

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра геодезії, землевпорядкування та кадастру

На правах рукопису

ПЛЕСКУН АНГЕЛІНА ЯКІВНА

**МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ
ЦИФРОВИХ АГРОХІМІЧНИХ ПАСПОРТІВ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ**

Спеціальність 193 – «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма «Геодезія та землеустрій»

Робота на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

Науковий керівник:

КОРОЛЬ ПАВЛО ПИЛИПОВИЧ

кандидат географічних наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № _____

засідання кафедри геодезії,

землевпорядкування та кадастру

від "___" _____ 2024 р.

Завідувач кафедри

проф. Уль А.В.

ЛУЦЬК - 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ АГРОХІМІЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	6
1.1. Методологічна основа і правова база агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення.....	6
1.2. Сучасний стан агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення.....	9
РОЗДІЛ 2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ОБСТЕЖЕННЯ ТА АГРОХІМІЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	15
2.1. Підготовчий етап.....	15
2.2. Польовий етап.....	20
2.3. Лабораторний етап.....	26
2.4. Камеральний етап.....	27
2.4.1. Опрацювання результатів агрохімічного обстеження.....	27
2.4.2. Проектування агрохімічних картограм.....	28
2.4.3. Створення електронних карт і картограм.....	30
2.4.3.1. Побудова растрового зображення.....	30
2.4.3.2. Прив'язка растрового зображення.....	30
2.4.3.3. Побудова векторного зображення.....	32
2.4.4. Введення атрибутивних даних.....	34
2.4.5. Укладання картограм.....	35
2.5. Розроблення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки.....	36
2.6. Агрохімічна оцінка ґрунтів поля, земельної ділянки.....	41

РОЗДІЛ 3. СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ АГРОХІМІЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	43
3.1. Використання ГІС-технологій при проведенні агрохімічної паспортизації полів	43
3.2. Використання аерокосмічних методів та ДЗЗ-технологій при проведенні агрохімічної паспортизації полів	49
3.3. Використання навігаційних методів та GPS-технологій при проведенні агрохімічної паспортизації полів.....	59
3.4. Використання цифрових агротехнічних паспортів сільськогосподарських угідь в системах точного землеробства.....	66
ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	73

ВСТУП

Актуальність дослідження. Системний моніторинг ґрунтів земель сільськогосподарського призначення є елементом загальнодержавного моніторингу навколишнього середовища, що здійснюється у вигляді агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення.

Агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення є обов'язковим агрохімічним обстеженням ґрунтів з видачею агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки, в якому фіксуються початкові та поточні рівні забезпечення поживними речовинами ґрунтів, рівні їх забруднення токсичними речовинами та радіонуклідами. На законодавчому рівні проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення визнається обов'язковою вимогою. Відтак агрохімічний паспорт є обов'язковим документом для всіх сільськогосподарських землевласників та землекористувачів.

Проте чинне законодавство не встановлює заходів примусового впливу за невиконання зазначених вимог. Таким чином, така законодавча невідповідність робить вимогу обов'язкового ведення агрохімічного паспорта досить умовною. На сьогодні не сформовано досконалого механізму для здійснення контролюючих функцій відповідними службами, в частині обов'язковості складання та ведення агрохімічного паспорта, через відсутність чітко визначених критеріїв, методів і процедур проведення агрохімічної паспортизації земель.

Метою даного дослідження є обґрунтування методологічних засад проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та їх практичної реалізації шляхом розробки цифрових агрохімічних паспортів на основі сучасних методів і технологій.

Мета дослідження передбачає вирішення наступних **завдань**:

- детально проаналізувати нормативно-правову базу агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення;

- встановити особливості порядку та процедури виготовлення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки;
- охарактеризувати етапи проведення обстеження та агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення;
- встановити можливості та особливості застосування аерокосмічних і навігаційних методів, а також ГІС-, ДЗЗ- і GPS-технологій при розробці агрохімічних паспортів полів або земельних ділянок;
- довести доцільність використання даних цифрових агрохімічних паспортів сільськогосподарських угідь при проектуванні систем точного землеробства.

Об'єктом дослідження є сучасні методи та технології агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення.

Предметом дослідження є теоретико-методологічні засади та науково-практичні аспекти агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення.

Практичне значення. У Порядку ведення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки передбачається, що його відомості можуть бути використані в процесі регулювання земельних відносин при: передачі у власність або наданні в користування, в тому числі в оренду, земельної ділянки; зміні власника земельної ділянки або землекористувача; проведенні грошової оцінки земель; визначенні розмірів плати за землю; здійсненні контролю за станом родючості ґрунтів. Агрохімічний паспорт поля або земельної ділянки є засобом планування заходів щодо відтворення родючості ґрунтів та підвищення урожайності сільськогосподарських культур, коригування агротехнологій і сівозмін, проведення еколого-агрохімічного районування (зонування) території, моніторингу земель та ґрунтів, визначення сировинних зон для вирощування сільськогосподарської продукції, ведення органічного землеробства, розроблення рекомендацій щодо раціонального та екологічно безпечного застосування агрохімікатів та в інших випадках, передбачених законодавством.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ

АГРОХІМІЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У структурі земельного фонду України землі сільськогосподарського призначення посідають центральне місце. Згідно зі *ст. 22 Земельного кодексу України (ЗКУ) землями сільськогосподарського призначення* визнаються землі, що надані для виробництва сільськогосподарської продукції, здійснення сільськогосподарської науково-дослідної та навчальної діяльності, розміщення відповідної виробничої інфраструктури або призначені для цих цілей. Головною структурною характеристикою сільськогосподарських угідь слід вважати ґрунти земельних ділянок. ЗКУ правомірно визнає ґрунти об'єктом особливої охорони [32].

1.1. Методологічна основа і правова база агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення

Агрохімічну паспортизацію слід розглядати як одну із *правових форм охорони земель, зокрема земель сільськогосподарського призначення*. Під правовою формою слід розуміти правове явище, яке закріплено в правовій нормі, має обов'язковий характер, сприяє реалізації правових вимог, приписів, повноважень, заходів, діяльності щодо збереження якісного стану земель та має відповідний вплив на вирішення проблем охорони земель від забруднення та порушення їх первинного стану [31]. Агрохімічну паспортизацію, як обов'язковий захід на всіх землях сільськогосподарського призначення, було запроваджено *Указом Президента України «Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення» від 2 грудня 1995 року № 1118/95* [30].

Результатом агрохімічної паспортизації є складання та ведення агрохімічного паспорта земельної ділянки, в якому зазначаються початкові та поточні дані про рівні поживних речовин у ґрунтах та рівні їх забруднення. При цьому *об'єктами агрохімічної паспортизації* є сільськогосподарські

угіддя, а саме: рілля, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження. Правове забезпечення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення здійснюється на підставі чинного законодавства України. Серед основних нормативно-правових актів, які закріплюють правові засади проведення агрохімічної паспортизації, слід зазначити: Закон України «Про охорону земель» [8], Закон України «Про державний контроль за використанням та охороною земель» [7], Закон України «Про оцінку земель», наказ Міністерства аграрної політики України «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення» від 26 лютого 2004 р. № 51, Указ Президента України «Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення» від 2 грудня 1995 р. № 1118/95 [30], Порядок ведення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки, затвердженого наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11 жовтня 2011 р. № 536 [18] та інші.

Юридичне **визначення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення** закріплюється положеннями ст. 1 Закону України «Про державний контроль за використанням та охороною земель» [7]. Зокрема, **агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення** – обов'язкове агрохімічне обстеження ґрунтів, що передбачає формування агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки, в якому фіксуються початкові та поточні рівні забезпечення поживними речовинами ґрунтів, рівні їх забруднення токсичними речовинами та радіонуклідами [15]. На законодавчому рівні проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення визнається обов'язковою вимогою, тому агрохімічний паспорт є обов'язковим документом для усіх сільськогосподарських землевласників та землекористувачів. Проте чинне законодавство не встановлює заходів примусового впливу за невиконання зазначених вимог. Таким чином, така законодавча невідповідність робить вимогу обов'язкового ведення

агрохімічного паспорта досить умовною. На сьогодні не сформовано досконалого механізму для здійснення контролюючих функцій відповідними службами, в частині обов'язковості складання та ведення агрохімічного паспорта, через відсутність чітко визначених критеріїв. Відповідно до *ст. 37 Закону України «Про охорону земель» [8]* **метою агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення** є здійснення контролю за динамікою родючості та забруднення ґрунтів токсичними речовинами і радіонуклідами, раціональним використанням земель сільськогосподарського призначення. Таким чином, агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення слід розглядати як один із напрямків здійснення державного контролю за дотриманням законодавства у сфері охорони якісного стану земель сільськогосподарського призначення та відповідності діяльності сільськогосподарських землекористувачів принципам раціонального та екологічно безпечного використання земель. Як правова форма, контроль є специфічною формою діяльності державних органів, посадових осіб, інших суб'єктів, що, крім охоронного призначення, несе на собі навантаження запобіжного характеру, тобто недопущення будь-якої невідповідності правилам та виключення можливості правопорушення.

Дані агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення мають суттєвий вплив на суспільні відносини, зокрема, вони **використовуються** в процесі регулювання земельних відносин при: передачі у власність або наданні в користування земельної ділянки; зміні власника земельної ділянки або землекористувача; проведенні грошової оцінки земель; визначенні розмірів плати за землю; здійсненні контролю за станом родючості ґрунтів; визначенні сировинних зон для вирощування сільськогосподарської продукції для виготовлення продуктів дитячого та дієтичного харчування та придатності для ведення органічного землеробства тощо.

Відповідно до виконання вимог *ст. 37 Закону України «Про охорону земель» [8]* про те, що форму агрохімічного паспорта та порядок його ведення

встановлює центральний орган виконавчої влади з питань аграрної політики, *наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11 жовтня 2011 р. № 536 [18]* затверджено *Порядок ведення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки [22, 23]*. Зазначений нормативний документ має на меті встановлення єдиної процедури виготовлення, видачі та застосування агрохімічного паспорта. Агрохімічний паспорт слід розглядати як підсумковий фактографічний матеріал з результатами проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, документ, який містить дані щодо агрохімічної характеристики ґрунтів і стану їх забруднення токсичними речовинами та радіонуклідами. Отже, наявність агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки є обов'язковою умовою *при передачі земельних ділянок у власність, користування, наданні дозволу на зняття та перенесення родючого шару ґрунту земельної ділянки, консервації та рекультивації земель* тощо. Порядок ведення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки передбачає внесення відомостей щодо рівнів забезпечення поживними речовинами ґрунтів та забруднення токсичними речовинами і радіонуклідами до агрохімічного паспорта кожні 5 років.

Аналіз положень законодавства України надають підстави розглядати агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення як одну із правових форм охорони земель сільськогосподарського призначення та забезпечення сталого землекористування, що має обов'язковий характер та проводиться з метою попередження погіршення якісного стану земель, охороні їх від забруднення, псування, деградації сільськогосподарських угідь та забезпечення екологічно безпечного їх використання [19].

1.2. Сучасний стан агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення

В умовах сьогоденних реалій велике занепокоєння викликає екологічний стан усіх без винятку природних ресурсів. Особливо критичним у цьому питанні є деградація земельних ресурсів. Повномасштабне вторгнення з 24 лютого 2022 року ще більше загостило цю проблему, а висока

інтенсивність бойових дій на окремих ділянках поставила під сумнів безпечність використання земель, що безпосередньо постраждали від воєнного впливу. Крім того, наслідки військової діяльності для властивостей ґрунту в багатьох випадках значні, особливо нині, коли зброя стає все більш руйнівною [20].

Не меншого занепокоєння викликають території, де воєнний вплив на земельні ресурси є менш інтенсивним. Адже інтенсифікація на цих територіях землеробства може також спричинити виникнення низки негативних наслідків, бо виробники нехтують всебічно науково обґрунтованими зональними системами збереження родючості ґрунтів, застосовуючи підхід, у якому домінують виключно бізнесові інтереси, що і спричиняє виснаження родючого потенціалу ґрунтів.

Варто зазначити, що порушення та деградація ґрунтів у перспективі можуть завдати важких соціально-економічних наслідків, що є неприпустимим, адже землі були й залишаються основною умовою життєдіяльності теперішніх та майбутніх поколінь, середовищем їх існування, джерелом матеріального добробуту народу та гарантом продовольчої безпеки держави.

Раціональне використання земель, підвищення родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур неможливе без глибоких знань особливостей ґрунтового покриву, його агрохімічних та агроекологічних властивостей. Агрохімічне та агроекологічне обстеження відіграє надзвичайно важливу роль і має статус загальнодержавного заходу для охорони, відтворення та підвищення родючості ґрунтів [1].

У структурі земельного фонду України категорія земель сільськогосподарського призначення посідає пріоритетне місце. Невіддільною складовою частиною цих земель є ґрунт, який завдяки своїм властивостям забезпечує родючість земель та згідно зі статтею 168 Земельного кодексу України є об'єктом правоохоронних відносин.

Тому системний моніторинг ґрунтів, зокрема сільськогосподарського призначення, що передбачає агрохімічну паспортизацію, є елементом загальнодержавного моніторингу навколишнього природного середовища [5].

Агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення проводиться з метою своєчасного виявлення зміни стану земель, забруднення і властивостей ґрунтів, оцінки здійснення заходів для охорони земель, збереження та відтворення родючості ґрунтів, запобігання впливу негативних процесів і ліквідації наслідків такого впливу.

Порядок проведення моніторингу земель і ґрунтів затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 23 липня 2024 р. № 848, якою визначено, що моніторинг проводиться шляхом систематичних спостережень, спрямованих на оцінку стану земель і ґрунтів, та порівняння отриманих показників.

Моніторинг земель щодо забруднення ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення охоплює: *агрохімічне обстеження ґрунтів; контроль за змінами якісного стану ґрунтів; агрохімічну паспортизацію земельних ділянок.*

Порядком визначено, що агрохімічна паспортизація орних земель проводиться один раз на п'ять років, сіножатей, пасовищ і багаторічних насаджень – один раз на 5-10 років, а суцільне ґрунтове обстеження земель сільськогосподарського призначення – один раз на 20 років.

Визначено чіткий перелік показників, що вимагають систематичного нагляду для певних категорій земель. Зокрема, на землях сільськогосподарського призначення контролю підлягають такі показники: рН водний, рН сольовий, гідролітична кислотність, сума ввібраних основ, ступінь засолення, гумус, легкогідролізований азот, нітратний азот, рухомі сполуки – фосфору, калію, сірки, бору, молібдену, марганцю, кобальту, міді, цинку, кадмію, свинцю, загальний вміст ртуті, залишкова кількість пестицидів (дихлордифенілтрихлоретан і його метаболіти, гексахлоран), радіонукліди (цезій-137, стронцій-90).

Сучасний підхід до моніторингу також передбачає запровадження та використання автоматизованої інформаційної системи моніторингу земель і ґрунтів, що забезпечить прозорість даних та обмін інформацією про стан земель і землекористування, а також інформаційних потреб у сфері охорони земель.

Необхідно відмітити, що агрохімічна паспортизація земель є обов'язковою умовою у процесі регулювання земельних відносин при: *продажі у власність або наданні в користування, в тому числі оренду, земельної ділянки; зміні власника земельної ділянки або землекористувача; проведенні грошової оцінки земель; визначенні розмірів плати за землю; здійсненні контролю за станом родючості ґрунтів.*

Результатом агрохімічної паспортизації земель є агрохімічний паспорт поля, земельної ділянки – документ затвердженого зразка, що містить дані агрохімічної характеристики ґрунтів та стану їх забруднення токсичними речовинами та радіонуклідами.

Агрохімічний паспорт поля, земельної ділянки є важливим засобом локалізації правового регулювання у сфері сільськогосподарського землекористування. У цьому документі фіксується стартовий (на момент початку експлуатації) якісний стан сільськогосподарських земель. Надалі в ньому відображається динаміка змін агрохімічних та екологічних показників під впливом господарської діяльності власників і користувачів земельних ділянок протягом певного часу [3].

У перспективі така фіксація динаміки змін основних властивостей ґрунтів дозволяє за продажу земельної ділянки покупцю отримати реальні відомості про стан земельної ділянки, її якісні характеристики та проаналізувати підходи до збереження ґрунтів, що застосовувалися протягом землекористування.

Фермери та власники селянських господарств на основі даних агрохімічного паспорта також можуть оцінити стан та зміни в ґрунті, які є

наслідками їхнього господарювання та спрогнозувати подальше використання земельної ділянки, поля.

Власники земельних ділянок, які надають свої наділи в оренду, провівши обстеження та отримавши агрохімічний паспорт поля, земельної ділянки, можуть фіксувати реальні показники початкового стану ґрунтів до передачі їх в оренду, а отже, мають можливість оцінити діяльність орендаря.

У цілому важливість проведення агрохімічної паспортизації не викликає сумнівів як на загальному національному, так і локальному рівнях, оскільки без повноцінної оцінки стану земель неможливо запровадити раціональні та ефективні заходи для збереження та охорони ґрунтів, їх відновлення чи запобігти прояву негативних деградаційних процесів. Не винятком є й території, які зазнали бойових дій. Адже, яких би глобальних змін ґрунти не зазнали б, все ж за правильного оцінювання та впровадження необхідних заходів вони можуть відновлювати свої функціональні властивості та нарощувати продуктивність, взаємозалежну в часі від типу ґрунту, типу воєнно-техногенного впливу та ландшафтних умов території [20].

В Україні з кожним роком та зі значною інтенсивністю зростає кількість приватних організацій, які надають послуги у сфері моніторингу земель і ґрунтів. Однак у цьому аспекті з'являється ще одна гостра проблема – науково-обґрунтований підхід до оцінки стану земель, який неможливо провести без кваліфікованих спеціалістів, які мають значний досвід та необхідні знання в цій галузі. Адже від рівня правдивості проведення моніторингу залежить і ефективність впровадження охоронних та відновлювальних заходів.

Наукові дослідження здійснюються у 24 атестованих лабораторіях регіональних центрів установи, з яких 6 – акредитовані за ISO. Великомасштабна територіальна мережа дозволяє повноцінно «охопити» всю територію України та забезпечити висококваліфікований моніторинг земель у будь-якому куточку нашої країни. Узагальнюючи результати багаторічних досліджень провідних наукових учених із питань правового регулювання моніторингу земель, можна зробити висновок, що агрохімічна паспортизація

земель сільськогосподарського призначення є важливим заходом забезпечення раціонального використання та охорони земель і ґрунтового покриву, яка має обов'язковий характер. Кваліфіковане та науково обґрунтоване проведення паспортизації земель забезпечує: *виявлення негативних факторів, вплив яких потребує здійснення контролю; оцінку, прогноз, запобігання впливу негативних процесів і ліквідацію наслідків такого впливу.* Саме тому агрохімічну паспортизацію слід розглядати як дієву правову форму охорони земель від негативного впливу як антропогенного, так і природного характеру, що є досить актуальним в умовах сьогодення.

РОЗДІЛ 2

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ОБСТЕЖЕННЯ ТА АГРОХІМІЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Обстеження земель сільськогосподарського призначення включає чотири етапи: *підготовчий, польовий, лабораторний і камеральний*. Підготовчий етап передбачає вибір об'єкта обстеження, підготовку та опрацювання відповідного картографічного матеріалу; польовий – відбір ґрунтових проб та їх координату прив'язку; лабораторний – підготовку та аналіз ґрунтових проб; камеральний – обробку результатів аналізу, формування електронної бази даних, складання картограм, виготовлення агрохімічного паспорта [14].

