

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-енергетичний факультет

Кафедра “Тракторів та сільськогосподарських машин,  
експлуатації і технічного сервісу”

**СИСТЕМИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

**Методичні рекомендації**

до виконання практичних робіт для студентів денної форми  
спеціальності 8.10010203 «Механізація сільського господарства»

Миколаїв

2016

УДК 626/627.001.12/18:631.582  
ББК 40.711  
С 40

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 25.05.2016 р., протокол №6

Укладачі:

М. В. Завірюха – асистент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу  
Миколаївського національного аграрного університету

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА №1. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ ВІДБОРУ ГРУНТОВИХ ПРОБ ДЛЯ СКЛАДАННЯ АГРОХІМІЧНИХ КАРТОГРАМ</b> .....	7
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА №2. ВИДІЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ДІЛЯНОК ДЛЯ ВІДБОРУ ПРОБ ГРУНТУ</b> .....	11
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА №3,4. ВИДІЛЕННЯ КОНТУРІВ ДЛЯ ВІДБОРУ ГРУНТОВИХ ПРОБ ЗА ТИПОМ ГРУНТУ</b> .....	16
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА №5. ТЕРМІНИ, ПЕРІОДИЧНІСТЬ І ГЛИБИНА ВІДБОРУ ГРУНТОВИИХ ПРОБ НА ЕЛЕМЕНТАРНІ ДІЛЯНКИ</b> .....	25
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА №6 ТЕХНОЛОГІЯ ВІДБОРУ ПРОБ І ФОРМУВАННЯ ЗМІШАНИХ ЗРАЗКІВ ГРУНТУ, ПІДГОТОВКА ЇХ ДО ЛАБОРАТОРНИХ АНАЛІЗУ</b> .....	30
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА №7. СКЛАДАННЯ АГРОХІМІЧНИХ КАРТОГРАМ</b> .....	33
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА №8. ПАКЕТИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СКЛАДАННЯ КАРТОГРАМ</b> 35.....	35
<b>ПИТАННЯ ДЛЯ ПРОМІЖНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ</b> .....	40
<b>РЕЙТИНГОВА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ</b> .....	44
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	45

## ВСТУП

Навчальна дисципліна "Система точного землеробства" є складовою підготовки магістрів і спеціалістів інженерно-енергетичного факультету спеціальностей 8.10010203 «Механізація сільського господарства».

Вивчення курсу базується на знаннях загальноосвітніх дисциплін та є продовженням курсів "Сільськогосподарські машини", "Експлуатація техніки та обладнання в рослинництві", "Трактори та автомобілі", "Проектування технологічних систем рослинництва", "Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень", "Конкурентоспроможність технологій і машин".

Значення механізації у виробництві продукції рослинництва зростає незалежно від зміни організаційних структур чи форм власності. Головне завдання при вирощуванні рослинної продукції одержати сировину для переробки її продукції для харчування людей, корми для тварин, а також сировину для легкої та інших технічних галузей народного господарства за рахунок максимального використання енергії сонячних променів, родючості земель у потенціальну енергію органічної речовини - врожаю.

Враховуючи, що життя рослин у полі відбувається в умовах, які постійно змінюються, завдання технології аграрного виробництва – забезпечити рослини необхідними умовами розвитку, активно впливати на створення сприятливих умов для життя рослин, а саме, своєчасно і якісно проводити польові роботи: обробіток ґрунту, внесення добрив, сівба, догляд за рослинами, збирання, первинна переробка врожаю і збереження сировини або одержаної продукції. При цьому витрати на виконання робіт мають бути оптимізовані.

**Мета дисципліни** – дати наукові основи розробки і організації оптимальних методів механізованого виробництва сільськогосподарських культур у технологіях точного землеробства шляхом оптимізації параметрів та режимів функціонування систем дозування і місцевизначеного розподілу матеріалів по площі поля.

У курсі розглянуті та відображені шляхи і методи вирішення актуальних проблем високоефективного використання сільськогосподарської техніки в польових умовах з метою отримання максимальних біологічних врожаїв, з

мінімальними витратами і збереженням родючості землі та навколишнього середовища.

Завдання точного землеробства дуже багатопланові. Найбільш актуальною є підвищення врожайності сільськогосподарських культур, якості одержаної продукції, поліпшення умов праці та підвищення культури землеробства. Задля досягнення поставленої мети необхідно розв'язання низки завдань:

- масового механізованого відбору ґрунтових проб;
- якнайшвидшого визначення вмісту в ґрунті основних поживних речовин, бажано безпосередньо в польових умовах;
- автоматизованого створення агрохімічних та агрофізичних карт угідь за вмістом у ґрунті основних поживних речовин, вологи, об'ємної маси ґрунту та його структурно-агрегатного складу;
- розробки методик корегування стану поля до досягнення оптимальних значень вмісту поживних речовин;
- оптимізації технологій і вибору системи машин для підтримання оптимального агрофізичного стану сільськогосподарських угідь;
- розробки, реалізації, та впровадження автоматизованих розкидачів мінеральних добрив;
- автоматизованого картографування врожайності;
- корегування методик і норм внесення добрив;
- п'ятирічного аналізу для дальшої оптимізації агрохімічного стану угідь.

Суть технології СТЗ полягає в постійному управлінні, при якому наукова навігація в агроекологічній системі забезпечує визначення для кожної ділянки поля диференційованих норм внесення посівного матеріалу, добрив та інших витратних матеріалів залежно від реального агрохімічного стану ґрунту, природних умов та інших факторів землеробства. Оперативне за багатьма критеріями управління сприяє скороченню витрат на всіх видах робіт аграрного виробництва та підвищенню ефективності на основі оптимізації і поліпшення організації робіт, їх виконання в оптимальні строки.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

- **знати:** методику та технічні засоби визначення основних технологічних та фізико-механічних параметрів ґрунту, розробки, реалізації та впровадження автоматизованих розкидачів мінеральних добрив, системи дистанційного моніторингу, засоби вимірювання параметрів рослин, технології змінних норм внесення (ЗНВ) технологічних матеріалів;

- **уміти:** оптимізувати технології і вибрати систему машин для підтримання оптимального агрофізичного стану сільськогосподарських угідь, визначити енергетичні витрати на проведення польових робіт та оптимальне співвідношення “енерговитрати - продуктивність поля”;

- **володіти:** методологією прогнозування перспективного розвитку системи ТЗ.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

