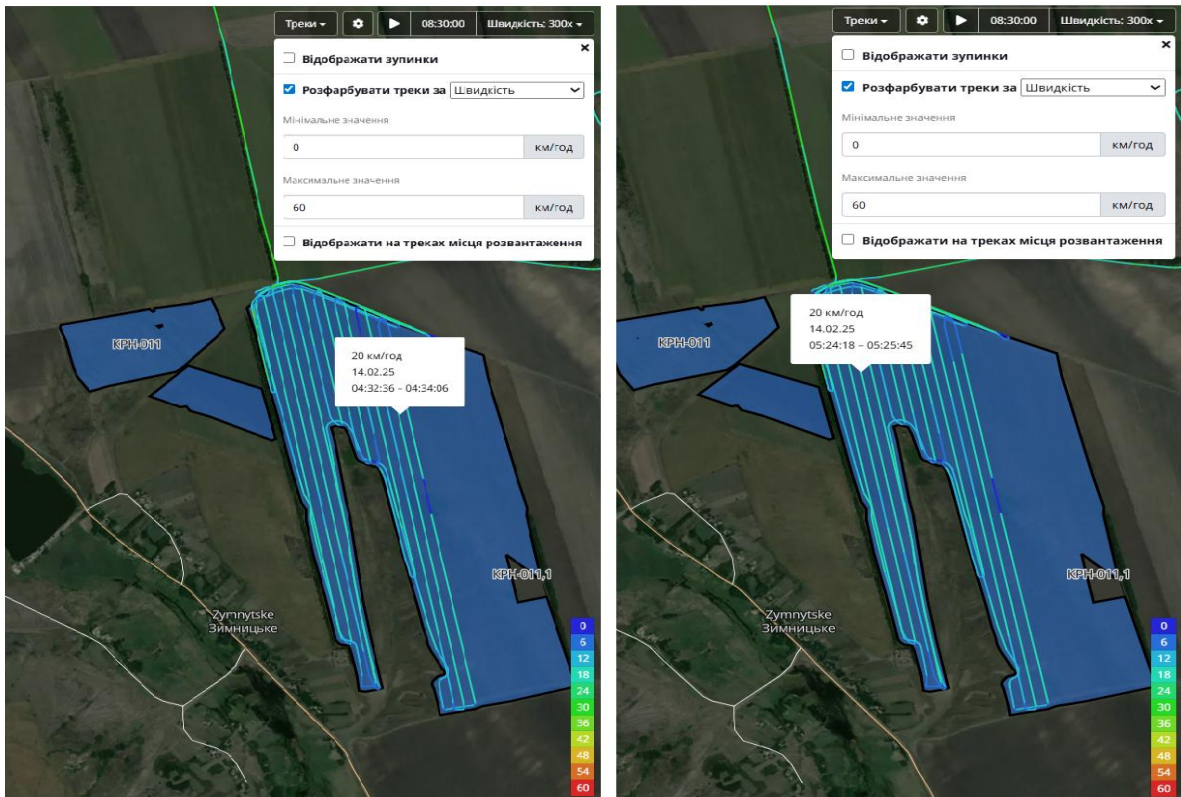


Рисунок 19. Дані телематики по полю КРН-011, під час внесення мінеральних добрив.

Krasnopill  
Краснопілля

Ви і Богема

Лу Лан  
ий Лан

Операції
Рекомендації
Диф. внесення
Карти внесень
Карти врожайності
Карти продуктивності

Порівняння треків агрооперацій
Карти зон

### КРН-011

Барба Іван Григорович  
ТОВ СП "НІБУЛОН" /  
Миколаївський кластер /  
Відділення Врадівське  
Ріпак озимий, 128.60 га.

Юридична особа: ТОВ  
"НІБУЛОН АГРО"

[Зведена інформація](#)  
[Ґрунт](#)  
[Статус агрооперацій](#)

**Агрооперації**

- Показники врожаю
- План живлення
- Завдання на огляд
- Звіти оглядів
- Нотатки
- Тривоги
- Історія поля
- Сівозміна
- Площа і контури
- Завантажені знімки
- Підписки Planet
- Аналітика
- Таймлайн
- Конструктор знімків
- Оцінка урожайності

## #117568 Внесення / Внесення мінеральних добрив

План агро роботи: #2020 Внесення / Внесення мінеральних добрив

Статус: Зроблено

**План**  
Сезон 2024/2025, 12 Лютого 2025 — 28 Лютого 2025  
Виробничий цикл Ріпак озимий 2025  
Запланована площа: 135.6 га.

**Контур поля**  
Від 01 Серпня 2024 до 01 Травня 2025  
Оброблювальна площа: 135.6 га.  
Розрахункова площа: 135.61 га.

**Погода**  
Мінімальна температура повітря: -6.08 °C.  
Максимальна температура повітря: 7.10 °C.  
Середня температура повітря: 0.95 °C.  
Швидкість вітру: 2.18 м/с.  
Опади: 0.00 мм.

**Внесення**

Назва	Норма (план)	Норма (факт)	Всього (план)	Всього (факт)	Площа (факт)
<b>Аміачна селітра</b>	0.2	0.2	27.12	27.12	—
Добрива	т/га	т/га	т	т	—

**Результати роботи**  
Тривалість: 14 Лютого 2025, 01:00 — 14 Лютого 2025, 03:37  
Завершена площа: 135.6 га.

**Дані телематики**  
Оброблена площа: 135.6 га.  
Оброблена площа (по треку): 133.19 га.  
Площа роботи машин: 180.6 га.  
Витрати палива: 82.48 л (0.61 л/га)  
Робота двигуна: 02:36:01

Рисунок 20. Планові та фактичні показники при внесенні мінеральних добрив на полі КРН-011.

Загалом аналіз телематики дозволяє визначити:

- якість виконання технологічних операцій;
- вплив технічних помилок на розвиток культур;
- зони, де необхідне додаткове рихлення або корекція технології;
- залежність урожайності від точності роботи машин.

Поєднання телематики з даними NDVI, NDRE та картами врожайності дає змогу створювати повноцінну просторово-аналітичну модель поля.

### **3.5. Формування карт диференційованого внесення добрив (VR-карт)**

Кarti диференційованого внесення добрив (Variable Rate Application Maps, VR-карти) є одним із ключових інструментів точного землеробства. Їх використання дозволяє оптимізувати норми внесення мінеральних добрив залежно від потенціалу продуктивності окремих ділянок поля, що забезпечує економію ресурсів і підвищення урожайності.

Формування VR-карт у системі Cropwise Operations базується на комплексному аналізі кількох джерел інформації:

- індексів рослинності NDRE та NDVI;
- результатів агрохімічного аналізу ґрунтів;
- карт врожайності попередніх років;
- даних телематики техніки;
- рельєфу та цифрових моделей висот.

Алгоритм формування VR-карт передбачає поділ поля на зони продуктивності. Зазвичай виділяють три основні категорії:

1) Зона високого потенціалу (High Productivity Zone) — ділянки зі стабільно високими значеннями NDRE, NDVI й урожайності. Потребують вищих норм добрив для максимальної реалізації потенціалу.

2) Зона середнього потенціалу (Medium Zone) — ділянки зі стабільними, але середніми показниками, де норма добрив залишається базовою.

3) Зона низького потенціалу (Low Zone) — ділянки з обмеженнями у вигляді нестачі вологи, низького вмісту гумусу, ерозії або переущільнення. Для них норма добрив може бути знижена.

Поле КРН-001. Зонування поля показує значні відмінності між зниженнями та підвищеннями. Зони високого потенціалу формуються у зниженнях та в центральній частині (рисунок 21). На підвищених ділянках, де є дефіцит вологи, рекомендовано знизити норму азоту (рисунок 22).