2.1. Підготовчий етап

Складовою підготовчого етапу є *організаційна робота*, що передбачає здійснення таких заходів:

– філії ДУ «Держґрунтохорона» за погодженням з Міністерством аграрної політики та продовольства Автономної Республіки Крим, департаментами агропромислового розвитку облдержадміністрацій подають керівництву ДУ «Держґрунтохорона» на затвердження оперативні плани виконання робіт з обстеження земель сільськогосподарського призначення відповідно до чинних нормативних документів. Обов'язковою умовою для розроблення плану є періодичність проведення робіт (рік, місяць) з урахуванням площі обстежень, розміру елементарної ділянки відповідно до попереднього туру обстеження;

– протягом двох тижнів після затвердження плану виконання робіт філія ДУ «Держґрунтохорона» доводить їх до управлінь агропромислового розвитку райдержадміністрацій. Виконавці (ґрунтознавці) ДУ «Держґрунтохорона» повинні ознайомитися з планом робіт не пізніше, ніж за місяць до початку їх польового етапу;

– представник лабораторії моніторингу ґрунтів складає календарний план і графік робіт, черговість обстежень, маршрути переїздів із господарства у господарство тощо;

– представник лабораторії моніторингу ґрунтів укладає за визначеною формою договори із суб'єктами господарювання на проведення зазначених науково-дослідних робіт.

Після завершення організаційної роботи здійснюють *підготовку до обстеження*, а саме:

– перед початком польових робіт ґрунтознавець разом з уповноваженим представником суб'єкта господарювання виконують *рекогностування земельних угідь*, які підлягають обстеженню, вивчаючи умови, необхідні для складання плану проведення робіт з обстеження земель, та у випадку необхідності, вносять зміни на планово-картографічну основу попереднього туру, зокрема, щодо: системи польових та під'їзних доріг, меж полів, сільськогосподарських угідь; стану та збереження протиерозійних заходів постійної дії (протиерозійних валів різних типів, лісосмуг, протияружних, гідротехнічних і лісомеліоративних заходів); меж посівів сільськогосподарських культур на окремій земельній ділянці; напрямку обробітку ґрунту і посіву сільськогосподарських культур; рівня радіаційного забруднення. Крім того, вивчаються рельєф, ґрунти або агровиробничі групи ґрунтів кожної земельної ділянки, вираженість макро-, мезо- і мікрорельєфу, напрямок осушувальної мережі та відстань між канавами, уточнюється інформація щодо застосування протягом останніх п'яти років агрохімікатів на земельних ділянках у межах окремого землекористування, за винятком мікробіологічних препаратів, регуляторів росту рослин [17]. На контурах еродованих земель стрілкою позначається напрямок, а цифрою – крутизна схилу. Умовними позначеннями зображуються окремі види ерозії, наявність великих розмивів і промоїн, протиерозійних споруд та проведених заходів (рис. 2.1);

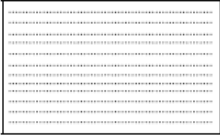

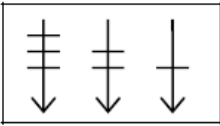

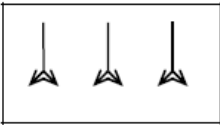
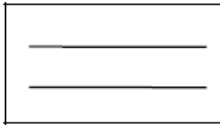
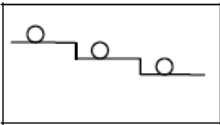
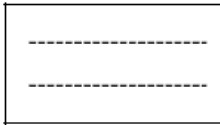

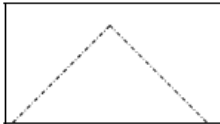
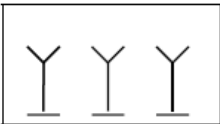
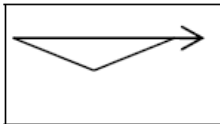
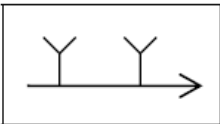
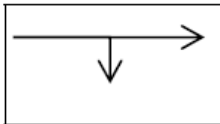
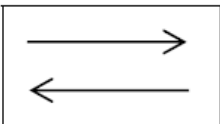
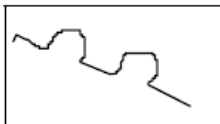
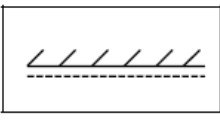
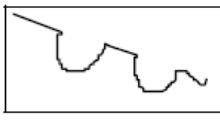


	Дефльовані ділянки		Лісосмуги полезахисні
	Сильно-, середньо- та слабозмиті ділянки		Мікролимани
	Розпилювачі стоку		Смуги-буфери постійні
	Тераси на схилах		Смуги-буфери тимчасові
	Щілювання		Межі робочих ділянок
	Кротовання		Безполицевий обробіток ґрунту
	Куліси		Оранка з ґрунтопоглибленням
	Напрямок основного обробітку ґрунту		Наорані вали-тераси
	No-till		Водозатримуючі канави
	Контурна організація полів		Ґрунтозахисні сівозміни

Рис. 2.1. Умовні позначення на планово-картографічних основах

– визначення або уточнення площ елементарних ділянок. Точність агрохімічного обстеження земельної ділянки залежить від її площі та кількості відібраних на ній точкових проб, з яких потім формують збірну пробу ґрунту для агрохімічного аналізу. Площа елементарної ділянки залежить від виду сільськогосподарських угідь, контурності території, строкатості ґрунтового покриття та загального розміру земельної ділянки;

– виготовлення уточненої планово-картографічної основи.

Планово-картографічна основа – масштабовене зображення території землекористування в межах адміністративно-територіальних одиниць, територіальних громад, з нанесеними на ньому межами господарських формувань, земельних ділянок, контурами ґрунтових відмін чи агровиробничих груп, схемами елементарних ділянок з напрямками маршрутних ходів.

Відповідно до природних зон встановлюються наступні *масштаби планово-картографічних основ*: для Полісся – 1:10 000, для Лісостепу – 1:10 000 або 1:25 000, для Степу – 1:10 000 або 1:25 000, для передгірських та гірських районів – 1:10 000.

Основою для виготовлення планово-картографічної основи є плани землекористування з нанесеними на них елементами внутрішньогосподарського землевпорядкування та межами ґрунтових контурів або агровиробничих груп, ареали розміщення плодкових і лісових культур, тепличних споруд та інших об'єктів агрохімічного обстеження.

На плані землекористування ґрунтознавець будує схему полів та ділянок, що підлягають обстеженню. Межі сільськогосподарських угідь позначають суцільними лініями різних кольорів: ріллі – червоним, сіножатеї – зеленим, пасовищ – коричневим, багаторічних насаджень – синім, перелогів – жовтим. Межі іригованої або меліорованої ріллі, поліпшених сіножатеї або пасовищ виділяють пунктиром прийнятого для цього угіддя кольору.

Нумерацію полів та земельних ділянок здійснюють окремо для всіх видів сільськогосподарських угідь. Сітка елементарних ділянок встановленого розміру наноситься на відкориговану планово-картографічну основу території, що обстежуватиметься. Сітка елементарних ділянок не змінюється за незмінних меж полів або земельних ділянок.

Кожне поле або інше угіддя розбивають окремо. Конфігурація елементарної ділянки повинна мати форму квадрата або прямокутника із співвідношенням сторін не більше 2:1. За складної конфігурації земельної ділянки і неоднорідності ґрунтового покриву, що ускладнюють її розбивку на

елементарні ділянки квадратної або прямокутної форми, допускається неправильна форма елементарної ділянки (ромбічна, трапецієподібна, трикутна). Схему розбивки полів на елементарні ділянки показано на рис. 2.2.

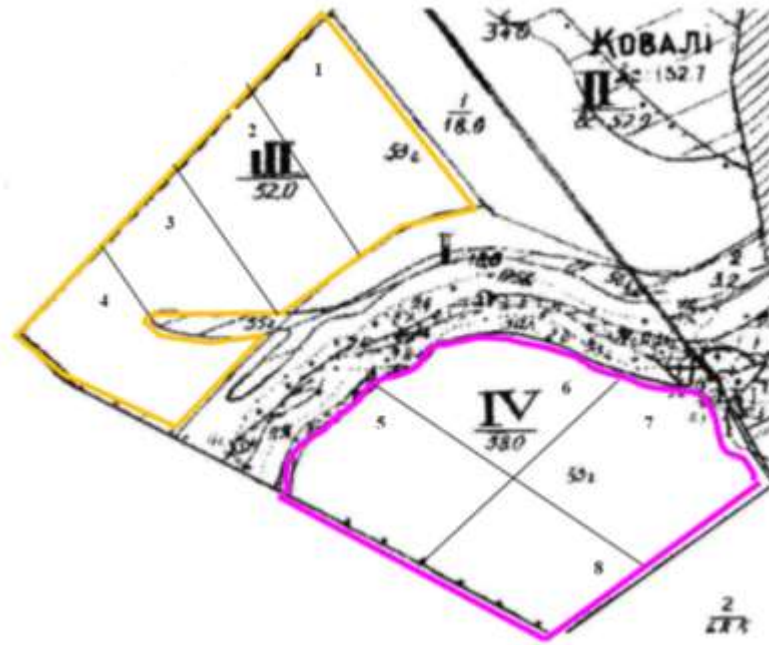


Рис. 2.2. Розбивка полів на елементарні ділянки

Кожну визначену земельну ділянку нумерують послідовно відповідно до виду сільськогосподарських угідь (рілля, сіножаті і пасовища, багаторічні насадження, перелоги). Якщо елементарна ділянка ділиться межею ґрунтової відміни на дві частини, то меншу частину приєднують до сусідньої ділянки з аналогічними ґрунтами. Невеликою строкатістю ґрунтів (менше 3.0 га) в межах елементарної ділянки можна знехтувати, якщо уникнути цього неможливо. Бажано, щоб межі елементарних ділянок збігалися з межами ґрунтових відмін або агровиробничих груп ґрунтів.

Один екземпляр оновленої планово-картографічної основи на кожну обстежену територію використовується під час проведення польових робіт та нумерації відібраних проб.

Після завершення відбору проб та їх нумерації планово-картографічна основа передається спеціалістам-картографам на редагування, коригування для створення картографічної основи для складання агрохімічних картограм.

2.2. Польовий етап

Польовий етап розпочинають після прогрівання ґрунту до температури вище $+5^{\circ}\text{C}$, а загалом роботи можуть продовжуватися до сталого зниження температури і замерзання поверхні ґрунту. Проте, якщо на обстежуваних територіях внесення кожного виду добрив перевищувало 90 кг/га , то проби ґрунту можна відбирати не раніше ніж через два місяці після їх внесення.

Головною вимогою проведення обстеження земель є правильний відбір точкових проб і формування збірної проби – відповідальний і трудомісткий етап роботи. Неправильно відібрані проби спотворюють агрохімічні характеристики ґрунтів і тим самим знецінюють рекомендації з підвищення родючості ґрунтів [1].

Маршрутні ходи для відбирання точкових проб, із яких складають збірну пробу, прокладають вздовж осі елементарної ділянки паралельно до однієї із сторін квадрата, довшої сторони прямокутника, вздовж діагоналі елементарної ділянки ромбічної або трапецієвидної форми (рис. 2.3).

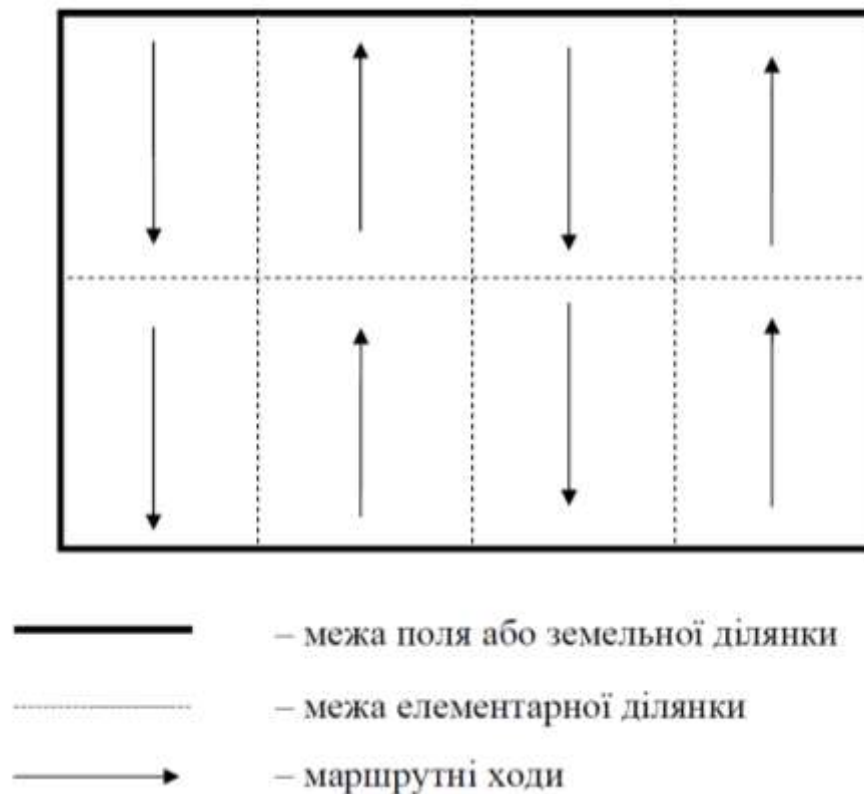


Рис. 2.3. Маршрутні ходи для відбору точкових проб за елементарними ділянками

На богарній ріллі, сіножателях, пасовищах та перелогах проби ґрунтів відбирають буром на глибині орного шару, але не менше, ніж 20 см. Його заглиблюють у ґрунт вертикально. Паз бура після кожного натискання повинен рівномірно заповнюватись ґрунтом за всією довжиною. Після кожного відбирання порцію ґрунту збирають у полотняні, паперові або поліетиленові мішечки, картонні коробки тощо. Об'єм точкової проби ґрунту повинен становити не менше ніж 15 см³. Збірна проба складається з 20-25 точкових проб і важить 400-500 г. Точкові проби ретельно перемішують і формують збірну пробу, з якої вилучають рослинні рештки та інші нехарактерні включення. В умовах підвищеної строкатості ґрунтового покриву на виражених його елементах збірну пробу відбирають окремо (рис. 2.4).

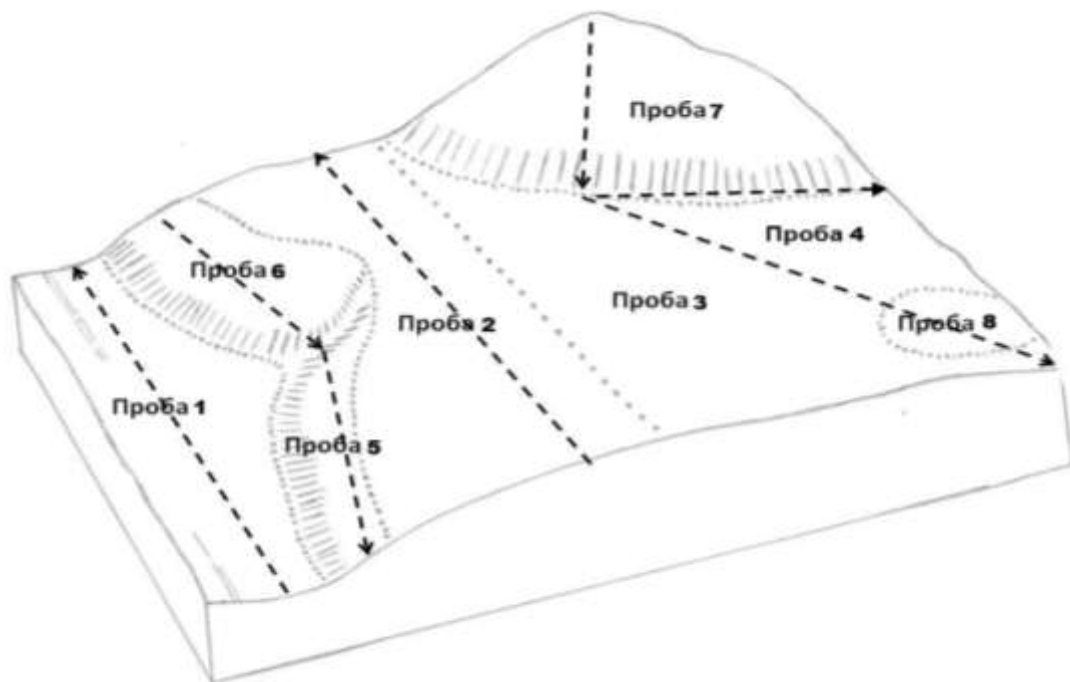


Рис. 2.4. Відбір збірних проб ґрунту з урахуванням орографічних умов та строкатості ґрунтового покриву

За умови інтенсивного розвитку западинного мікрорельєфу точкові проби беруть окремо із заглибин і з територій між ними в межах елементарної ділянки з відповідною відміткою на етикетці. На плямах солонців, солончаків або дуже солонцюватих і засолених ґрунтів проби відбирають окремо.

До відбору ґрунтових проб на кожній конкретній земельній ділянці необхідно підходити індивідуально, оскільки кожна з них може мати свої розміри, конфігурацію, ґрунтові контури та інші особливості. Не допускається відбір проб ґрунту ближче ніж за 30 м від доріг (крім гірських районів), будівель, лісів, лісосмуг, місць зберігання органічних та мінеральних добрив, а також на борознах, промоїнах та інших порушених ділянках ґрунтового покриву. Якщо в межах елементарної ділянки вирощують дві або більше сільськогосподарських культури, то відбирання збірних проб проводять з кожної зайнятої площі окремо [2].

Місце відбору збірної проби повинне бути точно прив'язане до об'єктів планово-картографічної основи за допомогою GPS-приймача та ідентифіковано на місцевості в системі координат з метою забезпечення можливості повторного знаходження точок відбору (згідно з ДСТУ 4287:2004). Відібрані проби ґрунту складають у дерев'яні або пластикові ящики чи іншу тару і доправляють на аналіз у лабораторію.

На підготовчому етапі проводяться роботи з формування елементарних ділянок у межах полів та встановлення їх меж. Картографічною основою для проведення таких робіт є схема організації території земельних часток (паїв), яка надається землекористувачем або територіальною громадою за місцем розташування обстежуваних земель. Схеми повинні містити номери та місце розташування земельних ділянок, їх межі та площі сільськогосподарських угідь, що підлягали розподілу між власниками земельних часток (паїв).

Лабораторією ГІС-технологій філії виготовляється необхідна кількість копій отриманих схем (у форматі оригіналу із дотриманням його масштабу). Виготовлені копії схем із зазначеними параметрами є картографічною основою для подальшої роботи спеціалістів лабораторії моніторингу та агрохімічної паспортизації ґрунтів.

Спеціалісти-ґрунтознавці лабораторії в межах полів, нанесених на карті, формують елементарні ділянки з урахуванням меж земельних часток (паїв), ґрунтових відмін або агровиробничих груп (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Формування елементарних ділянок за полями

На схему наносяться маршрутні ходи для відбору точкових проб, з яких складаються збірні проби, за відповідною Методикою [14] (рис. 2.6).