ТЕМА: НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ ВІДБОРУ ГРУНТОВИХ ПРОБ ДЛЯ СКЛАДАННЯ АГРОХІМІЧНИХ КАРТОГРАМ

### ЗМІСТ ЗВІТУ

Одним з перспективних способів підвищення ефективності добрив є їх диференційоване внесення з урахуванням внутрішньопольової варіабельності ґрунтової родючості. Проблематиці точного (координатного або прецизійного) землеробства, в тому числі диференційованому застосуванню добрив, в останні роки приділяється велика увага, особливо за кордоном. Перспективи його цілком очевидні: у зв'язку зі значною варіабельністю ґрунтової родючості ґрунтоадаптивне внесення добрив здатне повніше враховувати потреби рослин у мінеральному живленні, що зумовлює їх продуктивність; дозволяє істотно скоротити втрати живильних речовин із ґрунту за рахунок зниження доз добрив на відносно родючих внутрішньопольових ділянках, де вони не можуть повною мірою використовуватися рослинами; збільшити дози внесення добрив на менш родючих частинах полів. Це створить умови для більш рівномірного розвитку і дозрівання рослин, зменшить втрати поживних речовин, призведе до підвищення якості та зниження собівартості продукції. При цьому саме адаптація до внутрішньопольової родючості ґрунту в принципі відрізняє технології точного землеробства від традиційних. І в першу чергу, це відноситься до диференційованого застосування добрив, так як воно є основою системи точного, а в більш широкому контексті - адаптивно-ландшафтного землеробства.

Необхідною умовою для розробки та освоєння технологій диференційованого застосування добрив та інших агрохімічних засобів є картографування внутрішньопольової ґрунтової родючості, що може бути досягнуто шляхом агрохімічного обстеження полів з елементарних ділянок, які дозволяють з допустимою точністю відобразити цю варіабельність. За наявного вітчизняного і зарубіжного досвіду, на обмежених за площею ділянках (у фермерських, селянських господарствах) найбільш доцільним вважається

зменшення площі елементарних ділянок, тобто відбір ґрунтових проб за частою координатною сіткою. У великих землеволодіннях, які налічують сотні і тисячі гектарів, подібний підхід пов'язаний зі значними витратами коштів на відбір і агрохімічний аналіз ґрунтових проб. Тому розглянемо інші способи виділення елементарних ділянок на великих за площею полях сівозмін, в тому числі з використанням сучасних способів дистанційного зондування, визначення електропровідності ґрунту тощо.

При розробці методики відбору ґрунтових проб для умов точного землеробства особливу увагу приділяють обґрунтуванню принципів виділення елементарних ділянок з урахуванням особливостей земельних ділянок, способам, термінам і глибині відбору ґрунтових проб, аналізу та інтерпретації даних агрохімічного обстеження полів, вибору методів інтерполяції та подання їх у вигляді електронних картограм.

Для складання агрохімічних картограм, з достатнім ступенем точності характеризують просторовий розподіл поживних елементів у ґрунті, необхідно, як правило, відбирати більшу кількість проб. Метод відбору проб і щільність взяття зразків зумовлює точність інтерполяції. У свою чергу від точності інтерполяції залежить кількість і форма агрохімічних контурів на картограмі. Зі збільшенням кількості проб підвищується точність карти, в той же час збільшуються витрати на відбір проб і їх аналіз.

Щоб знизити витрати на ґрунтову і рослинну діагностику, що проводиться для диференційованого застосування добрив з урахуванням внутрішньопольової ґрунтової родючості, розроблено способи відбору ґрунтових проб, що дозволяють з достатньою репрезентативно картографувати цю варіабельність. Для невеликих землекористувань, головним чином для селянських (фермерських) господарств, найбільш доцільний сітковий метод відбору ґрунтових проб по схематично виділеним елементарним ділянкам, який звичайно здійснюється самими землекористувачами (фермерами). Відбір проб за частої сітки при незначній, в цілому, кількості проб, обмеженому розмірами земельної площі, дає можливість найбільш точно врахувати варіабельність родючості полів і, відповідно, отримати



найбільший ефект від диференційованого застосування добрив.

Для великих господарств, які налічують багато сотень і тисячі гектарів орних земель, переважно більш продуктивні і менш трудомісткі методи картографування внутрішньопольової варіабельності ґрунтової родючості, засновані на скануванні урожайності або використанні фізичних методів, які в наш час все ширше застосовуються в координатному землеробстві.

Репрезентативність, тобто представлення, об'єктивність в даному випадку, відбору ґрунтових проб в значній мірі залежить від варіабельності ґрунтової родючості на конкретному полі. Чим вище ступінь варіювання ознак, зазвичай виражається коефіцієнтом варіації (V), тим з більшою частотою по площі повинні розподілятися точки випробування.

Внутрішньопольова варіабельність ґрунтової родючості може змінюватися в широких межах. Поля можна поділяти за коефіцієнтом варіації цих параметрів - на поля з низькою неоднорідністю, середньою і високою. Поля з високим коефіцієнтом варіації вимагають відбору більшої кількості проб для адекватної їх оцінки. У таблиці 1 наведені приклади розмірів внутрішньопольових контурів в залежності від варіабельності агрохімічних показників та врожайності культур, використовуваних в координатному землеробстві.

Таблиця 1

Вплив варіабельності родючості ґрунту на параметри агрохімічних контурів

Параметри	Коефіцієнт варіації	Відстань між центрами
Кислотність рН	8-14	20-132
Ґрунтовий N-NO <sub>3</sub>	28-58	40-275
Органічна речовина	21-41	112-114
Доступний Р	39-157	68-145
Доступний К	31-61	-
Урожайність	8-29	70-700

Встановлено, що коефіцієнт варіації кислотності (рН), як правило, змінюється незначно і в представленому прикладі становить близько 10%.

Досить сильно варіюють в рамках одного поля елементи живлення рослин. Особливо це відноситься до доступного фосфору на полях, де з великою

нерівномірністю вносили фосфорні або органічні добрива. Коефіцієнт варіації в цих випадках може змінюється від 40 до 160%.

Виходячи з умов ґрунтоутворення в різних природно-сільськогосподарських зонах, значна внутрішньопольова ґрунтова родючість найбільш характерна для нечорноземної зони України з її вираженої гідрографічною мережею і нерівним рельєфом. Центральну чорноземну зону, де також є високий відсоток схилових, схильних до водної ерозії, земель. Меншою варіабельністю відрізняються порівняно рівні за рельєфом, простори полів степової зони. Відповідно з цих зон розрізняється не тільки геоморфологія ґрунтів, а й розміри сільськогосподарських полів. Якщо в нечорноземній зоні розміри оброблюваних ділянок складають 5-10, рідше 15-20 га, головним чином на заході зони, то в центральній частині і півночі вони налічують десятки, а в південних степових районах, нерідко сотні гектарів.