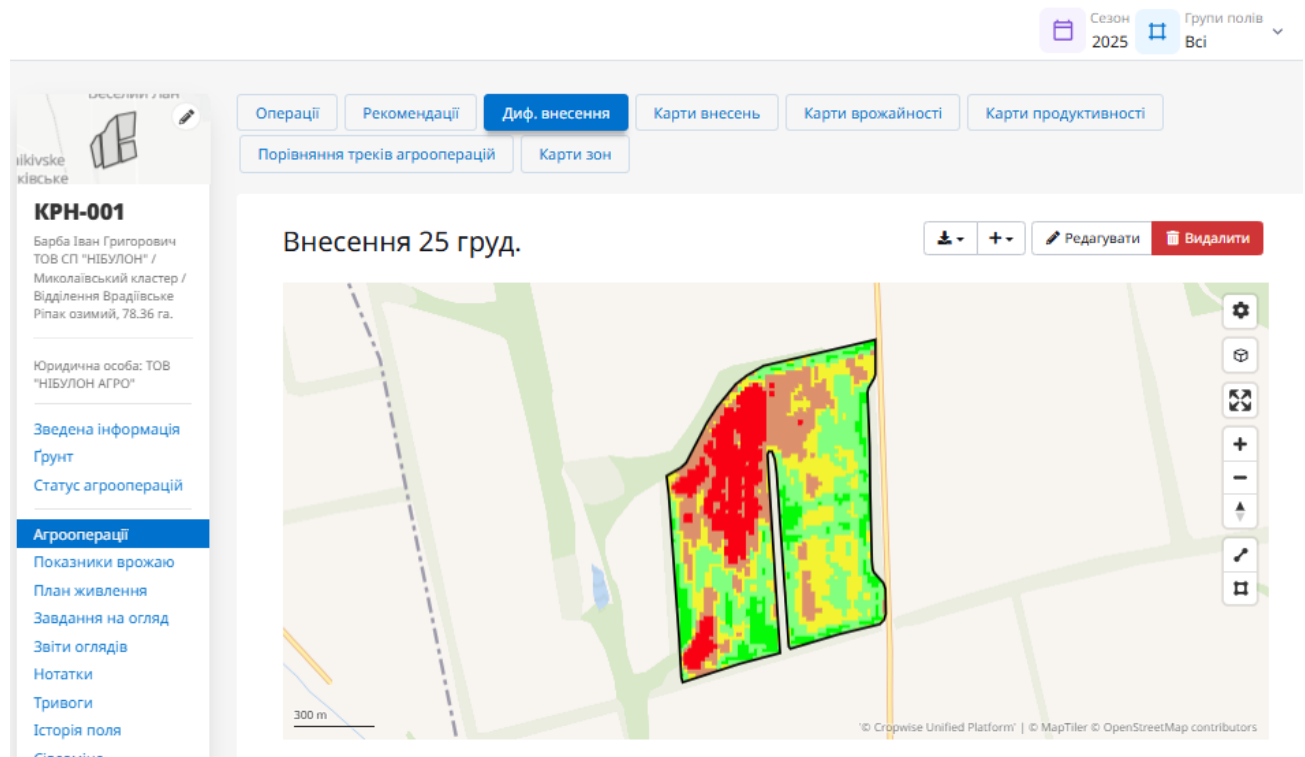


Рисунок 21. Карта на диф. внесення сульфату амонію на полі КРН-001.

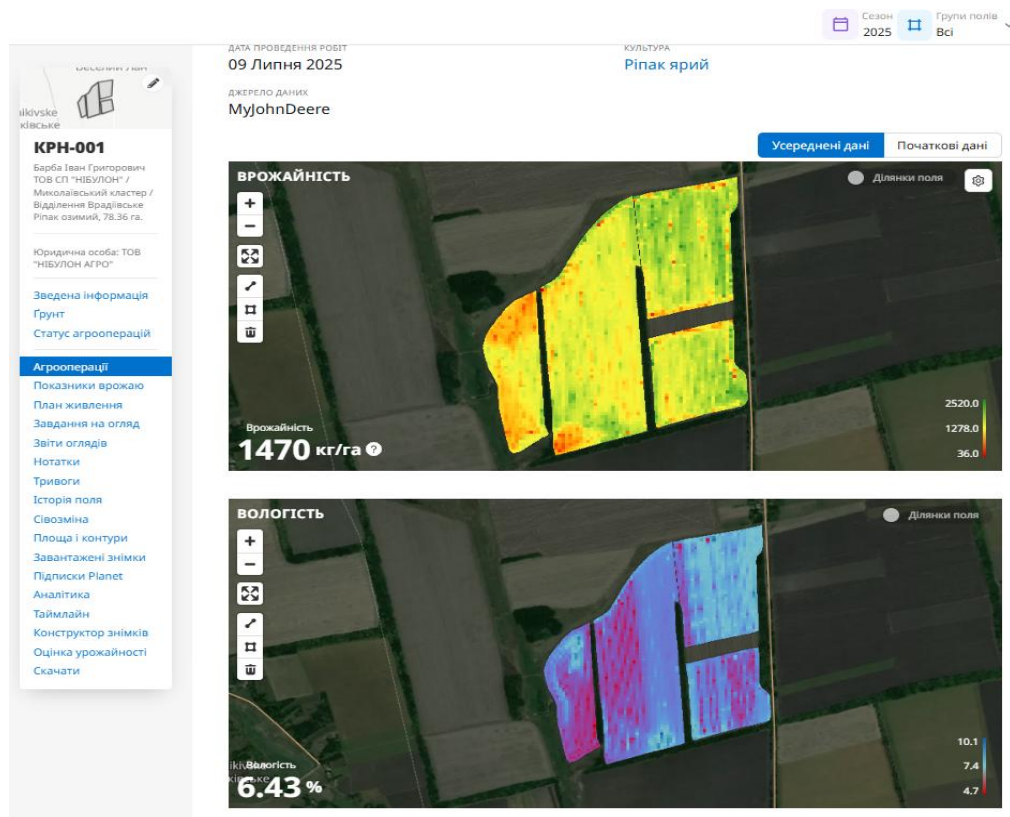


Рисунок 22. Аналіз показників поля КРН-001, для побудови карт диф. внесення.

Поле КРН-010 та КРН-011 дуже схожі різкою неоднорідністю ґрунтового покриття, а тому є необхідність активного зонування. На легких ґрунтах норма добрив знижена, тоді як у центральних більш родючих зонах — підвищена (рисунок 23). Джерелом даних при створенні карт на диференційне внесення є карта продуктивності (рисунок 24) та карта врожайності (рисунок 25).

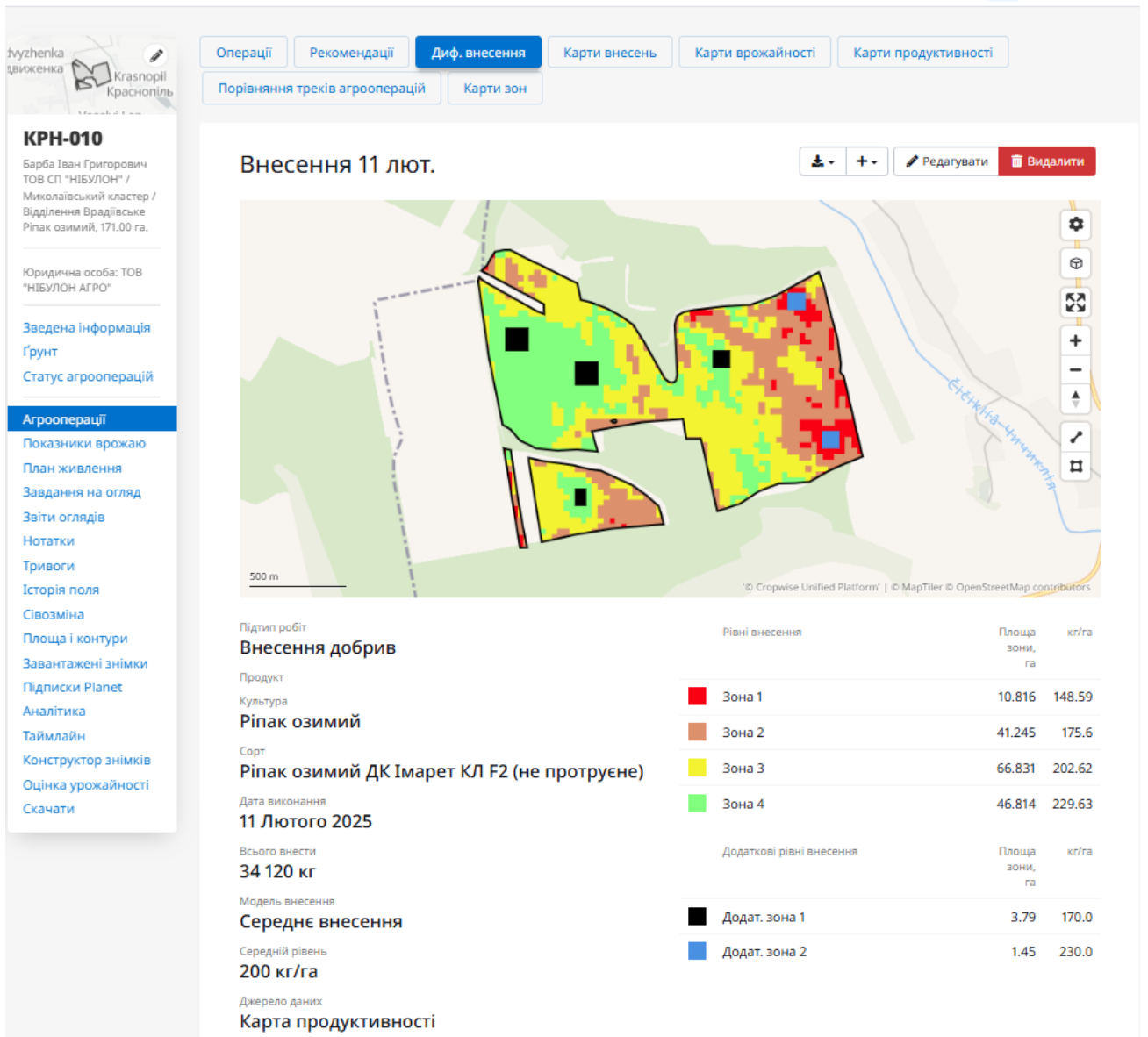


Рисунок 23. Карта на диференційне внесення добрив на полі КРН-010.