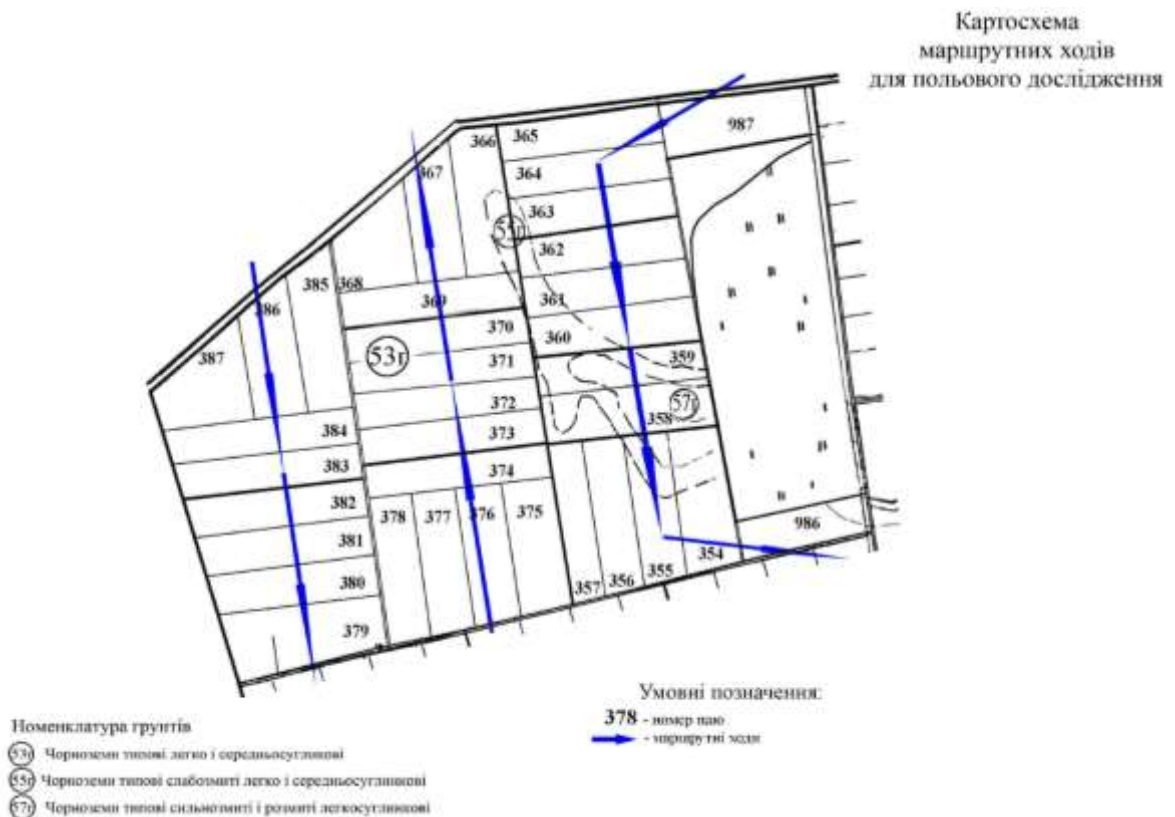


Рис. 2.6. Маршрутні ходи для відбору точкових проб за окремими паями

При цьому забезпечується максимально можливий відбір точкових проб з кожної земельної частки (паю), що міститься в межах елементарної ділянки. Картографічна основа в паперовому вигляді, з нанесеними на ній атрибутами, передається в лабораторію геоінформаційних технологій, де трансформується у цифрове зображення растрового типу, на якому обчислюються та наносяться розміри елементарних ділянок, площі ґрунтових відмін у межах елементарних ділянок та здійснюється координатно-просторова прив'язка схеми.

Після проведення аналітичних досліджень показники агроекологічного стану ґрунтів наносяться на картографічну основу кожної елементарної ділянки поля (рис. 2.7) та поля в цілому (рис. 2.8) і вносяться в електронну базу даних.

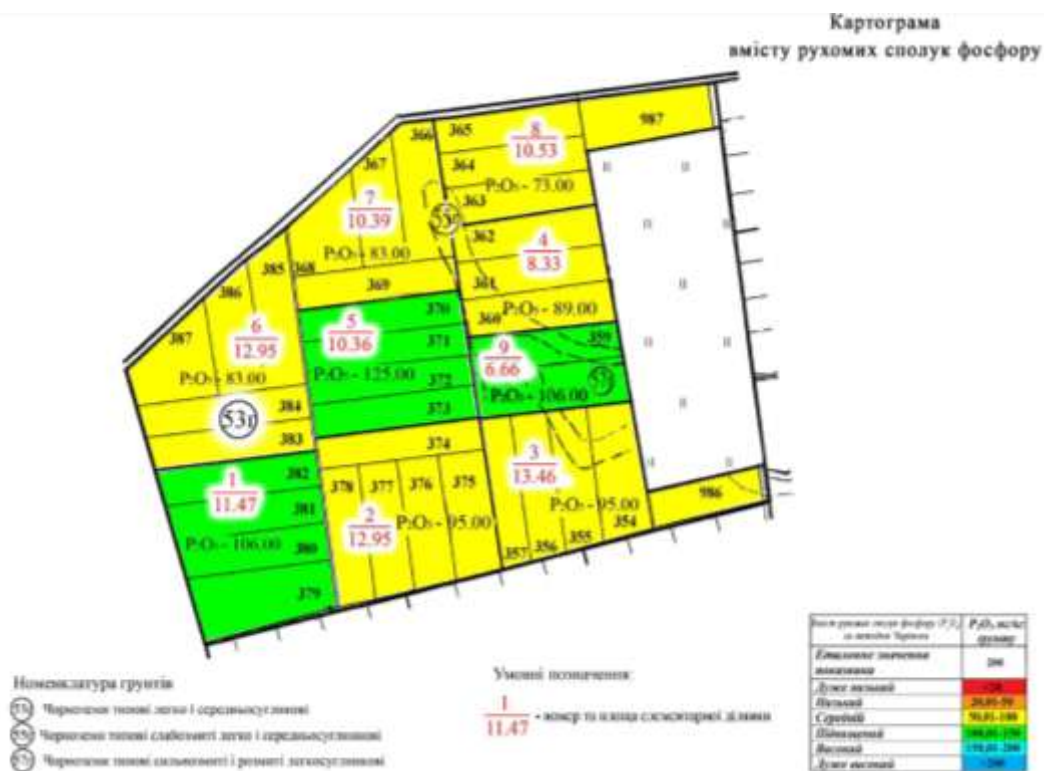
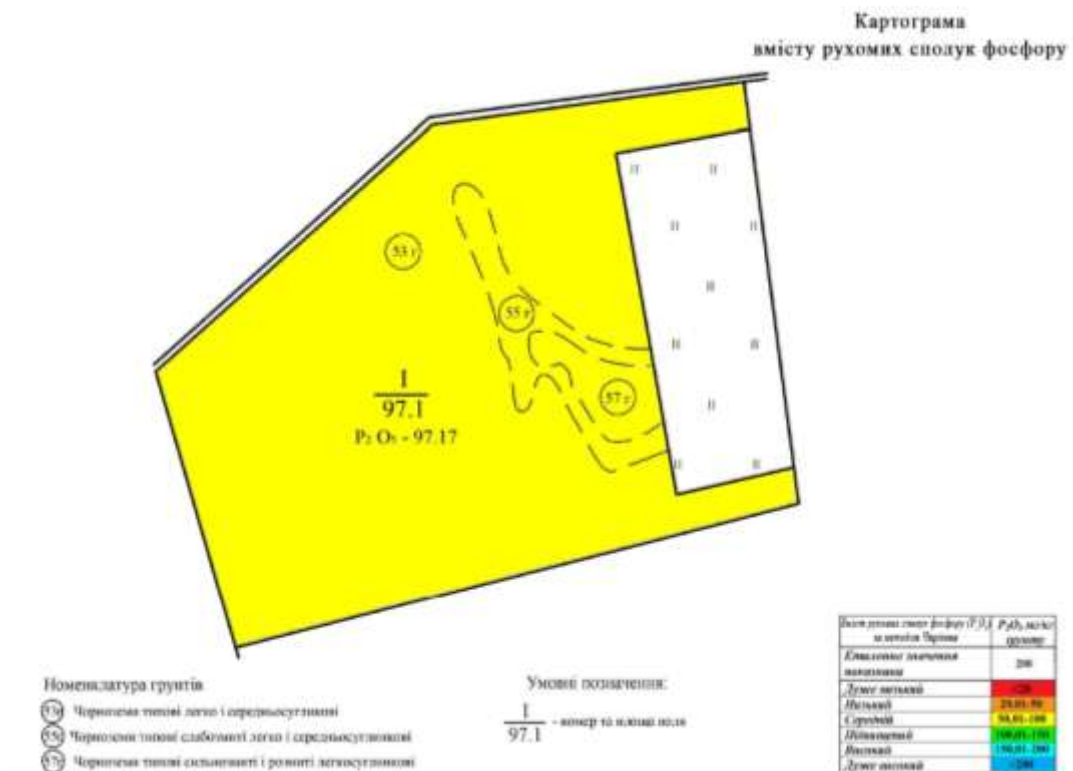


Рис. 2.7. Картохема вмісту рухомих сполук фосфору за елементарними земельними ділянками

На замовлення землевласника або землекористувача видається агрохімічний паспорт на окрему земельну ділянку, виділену в натурі (на місцевості) власнику земельної частки (паю), за показниками, визначеними для елементарної ділянки, в межах якої розташована така земельна ділянка.



**Рис. 2.8. Картохема вмісту рухомих сполук фосфору
за окремими полями**

Зазначені підходи до проведення обстеження сільськогосподарських угідь застосовуються в тій частині полів сівозміни, в якій земельні частки (паї) перебувають у користуванні і обробляються як єдиний масив. Земельні частки (паї) в межах поля, які використовуються особисто землевласниками, обстежуються відповідно до пункту 2.2.8 Методики [14].

Інші роботи підготовчого, польового, лабораторного і камерального етапів наукових досліджень з обстеження та моніторингу ґрунтів викладено у відповідних розділах Методики [14].

Основним документом, що відображає геопросторову прив'язку місць відбору збірних проб, є планово-картографічна основа з нанесеною на неї сіткою пронумерованих елементарних ділянок (збірних проб) та маршрутним ходом.

Збірна проба ґрунту, яка вміщена в мішечок, пакет, коробку або іншу тару, повинна мати порядковий номер та супроводжуватися етикеткою. На ній згідно з ДСТУ 4287:2004 вказують: назву організації, яка проводить агрохімічне обстеження; визначення місцеположення землекористування

(область, район, територіальна громада, найближчий населений пункт); орган місцевого самоврядування; землевласника або землекористувача; номер проби; глибину відбирання; дату відбирання; прізвище виконавця.

Після завершення відбору проби складають супровідну відомість, в якій згідно з ДСТУ 4287:2004 зазначають: область; район; сільську раду; найближчий населений пункт; орган місцевого самоврядування; власника земельної ділянки або землекористувача; вид обстеження; порядковий номер місця відбирання проб; географічні координати або точну прив'язку до картографічної основи; глибину відбирання; індекс горизонту або шару ґрунту; дату відбирання.

Після завершення відбору збірних проб за отриманими польовими планово-картографічними матеріалами на кожне окреме землекористування складають аналітичну відомість результатів польового агрохімічного обстеження ґрунтів встановленої форми.

Після закінчення відбору збірних проб представник організації виконавця (керівник польової групи) разом з представником замовника складають і підписують акт на виконання робіт польового агрохімічного обстеження у двох примірниках, один примірник якого залишається у виконавця робіт, другий – у землевласника або землекористувача.

2.3. Лабораторний етап

Лабораторний етап включає *підготовку проб до розмелу, відбір проб для аналізу та проведення власне аналізу відібраних збірних проб ґрунту*. Проби ґрунту надходять в лабораторію ґрунтово-агрохімічних досліджень [4].

Ґрунтознавець, який проводив відбір, передає в лабораторію відомість відібраних проб. Її реєструють, вказуючи номер реєстрації, місце і рік відбору, кількість проб та підпис ґрунтознавця [16].

Більшість аналізів проводять у повітряно-сухих проб ґрунту, тому відібрані проби, які прийняті завідувачем аналітичного підрозділу, висушують у окремих чистих, сухих і добре провітрюваних приміщеннях (протягом 10-14 днів) або в сушильних шафах за температури не більше +40°C.

Даний етап є елементом ґрунтознавчих досліджень, а тому не є предметом даної наукової роботи і не буде деталізуватися. Детальну інформацію щодо проведення лабораторного етапу агрохімічного обстеження наведено у [14].

2.4. Камеральний етап

2.4.1. Опрацювання результатів агрохімічного обстеження

Результати аналітичних досліджень ґрунтів записують у Аналітичну відомість результатів польового агрохімічного обстеження ґрунтів [14].

Аналітичну відомість складають окремо для кожного землекористування. Вона містить інформацію про порядковий номер збірної проби, номер та площу земельної ділянки, земельної частки, сільськогосподарську культуру, що вирощується, площу ґрунтової відміни або агровиробничої групи, гранулометричний склад, ступінь еродованості, вміст гумусу, вміст рухомих сполук фосфору та калію, ступінь кислотності та/або лужності, вміст рухомих сполук мікроелементів тощо.

Опрацювання результатів аналітичних досліджень проводять за розрахунковими формулами, які враховують показники розсіювання агрохімічних показників, однорідності ґрунтового покриву, розмір елементарної ділянки, земельної частки тощо.

Очислені результати використовують для зведення (узагальнення) всіх обстежених земель сільськогосподарського призначення за ґрунтовими відмінами або агровиробничими групами на рівні району, області та на їх основі розраховують загальний середньозважений арифметичний агрохімічний показник. Отримані дані заносять до відповідної відомості [14].

Для кожного адміністративного району та області на всю обстежену площу земель сільськогосподарського призначення за видами сільськогосподарських угідь та ґрунтовими відмінами або агровиробничими групами вираховують площі агрохімічних контурів з різним вмістом гумусу, рухомих сполук поживних речовин і мікроелементів, ступенем кислотності та/або лужності [4].

Під час опрацювання, групування та узагальнення результатів агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення використовують градації групування ґрунтів та коефіцієнти переобчислення.

2.4.2. Проектування агрохімічних картограм

Для складання агрохімічних картограм на територію землекористування, використовують комп'ютери зі спеціальним програмним забезпеченням. Для виготовлення агрохімічних картограм на територію району або області застосовують один із двох способів складання агрохімічних картограм: за розрахованими середньоарифметичними або середньозваженими агрохімічними показниками для кожної окремої земельної ділянки, ґрунтової відміни або агровиробничої групи [10].

Над рисунком агрохімічної картограми розташовують її назву, під якою вказують рік складання картограми, тур агрохімічного обстеження, зазначають її масштаб, а також розміщують експлікацію ґрунтових відмін чи агровиробничих груп ґрунтів та умовні позначення. Площі ґрунтових відмін або агровиробничих груп ґрунтів подають у земельній мірі (м² або га).

У правому нижньому кутку агрохімічної картограми розміщують штамп, у якому вказують назву установи, організації, виконавців та відповідальних осіб, їхні підписи, дату виготовлення, проставляють печатку.

До виготовлених агрохімічних картограм додають рекомендації щодо застосування агрохімікатів під сільськогосподарські культури та проведення хімічної меліорації ґрунтів тощо.

Агрохімічні картограми землекористування складають для всіх видів сільськогосподарських угідь: ріллі, багаторічних насаджень, сіножатей, пасовищ, перелогів за такими показниками: вміст гумусу, рухомих сполук поживних речовин, ступінь кислотності та/або лужності.

Для складання агрохімічних картограм використовують планово-картографічну основу з нанесеними ґрунтовими відмінами чи агровиробничими групами ґрунтів, сіткою елементарних ділянок та схемами розпаювання. Агрохімічні картограми для землекористувань складають на

планово-картографічній основі в масштабах 1:10 000 або 1:25 000. Допускається виготовлення агрохімічних картограм і в інших масштабах.

Складання агрохімічних картограм проводять *методом генералізації агрохімічних контурів або методом узагальнення показників* [24].

Метод генералізації агрохімічних контурів застосовують при складанні агрохімічних картограм як на територію району, так і на територію області. Методом передбачено перенесення на планово-картографічну основу всіх агрохімічних контурів з агрохімічних картограм кожного окремого господарства. На складених агрохімічних картограмах окремий агрохімічний контур повинен займати не менше 100 мм² площі у масштабі планово-картографічної основи. Конттури менших розмірів об'єднують із сусідніми контурами, а їх межі вирівнюють за рахунок дрібних заломів. Дана робота виконується на планово-картографічній основі землекористування, що приведена до масштабу агрохімічної картограми. Генералізовані агрохімічні контури ґрунтових відмін або агровиробничих груп ґрунтів переносять із масштабованих картограм землекористування на планово-картографічну основу агрохімічну картограму району або області. При складанні агрохімічних картограм даним методом використовують шкали групування ґрунтів та кольори пофарбування за вмістом гумусу, рухомих сполук поживних речовин, ступенем кислотності та/або лужності.

Метод узагальнення показників застосовують при складанні агрохімічних картограм за вмістом гумусу, рухомих сполук поживних речовин, ступенем кислотності та/або лужності. При використанні даного методу складання агрохімічних картограм на територію району за одиницю картографування приймають агрохімічні контури земельних ділянок, об'єднаних у масиви земельних часток (паїв); для агрохімічних картограм на територію області – агрохімічні контури території землекористування в межах території територіальної громади. При складанні агрохімічної картограми на територію району середньозважений показник по кожному агрохімічному контуру переносять на планово-картографічну основу району.

2.4.3. Створення електронних карт і картограм

Картографічною основою для виготовлення електронних карт і картограм є плани землекористувань та карти ґрунтового обстеження території [6].

2.4.3.1. Побудова растрового зображення

За допомогою сканера проводиться сканування картографічної основи, тобто перетворення зображення з паперового типу носія в формат електронного зображення. Матеріал, що сканується, повинен бути підготовленим: не зім'ятим, не мати складок, розривів, зношені картоснови бажано підклеїти на картон.

Підготовлений документ укладається на поверхню сканера і фіксується, щоб уникнути перекосів зображення та інших видів помилок. За сканування картографічної основи достатньо встановити роздільну здатність 300 dpi.

Якщо картографічна основа перевищує розміри сканера, то сканування необхідно виконувати у декілька етапів. Для цього картоснову поділяють на фрагменти, які дорівнюють або є меншими, ніж розміри сканера, причому кожен наступний фрагмент повинен накладатися на попередній. Відскановані фрагменти зшивають в єдине ціле (єдиний об'єкт) використовуючи спеціальний програмний продукт (Adobe Photoshop, Raster Stitch тощо). Зшивання може здійснюватися як шляхом злиття окремих файлів, так і складанням «мозаїк» з окремих файлів. Для зшивання двох фрагментів використовують декілька спільних точок у зоні перекриття зображень. При зшиванні фрагментів здійснюються кутові повороти, лінійні або площинні трансформації зображень.

2.4.3.2. Прив'язка растрового зображення

На картографічній основі обирається не менше п'яти контрольних точок для прив'язки, які повинні рівномірно розташовуватися по всій площині картографічної основи. Збільшення кількості контрольних точок підвищує точність координатної прив'язки. Контрольні точки (перехрестя доріг з

твердим покриттям, кути будівель та інші нерухомі об'єкти) повинні легко розпізнаватись на картоснові [12].

Після цього за допомогою приладу супутникового геопозиціонування GPS на місцевості визначають координати контрольних точок з точністю до 3-5 м. Визначення координат контрольних точок проводять під час польового етапу робіт. В іншому випадку фахівці Інституту повинні здійснити спеціальний виїзд на місцевість.

Прив'язка растрового зображення картографічної основи до системи координат проводиться за допомогою інструментів геоінформаційних систем (ГІС). Для цього на екран монітору виводиться відсканована картоснова, по черзі вказуються контрольні точки і вводяться їх координати, визначається похибка. Прив'язка в ГІС-програмі та визначення координат контрольних точок приладом супутникового геопозиціонування GPS проводиться в одній системі координат.

Для прив'язки растрового зображення картографічної основи також може використовуватися просторово прив'язаний космічний знімок на відповідну територію (рис. 2.9).