Всі ці фактори мають безпосереднє відношення до вибору просторових схем точок випробування і формуванню середніх зразків ґрунтів для їх агрохімічного аналізу.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

ТЕМА: ВИДІЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ДІЛЯНОК ДЛЯ ВІДБОРУ ПРОБ ГРУНТУ

### ЗМІСТ ЗВІТУ

#### **1. Рекогносцирувальне обстеження полів**

Проводиться відповідно до керівництва «Методика складання та використання великомасштабних ґрунтових карт». Для ознайомлення з обстежуваною територією, встановлення основних топографічних закономірностей у ґрунтовому покриві здійснюють рекогносцирувальне обстеження господарства. Його ведуть по характерному маршруту, в різних перетинах елементів рельєфу полів, спільно з агрономом або іншим спеціалістом, які добре знають територію. Мета рекогносцирування - скласти загальне уявлення про землекористування господарства, виявити особливості сільськогосподарського використання земель (поля сівозмін, виробничі ділянки, їх межі і т.п.). Під час рекогносцирування оцінюють форми рельєфу, крутизну схилів і складають уявлення про геоморфологію даної місцевості. Рекогносцирування зазвичай проводять, об'їжджаючи територію, а в найменш типових в природному та виробничому відношенні місцях перетинають ділянки пішки.

На картографічній основі землекористування виділяють найбільш врожайні ділянки полів і ділянки, місця, де ріст і розвиток сільськогосподарських рослин пригнічується, а також площі земель, ослаблені ерозією, і інші особливості геоморфології полів, що мають значення для виділення елементарних ділянок.

#### **2. Підготовка картографічної основи**

Картографічною основою для виділення елементарних ділянок на полях і подальшого відбору ґрунтових проб служить, як правило, план внутрішньогосподарського землеустрою (експлікації земельних угідь). На плані землеустрою на основі ґрунтової карти господарства відзначають ґрунтові контури, зміни меж полів, доріг, інші зміни, виявлені в процесі рекогносцирування. На полях, що підлягають агрохімічному обстеженню виокремлюють ділянки, що

різняються по рельєфу, експозиції схилів, рівню родючості ґрунту, агрохімічним показникам, які встановлені у попередні тури агрохімічного обстеження.

### **3. Схематичне виділення елементарних ділянок та схеми відбору ґрунтових проб**

#### **У великих господарствах**

Виділення елементарних ділянок здійснюють з урахуванням рекомендацій агрохімслужби України (Методичні вказівки щодо агрохімічного обстеження ґрунтів сільськогосподарських угідь; Методичні вказівки з проведення комплексного моніторингу родючості ґрунтів земель сільськогосподарського призначення) та аналогічних зарубіжних джерел.

Враховуючи досвід агрохімслужби, а також те, що диференційованне застосування добрив буде, по всій видимості, першочергово впроваджуватися в районах з розвиненим землеробством, тобто там де раніше застосовувалися досить високі дози мінеральних добрив, в тому числі фосфорних, доцільно при схематичному (апріорному) поділу полів на елементарні ділянки орієнтуватися на їх розміри. На середньо- і сильноеродованих ґрунтах, а також при вираженій комплексності і плямистості ґрунтового покриву, що визначається з ґрунтової карти, елементарної ділянки повинні обмежуватися площею: на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах - 1-3 га. на чорноземах - 3 га. Слід враховувати також мікрорельєф поля. На складних за рельєфом полях з помітними западинами і підвищеннями елементарні ділянки не повинні перевищувати 1-2 га.

Площа елементарних ділянок (осередків регулярної сітки) повинна зменшуватися в тих випадках, коли не відома історія поля; при високому рівні вмісту елементів живлення в ґрунті у зв'язку із застосуванням раніше високих доз добрив, особливо органічних; якщо обстежувана поле отримано і внаслідок об'єднання декількох ділянок менших розмірів.

Конфігурація елементарних ділянок при схематичній розбивці полів повинна мати форму квадратів або прямокутників зі співвідношенням сторін 1:2 і більше, а також орієнтацією великих сторін прямокутників вздовж полів на рівних за рельєфом територіях і впоперек схилів - на схилових землях. На еродованих

грунтах і нерівному рельєфі кожна елементарна ділянка повинна розміщуватись у межах ґрунтового контуру однієї і тієї ж міри еродованості або відповідного елемента рельєфу. У цих випадках, а також при електронному виділенні елементарні ділянки (контури) можуть мати неправильну форму.

Кількість точок випробування на елементарних ділянках (контурах) для складання одного середнього зразка з кожного з них залежить від мікроморфологічних особливостей складання ґрунтового профілю. Агрохімслужбою рекомендується складати змішаний приклад з 20-40 індивідуальних проб. На дерново-підзолистих ґрунтах польова помилка при визначенні рухомого фосфору в змішаних зразках, складених з 20 індивідуальних проб, може досягати 15-30% у порівнянні з визначенням з 40 проб. Кількість точок випробування в інших ґрунтових умовах потребує уточнення шляхом проведення відповідних досліджень. Загальним правилом залишається одне: при необхідній середній масі змішаного зразка не менше 300 г в перерахунку на повітряно-сухий ґрунт репрезентативність відбору підвищується за рахунок збільшення кількості індивідуальних проб, а не збільшення маси одиначної проби. Кількість індивідуальних проб, що відбираються на елементарних ділянках для складання середніх зразків, залежить певною мірою і від величини їх площі, не менше 20-40 індивідуальних проб у зразку або, відповідно, точок випробування на елементарній ділянці.

На подовжених елементарних ділянках маршрутні ходи відбору проб планують зазвичай по їх середині уздовж довгої сторони. На квадратних або круглих ділянках (контурах) відбір проб може проводитися також по контурах букви «М» або петле подібно поблизу периферії контуру з подальшим заходом на його середину. Важливо, щоб не порушувалася репрезентативність відбору ґрунтових проб, а середній зразок об'єктивно відображав стан ґрунтової родючості на кожній елементарній ділянці (контурі).

### **У селянських (фермерських) господарствах**

У невеликих за площею господарствах для застосування диференційованих доз добрив, згідно закордонним рекомендаціям, може застосовуватися так званий

сітковий метод відбору ґрунтових проб, заснований на попередньому виділенні елементарних ділянок, як і у вітчизняній практиці агрохімічного обстеження полів у великих господарствах. Відмінність полягає головним чином у їх площі, що не перевищує, як правило, 2 га, і кількості обираємих проб для формування змішаного зразка ґрунту на кожній елементарній ділянці.