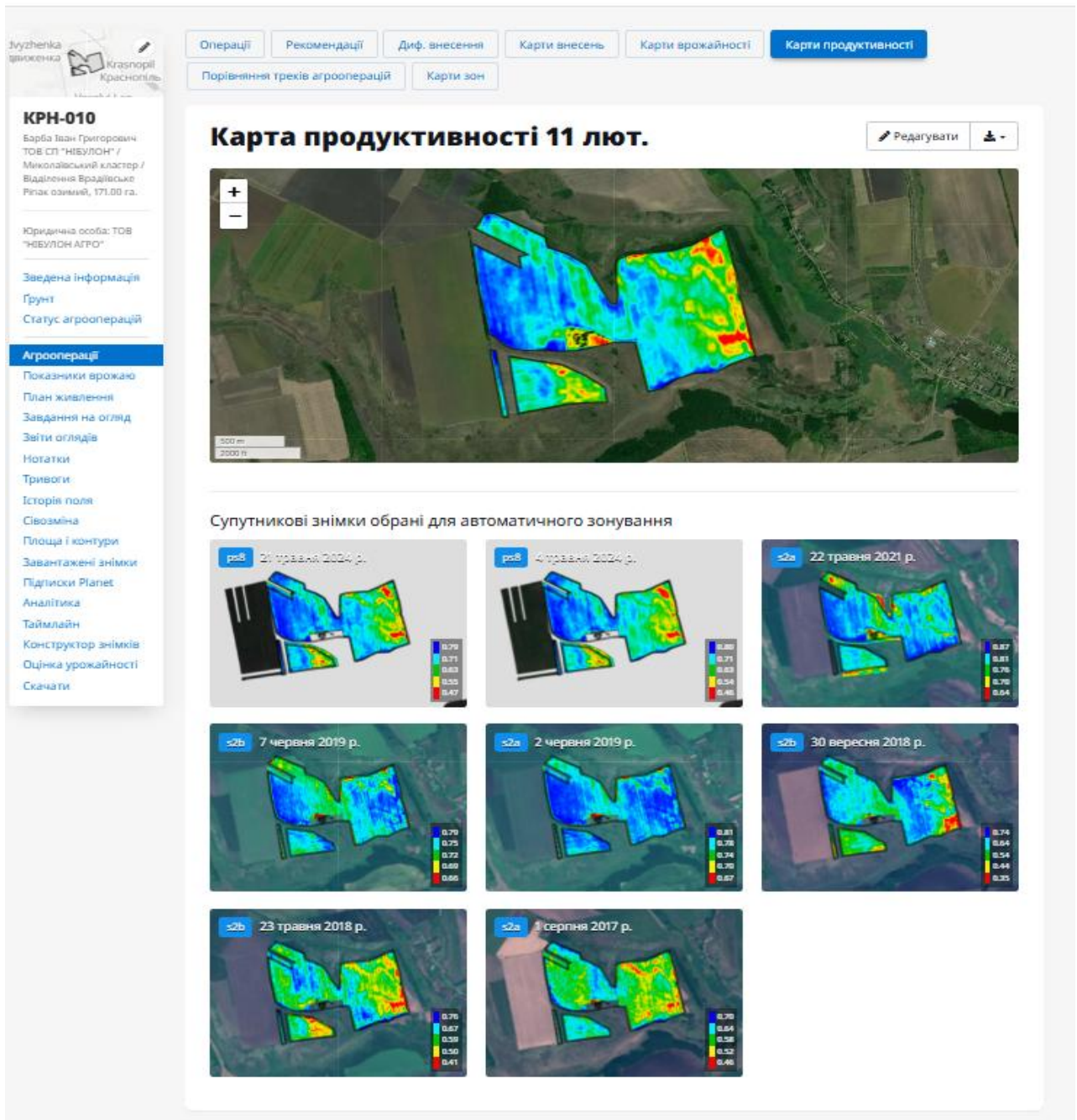


Рисунок 24. Карта продуктивності поля КРН-010.

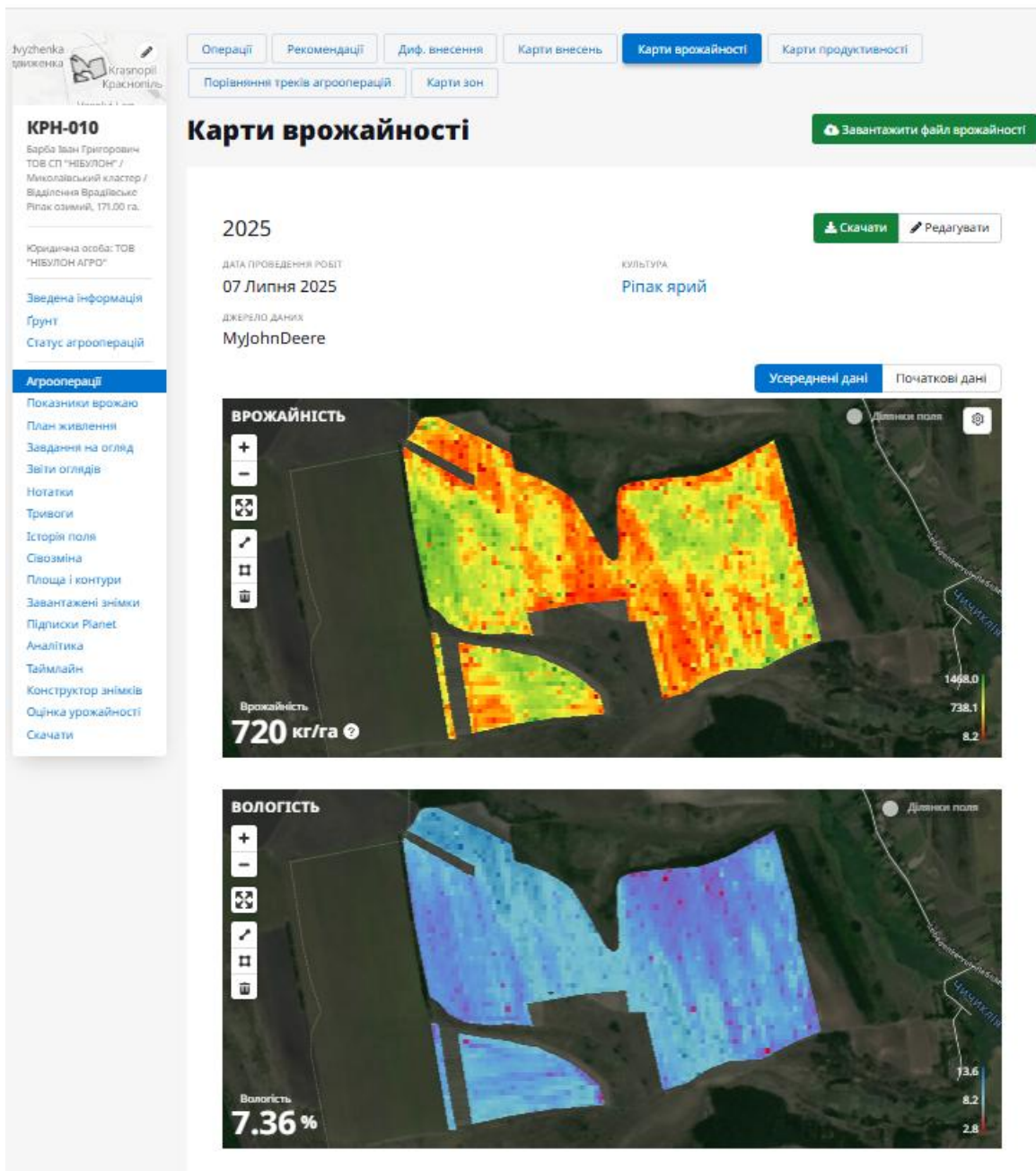


Рисунок 25. Карта врожайності поля КРН-010.