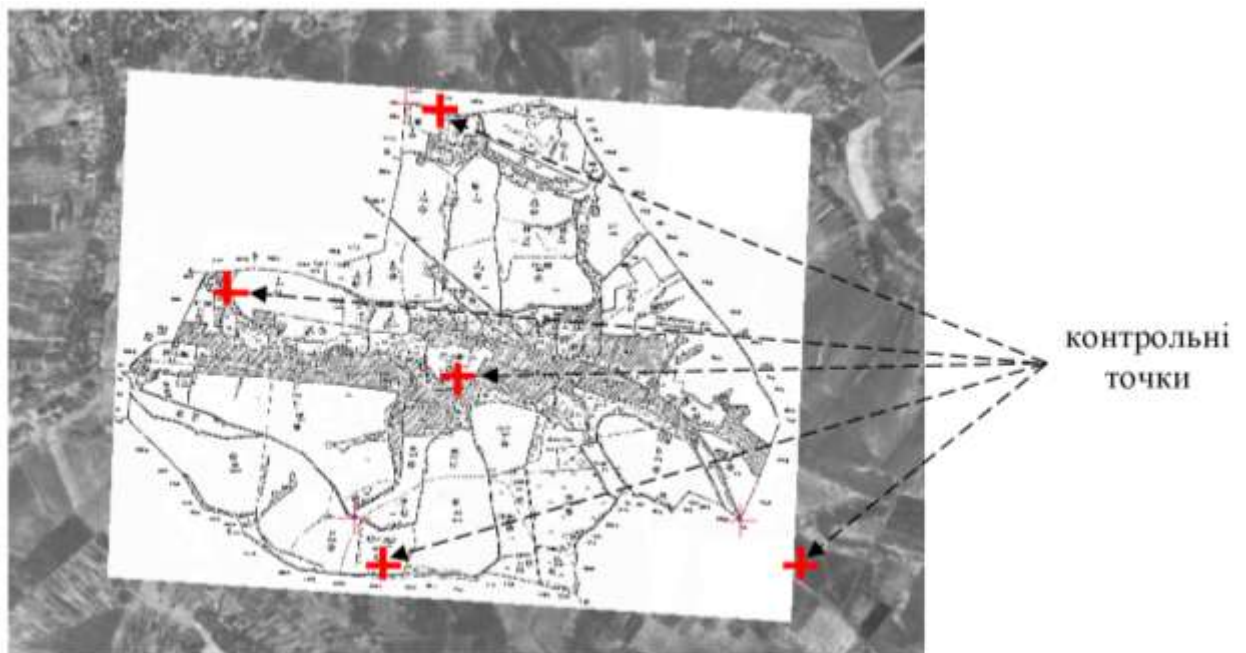


Рис. 2.9. Прив'язка растрового зображення картографічної основи до системи координат космічного знімка

2.4.3.3. Побудова векторного зображення

За допомогою відповідної ГІС-програми проводиться оцифрування відсканованих растрових зображень картографічної основи.

Перед початком роботи на екран монітору виводять попередньо відскановану і просторово прив'язану картографічну основу. Над растровим зображенням картографічної основи створюють один чи кілька похідних шарів, в межах яких, візуально ототожнюючи зображення, виконують обведення контурів (поле, ґрунтова відміна, територіальна громада, район, область тощо).

У результаті кожний об'єкт повинен бути представлений окремим полігоном, який не має перетинів або розривів. Межі полігонів оцифрують для кожного об'єкта окремо, утворюючи у такий спосіб дві лінії. При цьому межі сусідніх об'єктів повинні прилягати одна до одної (рис. 2.10). Для запобігання утворенню розривів або накладання сусідніх контурів використовують два інструменти – автозахоплення і автотрасування.



Рис. 2.10. Векторне представлення суміжних полігонів

Точність і повнота оцифрування контурів визначаються такими чинниками: якість вихідних картографічних матеріалів (зношеність паперової карти, якість сканування), точність встановлення системи координат на вихідному матеріалі або його сканованій копії і кваліфікація оператора.

Для кожної групи об'єктів створюється окремий векторний шар, тобто оцифровані межі елементарних ділянок поля утворюють один шар (рис. 2.11), полів – другий, агровиробничих груп ґрунтів – третій (рис. 2.12, а, б) тощо.

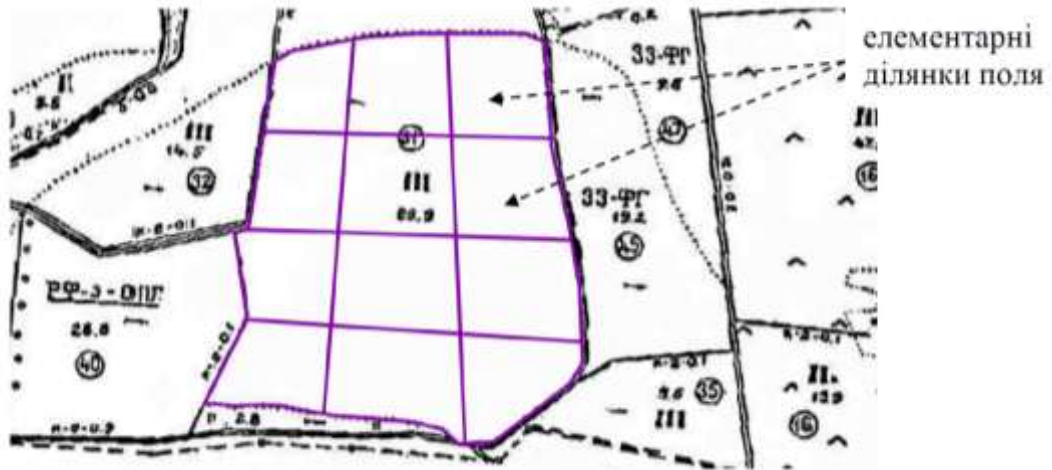


Рис. 2.11. Векторний шар елементарних ділянок поля

межі полів

межі агровиробничих груп ґрунтів



а



б

Рис. 2.12. Векторні шари:

а – полів (ріллі), б – агровиробничих груп ґрунтів

Обов'язково проводиться оцифрування меж області, районів, територіальних громад, сільськогосподарських угідь, ґрунтових відмін, елементарних ділянок. Оцифрування сільськогосподарських угідь може проводитися шляхом створення окремих шарів за типами угідь: рілля, багаторічні насадження, пасовища і сіножаті, перелоги. Оскільки межі

агровиробничих груп часто не збігаються з межами полів і на одному полі їх може бути декілька, проводиться оцифровування ґрунтових відмін в межах кожного поля зі створенням окремих інформаційних шарів (рис. 2.13), що дозволяє обчислювати площі ґрунтових відмін в межах кожного поля. Більшість ГІС-програм дозволяють виконувати операцію автоматично.

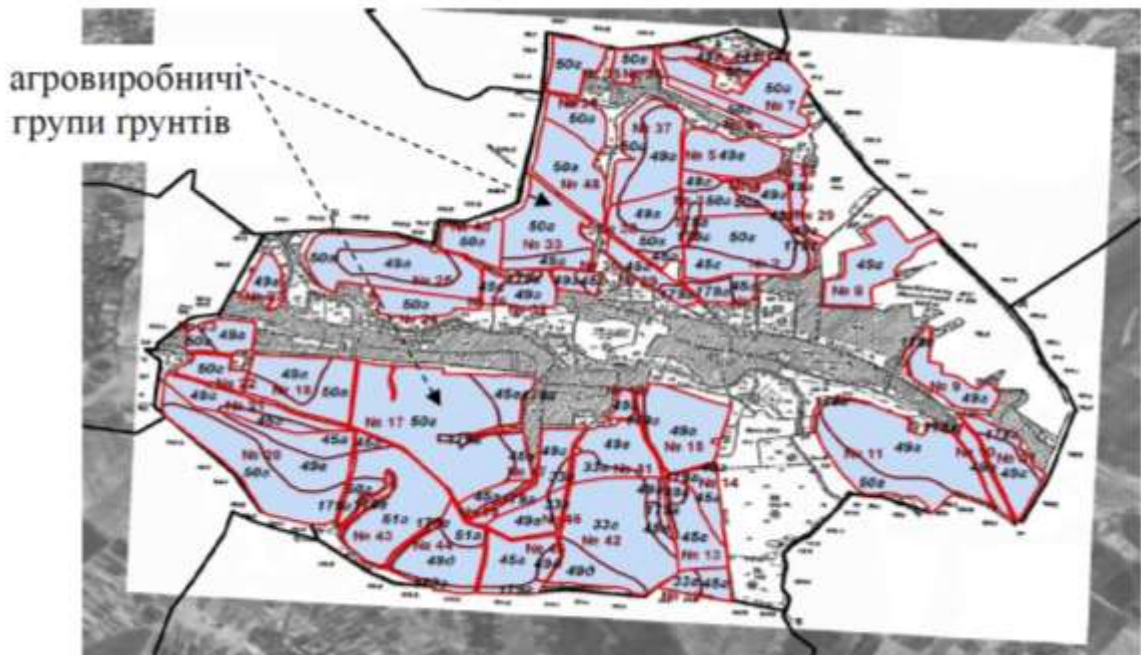


Рис. 2.13. Векторний шар агровиробничих груп ґрунтів (ріллі)

2.4.4. Введення атрибутивних даних

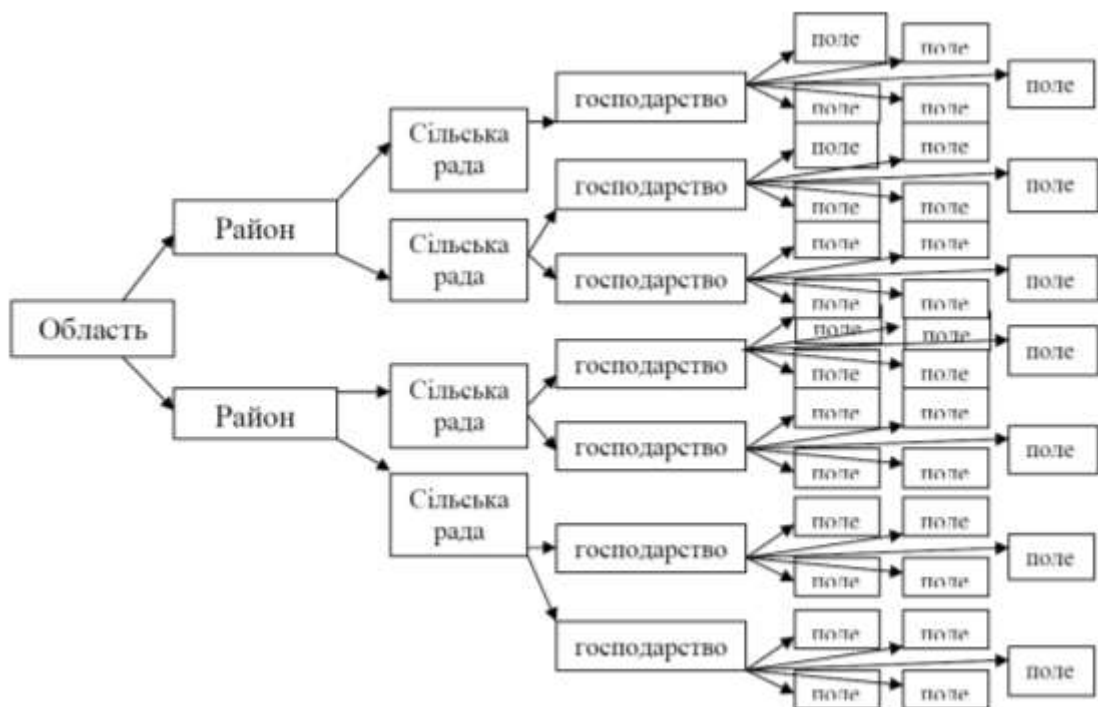
Кожному оцифрованому об'єкту присвоюється атрибутивна інформація, яка поділяється на такі блоки: адміністративно-територіальне підпорядкування; структура землекористування та відбір проб; результати лабораторних досліджень якісних показників ґрунтів, методи їх визначення.

Інформація про адміністративно-територіальне підпорядкування містить назву області, району, територіальної громади, господарства, а також довідкову інформацію про господарство (форма власності, код ЄДРПОУ, адреса, телефон).

Для характеристики структури землекористування зазначаються вид сільськогосподарських угідь, сівозмiна, номер і площа поля, земельної

ділянки, назва, площа і гранулометричний склад агро виробничої групи ґрунтів (ґрунтової відміни), номер елементарної ділянки, номер проби ґрунту.

На основі аналітичних відомостей з дослідження проб ґрунту найменшому за підпорядкуванням об'єкту присвоюється значення показників якісного стану ґрунту: щільність складення, продуктивна волога, тип та ступінь засолення, сума увібраних основ, увібраний Na^+ , pH-KCl та $\text{pH-H}_2\text{O}$, вміст N, P, K, гумусу, мікроелементів, важких металів, пестицидів, радіонуклідів тощо. Атрибутивну інформацію організовують у вигляді ієрархічної бази даних (рис. 2.14).



**Рис. 2.14. Структура ієрархічної бази даних
одиниць адміністративно-територіального поділу**

2.4.5. Укладання картограм

На основі векторних контурів та атрибутивної інформації здійснюється формування картограм за показниками якісного стану ґрунтів (рис. 2.15) з набором необхідних інформаційних шарів (полів, ґрунтових відмін, атрибутивної інформації, зокрема номерів та площ полів, тощо). Зазначені картосхеми друкуються на плотері формату A1 у масштабі 1:10 000, зокрема, для їх використання в польових умовах при проведенні агрохімічного обстеження.

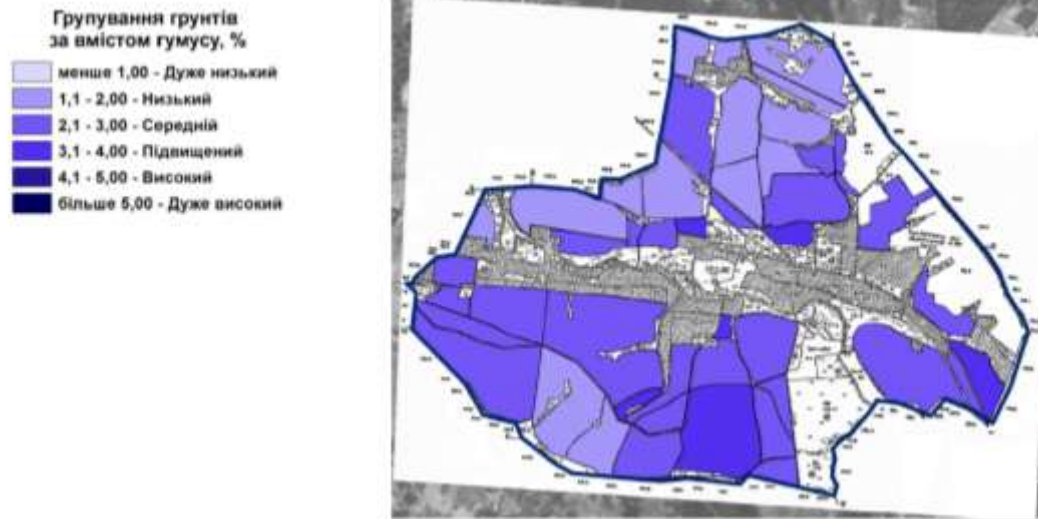


Рис. 2.15. Картограма вмісту гумусу в ґрунтах за середньозваженими показниками по полю

Створена геопросторова база даних дозволяє швидко виконувати різноманітні завдання: підрахунку площ за визначеними параметрами якісних показників ґрунтів у розрізі господарства, району, області, створення відповідних картограм, аналізу якісних змін ґрунтів тощо.

2.5. Розроблення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки

Агрохімічний паспорт виготовляється на замовлення землекористувачів та землевласників. Основними джерелами інформації, що використовується для розроблення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки, є карти ґрунтів, планово-картографічні основи, картографічні матеріали паювання земель, матеріали великомасштабного ґрунтового обстеження, а також дані обстеження ґрунтів. Окремий агрохімічний паспорт розробляється на кожне поле або земельну ділянку, які були обстежені, для таких видів земель: рілля; сіножаті та пасовища; багаторічні насадження тощо [11].

Форма агрохімічного паспорта (рис. 2.16) затверджується наказом Мінагрополітики [18]. В агрохімічному паспорті в обов'язковому порядку зазначаються серія і номер, наводиться інформація про поле або ділянку, її місцезнаходження, вказуються землекористувач, вид сільськогосподарських угідь, кадастровий номер земельного наділу, площа поля, земельної ділянки, шифр і назва ґрунтів.

АГРОХІМІЧНИЙ ПАСПОРТ ПОЛЯ, ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ

Область _____ Район _____ Схеми поля, земельної ділянки _____
 Населений пункт _____
 Землекористувач _____ Тип сільськогосподарських угідь _____
 Код поля, земельної ділянки _____ Площа поля, земельної ділянки, га _____
 Координати прив'язки _____
 Код, назва та площа ґрунтів (га) _____

Показники стану ґрунту	Методи вимірювання	Середньозважені величини за роками обстеження					
		20__р.	20__р.	20__р.	20__р.	20__р.	20__р.
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Глибина гумусного горизонту, см.							
Гравілометричний склад ґрунту:							
фазична глина, %							
мул, %							
Щільність ґрунту, г/см ³							
Максимально можливий запас продуктивної вологи в 0-100 см, мм							
2. Кислотність, мг-екв/100 г:							
гідролітична							
Показники рН:							
сольовий							
водний							
Сума улюбраних основ (Са+Mg), мг-екв/100 г							
Тип засолення							
Степінь засолення (при рНвод >7,0)							
Вміст у ґрунті:							
гумусу, %							
елементів живлення (мг/кг ґрунту):							
азоту, що легко гідролізується							
азоту за нітратифікаційною здатністю							
сірки							
3. Рухомих сполук (мг/кг ґрунту):							
фосфору							
кальцію							
Рухомих форм (мг/кг ґрунту):							
бору							
молібдену							
марганцю							
кобальту							
міді							
цинку							
кадмію							
свинцю							
ртуті							
4. Залишки пестицидів мг/кг ґрунту:							
дихлордифенілтрислоретан і його метаболіти							
гексахлоран (сума ізомерів)							
інші							
Щільність забруднення, Кі/км²:							
цезієм-137;							
стронцієм-90;							
Агрохімічна оцінка, в балах							
Екологіч. - агрохімічна оцінка, в балах							

Директор _____ філії ДУ «Держґрунтохорона» _____

Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 23 грудня 2011 р. за № 1517/20255

Рис. 2.16. Бланк агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки

Після узагальнення результатів досліджень агрофізичні, фізико-хімічні, агрохімічні показники та дані забруднення земельної ділянки вносять у відповідні графи агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки. При цьому вказують метод, за яким визначався показник, і еталонне значення показника.

Для показників забрудненості ґрунту наводять гранично допустиму концентрацію (ГДК), що дозволяє землекористувачу порівнювати фактичне значення показника з його еталоном або ГДК і вживати необхідних заходів для попередження деградації ґрунту або усунення негативних наслідків. На основі показників якісного стану ґрунту розраховують агрохімічний та еколого-агрохімічний бали.

Паспорт розробляють в одному примірнику та надають землевласнику або землекористувачу. Копія виданого агрохімічного паспорта в електронному та паперовому вигляді зберігається у філії ДУ «Держґрунтохорона».

Паспорт засвідчують підписом та скріплюють печаткою із зазначенням року обстеження. Перед видачею агрохімічного паспорта землекористувачу його обов'язково реєструють у журналі із зазначенням серії та номера.