При використанні сіткового методу відбору проб поле розбивають на квадратні або прямокутні осередки площею від 0,5 до 2 га. Проби відбирають з кожного осередку і відсилають їх до лабораторії для аналізу. Така методика дозволить краще оцінити потребу в поживних елементах окремих ділянок поля. На невеликих за площею полях можуть використовуватися два походи до відбору проб при сітковому методі: точковий і по всьому осередку.

На першому етапі обстеження при точковому відборі проб по регулярній сітці осередок сітки не повинен бути більше 0,5 га за площею, якщо немає ніяких даних про варіабельність поля. У подальшому можна буде обмежитися осередками площею в 1 га. Якщо виявиться велика мінливість показників, необхідно розбити поле на більш дрібні осередки. Надалі, залежно від того, якими будуть результати першого обстеження, відбір проб можливий за меншого числа ділянок.

У кожній клітинці відбирається від 5 до 8 проб в окружності діаметром до 3 м з центром в середині клітинки (рис. 1), які об'єднують в один змішаний ґрунтовий зразок.

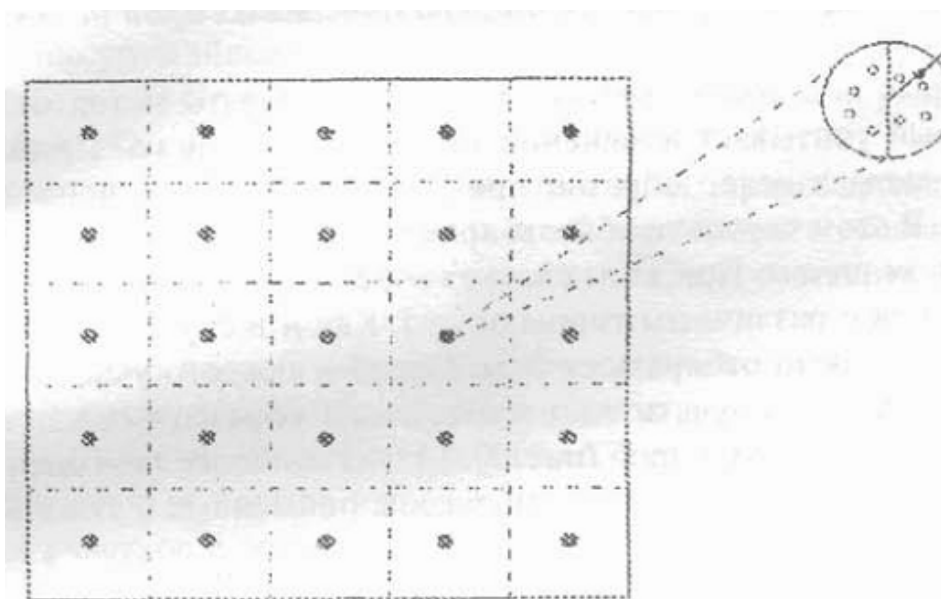


Рис. 1. Сітковий метод відбору проб із центру клітинки

При сітковому відборі проб по всьому осередку поле необхідно розбивати на клітинки (клітини) площею від 0,5 до 1 га і з кожного осередку відбирати по 5 проб «зигзагом» (рис. 2).

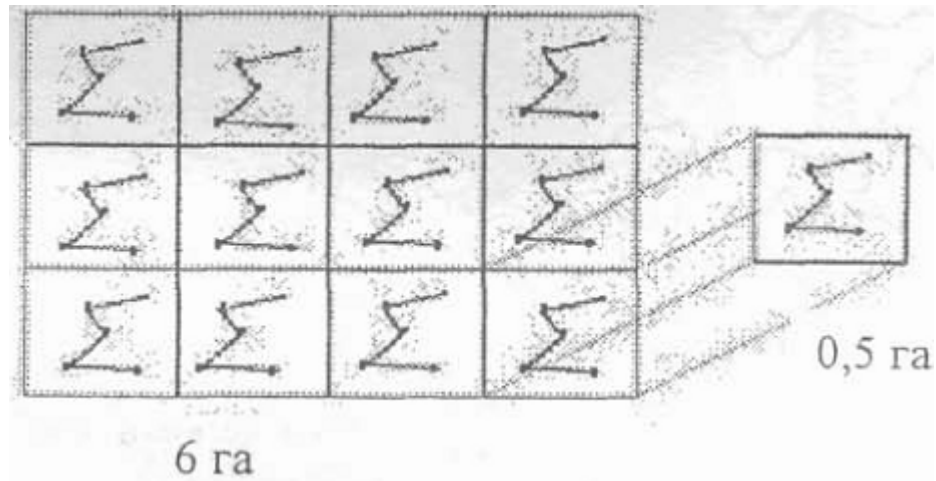


Рис. 2. Сітковий метод відбору проб по всій осередку «зигзагом»

На картосхемі поля відображається сітка і номери осередків, які заносяться в етикетки, прикладаються до ґрунтових зразків, і в супровідну відомість для передачі в агрохімічну лабораторію.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3-4

ТЕМА: ВИДІЛЕННЯ КОНТУРІВ ДЛЯ ВІДБОРУ ГРУНТОВИХ ПРОБ ЗА ТИПОМ ГРУНТУ

### ЗМІСТ ЗВІТУ

Деякі агрономи вважають за краще використовувати метод відбору проб, який враховує зміну типу ґрунту по полю. Застосування такого методу доцільно при наявності хорошої ґрунтової карти поля. У цьому випадку проби відбираються по кожному з ділянок з одним типом ґрунту. При цьому слід уникати відбору проб на межах ділянок з різним типом ґрунту. Як і у випадку секційного способу, необхідно відбирати від 5 до 8 проб з кожної ділянки випадковим чином і отримувати один змішаний зразок за допомогою ретельного змішування проб (рис. 1). Метод найбільш придатний для картографування солонцевих комплексів, заплачних і схилових земель з еродованими ґрунтами.