Формування VR-карт у ТОВ СП «НІБУЛОН» забезпечує:

- економію азотних добрив до 15–25%;
- зменшення ризиків нітратного забруднення;
- підвищення ефективності використання добрив;
- стабілізацію врожайності на ділянках середнього та низького потенціалу.

Таким чином, VR-карти є важливим інструментом оптимізації ресурсів і підвищення ефективності агровиробництва.

### **3.6. Порівняльний аналіз досліджуваних полів за геопросторовими даними**

Порівняльний аналіз полів КРН-001, КРН-006, КРН-010 та КРН-011 дозволяє оцінити вплив ґрунтових, топографічних, кліматичних і технологічних факторів на продуктивність культур. Використання комплексних наборів даних — карт врожайності, NDVI/NDRE, телематики, агрохімії та рельєфу — забезпечило об'єктивну оцінку стану кожного поля та виявлення причин просторової неоднорідності.

Поля КРН-001 та КРН-006 характеризуються високою однорідністю даних. NDVI рівномірні, врожайність стабільна, телематика демонструє чітку роботу агрегатів без значних перекриттів та пропусків. Це свідчить про оптимальне поєднання ґрунтових властивостей, рельєфу та технологічної дисципліни.

Поле КРН-010 та КРН-011 має сильний контраст продуктивності через чергування родючих чорноземів і легких супісків. Рельєф із ухілами до 3° суттєво впливає на ерозійні процеси, що підтверджується зниженими NDRE та врожайністю на цих ділянках. Телематика свідчить про локальні проблеми з рівномірністю обробітку, що посилює контрастність зони. Поля потребують найактивнішого застосування VR-карт.

Порівняльний аналіз показує, що ключовими факторами, які визначають різницю продуктивності між полями, є:

- тип ґрунтів і водоутримувальна здатність;
- рельєф і пов'язані з ним процеси водозбору та ерозії;
- якість і точність виконання технологічних операцій;
- наявність або відсутність адаптованого внесення добрив.

Комплексний підхід до аналізу дозволяє встановити причинно-наслідкові зв'язки та сформувавши індивідуальні рекомендації для кожного поля.

Комплексний аналіз геопросторових даних для полів КРН-001, КРН-006, КРН-010 та КРН-011 ТОВ СП «НІБУЛОН» продемонстрував високу ефективність використання цифрових технологій у системі точного землеробства. Поєднання карт врожайності, індексів NDVI та NDRE, даних телематики, агрохімічних показників та рельєфу дозволило створити об'ємну модель стану кожного поля та визначити ключові фактори, що впливають на продуктивність.

Узагальнення отриманих результатів дозволило встановити такі закономірності:

1. Просторова неоднорідність продуктивності на всіх полях зумовлена поєднанням ґрунтових властивостей, рельєфу та якості виконання технологічних операцій. Поля з більш однорідною структурою ґрунту (КРН-001 та КРН-006) демонструють стабільні індекси та врожайність, тоді як поля зі складним рельєфом або легкими ґрунтами (КРН-010, КРН-011) характеризуються сильними контрастами.

2. Індекси NDVI та NDRE показали тісний зв'язок із урожайністю та станом посівів. NDRE виявився особливо ефективним для виявлення зон азотного голодування, що дозволяє формувати науково обґрунтовані VR-карти азотного живлення.

3. Дані телематики підтвердили, що якість виконання технологічних операцій суттєво впливає на розвиток культур. Пропуски, перекриття, нестабільна швидкість та нерівномірне внесення ЗЗР стають причиною локальних знижень урожайності.

4. VR-карти диференційованого внесення добрив дозволяють оптимізувати використання ресурсів, підвищити врожайність у зонах середнього потенціалу та

зменшити витрати на добрива в зонах обмеженого потенціалу. Економічна ефективність впровадження VR-карт може становити 15–25% економії добрив.

5. Порівняльний аналіз показує, що основними факторами підвищення продуктивності є адаптована система удобрення, коригування технологій обробітку ґрунту та оптимізація роботи техніки.

Отже, геопросторові дані є незамінним інструментом ухвалення управлінських рішень у сучасному сільському господарстві. Використання системи Cropwise Operations дає можливість ТОВ СП «НІБУЛОН» оптимізувати технологічні процеси, зменшити витрати ресурсів та сформувані підґрунтя для підвищення стабільності та ефективності рослинницького виробництва.

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

### 4.1. Економічні параметри та структура витрат господарства

ТОВ СП «НІБУЛОН» є одним із найбільших і технологічно розвинених аграрних підприємств України. Ефективність його виробництва значною мірою визначається раціональним використанням ресурсів: добрив, пального, засобів захисту рослин, техніки та трудових ресурсів. Впровадження геопросторових технологій дозволяє оптимізувати кожен із цих елементів.

Основні статті витрат включають:

- мінеральні добрива (азотні, фосфорні, калійні);
- пальне та мастильні матеріали;
- посівний матеріал;
- засоби захисту рослин;
- амортизацію техніки та ремонт;
- оплату праці;
- логістичні витрати;
- витрати на елеваторну інфраструктуру.

На частку добрив і пального припадає 45–60 % усіх змінних витрат. Саме ці статті найбільше залежать від точності технологічних операцій, тому використання GNSS, RTK, VR-карт та телематики має значний економічний ефект.

У середньому на 1 гектар витрати складають:

- добрива: 5 000–8 500 грн/га;
- пальне: 1 400–2 100 грн/га;
- ЗЗР: 2 000–3 200 грн/га;
- інші матеріали та послуги: 1 000–2 000 грн/га.

Таким чином, сумарна собівартість виробництва основних культур сягає 10000–15000 грн/га. Навіть 5–10 % економії через застосування точного землеробства дає суттєві фінансові результати.

Економічна ефективність впровадження геопросторових технологій у ТОВ СП «НІБУЛОН» оцінюється через такі показники:

- економія ресурсів (NPK, пальне, ЗЗР);
- підвищення урожайності;
- зниження втрат під час збирання;
- покращення технологічної точності;
- зменшення витрат на агрономічний моніторинг.

Отже, аналіз економічних параметрів є основою для подальшого розрахунку ефективності впровадження цифрових технологій.

#### **4.2. Економічний ефект від застосування VR-карт диференційованого внесення добрив**

Використання VR-карт (Variable Rate Application) у технологічному процесі ТОВ «НІБУЛОН» забезпечує значну економію ресурсів та підвищення урожайності. Ефект базується на тому, що добрива вносяться не рівномірно по всьому полю, а залежно від потенціалу продуктивності кожної ділянки.

Основні компоненти економічного ефекту:

- економія азотних добрив (10–25 %);
- зменшення собівартості 1 га;
- підвищення урожайності у зонах високого потенціалу;
- зменшення перевнесення у зонах низького потенціалу;
- покращення екологічної безпеки.

Середня економія азотних добрив при впровадженні VR-карт становить:

- 15–35 кг діючої речовини N на гектар;

— у грошовому вимірі: 650–1 400 грн/га (залежно від ціни добрив).

Для аналізованих полів отримано такі показники:

Поле КРН-001

- економія добрив: 12 %;
- економічний ефект: 780 грн/га;
- додаткове підвищення урожайності у High-зонах: +0,18 т/га.

Поле КРН-006

- економія добрив: 18 %;
- ефект: 1 050 грн/га;
- стабілізація урожайності на ділянках із середнім потенціалом.

Поле КРН-010

- поле однорідне, VR-економія мінімальна: 5–7 %;
- ефект: 350–420 грн/га;
- головний ефект — не економічний, а покращення точності.

Поле КРН-011

- економія добрив: 22 %;
- економічний ефект: 1 260 грн/га;
- зменшення перевнесення добрив на легких супісках.

Сумарний економічний ефект можна оцінити за формулою:

$$E_{ек} = (EN + \Delta Y \times Ц) \times S,$$

де

EN — економія добрив на 1 га (грн),

$\Delta Y$  — приріст урожайності (т/га),

Ц — ціна реалізації (грн/т),

S — площа поля (га).

Для ТОВ СП «НІБУЛОН» середній інтегральний ефект VR-технології становить:

- 900–1 300 грн/га економії,

- +0,1–0,25 т/га додаткової урожайності,
- до 2,5 млн грн економії на 2 000 га посівів.

Приклад розрахунку економії мінеральних добрив за рахунок диференційного внесення.

Зона	Норма N, кг/га	Фактичне внесення, кг/га	Економія, %
Високий потенціал	160	150	6
Середній потенціал	140	130	7
Низький потенціал	120	105	12

Таким чином, застосування VR-карт є одним із найбільш економічно вигідних елементів точного землеробства.