Слід зазначити, що перелік показників, наведених в агрохімічному паспорті, не є обов'язковим для всіх ґрунтово-кліматичних зон. Наприклад, гідролітичну та обмінну кислотність недоцільно включати до агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки степової зони, де визначають реакцію середовища за рН водної суспензії, однак для ґрунтів поліської, лісостепової зон обов'язковими є показники гідролітичної (H_T) і обмінної (рН-КCl) кислотності. Засолення за його відсутності також не вносять у агрохімічний паспорт поля, земельної ділянки. У графі показника, який не визначали, так і вказують «Дослідження не проводилися». Проте дані про максимально можливі запаси продуктивної вологи, вміст гумусу, рухомих сполук основних елементів живлення, мікроелементів (за винятком молібдену) є обов'язковими для визначення якісної оцінки ґрунтів на всій території України. Вміст рухомих сполук молібдену у пробах ґрунту визначають за необхідністю, яка зумовлена прямою залежністю рослини від вмісту мікроелемента в ґрунті.

Валові форми ртуті визначають в зонах техногенного забруднення та геохімічних аномалій або за необхідності [2].

Загальні та агрофізичні показники (глибина гумусного профілю, гранулометричний склад, щільність ґрунту, максимально можливий запас продуктивної вологи) вносяться в агрохімічний паспорт поля, земельної ділянки з довідкових матеріалів або за результатами досліджень.

Показники якісного стану ґрунтів, які вносяться в агрохімічний паспорт, характеризують лише орний шар ґрунту.

Дані агрохімічного паспорта використовують для: оцінювання стану родючості ґрунтів земельних ділянок та динаміки його змін; еколого-агрохімічної оцінки ґрунтів; оцінювання придатності земель для вирощування сільськогосподарських культур та багаторічних насаджень; створення бази даних якісної оцінки земель сільськогосподарського призначення; обґрунтування інвестиційної діяльності з питань збереження, охорони та підвищення родючості ґрунтів; економічного стимулювання впровадження заходів щодо підвищення родючості ґрунтів; експертної грошової оцінки земельних ділянок; ведення Державного земельного кадастру [32].

Основним методом дослідження просторової неоднорідності є геостатистичний. Для цього у полі закладають регулярну мережу ділянок із розрахунку приблизно 1 елементарна ділянка на 0.5-1.0 га залежно від строкатості поля. Мінімальна кількість ділянок – 30-35. Розмір елементарної ділянки 10×10 м. Розташування ділянок геопозиціонують за допомогою GPS для того, щоб у разі повторного обстеження проби відбирали в точності з тих самих ділянок.

Математичну обробку даних здійснюють із використанням стандартних програм – *Statistica*, *Surfer* і *MapInfo*. Найбільш важливими є оцінки просторової варіабельності, дисперсії, розмаху коливань, гістограми (для визначення типу розподілу й міри його відхилення від нормального розподілу), варіограми (для визначення специфічних геостатистичних параметрів – напівдисперсії, порогу дисперсії, нагет-ефекту й радіуса

кореляції), 3D-діаграми й особливо 2D-діаграми (для встановлення контурів з різними параметрами родючості, наступного визначення їх площ), автокореляції і її спектральної щільності дисперсії (для оцінки вірогідності існування неоднорідності і характеристики її коливань).

Кінцевою метою математичної обробки є виявлення конфігурації робочих ділянок з різним рівнем родючості (вмістом гумусу, поживних елементів, рН тощо). Візуалізація робочих ділянок здійснюється на 2D-діаграмі, яка й використовується як директива для диференціації внесення добрив на полі.

Одним із важливих завдань обстеження земель сільськогосподарського призначення є отримання інформації про вміст у ґрунті як біогенних, так і екологічно небезпечних хімічних елементів, виявлення геохімічних аномалій їх високого або низького вмісту. За отриманими даними оцінюють екологічний стан ґрунтів і залежно від ситуації розробляють заходи щодо оптимізації мікроелементного живлення сільськогосподарських культур або запобігання забрудненню продовольчої сировини і кормів важкими металами.

Забруднення ґрунтів земель сільськогосподарського призначення свинцем, ртуттю, кадмієм, цинком, миш'яком, хромом, сіркою, міддю, марганцем та іншими хімічними елементами може мати локальний, регіональний та глобальний характер. Високі концентрації їх у ґрунті негативно впливають на ґрунтову біоту, ріст і розвиток сільськогосподарських культур, якість і безпечність продовольчої сировини. За походженням забруднення ґрунтів може бути природним чи техногенним. Основними джерелами забруднення ґрунтового покриву є металургійна, хімічна та гірничодобувна промисловість, теплоенергетика, виробництво будівельних матеріалів, автотранспорт, зрошення водами незадовільної якості, внесення осаду стічних вод, добрив і меліорантів із високим вмістом супутніх важких металів, застосування мідьвмісних засобів захисту рослин тощо. Підвищення вмісту важких металів, порівняно з обсягами техногенного забруднення, спостерігається в районах наближення поліметалевих руд [3].

2.6. Агрохімічна оцінка ґрунтів поля, земельної ділянки

Найбільш прийнятним методом якісної оцінки ґрунтів поля, земельної ділянки є агроекологічний метод, який враховує сукупність основних властивостей, що характеризують здатність ґрунту забезпечувати потребу рослин у поживних речовинах і волозі в конкретних умовах повітряного, теплового режимів і реакції ґрунтового середовища [27].

Агрохімічний бал ґрунту поля, земельної ділянки розраховується на основі значень 14 показників якісного стану, внесених в агрохімічний паспорт (максимально можливі запаси продуктивної вологи, реакція ґрунтового розчину, сума увібраних основ, вміст в орному шарі гумусу, азоту, що легко гідролізується, або азоту за нітрифікаційною здатністю та рухомих сполук фосфору, калію, сірки, бору, молібдену, марганцю, кобальту, міді, цинку) (табл. 7.1). Значення максимально можливих запасів продуктивної вологи (у шарі 0–100 см за вегетаційний період) вносять в агрохімічний паспорт з довідникових даних, значення решти показників визначаються під час аналізу ґрунтових проб [31].

Агрохімічна оцінка ґрунтів проводиться за кожним із цих показників за замкнутою 100-бальною шкалою, де за 100 балів приймається агрохімічний показник еталонного ґрунту. Такими еталонами є величини для:

- запасів продуктивності вологи у шарі 0-100 см – 200 мм;
- суми увібраних основ – 30 ммоль/100 г;
- вмісту гумусу – 6.2 %;
- сполук азоту, що легко гідролізується, – 225 мг/кг ґрунту;
- сполук азоту за нітрифікаційною здатністю – 40.0 мг/кг ґрунту;
- для рухомих сполук:
 - фосфору за Кірсановим – 200 мг/кг ґрунту;
 - фосфору за Чириковим – 200 мг/кг ґрунту;
 - фосфору за Мачигінім – 60 мг/кг ґрунту;
 - калію за Кірсановим – 220 мг/кг ґрунту;
 - калію за Чириковим – 180 мг/кг ґрунту;

– калію за Мачигінім – 400 мг/кг ґрунту;
 – інших хімічних елементів: сірки – 12 мг/кг ґрунту; марганцю – 21 мг/кг ґрунту; цинку – 5.1 мг/кг ґрунту; міді – 0.51 мг/кг ґрунту; кобальту – 0.31 мг/кг ґрунту; бору – 0.71 мг/кг ґрунту; молібдену – 0.23 мг/кг ґрунту [4].

Таблиця 2.1

**Якісні показники ґрунту,
за якими проводиться розрахунок агрохімічного бала
(відповідно до форми агрохімічного паспорту)**

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Метод визначення
1	Максимально можливі запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см	мм	довідникові дані (Агрокліматичні довідники за адміністративними областями України та ін.)
2	Реакція ґрунтового розчину (рН-KCl, рН-H ₂ O)	одиниці рН	ДСТУ ISO 10390:2007 ГОСТ 26483–85 ДСТУ 8346:2015
3	Сума увібраних основ	ммоль/100 г	Каппена (ГОСТ 27821-88)
4	Гумус	%	ДСТУ 4289:2004
5	Азот, що легко гідролізується	мг/кг	ДСТУ 7863:2015
	Азот за нітрифікаційною здатністю	мг/кг	Кравкова (ДСТУ 7538:2014)
6	Рухомі сполуки фосфору	мг/кг	Чирикова (ДСТУ 4115-2002) Кірсанова (ДСТУ 4405:2005) Мачигіна (ДСТУ 4114-2002)
7	Рухомі сполуки калію	мг/кг	Чирикова (ДСТУ 4115-2002) Кірсанова (ДСТУ 4405:2005) Мачигіна (ДСТУ 4114-2002)
8	Рухомі сполуки сірки	мг/кг	ДСТУ 8347:2015
9	Рухомі сполуки марганцю	мг/кг	ДСТУ 4770.1:2007
10	Рухомі сполуки цинку	мг/кг	ДСТУ 4770.2:2007
11	Рухомі сполуки міді	мг/кг	ДСТУ 4770.6:2007
12	Рухомі сполуки кобальту	мг/кг	ДСТУ 4770.5:2007
13	Рухомі сполуки бору	мг/кг	Бергера і Труога (ОСТ 10150-88)
14	Рухомі сполуки молібдену	мг/кг	Грига (ОСТ 10151-88)

РОЗДІЛ 3

СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ АГРОХІМІЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Моніторинг агрохімічного стану земель сільськогосподарського призначення, що здійснюється на основі агрохімічної паспортизації полів відповідно до вимог часу потребує переходу на сучасні технології. Внаслідок проведення земельної реформи змінились форми господарювання: на зміну колективним господарствам прийшли колективно-орендні або приватно-орендні підприємства, суттєво зросла кількість фермерських господарств. На значних площах ріллі землеробство взагалі не ведеться, земля перебуває в перелоговому стані, що пов'язано з тим, що господарства змушені вирощувати лише такі культури, які мають підвищений попит на ринку і дають швидкий прибуток. Змінюється нарізка полів, їх конфігурація, виділяються нові робочі ділянки, змінюються (інколи на короткий термін) межі господарських формувань, що пов'язане з строком оренди та запровадженням нових ландшафтних підходів до організації територій. Все це створює певні проблеми при контролі за станом родючості ґрунтів, їх забруднення радіонуклідами, важкими металами, пестицидами, що здійснюються державною службою охорони родючості ґрунтів [13].

3.1. Використання ГІС-технологій при проведенні агрохімічної паспортизації полів

Досвід моніторингових досліджень доводить, що використання ГІС-технологій дозволяє вирішити проблему та поставити її вирішення в динамічну площину [5]. З цією метою створюються бази та банки даних, концепція створення яких постійно удосконалюється.

На даний час створені тематичні бази даних, які відповідно до сучасних вимог постійно оновлюються, а також виконується створення нових баз даних. Натепер сформовано наступні бази даних:

– класифікатори сівозмін, масивів, угідь, сільськогосподарських культур, методів аналізу ґрунтів, групування вмісту елементів живлення та забруднення, коефіцієнтів перерахунку різних методів, нормативи основних типових ознак еталонного ґрунту, дані адміністративно-територіальних одиниць, старих та нових господарських формувань, експлікації земель;

– номенклатурні списки ґрунтів та агровиробничих груп ґрунтів з показниками генетичної належності ґрунтів, варіантів механічного складу і показниками місцезнаходження за рельєфом, паперові копії та електронні (растрові) зображення матеріалів ґрунтових обстежень (рис. 3.1);

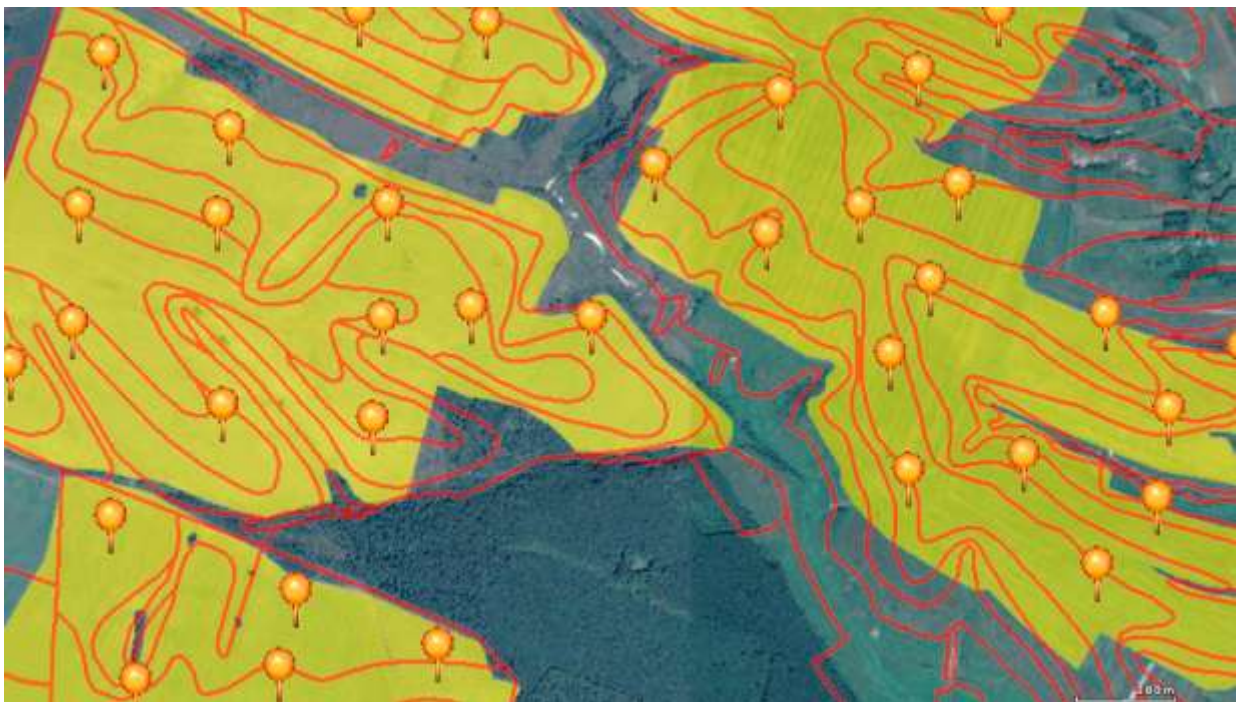


Рис. 3.1. Цифрові моделі створені за матеріалами ґрунтових обстежень
<http://uceg.com.ua/services/elektronna-karta-poliv>

Електронна карта полів є зручним і ефективним інструментом для системи управління виробничим процесом господарства. Вона забезпечує підвищення оперативності і коректності прийняття управлінських рішень та сприяє підвищенню економічної ефективності виробництва.

Електронна карта поєднує в собі можливості просторової візуалізації об'єктів (поле, ґрунтова відміна, точка відбору проби ґрунту, дорога, лісосмуга

тощо) та атрибутивної інформації (площа, показники родючості ґрунту, урожайність, дози добрив, назва ґрунту тощо). Кожен об'єкт на такій карті має свої географічні координати, зокрема, фіксуються місця відбору проб ґрунту, що дозволяє при наступному агрохімічному обстеженні відібрати проби в тих же точках. Це є запорукою реального і об'єктивного моніторингу родючості ґрунту. Кожен об'єкт електронної карти містить всю інформацію про себе. При натисканні маніпулятором на об'єкті з'являється діалогове вікно з даними, перелік яких може змінюватися за побажанням замовника (рис. 3.2).

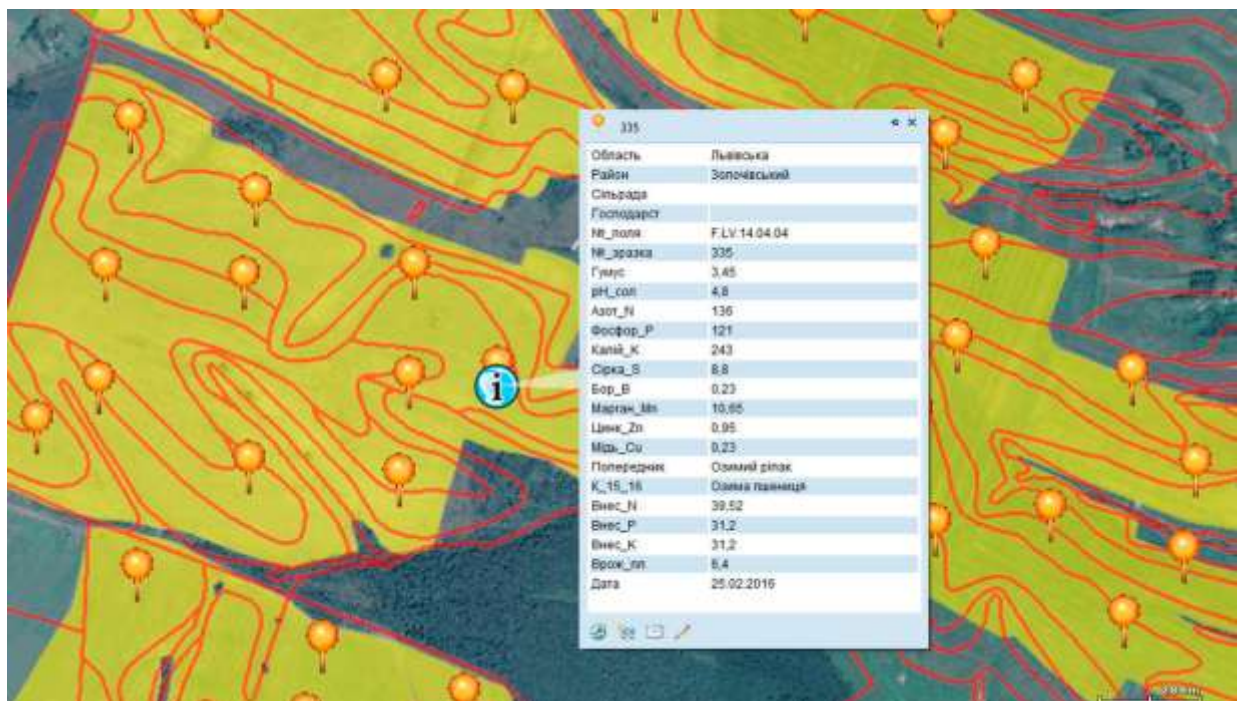


Рис. 3.2. Цифрові інформаційні моделі створені за матеріалами ґрунтових обстежень

<http://uceg.com.ua/services/elektronna-karta-poliv>

З будь-якою періодичністю база даних електронної карти може поповнюватися новою інформацією, зокрема показниками родючості ґрунтів, метеорологічними даними, застосування добрив, засобів захисту рослин, сівозмін тощо, що дозволяє проводити моніторинг і аналіз їх динаміки;

– картографічні основи: паперові та електронні растрові зображення планів землевпорядкування, робочих проектів ведення сівозмін, мережі осушувальних систем (рис. 3.3);



Рис. 3.3. План землеустрою сільськогосподарського підприємства

– векторний шар елементарних ділянок, який може формуватися за двома методами: з урахуванням ґрунтових відмін та розбивки поля, де елементарній ділянці присвоюється категорія ґрунту, що переважає за площею; при цьому сітка не змінюється при черговому турі обстеження (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Векторний шар елементарних ділянок

https://geotop.com.ua/sostavlenie-kart-polej_ua.php

Кожна елементарна ділянка прив'язується у координатах, що дозволяє створювати геопросторово локалізовані інформаційні шари, які у випадку

зміни нарізки полів будуть оновлюватись автоматично. Розпочато впровадження відбору зразків ґрунту з елементарних ділянок за допомогою GPS-приймача виробництва фірми «GARMIN».