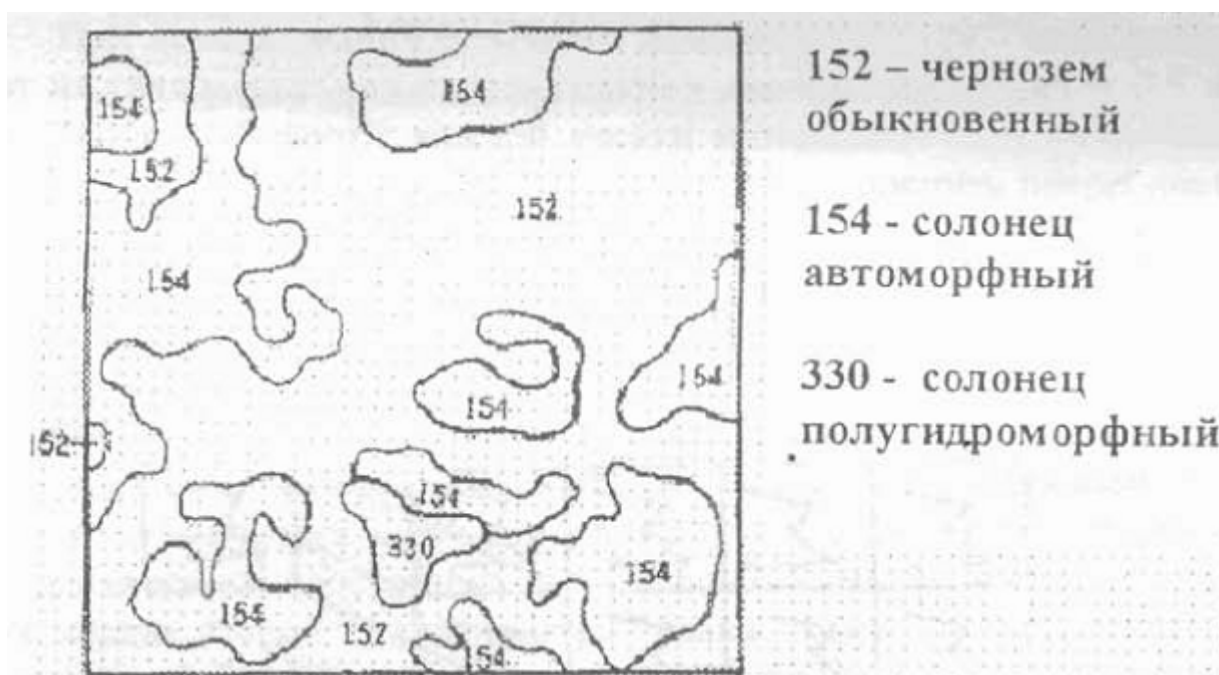


Рис. 1. Розбиття поля на ареали за типом ґрунту для взяття ґрунтових проб

### Виділення контурів за даними моніторингу урожайності

Даний спосіб заснований на автоматичному скануванні урожайності сільськогосподарських культур, головним чином зернових і кормових, в процесі їх збирання. Спеціальні датчики, установлені на комбайнах та реєструючі потік зерна



або іншої біомаси, пов'язані з глобальною (або локальною) системою позивання і борт-комп'ютером машини, дозволяють при подальшому обробітку даних стратифікувати ділянки (контури) поля за рівнем врожайності. Для даної, принаймні, культури виявлені контури врожайності будуть і контурами родючості (рис. 2).

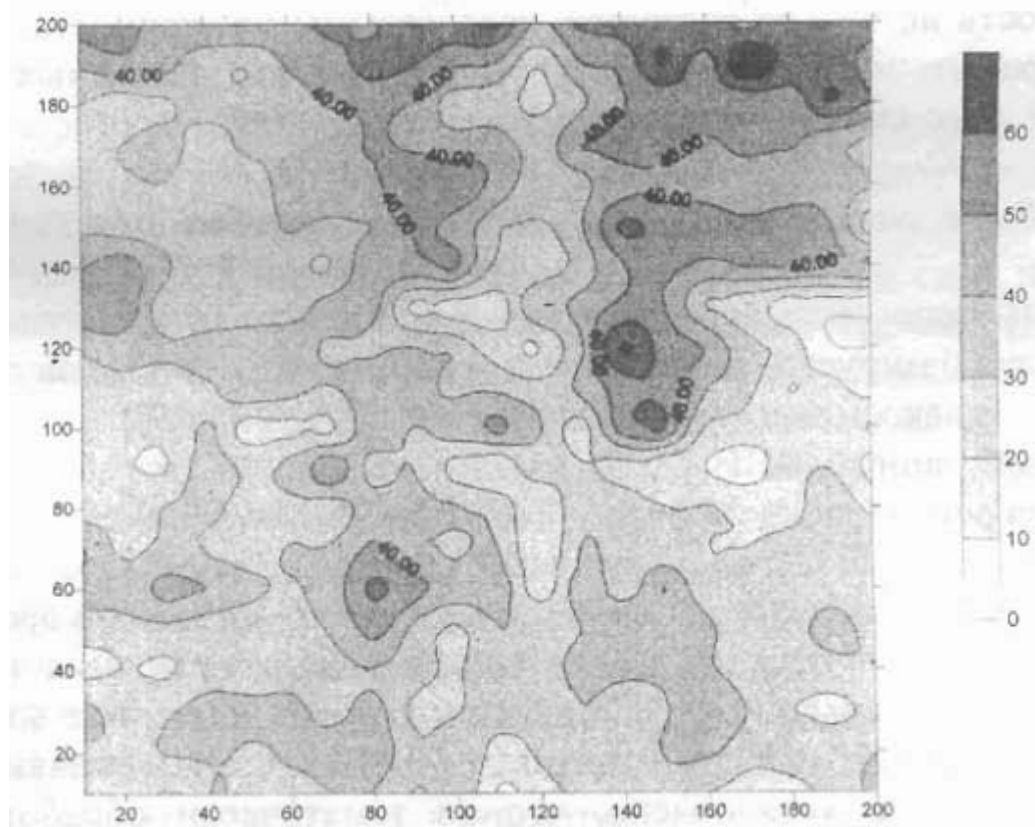


Рис. 2. Виділення контурів родючості по врожайності однолітніх трав

Використовуючи ці контури як елементарних ареалів, можна провести по ним відбір ґрунтових проб і встановити рівень забезпечення ґрунтів тими чи іншими елементами, тобто скласти агрохімічну картограму поля.

Зазначений спосіб значно економніше відбору проб по регулярній сітці. Наприклад, на полі площею в 200-300 га замість сотні змішаних ґрунтових зразків, складених з 2-3 тисяч індивідуальних проб, в цьому випадку виділяється кілька елементарних ділянок з відповідним зменшенням кількості проб, змішаних зразків і коштів на їх агрохімічний аналіз.