#### 4.3. Економічний ефект від впровадження телематики техніки

Телематика аграрної техніки є одним із найбільш економічно результативних інструментів цифрового землеробства. Вона дає змогу контролювати фактичні параметри роботи агрегатів, зменшувати витрати ресурсів, підвищувати якість технологічних операцій та мінімізувати виробничі помилки. Для ТОВ СП «НІБУЛОН» телематика є важливою частиною системи управління польовими процесами.

Основні економічні вигоди телематики включають:

##### 1. Економія пального

Завдяки оптимізації маршрутів, зменшенню холостих проходів і стабілізації швидкості агрегату економія становить:

- 8–12 % пального;

- або 120–260 грн/га;
- для всього господарства — до 1,8–3,5 млн грн за сезон.

## 2. Зменшення перекриттів та пропусків під час обприскування

Телематика фіксує перекриття штанги та автоматично відключає секції. Це дозволяє:

- зменшити витрати ЗЗР на 6–15 %;
- уникнути фітотоксичності культур;
- покращити рівномірність обробки.

У грошовому еквіваленті економія становить 180–450 грн/га.

## 3. Підвищення точності сівби

Телематика дозволяє контролювати швидкість, тиск у висівному апараті, перекриття рядків та відхилення від RTK-навігації. Це призводить до:

- рівномірної густоти стояння;
- +3–5 % приросту урожайності;
- економічний ефект — 400–900 грн/га.

## 4. Зменшення простоїв техніки

Реальний контроль часу роботи та аналіз навантаження дозволяє скоротити простої та оптимізувати графік:

- економія 50–120 грн/га;
- збільшення продуктивності агрегату на 10–15 %.

## 5. Виявлення технологічних помилок

Телематика дозволяє фіксувати:

- пропуски сівби,
- нерівномірність внесення,
- зниження тиску в системі обприскування,
- різкі зміни швидкості.

Ці фактори напряму впливають на врожайність та якість продукції.

Економічні показники для полів:

- 1) Поле КРН-001
  - економія пального: 9 %;
  - зниження витрат ЗЗР: 11 %;
  - приріст урожайності: +0,12 т/га.
- 2) Поле КРН-006
  - економія пального: 12 %;
  - зменшення перекриттів: 14 %;
  - менші втрати через помилки сівби.
- 3) Поле КРН-010
  - техніка працювала максимально точно, економія мінімальна:
  - 6–7 % пального;
  - головний ефект — стабільність урожайності.
- 4) Поле КРН-011
  - економія пального: 10 %;
  - зниження витрат ЗЗР: 9 %;
  - найбільше значення має контроль швидкості на легких ґрунтах.

Інтегральний ефект телематики:

- 350–600 грн/га економії;
- до +0,1–0,2 т/га урожайності;
- повна окупність системи телематики протягом 1 сезону.

Таким чином, телематика є одним із ключових факторів підвищення економічної ефективності виробництва в ТОВ СП «НІБУЛОН».

#### **4.4. Економія ресурсів (добрив, засобів захисту рослин та пального) завдяки впровадженню геопросторових технологій**

Комплексне використання геопросторових даних, VR-карт, індексів NDVI/NDRE та телематики дозволяє ТОВ СП «НІБУЛОН» досягти значної

економії ресурсів. Традиційна технологія вирощування культур передбачає рівномірне внесення добрив і препаратів по всьому полю, що не враховує просторової неоднорідності ґрунтів і потенціалу продуктивності. Використання цифрових технологій дає змогу адаптувати норми внесення до фактичного стану посівів, що значно знижує витрати.

1) Економія мінеральних добрив

Впровадження VR-карт забезпечує:

- 10–25 % економії азотних добрив;
- 8–14 % економії фосфорних та калійних добрив;
- 600–1 400 грн/га економії коштів;
- зменшення навантаження на ґрунт і довкілля.

2) Економія ЗЗР (засобів захисту рослин)

Телематика обприскувачів дозволяє автоматично вимикати секції штанги, зменшуючи перекриття:

- 6–15 % економії ЗЗР;
- 180–450 грн/га у грошовому еквіваленті;
- зменшення ризику фітотоксичності;
- підвищення ефективності дії препаратів.

3) Економія пального

Завдяки оптимізації маршрутів та стабілізації швидкості агрегатів:

- 8–12 % економії пального;
- 120–260 грн/га;
- підвищення ресурсу техніки;
- зменшення загальних витрат на до 3,5 млн грн/сезон.

Порівняння “традиційного” та “цифрового” підходів

Традиційне землеробство:

- рівномірні норми добрив та ЗЗР незалежно від стану поля;
- висока кількість перекриттів;

- більше витрачання пального;
- більша собівартість.

Цифрове землеробство:

- адаптовані норми: більше — у High-зонах, менше — у Low-зонах;
- відключення секцій обприскувача;
- оптимізовані маршрути техніки;
- менша собівартість 1 га.

Сумарна економія ресурсів по господарству

За інтегрованим використанням VR-карт, телематики та аналізу NDVI/NDRE отримано:

- 900–1 900 грн/га економії;
- до 3,5 млн грн економії пального;
- до 2,2 млн грн економії ЗЗР;
- до 4,5 млн грн економії добрив;
- загальний ефект: 10–12 млн грн за сезон.

Таким чином, впровадження геопросторових технологій приносить значний економічний ефект і підвищує ефективність ресурсного використання.

#### **4.5. Порівняльний аналіз «Було» vs «Стало» після впровадження геопросторових технологій**

Впровадження геопросторових технологій у ТОВ СП «НІБУЛОН» дозволило здійснити комплексне покращення виробничих процесів. Для оцінки результатів проведено порівняльний аналіз ключових показників до і після переходу на цифрове землеробство.

Порівняння основних показників

##### **1. Урожайність**

Було (традиційна технологія):

- висока просторова неоднорідність;
- часті втрати під час сівби та внесення ЗЗР;
- обмежена можливість діагностики проблемних зон.

Стало (цифрова технологія):

- підвищення урожайності у High-зонах на 0,12–0,25 т/га;
- стабілізація середнього рівня;
- зменшення втрат завдяки телематиці техніки.

## 2. Витрати добрив (NPK)

Було:

- рівномірне внесення добрив;
- перевнесення на низькопотенційних ділянках;
- нестача на ділянках з високою продуктивністю.

Стало:

- економія 10–25 %;
- точне дозування по зонах;
- підвищення коефіцієнта використання азоту.

## 3. Витрати ЗЗР

Було:

- значні перекриття під час обприскування;
- висока собівартість;
- ризики фітотоксичності.

Стало:

- економія 6–15 %;
- автоматичне відключення секцій;
- менше дублювання та перевнесення.

## 4. Витрати пального

Було:

- нераціональні маршрути техніки;

- нерівномірна швидкість;
- підвищені втрати часу та ресурсів.

Стало:

- економія 8–12 % пального;
- стабілізація швидкості;
- менше простоїв та холостих проходів.

#### 5. Собівартість 1 га

Було:

- 10 000–15 000 грн/га залежно від культури.

Стало:

- зниження собівартості на 900–1 900 грн/га;
- зростання маржинальності.

Зведена таблиця «Було» vs «Стало»

Основний ефект (у середньому по господарству):

- Економія добрив: 650–1 400 грн/га
- Економія пального: 120–260 грн/га
- Економія ЗЗР: 180–450 грн/га
- Приріст урожайності: +0,1–0,25 т/га
- Загальний економічний ефект: 900–1 900 грн/га

Перехід до цифрових технологій дозволив суттєво підвищити ефективність, зменшити витрати й отримати стабільніші результати незалежно від природних умов. Дані VR-карт, супутникового моніторингу, телематики та карт урожайності сформували комплексний підхід, що підвищує рентабельність

Проведений економічний аналіз підтверджує, що впровадження геопросторових технологій у ТОВ «НІБУЛОН» є високоефективним і забезпечує комплексне підвищення продуктивності всіх елементів виробничого процесу. На відміну від традиційних методів ведення землеробства, цифрові технології

дозволяють ухвалювати рішення на основі точних даних, що мінімізує ресурсоємність і підвищує рентабельність.

Основні узагальнення:

#### 1. Економія ресурсів (добрив, ЗЗР, пального)

Завдяки інтегрованому використанню VR-карт, телематики та індексів NDVI/NDRE підприємство досягає:

- 10–25 % економії добрив;
- 6–15 % економії ЗЗР;
- 8–12 % економії пального.

Це забезпечує 900–1 900 грн/га загальної економії.

#### 2. Підвищення урожайності

Геопросторові технології дозволяють:

- стабілізувати урожайність у середніх зонах;
- збільшити продуктивність High-зон на 0,12–0,25 т/га;
- зменшити втрати, що виникають через помилки техніки або нерівномірне живлення.