– електронні топографічні карти області у масштабах 1:50 000, 1:100 000 і 1:200 000. Наявні топографічні карти масштабу 1:10 000 прив'язуються до топографічної основи карт у масштабах 1:100 000 або 1:50 000;

– відомості про паспортизовані робочі ділянки, поля сівозмін, масивів з обчисленими площами агровиробничих груп ґрунтів та номерами елементарних ділянок, які складаються в господарстві і уточнюються після проведення аналізів з виділенням агрохімічних контурів;

– результати аналізів елементарних ділянок, географічна прив'язка яких дозволить видавати інформацію по кожному паю.

Після опрацювання результатів аналізів проводиться їх просторова прив'язка. На першому етапі розробки вихідної документації складається еколого-агрохімічний паспорт поля або земельної ділянки, в якому наводиться адресна частина координати центрoїду поля, визначається стан родючості ґрунтів та ступінь забруднення радіонуклідами, важкими металами, пестицидами, проводиться якісна оцінка ґрунтів та їх оцінка за врожайністю (рис. 3.5).

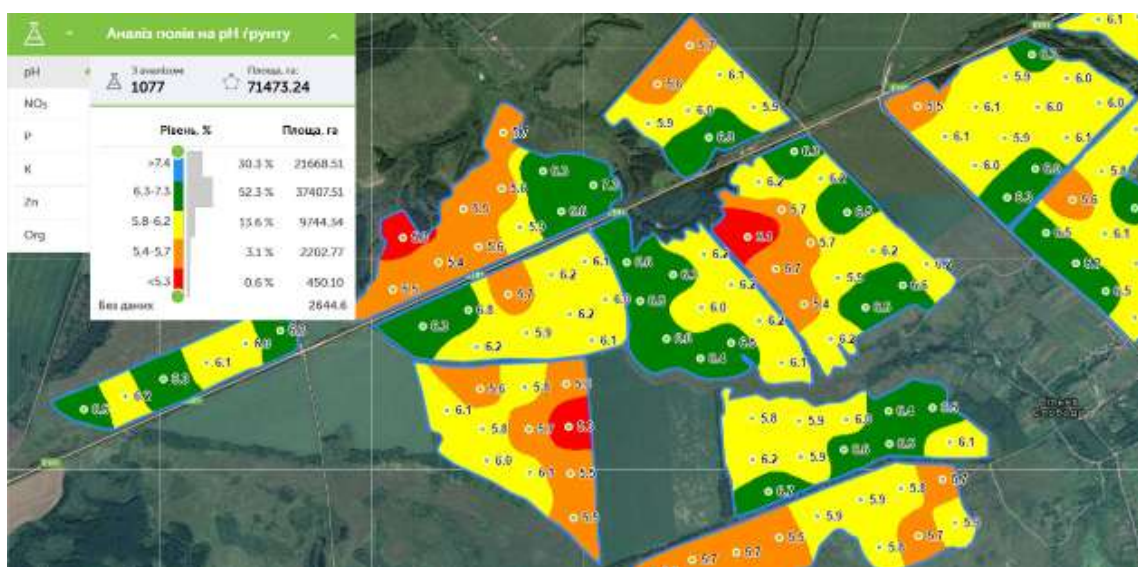


Рис. 3.5. Еколого-агрохімічний паспорт поля

<https://agroportal.ua/blogs/dzhekpot-v-agrobiznese-proverte-svoi-karty>

На наступному етапі дослідження виконуються такі види робіт:

- будуються цифрові агрохімічні картограми за вмістом елементів живлення та забруднення радіонуклідами і важкими металами;
- проводиться зведення матеріалів за ґрунтовими відмінами робочих ділянок, полями, сівозмінами у розрізі господарства, району та області;
- розраховуються середньозважені показники за ґрунтовими відмінами ділянок, полів, сівозмін по господарству;
- проводиться порівняльний агрохімічний аналіз та виконується оцінка сучасного стану території у порівнянні з попереднім туром обстеження;
- зводяться дані еколого-агрохімічної оцінки території та її оцінки за врожайністю;
- проводиться оцінка ґрунтів за їх придатністю для сільськогосподарського виробництва.

Після введення первинних даних до ГІС відбувається моделювання відповідних біологічних, фізичних, хімічних процесів та явищ, а тоді геоінформаційна система систематизує всю отриману інформацію і порівнює створені моделі [21].

Таким чином відбувається оверлейний аналіз, в результаті якого визначаються масиви земної поверхні, що є найбільш придатними для певного виду сільськогосподарського використання, а також масиви з ознаками еродованості і деградації ґрунтів.

При цьому враховуються правові чинники зокрема, наявність обмежень чи обтяжень у використанні земельних ділянок тощо. Таким чином, отримується інтегрована модель території. На основі отриманої узагальненої інформації приймаються відповідні обґрунтовані рішення щодо подальшого розвитку і організації території.

Впровадження ГІС- та GPS-технологій дозволяє значно підвищити точність досліджень при агрохімічній паспортизації полів та створити відповідний багатоплановий картографічний матеріал контролю стану земельних ресурсів для державних служб.

3.2. Використання аерокосмічних методів та ДЗЗ-технологій при проведенні агрохімічної паспортизації полів

Будь-яку ГІС необхідно наповнити достовірною первинною інформацією. З цією метою на місцевості проводять детальні розвідувальні і вишукувальні роботи, зокрема топографічне знімання, геоботанічні, гідрологічні, геологічні та інші види вишукувань і обстежень. Від достовірності первинних даних залежить успіх усієї подальшої роботи. Важливу роль при наповненні такої ГІС відіграють дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Найбільш ефективною технологією створення інтегрованих моделей є поєднання ГІС та ДЗЗ-технологій [21, 25].

Основою інтеграції цих систем на етапі обробки даних і аналізу результатів є можливість використання структури даних ГІС в поєднанні з розвиненими спеціалізованими методами обробки даних в системах ДЗЗ. Наявний досвід підтверджує, що застосування космічних знімків високої роздільної здатності, як опорної підоснови при створенні цифрових моделей територій з їхньою прив'язкою до реальних координат, є найбільш ефективним з технічної та економічної точок зору. У цьому випадку виникає можливість оверлею наявних земельпорядних матеріалів та даних державного земельного кадастру на цифровий просторовий каркас, яким є ортотрансформований космічний знімок. Досвід роботи засвідчує, що на території Волинської області, де переважає дрібноконтурність, заболочена та заліснена місцевість, інколи в поєднанні зі складним рельєфом, нерідко економічно недоцільно проводити суцільні наземні знімання для отримання цифрових моделей територій, оскільки необхідну точність цілком забезпечують космічні знімки високої роздільної здатності.

При застосуванні трансформованих космічних знімків і даних GPS-знімань у єдиній системі координат, виникає можливість одержання найбільш точних даних, тобто на супутникові знімки довантажуються дані знімань. При такому підході значно зменшуються обсяги польових робіт, матеріальні витрати та істотно підвищується точність робіт.

Методи дистанційного зондування Землі, зокрема дані супутникового знімання, широко використовуються в агропромисловому комплексі багатьох країн світу. Однією з ефективних систем сільськогосподарського моніторингу є проект MARS – The Monitoring of Agriculture with Remote Sensing (Дослідний центр Єврокомісії з моніторингу сільськогосподарських земель), який дозволяє визначати площі посівів і врожайність сільськогосподарських культур, починаючи з рівня держав і регіонів аж до окремих ферм [26].

В даний час в Україні здійснено перші спроби використання дистанційного зондування Землі в точному землеробстві шляхом застосування космічного або аерофотознімання значних площ для вирішення завдань великомасштабного картографування полів (складання планів) і побудови цифрових карт рельєфу. Ці дані стають матеріальною основою створення геоінформаційних систем (ГІС) для точного землеробства. Дані дистанційного зондування можуть також бути використані для складання тематичних карт, що будуть застосовуватись під час агротехнічних заходів, в тому числі і для диференційованого внесення мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин і меліорантів тощо, тобто для систем точного землеробства, основним призначенням яких є диференційований підхід до окремих ділянок поля. Мінливість показників родючості ґрунту і міри розвитку рослин усередині поля є відчутною, що підтверджують зображення рослинності полів, отримані з космічних знімків, на основі яких будуються різні тематичні цифрові карти. На основі аналізу на картах встановлюються проблемні зони і приймається управлінське рішення про застосування відповідних диференційованих агротехнічних заходів [21].

Впровадження систем точного землеробства відкриває реальні можливості вирощування якісної продукції і збереження навколишнього середовища. При цьому досягається 30% підвищення урожайності за 30% зниження витрат на мінеральні добрива і 50% – на інгібітори. Основні результати, що досягаються за допомогою застосування технологій точного землеробства: оптимізація використання витратних матеріалів (мінімізація

витрат); підвищення врожайності і якості сільгосппродукції; мінімізація негативного впливу сільськогосподарського виробництва на навколишнє природне середовище; підвищення родючості ґрунтів.

Ядром технології точного землеробства є технічні засоби, що використовуються під час функціонування цієї системи. В основі наукової концепції точного землеробства лежать уявлення про існування неоднорідностей у межах одного поля. Для їх оцінки використовуються новітні технології, такі як системи глобального позиціонування (GPS, ГЛОНАСС), спеціальні датчики; дані дистанційного зондування Землі, зокрема аерофотознімки і знімки з супутників, супутникова радарна зйомка, електромагнітна індукція, NDVI; технічні системи, що допомагають виявити неоднорідність поля; автоматичні пробовідбірники; різні сенсори та вимірювальні комплекси; збиральні машини з автоматичним урахуванням врожаю; прилади дистанційного зондування сільськогосподарських посівів, а також спеціальні програми для агроменеджменту на базі геоінформаційних систем (ГІС) [29].

Інтегруючою основою технології є геоінформаційна система, яка дозволяє знімати, зберігати та обробляти інформацію, яка характеризує стан полів. За допомогою ГІС складаються карти продуктивності полів, карти родючості ґрунтів, аналізуються метеофактори тощо. Складаються карти агрохімічних та агрофізичних характеристик поля за допомогою супутникових знімків та відбору ґрунтових проб. У ГІС проектах збираються, зберігаються всі можливі дані, які можуть впливати, характеризувати стан поля. Ця інформація дає агроному можливість точно вивчити особливості місцевості, аналізувати і складати графік робіт для господарства. Окремий шар в ГІС може містити інформацію про транспортні розв'язки, типи ґрунтів, індекс вегетації, засоленість ґрунтів, стан посівів та багато іншої інформації. Всі шари в ГІС пов'язані між собою за рахунок загальної системи координат і бази даних, що дає можливість вільного і простого доступу до зібраного матеріалу для окремої ділянки. Через використання ГІС та залучення

додаткової інформації про поле, встановлюється зв'язок між врожайністю та іншими характеристиками ділянки. Це програмне наповнення, яке забезпечує автоматизоване ведення просторово-атрибутивних даних картотеки сільськогосподарських полів, а також генерацію, оптимізацію і реалізацію агротехнічних рішень з врахуванням варіабельності характеристик в межах оброблюваного поля. Завдяки чому виробник може приймати рішення щодо змін технології обробітку ґрунту, корегування сівозміни, норми внесення добрив у конкретну зону.

Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) можуть суттєво доповнити інформацію про поле, про стан посівів в період певних фаз вегетації. На основі комплексного аналізу агрохімічної характеристики і даних ДЗЗ можна планувати та проводити необхідні заходи по підвищенню родючості ґрунтів. Структуру або неоднорідність ґрунтового покриву та різновиди ґрунтів в межах одного поля, від яких напряму залежать механізми та прийоми в системі точного землеробства, можна оцінити за допомогою космічних знімків лише в тому випадку, якщо поверхня поля не вкрита рослинністю або сільськогосподарська рослинність знаходиться на початковій стадії свого розвитку. Якщо основу денної поверхні, що підлягає космічному зніманню, складають території не вкриті рослинністю, то з високою вірогідністю за допомогою декількох діапазонів світла можна визначати деякі показники ґрунту, що фіксуються методами дистанційного зондування [28]. Традиційно дані ДЗ мають тісний взаємозв'язок з вмістом гумусу, фізичної глини, а наприклад, для ґрунтів Полісся – з вмістом заліза та першої фракції гранулометричного складу (крупним піском).

Спершу на основі отриманих рівнянь в середовищі ГІС будують картограми вмісту окремих ґрунтових показників для кожного поля (рис. 3.6). Дані картограми застосовують в системі точного землеробства для диференціації внесення доз добрив на даному полі.

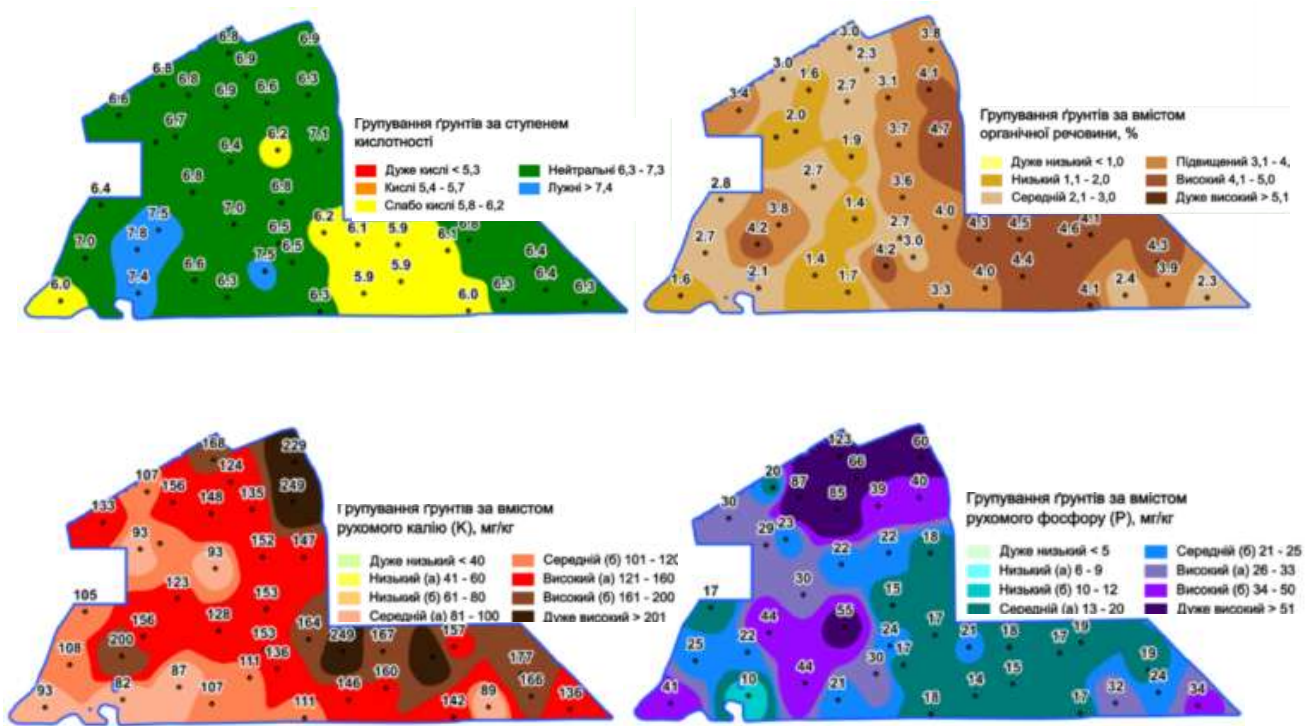


Рис. 3.6. Покомпонентний агрохімічний аналіз ґрунтів земельної ділянки
<https://www.agrilab.ua/services/etapy-kompleksnoyi-agrodiagnostyky-polya-services/>

Застосування матеріалів космічних знімачів у дослідженнях ґрунтового покриву передбачає вирішення двох основних груп задач: вивчення структури ґрунтового покриву та ґрунтове картографування та вивчення динамічних властивостей ґрунтів, гумусності, вологості, вмісту поживних речовин.

Зважаючи на те, що майже в кожному розвиненому господарстві агротехніка оснащена новим комп'ютерним обладнанням, а над полями літають дрони, автоматизоване взяття проб ґрунту та їх аналізи стали простою, розповсюдженою системою у веденні сільського господарства [29].

Однією з основних умов забезпечення якості точного землеробства є наявність повної інформації про земельні ділянки, тому неможливо переоцінити дані агрохімічного аналізу ґрунту, оскільки їх об'ємність визначає ефективність обробітку землі. З цією метою у середовищі ГІС необхідно створити електронні картограми вмісту поживних речовин для кожного конкретного поля (рис. 3.7).

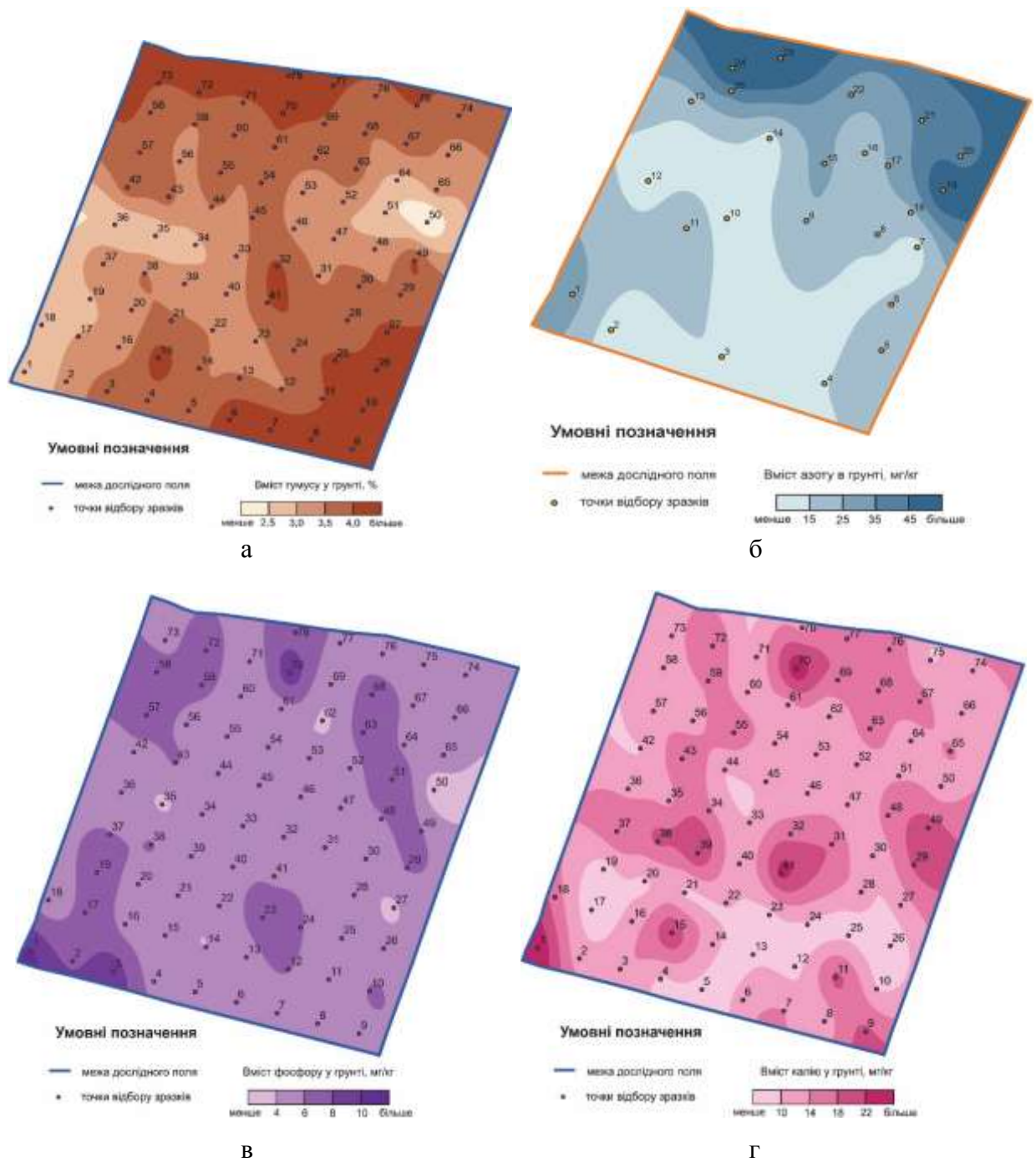


Рис. 3.7. Картограми вмісту поживних речовин у ґрунтах еталонного поля:

а – гумусу, б – азоту, в – фосфору, г – калію

<http://enm.khntusg.com.ua/index.php/enm/article/view/108/80>

Дані картограми можуть бути представлені в будь-якому цифровому форматі та занесені в пам'ять бортового комп'ютера, що встановлений на агротехніці. В такому випадку фермер має змогу точно обробляти дане поле,

диференційовано вносити добрива, що є сутністю системи точного землеробства.