Недоліками даного методу є його орієнтація на чутливість певної культури на фактори родючості, які визначають саме її врожайність, причому визначений за

агрометеорологічними ресурсами в рік. Разом з тим відомо, що різні культури неоднаково реагують на ґрунтові умови. Так, за вимогами до факторів ґрунтової родючості істотно відрізняються, наприклад, озима пшениця і овес. І контури родючості, визначені по врожайності цих рослин, також будуть відрізнятися. Не меншу різницю в результатах можна отримати при скануванні врожайності гороху і люпину, кукурудзи та соняшнику і т.д. Інакше кажучи, культури, вимогливі до родючості ґрунту, дадуть інші результати, ніж менш вимогливі, причому це може відноситися не до родючості взагалі, а лише до окремих лімітуючих факторів (кислотності ґрунтів, забезпеченості фосфором або азотом і т.п. ). Погодні умови (вологозабезпеченість), також можуть неоднозначно впливати на врожайність культур по території поля.

Проте, даний спосіб виявлення контурів ґрунтової родючості заслуговує уваги для використання в практиці координатного землеробства. Застосування датчиків, що реєструють врожайність у процесі збирання сільськогосподарських культур, дає можливість не тільки скласти картограми врожайності, але дозволяє вирішувати і ряд інших господарських завдань, пов'язаних з підрозробкою і зберіганням врожаю.

### **Виділення контурів за даними дистанційного зондування**

Даний спосіб виділення агрохімічних контурів ґрунтової родючості базується на використанні різних методів дистанційного авіакосмічного зондування земної поверхні. Для регіонів з підвищеною хмарністю найчастіше вдаються дистанційне визначення внутрішньопольових контурів з допомогою радіолокації земної поверхні, що здійснюється в теплу пору року незалежно від погодних умов і часу доби з літаків або штучних супутників (ШС), в дециметровому діапазоні хвильового спектру випромінювання. Дослідженнями та тематичним обробленням (оцифрованих) космічних знімках полів досить чітко визначаються межі ділянок полів, що розрізняються за комплексом агрохімічних показників (рис. 3).

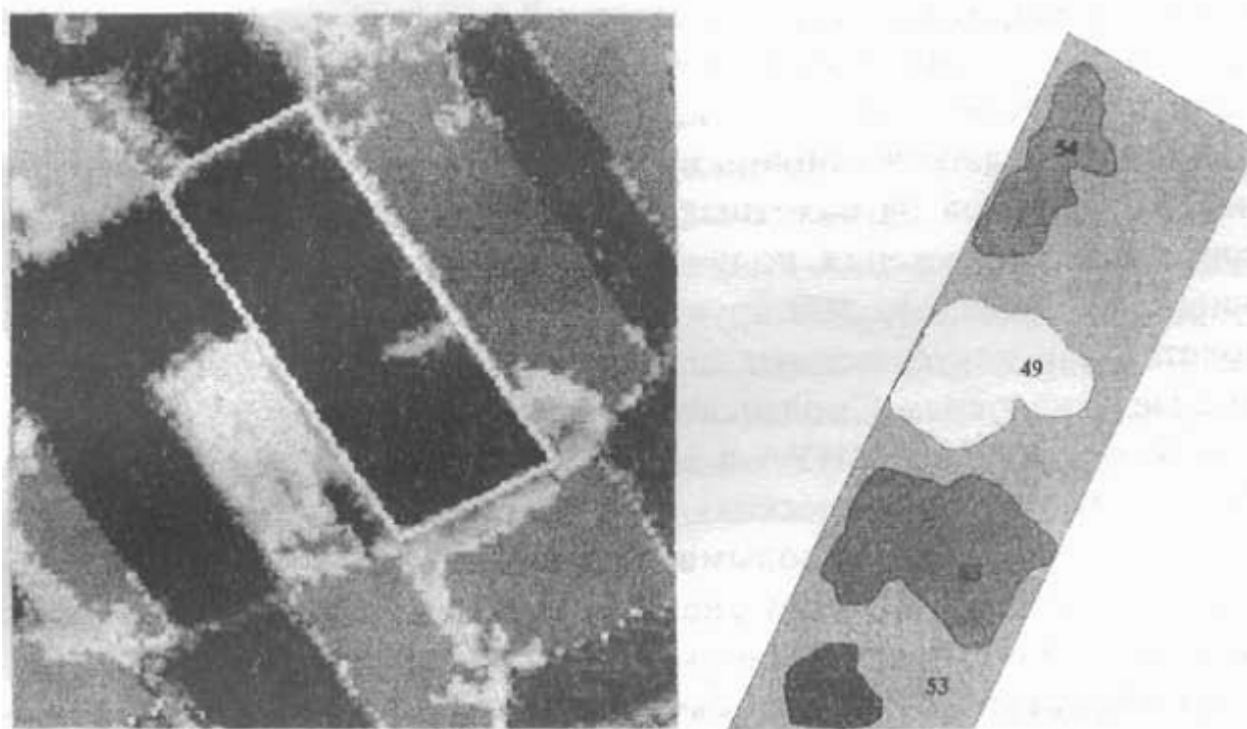


Рис. 3. Результати дистанційного зондування (а) та їх тематичної обробки (б)

Коефіцієнти кореляції рівнів сигналів радара з синтезованою апертурою, відбиті від приповерхневого шару ґрунту, який дорівнює приблизно половині довжини випромінювання, з агрохімічними показниками проб ґрунту, відібраних з орного шару на виявлених по знімках внутрішньопольових контурах, склали: для мінерального азоту 0,72, рухомого фосфору 0,59, рухомого калію 0,53, гумусу 0,4, обмінного кальцію 0,32, обмінного магнію 0,3, кислотності (рН) 0,22. При цьому найбільші коефіцієнти кореляції відзначені для найбільш варіабельних за площею полів агрохімічних показників, що принципово важливо для виділення внутрішньопольових агрохімічних контурів. Лабораторними дослідженнями електропровідності зразків ґрунту з виділених радіолокацією контурів родючості встановлено, що різниця в характері відображених сигналів пов'язана з іоноутворюючими речовинами в її складі, тобто, по суті, з концентрацією мінеральних елементів живлення рослин.

Виділені за допомогою радіолокації в середині контури ґрунтової родючості мають певну тимчасову стійкість. Однак для щорічної корекції доз добрив необхідно вести поконтурний облік не тільки внесених поживних речовин, а й

нормативно визначати їх винесення урожаєм, з тим щоб на цій основі оптимізувати живлення рослин з урахуванням динаміки ґрунтової родючості до проведення чергового етапу агрохімічного обстеження полів.