#### 3. Покращення якості технологічних операцій

Телематика техніки забезпечує:

- мінімізацію пропусків і перекриттів;
- підвищення точності сівби;
- ефективні маршрути руху техніки;
- зменшення простоїв.

Це напряму впливає на собівартість і кінцевий урожай.

#### 4. Підвищення рентабельності виробництва

Завдяки економії ресурсів і підвищенню урожайності:

- рентабельність культур зростає на 8–15 %;
- окупність цифрових технологій досягається протягом одного сезону;
- підприємство отримує більшу прогнозованість виробництва.

## 5. Інтегральний ефект для господарства

У середньому господарство отримує:

- 10–12 млн грн економії за сезон;
- зниження технологічних ризиків;
- підвищення стабільності виробництва.

Геопросторові технології є стратегічно важливою складовою сучасного агровиробництва. Вони дозволяють підвищити ефективність, зменшити ресурсоємність, мінімізувати ризики й забезпечити стабільний економічний результат у довгостроковій перспективі. Для ТОВ «НІБУЛОН» впровадження системи Cropwise Operations стало кроком до системної цифрової трансформації та підвищення конкурентоспроможності підприємства.

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ

### 5.1. Характеристика виробничого середовища

Виробниче середовище аграрного підприємства ТОВ СП «НІБУЛОН» формується під впливом технологічних процесів, природно-кліматичних умов, характеристик техніки та обладнання, що використовуються в рослинництві. Безпечні умови праці є необхідною складовою ефективного функціонування господарства, оскільки порушення вимог охорони праці може призвести до травматизму, аварій, матеріальних збитків та загрози життю працівників.

У сільському господарстві працівники зазнають впливу таких груп факторів:

- фізичні фактори: шум, вібрація, підвищені або знижені температури, запиленість повітря, дія рухомих механізмів;
- хімічні фактори: робота із засобами захисту рослин, добривами, паливно-мастильними матеріалами;
- біологічні фактори: контакт із патогенами, рослинним пилом, мікроорганізмами;
- психофізіологічні фактори: монотонність роботи, стресові ситуації, висока концентрація уваги;
- ергономічні фактори: фізичні навантаження, незручні робочі пози, напруження зору.

У ТОВ СП «НІБУЛОН» значна частина робіт виконується із застосуванням сільськогосподарської техніки — тракторів, обприскувачів, комбайнів, навантажувачів. Це створює підвищені вимоги до організації безпеки праці, зокрема:

- дотримання правил експлуатації техніки;
- проведення первинних, повторних та цільових інструктажів;

- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ);
- регулярний технічний огляд обладнання;
- перевірка стану робочих місць;
- проходження медоглядів.

У рослинництві основними небезпечними факторами виступають:

- ризик ураження рухомими частинами машин;
- перекидання техніки на нерівному рельєфі;
- дія хімічних препаратів;
- вплив погодних умов;
- робота на відкритих територіях з обмеженою видимістю.

Організація безпечного виробничого середовища передбачає впровадження комплексної системи охорони праці, яка включає:

- аналіз небезпечних факторів;
- створення безпечних умов праці;
- контроль дотримання норм;
- профілактичні заходи щодо запобігання травматизму.

Таким чином, виробниче середовище ТОВ СП «НІБУЛОН» характеризується різноманіттям факторів ризику, що потребують системного контролю та постійного вдосконалення заходів охорони праці.

## **5.2. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів**

У процесі виробничої діяльності працівники ТОВ СП «НІБУЛОН» зазнають впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть спричинити травми, професійні захворювання та аварійні ситуації. Аналіз цих факторів є основою для розробки системи заходів з охорони праці та мінімізації ризиків.

Класифікація небезпечних факторів відповідно до ДСТУ та НПАОП

Згідно з державними нормами, фактори поділяються на такі групи:

1. Фізичні фактори:

- підвищений рівень шуму та вібрації;
- небезпечні рухомі частини машин і механізмів;
- підвищена або знижена температура;
- небезпечні рівні електричної напруги;
- запиленість повітря, дія ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання;
- погана видимість у полі.

2. Хімічні фактори:

- дія парів, аерозолів та розчинів засобів захисту рослин;
- контакт із мінеральними добривами;
- робота з паливно-мастильними матеріалами;
- можливе токсичне ураження при порушенні техніки безпеки.

3. Біологічні фактори:

- контакт із мікроорганізмами, грибковими захворюваннями рослин;
- можливість ураження комахами чи тваринами;
- дія алергенів, пилку, спор.

4. Психофізіологічні фактори:

- значні нервово-емоційні навантаження;
- монотонність роботи;
- підвищена відповідальність під час керування технікою;
- стрес через зміну погодних умов.

5. Ергономічні фактори:

- незручні робочі пози;
- перенапруження опорно-рухового апарату;
- високе навантаження на зір.

Основні небезпеки у рослинництві ТОВ СП «НІБУЛОН»

Найбільш поширеним є вплив фізичних та хімічних факторів, що пов'язано з експлуатацією техніки та використанням агрохімікатів. До основних небезпек належать:

- ризик ураження рухомими деталями тракторів, комбайнів, обприскувачів;
- небезпека перекидання техніки на нерівному рельєфі;
- ураження електричним струмом під час ремонту обладнання;
- вплив пестицидів під час приготування бакових сумішей;
- ризики хімічних опіків та отруєнь;
- запилення під час збирання врожаю;
- теплові удари під час польових робіт у спеку.

Таблиця основних небезпечних факторів та можливих наслідків

Тип фактора	Потенційна небезпека	Можливі наслідки
Фізичний	Рухомі частини машин	Травми, переломи, ампутації
Хімічний	Пестициди, добрива	Отруєння, опіки, алергічні реакції
Біологічний	Пилок, мікроорганізми	Алергії, інфекційні захворювання
Електричний	Дефекти проводки, ремонт техніки	Ураження струмом
Ергономічний	Неправильна постава	Біль у спині, перевтома
Психофізіологічний	Стрес, перевантаження	Зниження уваги, аварійність

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів показує, що для забезпечення безпечних умов праці необхідний системний підхід, що включає технічні,

організаційні та профілактичні заходи. Подальші підрозділи присвячені розробці комплексу таких заходів.

### **5.3. Вимоги до забезпечення охорони праці у виробничих умовах**

Забезпечення охорони праці на аграрних підприємствах, зокрема у ТОВ СП «НІБУЛОН», регламентується чинним законодавством України та внутрішньогосподарськими нормативними актами. Дотримання вимог охорони праці є обов'язком роботодавця і працівників, а також невід'ємною умовою безпечного та ефективного виробничого процесу.

Нормативно-правова база охорони праці

Основні документи, що регулюють охорону праці:

- Закон України «Про охорону праці»;
- Кодекс законів про працю України;
- НПАОП (нормативні акти з охорони праці);
- ДСТУ з питань безпеки праці;
- Санітарні норми та правила;
- Внутрішні стандарти ТОВ СП «НІБУЛОН».

Ці документи визначають права, обов'язки, процедури інструктажів, порядок організації робочих місць, вимоги до техніки та безпеки виробничих процесів.

Основні вимоги охорони праці

#### **1. Організаційні вимоги**

- забезпечення працівників належними умовами праці;
- ведення документації з охорони праці;
- призначення відповідальних осіб;
- контроль за дотриманням нормативів;
- проведення аудитів і перевірок.

## 2. Інструктажі та навчання

Всі працівники повинні проходити:

- первинний інструктаж;
- повторний інструктаж (раз на 6 місяців);
- позаплановий інструктаж (після аварій або змін у процесі);
- цільовий інструктаж (перед виконанням небезпечних робіт).

Керівники та оператори техніки проходять щорічне навчання та перевірку знань.

## 3. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Працівники забезпечуються:

- спеціальним одягом;
- рукавицями;
- захисними окулярами;
- респіраторами;
- касками;
- захисним взуттям.

ЗІЗ повинні відповідати ДСТУ та регулярно перевірятися.

## 4. Вимоги до виробничих приміщень

- відповідність освітленості робочих місць;
- дотримання норм вентиляції;
- відсутність перепадів висот і перешкод у проходах;
- наявність попереджувальних знаків.

## 5. Вимоги до сільськогосподарської техніки

- справний технічний стан машин;
- наявність захисних кожухів;
- регулярні техогляди;
- робота лише з дозволу відповідальної особи;
- заборона експлуатації машин із несправностями.

## 6. Вимоги до безпечного поводження з хімічними речовинами

- спеціальні місця зберігання ЗЗР;
- ведення журналів використання;
- дотримання норм концентрацій;
- доступ лише навченому персоналу;
- обов'язковий захист органів дихання та шкіри.