Просторова неоднорідність спектральної яскравості сільськогосподарських угідь у вегетаційний період обумовлена загалом неоднорідністю розвитку сільськогосподарських культур. Вказана неоднорідність визначає поле відображеного випромінювання, яке фіксується з космічних літальних апаратів. За допомогою знімків високої роздільної здатності можливе розпізнавання стану посівів – зімкнутості, плямистості, пожовтіння у зв'язку із засухою, полягання, пошкодження шкідниками.

Стан сільськогосподарських культур характеризується багатьма параметрами, в тому числі кількістю рослинної маси, ступенем покриття ґрунту тощо. Оскільки завжди можна підібрати такі діапазони спектру, в яких ґрунти і рослинний покрив характеризуються різними спектральними коефіцієнтами яскравості, то завдяки коефіцієнтам яскравості системи «ґрунт-рослинність» можна простежити за кількістю рослинної маси. Оцінка стану посівів за знімками в тепловому діапазоні та за радіолокаційними знімками дозволяє оцінити міру розрідженості посівів, дефіцит вологи в рослинах тощо. Через стан сільськогосподарської рослинності можна оцінити стан ґрунтового покриву, а головне, застосувати цю інформацію в системі точного землеробства.

Важливою складовою технології точного землеробства є своєчасне виявлення і локалізація ділянок пригнобленого стану рослинності в межах одного поля, що може бути викликане різноманітними чинниками: ураженням рослин шкідниками, забур'яненістю, дефіцитом поживних речовин тощо [29]. На основі даних ДЗЗ складаються агротехнологічні електронні карти для внесення добрив, засобів захисту й виконання інших технологічних операцій, при цьому позиціонування агрегату в гоні корегується за допомогою сучасних навігаційних систем. Такий підхід дозволяє збільшити ефективність виконання технологічних операцій за рахунок точного керування агрегатом, що виключає потребу в маркері й інших способах орієнтації, крім того

реалізація основних положень інтегрованої системи керованого землеробства, зокрема, моніторингу стану ґрунту, внесення добрив, обробітку ґрунту, посіву, догляду за рослинами, не можлива без подібних систем. На основі супутникового знімання можна, наприклад, оцінити забезпеченість рослин азотом.

Метод дистанційного визначення дефіциту азоту за спектральними характеристиками листків у видимій області спектру полягає у вимірюванні вмісту хлорофілу, що є мірою асимільованого рослинного азоту. Умови освітленості, вологості ґрунту і температури, за яких вирощувались рослини, впливають не лише на вміст хлорофілу та азоту в листках, а й на величину накопиченої біомаси. Розрахунок за супутниковими даними *спектрального індексу хлорофільності (GI)* дозволяє оцінити вміст хлорофілу в рослинах. Побудова картограм цього індексу слугує основою для оцінки просторового розподілу вмісту азоту в рослинах на кожному конкретному полі (рис. 3.8, а).

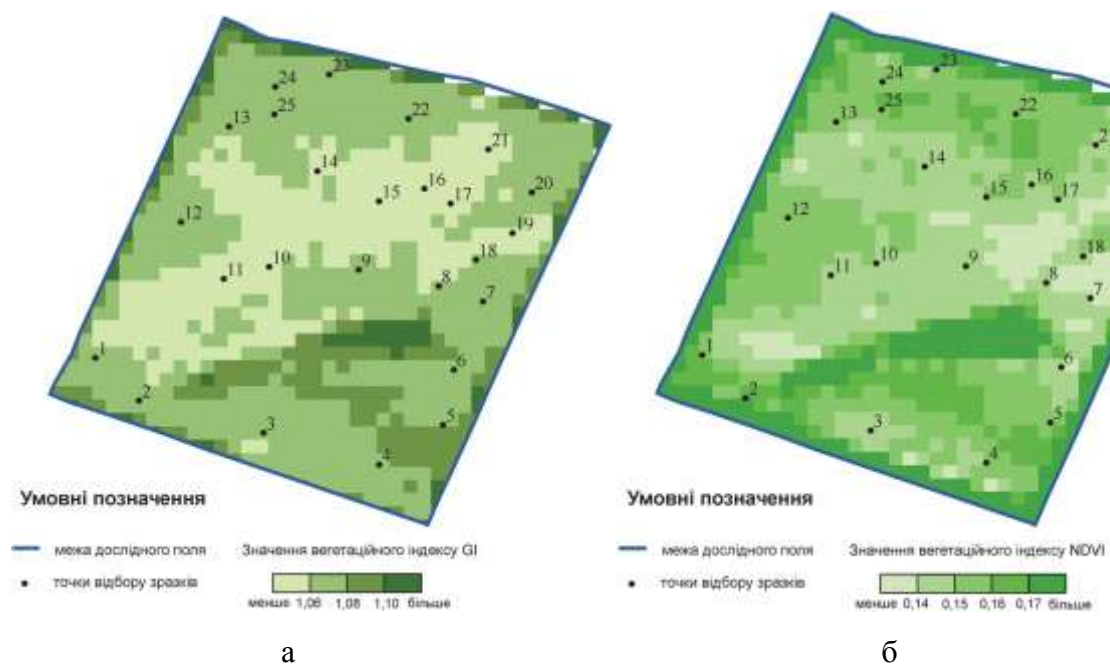


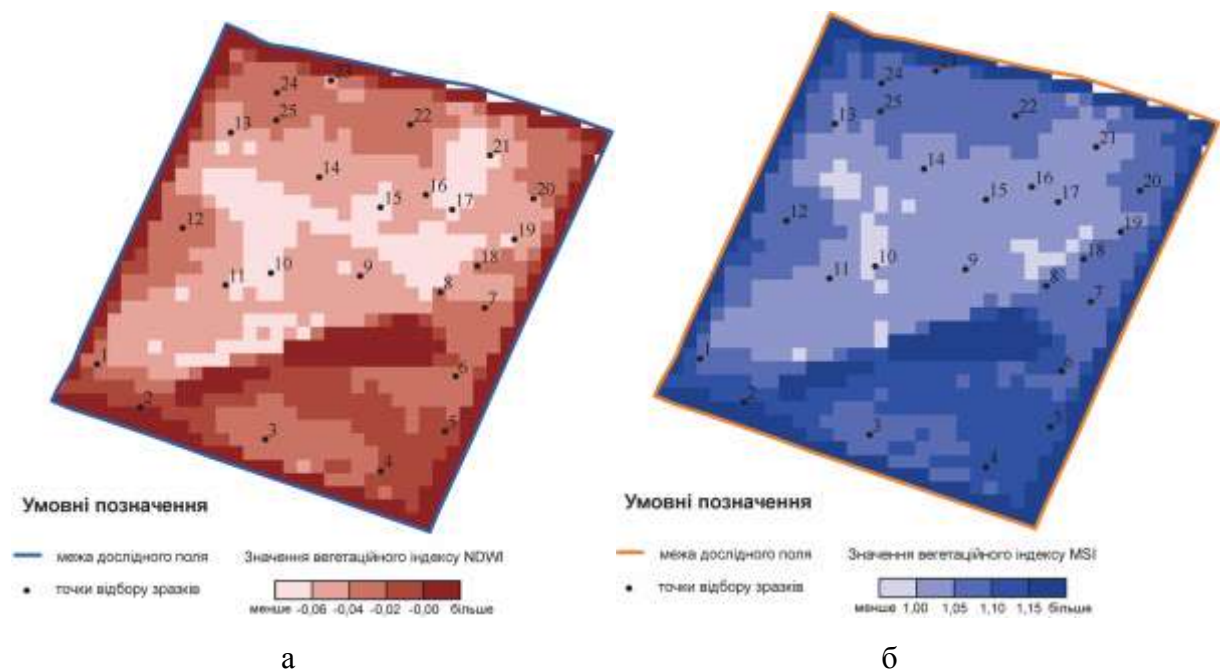
Рис. 3.8. Картограми спектральних вегетаційних індексів:
а – хлорофільності (GI), б – продуктивності (NDVI) еталонного поля

<http://enm.khntusg.com.ua/index.php/enm/article/view/108/80>

Ресурсний аспект вивчення рослинності включає в себе оцінку її продуктивності або біомаси. Оперативна оцінка біомаси рослинності

базується на визначенні таких спектральних характеристик, як *вегетаційні індекси (VI, NDVI, EVI)*, що отримують в результаті аналізу спектральної яскравості в червоній та інфрачервоній зонах (рис. 3.8, б). Встановлення зв'язку між біомасою рослинності та її спектральною яскравістю дозволяють використовувати карти вегетаційного індексу для оцінки біомаси посівів і стану сільськогосподарської рослинності. Побудова картограм індексу вегетації слугує основою для оцінки стану культури, її біомаси в різних частинах поля, прогнозу її врожайності.

Для достовірності просторової оцінки стану сільськогосподарських культур не менш важливим показником є індекси вологозабезпеченості рослин – *спектральний нормалізований водний індекс (NDWI)* і *спектральний індекс водного стресу (MSI)* (рис. 3.9).



**Рис. 3.9. Картограми спектральних індексів водозабезпеченості:
а – нормалізованого водного (NDWI), б – водного стресу (MSI)**

еталонного поля

<http://enm.khntusg.com.ua/index.php/enm/article/view/108/80>

Оцінка стану посівів за тепловими та радіолокаційними знімками дозволяє встановити міру розрідженості посівів, дефіцит вологи в рослинах. Зокрема, оперативне картографування стану посівів за знімками із супутника

SPOT використовується для вирішення питання про виділення фінансової допомоги фермерам. Встановлення зв'язку між біомасою рослинності та її спектральною яскравістю дозволяють використовувати динамічні карти вегетаційного індексу для оцінки біомаси посівів і пасовищної рослинності.

Супутникові знімки можуть слугувати надійною оперативною основою для отримання цифрових картограм вмісту певних ґрунтових показників для кожного окремого поля, що необхідно для впровадження принципів системи точного землеробства. Таким чином, сучасне землеробство є однією з основних галузей, в яких відбувається постійне впровадження новітніх наукових розробок. Одними з найважливіших напрямків є покращення контролю якості ґрунтів, впровадження комп'ютерних технологій та автоматизація обладнання [29].

Системи точного землеробства дозволяють інтенсифікувати сільськогосподарське виробництво, збільшити продуктивність, рівень оплати і престижність професій у сільському господарстві, підвищити ефективність використання виробничих фондів та оборотних коштів. Впровадження новітніх технологій дає змогу підвищити врожайність за рахунок дозованого внесення добрив, меліорантів і пестицидів, тим самим покращуючи екологічну ситуацію [28].

Дослідженнями встановлено можливість використання супутникових знімків не лише для оцінки стану агробіоценозу конкретного господарства та поля, а й вперше застосувати ДЗЗ і ГІС технології в системах точного землеробства через складання цифрових карт для окремих полів та практичного використання цих карт під час польових робіт і агротехнічних заходів шляхом оптимізації експлуатації агрегатів для конкретних польових умов господарства, оцінених просторово-геометричною конфігурацією за супутниковими зображеннями.

3.3. Використання навігаційних методів та GPS-технологій при проведенні агрохімічної паспортизації полів

Одним з найефективніших методів геодезичної GPS-прив'язки полів сільськогосподарських угідь є кінематична зйомка в режимі RTK, що дозволяє оперативно отримувати координати із сантиметровою точністю відразу в полі. Крім стандартного набору GPS-приймачів, робота в режимі реального часу вимагає придбання досить дорогих радіосистем і найголовніше, одержання спеціального дозволу на використання радіочастот, що стримує розвиток RTK- технології через військовий стан, що введений в Україні. Бурхливий розвиток бездротового зв'язку, розширення зони її покриття й впровадження нових прогресивних послуг дало новий поштовх до розвитку GPS-технологій.

Для реалізації режиму RTK з використанням протоколу GPRS необхідний набір спеціалізованого супутникового і радіообладнання, а також наявність необхідних дозволів для виходу в радіоефір. Однак питання про наявність дозволу на використання виділеного номіналу радіочастоти треба ставити на перше місце, оскільки без нього неможливо придбати радіообладнання.

До складу супутникового обладнання для RTK-знімання входить комплект із двох або більше приймачів GPS з антенами та контролерами. Один комплект називають *базовою станцією* і його точно центрують на пункті з відомими координатами. Інші комплекти називають *роверами*, їх переміщують по ділянці й записують координати об'єктів знімання. Для забезпечення отримання високоточних координат у режимі реального часу до складу кожного комплекту входять *радіомодеми*, завданням яких є прийом супутникової та службової інформації від базової станції.

Переваги RTK-знімання є очевидними, оскільки, по-перше, забезпечується висока продуктивність роботи, за якої на кожну точку знімання витрачається всього кілька секунд, а по-друге, гарантується якість результату. Існує можливість роботи в будь-яких системах координат, наприклад у місцевих. Існує можливість оперативного вирішення стандартних геодезичних

завдань у полі, перегляду карти виконаного знімання, визначення пропущених ділянок, винесення проектних даних в натуру.

За методикою робіт на першому етапі необхідно запуснути базовий GPS-приймач у режимі базової RTK-станції й після ініціалізації стільникового телефону визначити поточну IP-адресу стільникового телефону, а тоді запуснути ровер у режимі RTK-знімання. У настроюваннях стилю знімання на ровері необхідно вказати IP-адресу базового приймача. По завершенні запуску, програмне забезпечення контролера ровера відображає статус прийому RTK виправлень та ініціює RTK-знімання, вказується поточна точність, після чого можна приступати безпосередньо до визначення координат.

Існує два способи запуску базової RTK станції для передачі RTK виправлень через GPRS з'єднання.

Перший спосіб передбачає використання на базовій станції телефона з активованою послугою GPRS для трансляції виправлень. Даний спосіб зручний у тому випадку, якщо необхідно встановити тимчасову базову станцію безпосередньо в районі робіт і виконати картографування прилеглої території. У такий спосіб існує можливість працювати на мінімальному віддаленні ровера від базової станції, що забезпечить швидку ініціалізацію фазових вимірів. Спосіб є універсальним і дозволяє розгорнути базову RTK-станцію в будь-якому місці за умови знаходження в області покриття послуг оператора стільникового зв'язку.

Другий спосіб передбачає існування якісного інтернет-каналу, завдяки чому базовий приймач можна встановити в офісі й направляти RTK виправлення від GPS-приймача на виділену IP-адресу, за допомогою комп'ютерної мережі. У цьому випадку в комплекті базового RTK приймача немає необхідності використовувати стільниковий телефон. Даний спосіб призначений для організації базової станції постійної дії й дозволяє мінімізувати оплату послуг стільникового оператора.

Для успішної роботи в режимі RTK необхідно дотримувати наступних умов: наявність двох GPS-приймачів, один із яких називається базовою станцією та встановлюється на пункті з відомими координатами, а інший – ровер використовується для виконання топографо-геодезичних робіт; ровер повинен підтримувати режим ініціалізації фазових вимірів OTF; для успішної ініціалізації і знімання необхідно забезпечити одночасний і безперебійний сигнал як мінімум від 5 загальних супутників за двома частотами; необхідно забезпечити надійний канал для доправлення RTK виправлень від базової станції до ровера.

У безпосередній близькості від місця встановлення базового приймача, на відкритому майданчику в умовах міської забудови час OTF-ініціалізації складає 15 с. Точність визначення координат за умови 99.9% ймовірності складає 3 см у плані і 4 см – по висоті. Варто відзначити, що після зриву ініціалізації для її відновлення потрібне відстеження 5 загальних супутників по двох частотах.

На відкритих територіях знімання в режимі RTK із прийомом виправлень за допомогою GPRS каналу є перспективним методом, що дозволяє оперативнo провести згущення опорної знімальної мережі, виконати картографування території та інші роботи. Найбільший ефект і універсальність для напівзакритих територій буде досягатися шляхом комбінування GPS-знімання в режимі RTK і в режимі постопрацювання. Для закритих територій рекомендується разом з GPS-приймачами використовувати електронний тахеометр. Такий комплект забезпечить можливість проведення топографо-геодезичних робіт практично в будь-яких умовах з максимальною продуктивністю.

Наявність електронних картосхем агрохімічної характеристики ґрунтів та встановлення GPS-приймачів на технічних засобах при внесенні добрив дозволяє дозувати кількість добрив та вапнякових матеріалів в залежності від різних рівнів забезпечення ґрунтів елементами живлення, і таким чином вирівнювати родючість поля [21].

Для того, щоб створювати та працювати з електронною картою поля, передусім необхідно встановити координати межових знаків поля та його площу. По суті, потрібно отримати контур поля з прив'язкою до його координат, що є базовим елементом створення електронних карт. Існує три основних і найбільш поширених способи отримання контуру поля – на основі супутникових знімків, ортофотопланів та треків об'їзду поля технікою [25].

Найпростішим методом геопросторової прив'язки полів є супутники, що виконують знімання відразу у декількох каналах з різною довжиною спектра, забезпечуючи збір інформації для оцінки агрономічних показників полів. Наприклад, супутник *Landsat-8* здійснює знімання в 11 каналах різної довжини спектра, включаючи ближній інфрачервоний, середній інфрачервоний і дальній інфрачервоний (рис. 3.10). На сьогодні існує чимало сервісів, що забезпечують доступ до супутникових знімків як на безкоштовній, так і платній основі. Такий функціонал часто зустрічається у системах Farm Management, наприклад Cropio. Безкоштовні знімки надають такі сервіси, як *NASA, Gloves, Digital Globe, Land Viewer, Sentinels Scientific Data Hub*, платні – *EOS* та *Planet Labs*.



Рис. 3.10. Карта земельних ділянок, векторизованих за космознімками

<https://www.smartfarming.ua/elektronna-karta-poliv-yak-stvoryuvaty-i-de-vykorystovuvaty/>

Використання зніманих з БПЛА також дозволяє отримувати максимально точні контури полів (рис. 3.11). Перевагою способу є можливість використання спектральних камер, які дозволяють отримувати знімки в ближньому інфрачервоному спектрі і використовувати їх для розрахунку вегетаційних індексів. З цією метою також можна застосовувати звичайні RGB камери, однак у такому випадку ортофотоплани потрібно буде обробляти в спеціальному софті, наприклад *Drone Deploy* або *Pix4d*. БПЛА забезпечують високу мобільність та оперативність зйомки, високу точність та можуть працювати в умовах хмарності.