Поряд з радіолокаційними знімками, для виявлення агрохімічних контурів на орних землях можна використовувати фотометричні зображення, які одержані в різних діапазонах хвильового спектра за допомогою скануючої апаратури, встановленої на літаках або штучних супутниках Землі. Дослідження, проведені в умовах України, показали, що є достовірний зв'язок агрохімічних показників родючості дерново-підзолистого ґрунту з цифровими значеннями інтенсивності випромінювання зораного ґрунту в ближньому ІЧ-діапазоні, які отримані сканером МСУ-Е (ШСЗ «Ресурс-01») від ґрунтових контурів, виділених за результатами цієї зйомки на полях ОПХ, з подальшим відбором і агрохімічним аналізом ґрунтових зразків. Величина відображених сигналів по окремих ділянках полів ОПХ і агрохімічних показників орного шару ґрунту цих ділянок характеризують наступними статистично достовірними коефіцієнтами парної лінійної кореляції: по кислотності (рН) 0,6 вмісту гумусу 0,7, рухомого фосфору 0,5, калію 0,8. амонійного азоту 0,7. Ці дані свідчать про наявність причинно-наслідкового залежності інфрачервоного випромінювання від агрохімічних властивостей приповерхневого шару ґрунту, що дозволяє ідентифікувати контури ґрунтової родючості на авіакосмічних знімках по інтенсивності ІЧ-випромінювання.

Таким чином, дистанційні методи зондування сільськогосподарських угідь дозволяють реально вже в найближчому майбутньому поставити на об'єктивну основу в середині стратифікацію родючості ґрунтів з метою диференційованого застосування засобів хімізації. З подальшим вдосконаленням методів дистанційної індикації з'явиться можливість взагалі перейти на оперативне визначення показників ґрунтової родючості цими методами, не вдаючись до широкомасштабних агрохімічних досліджень мільйонів гектарів орних земель, які вимагають величезних витрат праці і коштів.

При попередньому виділенні елементарних ділянок (контурів) на основі дрібного обліку врожайності або дистанційного зондування при стратифікації

родючості полів по оцифрованих електронних картах також слід орієнтуватися площею полів. Площа і кількість виділених контурів залежно від строкатості родючості, що оцінюється за електронних карт, може варіювати для кожного природно-сільськогосподарського району в певних межах.

Орієнтиром для визначення кількості елементарних ділянок як при апріорно, так і заснованому на попередній оцінці варіабельності ґрунтової родючості відомими способами можуть служити дані табл. 1 і 2. Середній по полям вміст у ґрунті рухомого фосфору та обмінного калію береться з наявних в господарстві паспортів полів. Беручи до уваги, що коефіцієнти варіації від 10 до 20 вважаються середніми, тобто допустимими, і виходячи з даних табл. 2 та 3, на середньо і добре окультурених дерново-підзолистих ґрунтах з вмістом рухомого фосфору в середньому по полю не менше 10 мг/100 г та обмінного калію не менше 8 мг/100 г можна обмежитися 10 елементарними ділянками. На інших типах ґрунтів подібні допущення вимагають додаткових досліджень.

Для виділення агрохімічних контурів можна використовувати дистанційне зондування посівів сільськогосподарських культур як за допомогою радіолокації, так і фотоспектрометрії. Дослідження показали, що цифрові сигнали, одержані з ШСЗ, дозволяють по біомасі чи інтенсивності зеленого забарвлення листя рослин з достатньою точністю визначати ділянки поля з різною забезпеченістю їх елементами живлення та іншими факторами родючості ґрунтів.

Таблиця 1

Можливі максимальні коефіцієнти варіації (V%) вмісту рухомого фосфору в межах однорідних груп залежно від числа елементарних ділянок на полі

Число елементар-	Вміст рухомого фосфору по Кирсанову, мг/100 г ґрунту				
	менше 2,5	2,5-5,0	5,1-10,0	10,1-15,0	15,1-25,0
3	69	40	40	24	30
5	51	29	29	17	22
10	34	21	21	13	16
15	34	19	20	12	14
20	28	18	18	11	13
30	28	17	17	10	12

Таблиця 2

Можливі максимальні коефіцієнти варіації (V%) змісту обмінного калію в ґрунті в межах однорідних груп залежно від числа елементарних ділянок на полі

Число елемен-	Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту				
	менше 4,0	4,1-8,0	8,1-12,0	12,1-17,0	17,1-25,0
3	72	40	24	21	22
5	52	28	17	14	16
10	40	22	13	11	12
15	36	20	12	10	11
20	32	18	11	10	10
30	28	16	11	8	9

Перспективні також фізичні методи наземного сканування полів з метою оконтурювання виділів з різним рівнем ґрунтової родючості. Це, по-перше, сканування електропровідності ґрунтів, і, по-друге, інтенсивності зеленого забарвлення посівів. За першим методом поля обстежуються спеціальним агрегатом, на якому по ширині його захоплення встановлені робочі органи, що знаходяться під невисокою напругою і контактують в робочому положенні з ґрунтом (рис. 4 і 5).

У процесі руху агрегату по полю його кондуктометричний проділ вимірює рівень електропровідності ґрунту між цими робочими органами з фіксацією в борт-комп'ютері (на електронній карті поля).