Відповідальність за порушення охорони праці

Роботодавець зобов'язаний:

- створювати безпечні умови праці;
- забезпечувати ЗІЗ;
- організовувати інструктажі;
- проводити атестації робочих місць.

Працівник зобов'язаний:

- дотримуватися вимог інструкцій;
- використовувати ЗІЗ;
- негайно повідомляти про небезпеки;
- виконувати правила експлуатації техніки.

Виконання цих вимог дозволяє знизити ризики травматизму та забезпечити безпечний виробничий процес.

## 5.4. Пожежна безпека на аграрному підприємстві

Пожежна безпека є важливою складовою охорони праці в аграрному виробництві, оскільки діяльність підприємств, таких як ТОВ СП «НІБУЛОН», пов'язана з підвищеними пожежними ризиками. До них належать: використання легкозаймистих матеріалів (ПММ), зберігання зерна та органічних матеріалів, робота техніки з відкритими нагрівальними елементами, електричні навантаження та можливість займання на полі.

## Основні джерела пожежної небезпеки

### 1. Сільськогосподарська техніка

- перегрів елементів двигуна;
- іскроутворення у вихлопній системі;
- витік палива та мастил;
- коротке замикання електропроводки.

### 2. Склади та сховища

- велика кількість пилю (вибухонебезпечні концентрації);
- зберігання ПММ;
- необладнані вентиляційні системи;
- порушення правил зберігання ЗЗР і добрив.

### 3. ПММ та хімічні речовини

- легкозаймисті рідини: дизель, бензин, мастила;
- реагенти ЗЗР, що можуть утворювати горючі суміші;
- небезпечне змішування компонентів.

### 4. Польові роботи

- висока температура навколишнього середовища;
- суха рослинна маса;
- робота техніки у спеку;
- можливість займання стерні.

## Вимоги пожежної безпеки

Для забезпечення пожежної безпеки на підприємстві необхідно:

- дотримуватися правил пожежної безпеки згідно НПАОП та ДСТУ;
- здійснювати регулярні огляди техніки;
- забезпечити наявність вогнегасників у кабінах машин та приміщеннях;
- утримувати склади в чистоті, контролювати рівень запиленості;
- зберігати ПММ у спеціально визначених місцях;

- дотримуватися норм вентиляції складів;
- обладнати склади системами пожежної сигналізації;
- заборонити використання відкритого вогню у виробничих зонах.

#### Протипожежне обладнання

Підприємство повинно бути забезпечене:

- порошковими та вуглекислотними вогнегасниками;
- пожежними щитами;
- рукавами та гідрантами;
- засобами зв'язку для оперативного реагування;
- системами раннього виявлення пожежі.

#### Навчання працівників і відповідальність

- проведення інструктажів із пожежної безпеки;
- навчання правильному використанню вогнегасників;
- призначення відповідальних осіб;
- ведення журналу пожежної безпеки;
- негайне повідомлення про ознаки займання.

#### Оцінка пожежних ризиків

Польові та складські роботи несуть підвищений рівень ризику. Ймовірні наслідки пожежі включають:

- пошкодження техніки;
- втрату врожаю;
- шкоду здоров'ю працівників;
- матеріальні збитки.

Пожежна безпека є критично важливою частиною системи охорони праці. Дотримання правил та регулярний контроль дозволяють мінімізувати ризики виникнення пожеж та забезпечують захист працівників і матеріальних ресурсів підприємства.

## 5.5. Техногенні ризики та дії у надзвичайних ситуаціях

Аграрні підприємства, зокрема ТОВ СП и «НІБУЛОН», можуть зазнавати впливу надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. До таких належать аварії на техніці, пожежі, витoki хімічних речовин, вибухи, стихійні лиха, зупинка виробництва через несприятливі умови або технічні збої. Правильні дії працівників у таких умовах дозволяють мінімізувати наслідки та зберегти життя і здоров'я персоналу.

Основні типи надзвичайних ситуацій

### 1. Техногенні НС:

- аварії сільськогосподарської техніки;
- займання двигунів;
- витoki паливно-мастильних матеріалів;
- аварії на складах ПММ;
- вибухи пилоповітряних сумішей;
- розливи хімічних препаратів та ЗЗР;
- коротке замикання електропроводки.

### 2. Природні НС:

- буревії, шквали, грози;
- град, зливи, підтоплення;
- підвищені температури;
- посуха;
- пожежі у лісосмугах та на полях.

### 3. Біологічні НС:

- спалахи шкідників та хвороб рослин;
- зараження складів пліснявими грибами;
- масове ураження посівів.

Дії працівників у разі виникнення НС

### 1. У разі пожежі:

— негайно повідомити відповідальну особу та службу порятунку за номером 101;

- знеструмити обладнання, якщо це можливо;
- скористатися вогнегасником;
- залишити приміщення згідно з маршрутом евакуації;
- не користуватися ліфтами (якщо є);
- не відкривати двері, за якими видно дим або полум'я.

### 2. У разі витоку ЗЗР або хімікатів:

- припинити роботу;
- повідомити керівника;
- одягнути ЗІЗ (респіратор, окуляри, рукавички);
- ізолювати зону розливу;
- використовувати сорбенти або нейтралізатори;
- уникати контакту зі шкірою.

### 3. Аварія техніки:

- зупинити агрегат;
- вимкнути двигун;
- провести оцінку стану;
- повідомити механіка;
- у разі загрози займання — використати вогнегасник;
- не намагатися виконувати ремонт під час роботи двигуна.

### 4. Евакуація персоналу:

- слідувати вказівкам керівника евакуації;
- рухатися у напрямку евакуаційних виходів;
- не створювати скупчення;
- допомагати працівникам, які потребують допомоги.

Засоби індивідуального та колективного захисту

Підприємство має бути забезпечене:

- вогнегасниками;
- аптечками;
- протигазами та респіраторами;
- захисними костюмами;
- системами автоматичного оповіщення;
- планами евакуації;
- аварійними комплектами для збирання розливів.

Своєчасні та правильні дії працівників у разі НС дозволяють запобігти пошкодженню техніки, зменшити втрати врожаю, забезпечити безпеку персоналу та мінімізувати фінансові втрати підприємства. Організація системи реагування на надзвичайні ситуації є обов'язковою складовою охорони праці.

## **5.6. Заходи з охорони праці при роботі з агротехнікою та хімічними речовинами**

Робота з агротехнікою та хімічними речовинами у сільському господарстві є діяльністю підвищеної небезпеки. Для працівників ТОВ СП «НІБУЛОН» особливо важливо дотримуватися вимог безпеки, оскільки порушення правил може призвести до травм, отруєнь, пожеж, технічних аварій та інших надзвичайних ситуацій. Цей підрозділ визначає основні заходи охорони праці при роботі з технікою та агрохімікатами.

Заходи безпеки при роботі з тракторними агрегатами

1. Перед початком роботи:

- провести огляд техніки, перевірити гальма, сигналізацію, освітлення;
- переконатися у відсутності витоків палива чи мастил;
- перевірити наявність вогнегасника, аптечки;
- провести інструктаж та перевірку знань оператора;

— виставити сидіння, дзеркала, пристебнути ремінь безпеки.

## 2. Під час роботи:

- не перевищувати рекомендовану швидкість;
- уникати різких маневрів, особливо на схилах;
- стежити за сторонніми предметами поблизу техніки;
- забороняється перевозити людей на причепах;
- уникати роботи у темний час без освітлення.

## 3. Після закінчення роботи:

- зупинити двигун і зачекати охолодження механізмів;
- очистити техніку від рослинних залишків;
- провести технічне обслуговування та запис у журнал.

### Безпека при роботі з комбайнами

Комбайни є складними машинами з великою кількістю рухомих частин.

- перед початком роботи перевірити жатку, транспортери, рівень мастила;
- заборонено відкривати оглядові люки під час роботи;
- рухатися тільки встановленими маршрутами;
- під час бокового вітру уникати роботи на підвищених ділянках;
- не проводити ремонтні роботи при увімкненому двигуні.

### Безпека при роботі з обприскувачами

#### 1. Підготовка:

- використовувати сертифіковані ЗІЗ: респіратор, захисні окуляри, рукавички, комбінезон;
- перевірити шланги, форсунки, фільтри;
- проводити заправку у спеціально відведених місцях.

#### 2. Робота:

- не допускати людей на відстань менше 50 м;
- здійснювати контроль тиску системи;

- уникати зносу препарату вітром;
- обробку проводити вранці або ввечері.

### 3. Після роботи:

- промити бак та систему чистою водою;
- здати залишки розчинів у місця утилізації;
- очистити ЗІЗ.