Рис. 3.11. Карта полів, векторизованих за даними з БПЛА

<https://www.smartfarming.ua/elektronna-karta-poliv-yak-stvoryuvaty-i-de-vykorystovuvaty/>

Існує чимало типів електронних карт і значна кількість способів їх використання. *Карта історичної продуктивності* може бути використана як для польових обстежень, так і для диференційованого внесення добрив або норм висіву, виходячи з агрономічного потенціалу ділянок. *Карта рельєфу* може бути використана для оцінки коректності роботи техніки, а також для диференціювання норм висіву в місцях зі складним рельєфом, зміною швидкості проходження техніки. Перепади рельєфу допоможуть визначити зони потенційного змиву культур, що допоможе аграрію убезпечити себе від

потенційних збитків. За кількістю вегетуючої біомаси можна оцінювати потенційну врожайність. *Карту біомаси*, складену із застосуванням вегетаційних індексів поєднують з показниками фактичної врожайності, що вимірюється за допомогою датчиків, встановлених на комбайнах (рис. 3.12).



Рис. 3.12. Карта сходів озимої пшениці, поділена на три зони за якістю відповідно до індексу VARI <https://www.smartfarming.ua/elektronna-karta-poliv-yak-stvoryuvaty-i-de-vykorystovuvaty/>

Аналіз отриманих даних найпростіше виконувати в ГІС і *Farm Management* системах. За допомогою розробленої *Smart Farming BPM* програми *Land Management* можна інтегрувати інформацію з системами бізнес-процесів, а спільні дані будуть відображуватись у вигляді списків і графіків.

Інформацією з геопросторовою прив'язкою можна оперувати, поєднуючи шари. Наприклад, фактичну обробку і сітку орендованих полів простіше і доцільніше формувати у вигляді зон і ділянок, ніж таблиці та списки. Крім того, можна використовувати інформацію для оцінки роботи механізаторів, наприклад, якості виконання посівних робіт на основі аналізу карт схожості, карт врожайності тощо.

Електронні карти – графічний контролер якості робіт, використання ресурсів, база даних з просторовою прив'язкою.

Спочатку господарства користувалися растровими картами з низькою роздільною здатністю. На сьогодні вихідна інформація знімання з БПЛА – векторні карти (рис. 3.13). Кращі комерційні супутники забезпечують роздільну здатність 0.5 м/піксель, тобто векторні дані мають дуже високу точність.

Вихідних форматів зберігання інформації дистанційного моніторингу дуже багато, однак найбільш поширеним є *shape file* – *SHP*. З цим форматом працює більшість продуктів (ГІС і *Farm Management*-систем), а також бортових пристроїв сільськогосподарської техніки. У цьому ж форматі можуть бути створені карти-завдання (для диференційованого внесення добрив, змінної норми висіву, десикації), які, в разі сумісності з бортовим обладнанням, забезпечать автоматизацію завдань, які виконує техніка.

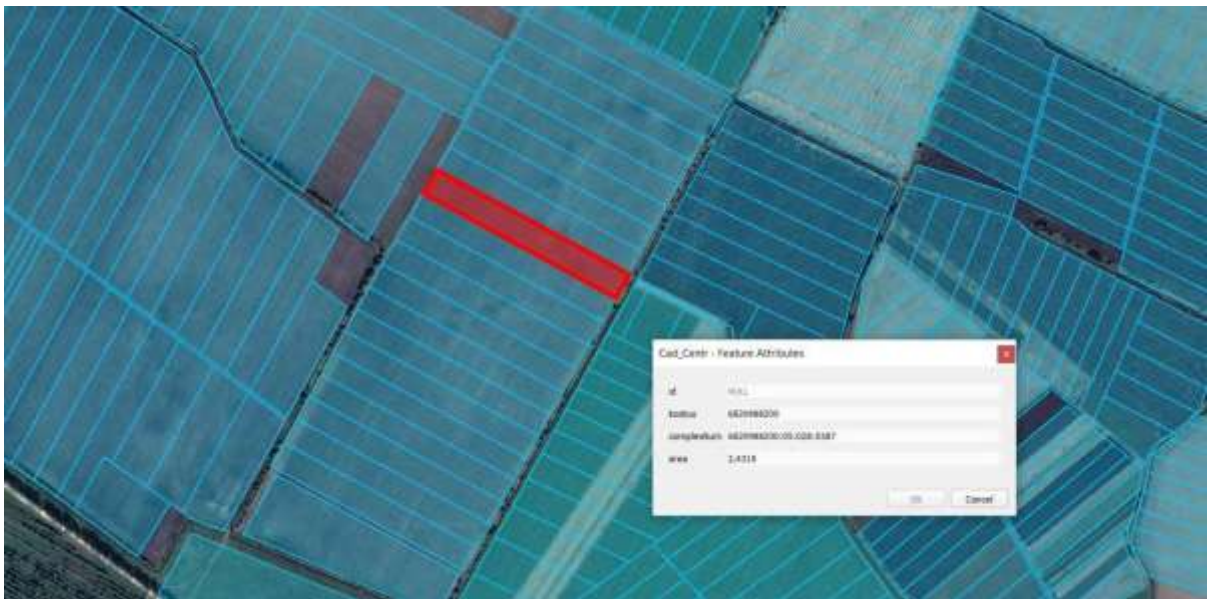


Рис. 3.13. Карта ділянок паїв з атрибутами, відповідно до ПКУ
<https://www.smartfarming.ua/elektronna-karta-poliv-yak-stvoryuvaty-i-de-ykorystovuvaty/>

Для різних програмних продуктів можуть використовуватися специфічні формати. Серед найбільш поширених форматів *DXF*, *DMF* (для *Digitals*), *KML* (*Google Earth*), *GeoPackage* (за замовчуванням використовується в *QGIS*), *GeoJSON* (для веб-картографії), *SITX* (*Panorama*), *MIF/TAB* (*MapInfo*).

Не всі формати читаються бортовими пристроями техніки, що зумовлює необхідність конвертації електронних карт в доступні формати.

Електронні карти полів вимагають професійної аналітики, яку забезпечує програмний продукт компанії *Land Management Creatio* (рис. 3.14).



Рис. 3.14. Карта полів у системі обліку та управління земельним банком *Land Management Creatio* <https://www.smartfarming.ua/elektronna-karta-poliv-yak-stvoryuvaty-i-de-vykorystovuvaty/>

Smart Farming працює з усіма електронними картами, які присутні на ринку сьогодні: ортофотопланами та контурами полів, картами вегетаційних індексів (NDVI), вмісту вологи (NDMI), історичної продуктивності, диференційованого внесення добрив тощо.

3.4. Використання цифрових агротехнічних паспортів сільськогосподарських угідь в системах точного землеробства

Використання цифрових агротехнічних паспортів дозволяє підняти коефіцієнт продуктивності праці в системах точного землеробства. Наприклад, система *Fleet Management* дозволяє відслідковувати роботу машин в полі, не виходячи з офісу, забезпечуючи передачу інформації про їх місцезнаходження, стан та продуктивність. Комплект *Preventive Maintenance* забезпечує збір даних з метою контролю напруження, а технологія точного

землеробства дозволяє побудувати роботу на основі польової інформації, попередньо опрацювавши весь об'єм даних за декілька років. У вирішенні цих задач допоможуть агрономічні та інформаційні додатки.

Одним з таких додатків є трикомпонентний комплекс системи точного землеробства *Green Star* компанії *John Deere*. Його основними компонентами є мобільний контролер, дисплей і GPS-приймач, що органічно поєднані спеціалізованим програмним забезпеченням.

Мобільний контролер знаходиться за дисплеєм *Green Star* (рис. 3.15). При користуванні програмним забезпеченням на карту пам'яті *PC Data Card* записується інформація про поле, культуру та координати точок. Програмне забезпечення *KeyCard* може використовуватись при виконанні різних операцій, зокрема *Parallel Tracking*, *Field Doc* тощо.



**Рис 3.15. Мобільний контролер системи точного землеробства
GreenStar компанії John Deere**

Команди, які задаються в режимі меню дозволяють швидко програмувати інформацію. Завдяки великому розміру дисплея легко читається інформація, яка з'являється на моніторі (рис. 3.16). Такі монітори можуть встановлюватися на будь-якій техніці: тракторах, комбайнах, кормозбиральних комбайнах, обприскувачах та розкидачах мінеральних добрив.



**Рис 3.16. Дисплей системи точного землеробства
GreenStar компанії John Deere**

Двохчастотний приймач *DGPS* обладнаний 10 канальним процесором для отримання сигналу з супутника *Global Positioning System* через *Internet*-мережу *John Deere* (рис. 3.17). Система *GreenStar* використовує дані сигнали для встановлення геопросторових координат – довготи, широти та висоти точок. При цьому забезпечується легка реінсталяція ресивера з однієї машини на іншу.



**Рис 3.17. GPS-приймач системи точного землеробства
GreenStar компанії John Deere**

Інформація з плануванням до 800 робочих годин та до 250 ліній знаходиться на карті пам'яті *PC Data Card* (рис. 3.18). Перенесення інформації на комп'ютер є достатньо простим. Програмне забезпечення *Parallel Tracking* або *AutoTrac* завантажується на карту *KeyCard*, вона підключається до контролера і розпочинається робота.



Рис. 3.18. Карта пам'яті PC Data Card системи GreenStar

Збір та зберігання отриманої в полі інформації – найважливіший з усіх аспектів будь-якої системи точного землеробства. Програма *Field Doc* компанії *John Deere* – найзручніший спосіб збору інформації, дозволяє оптимізувати господарську діяльність за рахунок інформаційного забезпечення прийняття управлінських рішень.



Рис 3.19. Комбайн John Deere обладнаний системою GreenStar

Для роботи програми *Field Doc* необхідні приймач *StarFire*, дисплей *GreenStar* та мобільний контролер. Система представляє собою простий, але точний засіб збору та запису даних про продуктивність машини та час роботи оператора, технологію обробки ґрунту, норми внесення мінеральних добрив, сорти насіння та схеми висіву.

Програма *Field Doc* компанії *John Deere* дозволяє отримувати високоточні карти із зазначенням меж полів. Після цього програма *Field Doc* розраховує площі, що зайняті під польовими культурами. Вказані дані використовуються для обліку посівних площ та оптимізації управління господарською діяльністю.

Представлений компанією *John Deere* додаток *Field Doc Connect* дозволяє власникам та замовникам використовувати систему точного землеробства *GreenStar* з додатком *Field Doc* при експлуатації широкого кола техніки, що не обладнана контролерами *John Deere*. Додаток *Field Doc Connect* забезпечує два режими управління контролерами: ручний та автоматичний через послідовне підключення.

В ручному режимі норма внесення хімікатів на даній ділянці відображується на дисплеї. Оператор власноруч змінює налаштування контролера обприскувача, що дозволяє власнику або орендарю використовувати старе обладнання для внесення різної кількості хімікатів на різних ділянках поля.

ВИСНОВКИ

Теоретичне узагальнення матеріалу щодо проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та їх практичної реалізації шляхом розробки цифрових агрохімічних паспортів на основі сучасних методів і технологій, висвітлене у даній магістерській роботі дозволяє сформулювати наступні висновки:

1. Детальний аналіз основних положень чинної нормативно-правової бази в Україні дає змогу стверджувати, що наявність агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки є обов'язковою при передачі земельних ділянок у власність, користування, наданні дозволу на зняття та перенесення ґрунтового покриву (родючого шару ґрунту) земельної ділянки, консервації та рекультивації земель і в інших випадках, передбачених законодавством. За нормою статті 54 Закону України «Про охорону земель» з метою своєчасного виявлення змін стану земель, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів ведеться моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення. Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення включає: агрохімічне обстеження ґрунтів, контроль змін якісного стану ґрунтів та агрохімічну паспортизацію земельних ділянок. Агрохімічна паспортизація орних земель здійснюється через кожні 5 років, сіножатей, пасовищ і багаторічних насаджень – через кожні 5-10 років, а суцільне ґрунтове обстеження проводиться через кожні 20 років. Постановою Кабінету Міністрів України від 07.06.2017 № 413 (із змінами) «Деякі питання удосконалення управління в сфері використання та охорони земель сільськогосподарського призначення державної власності та розпорядження ними» була затверджена Стратегія удосконалення управління в сфері використання та охорони земель сільськогосподарського призначення державної власності та розпорядження ними. Відповідно до абзаців тринадцять та чотирнадцять розділу «Система організації процесу виконання Стратегії» Держгеокадастр та його територіальні органи під час передачі земельних ділянок

сільськогосподарського призначення державної власності в користування (оренда, емфітевзис) повинні передавати земельні ділянки сільськогосподарського призначення державної власності в користування (оренда, емфітевзис) за наявності агрохімічного паспорта земельної ділянки та перевіряти не рідше ніж один раз на три роки стан земельних ділянок, які перебувають в користуванні (оренда, емфітевзис), на відповідність показникам агрохімічного паспорта земельної ділянки. Виходячи з вищевикладеного, в рамках чинного земельного законодавства агрохімічна паспортизація орних земель є обов'язковою для всіх землевласників та землекористувачів.

2. Висвітлено основні принципи і завдання агрохімічної паспортизації земель, нормативно-правові підстави для її проведення, охарактеризовано чотири етапи агрохімічної паспортизації: підготовчий (вибір об'єкта, підготовка та опрацювання відповідного картографічного матеріалу), польовий (відбір ґрунтових проб і встановлення координат), лабораторний (підготовка та аналіз ґрунтових проб) і камеральний (обробка результатів аналізу, формування електронної бази даних, складання картограм, виготовлення агрохімічного паспорта), описано порядок створення електронних картограм за результатами агрохімічного обстеження та методику розроблення цифрового агрохімічного паспорта поля або земельної ділянки.

3. В основу наукової концепції точного землеробства покладено уявлення про існування неоднорідностей певних властивостей у межах одного поля, що фіксуються у цифрових агрохімічних паспортах. Для їх оцінки використовуються сучасні методи і технології, зокрема системи глобального позиціонування, дані супутникового радарного знімання і дистанційного зондування Землі, зокрема аерофотознімки і космознімки, різноманітні сенсори та вимірювальні комплекси, а також спеціальні програми для агроменеджменту на базі геоінформаційних систем, що дозволяє значно підвищити продуктивність сільськогосподарського виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель* / [В. М. Патики, О. Г. Тараріко]; за ред. В. П. Патики, О. Г. Тараріко. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 296 с.
2. *Агрономічно орієнтоване районування земель за властивостями ґрунтів (обґрунтування, методи, приклади)* / В. В. Медведєв, Т. М. Лактіонова, І. В. Пліско, О. М. Бігун та ін.]. – Харків: КП «Міська друкарня», 2012. – 100 с.
3. *Агрохімічна паспортизація орних земель: кому необхідно оформлювати паспорти, відповідальність за неоформлення* [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://armada.law/blog/agrokhimichna-pasportizatsiya-ornykh-zemel/>
4. *Агрохімічний аналіз : підручник* / М. М. Городній, А. П. Лісовал, А. В. Бикін та ін. / За ред. М. М. Городнього – К.: Арістей, 2005, – 468 с.
5. *Веремєєнко С. І. Моніторинг ґрунтів: навчальний посібник* / С. І. Веремєєнко, С. С. Трушева. – Рівне: НУВГП, 2010. – 227 с.
6. *Електронна карта полів. Як створювати і де використовувати?* [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.smartfarming.ua/elektronna-karta-poliv-yak-stvoryuvaty-i-de-vykorystovuvaty/>
7. *Закон України «Про державний контроль за використанням та охороною земель»* від 19.06.2003 № 963-IV [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/963-15#Text>
8. *Закон України «Про охорону земель»* від 19.06.2003 №962-IV [Електронний ресурс] Режим доступу: https://ips.ligazakon.net/document/view/t030962?ed=2011_06_16
9. *Керівний нормативний документ. Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок* / М. В. Козлов, М. А. Лапа та ін. / За ред. Созінова О. О. – К., 1996. – 45 с.
10. *Кінтач Ф.* Екологічна паспортизація : навчально-методичний посібник. – Львів: МВЦ Лабораторії тематичного картографування ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 78 с.

11. *Козлов М.В.* Керівний нормативний документ. Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок / М. В. Козлов, М. А. Лапа та ін. За ред. Созінова О.О. – К., 1996. – 140 с.
12. *Методика* агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. С. М. Рижука, М. В. Лісового, Д. М. Бенцаровського. – К., 2003. – 64 с.
13. *Методика* комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження) / Кашпаров В. А., Калиненко Л. В., Перепелятников Г. П. та ін. – К.: Атіка-Н, 2007. – 60 с.
14. *Методика* проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення : керівний нормативний документ / За ред. І. П. Яцука, С. А. Балюка – 2-ге вид., допов. – Київ, 2019. – 108 с. Режим доступу: <https://www.iogu.gov.ua/literature/instructions/1.pdf>
15. *Методичні* вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Моніторинг ґрунтів» для студентів спеціальності 201 «Агрономія» / Трушева С.С. – Рівне: НУВГП, 2017. – 23 с. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ep3.nuwm.edu.ua/6704/1/05-01-52.pdf>
16. *Методичні* вказівки з охорони ґрунтів / В. О. Греков, Л. В. Дацько, В. А. Жилкін, М. І. Майстренко та ін. – Київ, 2011. – 108 с.
17. *Мошинський В.С.* Моніторинг та охорона земель : практикум / В. С. Мошинський, Т. В. Бухальська. – Рівне : НУВГП, 2010. – 123 с.
18. *Наказ* Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11.10. 2011 №536 «Порядок ведення агрохімічного паспорта поля, земельної ділянки» [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1517-11#Text>
19. *Оверковська Т.К.* Правові питання агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / Т. К. Оверковська // Вісник ВНАУ, 2012. – №1 (56). – С. 93–97.

20. *Паламарчук Р.* Агрохімічна паспортизація земель в умовах сьогодення / Р. Паламарчук, А. Бортник // Садівництво – 2024.
21. *Погоріла А.* Використання GPS та GIS систем у точному землеробстві. Перспективи розвитку в Україні [Електронний ресурс] / Анна Погоріла // AgroMonitor. Режим доступу: <http://agromonitor.pro/?p=226>
22. *Положення* про агрохімічний паспорт поля, земельної ділянки, затверджене Наказом Міністерства сільського господарства і продовольства України від 11.10.2011 №536 [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1517-11#Text>
23. *Про* затвердження Положення про технічний паспорт земельної ділянки [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net /document /view/ REG3530>
24. *Рижук С.М.* Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / С. М. Рижук, М. В. Лісовий, Д. М. Бенцаровський. – К., 1994
25. *Сенько С.П.* Точне землеробство на основі GPS/GIS [Електронний ресурс] / С.П. Санько // SlideShare. Режим доступу: <http://www.slideshare.net/udau admin/gpsgis-44716413>
26. *Сербій В.* Дистанційне зондування землі [Електронний ресурс] / Віталій Сербій // Агробізнес сьогодні. Режим доступу: <http://www.agrobusiness.com.ua/agrobusiness/technology/568-dystantsiine-zonduvannia-zemli.html>
27. *Созінов О.О.* Еколого-агрохімічна паспортизація полів і земельних ділянок: керівний нормативний документ / За ред. О. О. Созінова. – К., 1996. – 37 с.
28. *Трускавецький С.Р.* Використання багатоспектрального космічного сканування та геоінформаційних систем у дослідженні ґрунтового покриву Полісся України // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня канд. біол. наук. – Харків, 2006. – 23 с.

29. *Трускавецький С.Р.* Використання даних супутникової зйомки в системах точного землеробства / С.Р. Трускавецький, Т.Ю. Биндич, Л.П. Коляда та ін. // Інженерія природокористування, 2017. – №1(7). – С. 29-35
30. *Указ Президента України* від 02.12.95 №1118 «Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення» [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1118/95#Text>
31. *Чечуй О.Ф.* Еколого-агрохімічна паспортизація: курс лекцій. / О. Ф. Чечуй. – Ч., 2017. – 70 с.
32. *Шикула М.К.* Охорона ґрунтів / [М. К. Шикула, О. Ф. Гнатенко та ін.] – К.: Знання, 2001. – 398 с.