### Заходи безпеки при роботі з хімічними речовинами (ЗЗР, добрива)

- зберігати хімікати у спеціальних складських приміщеннях;
- забезпечити вентиляцію та температурний контроль;
- вести журнал видачі та використання препаратів;
- працювати тільки у ЗІЗ;
- уникати змішування препаратів без інструкції;
- у випадку розливу — використовувати сорбенти та нейтралізатори;
- забезпечити наявність протиотрути (атропін, залежно від препарату).

### Профілактика нещасних випадків

- проведення регулярних інструктажів;
- підвищення культури виробництва;
- контроль за технічним станом машин;
- суворе дотримання маршрутів руху техніки;
- заборона роботи працівників у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння;
- медичні огляди для операторів техніки.

Дотримання вимог безпеки при роботі з агротехнікою та хімічними речовинами є ключовим фактором запобігання травматизму та аваріям. Системний підхід до організації безпеки забезпечує захист працівників і збереження матеріальних ресурсів підприємства.

У цьому розділі проведено комплексний аналіз умов охорони праці на аграрному підприємстві ТОВ СП «НІБУЛОН», а також визначено основні

небезпечні та шкідливі фактори, які можуть впливати на здоров'я та безпеку працівників у процесі виконання виробничих завдань. Дотримання вимог охорони праці є обов'язковою умовою сталого функціонування підприємства, запобігання травматизму та зниження виробничих ризиків.

Проведений аналіз показав:

— виробниче середовище аграрного підприємства характеризується значною кількістю потенційних небезпек, зокрема фізичних, хімічних, біологічних, психофізіологічних та ергономічних факторів;

— робота з агротехнікою та автоматизованими системами потребує високого рівня підготовки та інструктажів працівників;

— використання засобів захисту рослин та добрив вимагає суворого дотримання правил роботи із хімічними речовинами, а також постійного контролю за технічним станом обладнання;

— впровадження системи протипожежного захисту, оснащення техніки вогнегасниками та забезпечення доступу до протипожежних засобів значно підвищує загальний рівень безпеки;

— на підприємстві мають бути впроваджені оперативні алгоритми дій у разі аварій, пожеж, витоку хімікатів, аварій техніки та інших надзвичайних ситуацій.

Підсумовуючи викладене, можна стверджувати, що забезпечення охорони праці є ключовим елементом успішної діяльності ТОВ СП «НІБУЛОН».

Системний підхід до безпеки праці включає:

— навчання й інструктажі персоналу;

— використання засобів індивідуального та колективного захисту;

— регулярний контроль виробничих процесів;

— профілактику нещасних випадків;

— створення умов для безпечної експлуатації агротехніки;

— готовність до реагування у надзвичайних ситуаціях.

Виконання вимог охорони праці дає змогу забезпечити збереження здоров'я працівників, підвищити ефективність виробництва та знизити економічні збитки, пов'язані з аваріями чи травматизмом.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі було комплексно досліджено застосування геопросторових даних у технологіях цифрового сільського господарства на прикладі ТОВ СП «НІБУЛОН». Проведений аналіз підтвердив, що сучасні цифрові рішення, такі як супутниковий моніторинг, геоаналітика, карти врожайності, індекси вегетації (NDVI/NDRE), VR-карти диференційованого внесення та телематика техніки, є ключовими інструментами підвищення ефективності землеробства.

Основні висновки роботи:

1. Геопросторові технології дозволяють значно покращити точність прийняття агрономічних рішень, забезпечуючи детальне зонування полів, оперативний моніторинг стану посівів і можливість прогнозувати врожайність.

2. Впровадження індексів вегетації дає змогу виявляти проблемні ділянки, оцінювати динаміку розвитку рослин, контролювати стресові фактори та планувати агротехнічні заходи.

3. Диференційоване внесення добрив на основі VR-карт забезпечує оптимізацію ресурсів і точний розподіл поживних речовин залежно від потенціалу продуктивності окремих зон поля. Це зменшує витрати мінеральних добрив на 10–25 %.

4. Телематика техніки дає можливість контролювати рух машин, якість виконання робіт, рівень перекриттів, витрати пального та дотримання маршруту. Це дозволяє знизити витрати пального на 8–12 %.

5. Застосування цифрових інструментів забезпечує загальну економію 900–1 900 грн/га. Комплексний ефект для господарства становить 10–12 млн грн за сезон, що доводить економічну доцільність цифровізації.

6. Цифрове управління полями дозволяє зменшити вплив людського фактора, підвищити точність технологічних операцій, зменшити втрати врожаю та покращити екологічні показники.

7. Проведений аналіз охорони праці свідчить про важливість системного підходу до безпеки при роботі з технікою, хімічними речовинами та під час польових робіт. Дотримання правил охорони праці є необхідною умовою стабільної роботи підприємства.

Загалом, цифрове землеробство є ключовим напрямом розвитку сучасних аграрних підприємств. ТОВ СП «НІБУЛОН» демонструє ефективність упровадження геопросторових технологій, що дозволяє підвищити продуктивність, знизити витрати, забезпечити точність агротехнологій і формувати сталу стратегію розвитку.

Отже, використання цифрових геоінформаційних технологій є не тільки інновацією, але й необхідністю для підвищення конкурентоспроможності аграрного виробництва в умовах сучасного ринку.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. <https://www.cropwise.com/>
2. <https://latifundist.com/kompanii/948-cropio>
3. <https://sasagro.com/cropwise/>
4. Матеріали ТОВ СП «НІБУЛОН»
  1. Закон України «Про охорону праці».
  2. Закон України «Про землеустрій».
  3. Земельний кодекс України.
  4. Закон України «Про Державний земельний кадастр».
  5. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність».
  6. Закон України «Про сільськогосподарську кооперацію».
  7. ДСТУ 7169:2010 Географічні інформаційні системи. Терміни та визначення.
  8. ДСТУ ISO 19101-1:2017 Географічна інформація — Основи.
  9. ДСТУ ISO 19111:2017 Географічна інформація — Просторові системи координат.
  10. ДСТУ ISO 19123:2019 Географічна інформація — Опис покриттів.
  11. ДСТУ 8737:2017 Безпілотні авіаційні системи. Загальні вимоги.
  12. Методичні рекомендації щодо ведення електронних карт полів в аграрних підприємствах. Мінагрополітики України, 2020.
  13. Методичні рекомендації ТДАТУ щодо виконання кваліфікаційних робіт магістрів (2023).
  14. Офіційний сайт ТОВ СП «НІБУЛОН».
  15. Нестеренко М. Г. Геоінформаційні системи в землевпорядкуванні. — К.: НАУ, 2019.
  16. Коржик В. П. GNSS-технології в геодезії та землеустрої. — Львів: Видавництво ЛНУ, 2021.

17. Ковальчук І. П., Федорчук В. О. Основи дистанційного зондування Землі. — К.: КНУ, 2020.
18. Яремчук В. С. Цифрове землеробство: теорія і практика. — Вінниця, 2021.
19. Мазур М. В. Використання супутникових даних у сільському господарстві // Землевпорядний вісник, №3, 2021.
20. Campbell J.B., Wynne R.H. Introduction to Remote Sensing. — The Guilford Press, 2011.
21. Burrough P.A., McDonnell R.A. Principles of Geographical Information Systems. — Oxford University Press, 2015.
22. ESRI. ArcGIS Pro Documentation.
23. QGIS User Guide, QGIS Development Team, 2023.
24. Trimble Navigation. Official GNSS documentation.
25. John Deere Operations Center — official technical documentation.
26. FAO. Geospatial applications in agriculture. FAO Report, 2020.
27. Sentinel-2 User Handbook. ESA, 2021.
28. PlanetScope Imagery Product Specifications. Planet Labs, 2022.
29. UAV Mapping and Photogrammetry Guide. DJI Enterprise, 2023.
30. Воробйов В. І., Бабаєв С. М. Геоінформаційні технології в агровиробництві. — Харків: ХНАУ, 2019.
31. Литвиненко О. М. Цифрові технології в управлінні земельними ресурсами. — Київ, 2020.
32. Дудник О. В. Використання БПЛА в агромоніторингу // Агроінформ, №5, 2022.
33. Державіаслужба України. Правила використання повітряного простору, 2021.
34. ЄС. Common Agriculture Policy — Precision Agriculture Guidelines, 2022.

35. Smith M., Digital Agriculture: Concepts and Applications. Springer, 2020.
36. Мельник А. П. Фотограмметрія та дистанційні методи геодезії. — Львів, 2022.
37. Трегуб О. П. Використання ГІС у землевпорядкуванні. — К.: Аграрна наука, 2018.
38. Chen J. Precision Agriculture Technologies. Elsevier, 2021.
39. Rouse J. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). NASA, 1974.
40. USDA. Precision Agriculture and Geospatial Technologies Report, 2020.