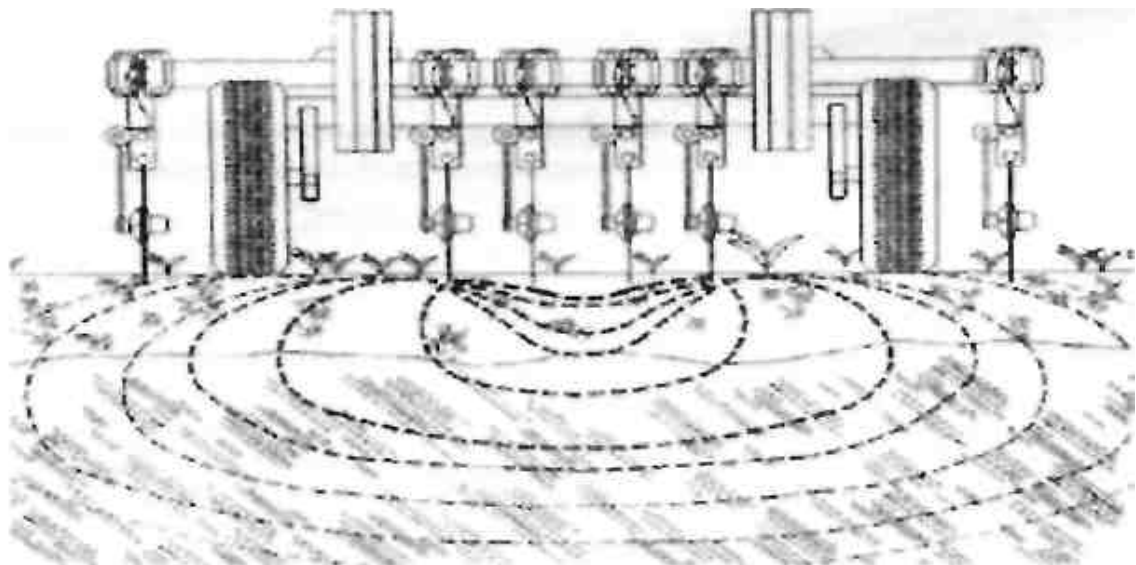


Рис. 4. Вимірювання електропровідності ґрунту



За закордонними даними, величина електропровідності, ґрунту в певних умовах в більшій мірі корелює врожайністю культур, ніж утримання в ній окремих елементів живлення (рис.6), оскільки кожен з них вносить свій внесок в електропровідність.



Рис. 6. Залежність врожайності від електропровідності ґрунту та агрохімічних показників орного шару

Можливо також сканування властивостей ґрунту методом електроіндукції. За другим методом, сканування інтенсивності зеленого забарвлення посівів здійснюється спеціальними широкозахватними спектрофотометричними сенсорами, що встановлюються перед або над кабіною трактора або машини та передають оцифровані сигнали на бортовий комп'ютер із занесенням на електронну карту поля (режим off-line) або через бортовий комп'ютер агрегату безпосередньо на робочі органи удобрювача (режим on-line).

Оброблені сканерні знімки (картограми поля) служать основою для виділення контурів ґрунтової родючості як елементарних ділянок для агрохімічного обстеження або безпосередньо для диференціації доз добрив під культуру.



## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

ТЕМА: ТЕРМІНИ, ПЕРІОДИЧНІСТЬ І ГЛИБИНА ВІДБОРУ ГРУНТОВИИХ ПРОБ НА ЕЛЕМЕНТАРНІ ДІЛЯНКИ

### ЗМІСТ ЗВІТУ

#### **Терміни і періодичність відбору ґрунтових проб**

Раціональна технологія харчування рослин передбачає диференційоване внесення азотних, фосфорних і калійних добрив під основний або передпосівний обробіток ґрунту і дрібно-диференційоване застосування азотних добрив в весняно-літній період вегетації за фазами їхнього розвитку на основі ґрунтово-рослинної діагностики.

Результати досліджень щодо застосування добрив в сівозміні в умовах дерново-підзолистих суглинкових ґрунтів показали, що найбільш стійким у часі є вміст в орному шарі рухомих форм фосфору і калію, найменш стійким - вміст нітратів. Згідно з дослідженнями виявлено територіальна скорельованість практично всіх основних агрохімічних показників ґрунтової родючості. При цьому вирішальний вплив на характер розподілу по площі агрополігонів надає рельєф ділянок. Зокрема встановлено, що на просторову варіабельність фосфору найбільше впливає мікрорельєф, калію - мезорельєф. Окультурення ґрунту дещо знижує залежність показників родючості ґрунтів від рельєфу, проте визначена залежність зберігається навіть при інтенсивному застосуванні добрив. Так, порівняння варіограм в переддослідний і післядослідний періоди, тобто по завершенні 6-річної ротації сівозміни з внесенням за ротацію  $N_375P190K450$  показало, що просторове варіювання елементів живлення рослин досить стійке до впливу антропогенних факторів, якщо воно проводиться без урахування цього варіювання. На звичайному чорноземі найбільш стійким у часі, незалежно від інтенсивності застосування добрив, виявилось утримання в орному шарі рухомого фосфору.

Виходячи з цього, визначення рН, вмісту рухомих форм фосфору і калію в орному шарі на полях з диференційованим внесенням добрив може проводитися

періодично, тобто один раз в декілька років. Зміна цих показників між етапами обстеження може прогнозуватися на основі таких контрольованих параметрів, як врожайність і винос елементів живлення, дози внесення добрив і меліорантів з використанням нормативних даних про витрату кальцію, фосфору і калію добрив на зміну агрохімічних властивостей ґрунтів на одиницю концентрації відповідно водню (рН), рухомих форм фосфору і калію.

На результати ґрунтового аналізу істотно впливають проміжок часу між попереднім внесенням добрив і відбором проб протягом сезону, температура ґрунту і вміст вологи, вирощена раніше культура. Не існує оптимального часу відбору проб протягом сезону, так як сезонні зміни утримання поживних різних елементів змінюються по різному. Однак при проведенні багаторічних спостережень проби рекомендується відбирати їх в один і той же час.

Відбір ґрунтових проб рекомендується проводити на полях, не зайнятих в даний час сільськогосподарськими культурами. Для цього найкраще підходить осінній період після збирання культур. Можливі й інші терміни, включаючи весну і літо, але за умови, що в наступні роки агрохімічного обстеження відбір проб на полях буде проводитися в ці ж сезони, тому що багато агрохімічних показників мають сезонну динаміку і будуть в іншому випадку важко порівнюватись (у багаторічному аспекті).

Проби для оцінки вмісту в ґрунті рН, цинку (Zn) і фосфору (P) можуть відбиратися практично протягом усього року.

Вміст калію в пробі, взятій із промерзлого ґрунту, може бути вищим, ніж при відборі проб в іншу пору року. Нітрати, сірка і хлор досить рухливі, тому проби краще відбирати восени або навесні. Проби для оцінки рН вмісту в ґрунті цинку і фосфору можуть відбиратися практично протягом усього теплого часу року через їх тимчасову стійкість. Не можна проводити відбір ґрунтових проб раніше 1 місяця після внесення до 60 кг/га д.р. будь-якого добрива і 2-2,5 місяців після внесення більше 60 кг/га д.р.

### **Глибина відбору ґрунтових проб**

Глибина відбору ґрунтових проб на орних землях для визначення основних

агрохімічних показників ґрунтової родючості визначається потужністю орного шару. На дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах це, як правило, 0-20, 0-22 см, на чорноземах -0-25, 0-30 см.

Таблиця 1

Вплив глибини відбору і способу обробітку ґрунту на вміст фосфору в пробах, мг/кг

Глибина відбору проб, см	Оранка плугом	Чизелювання + дискування	Дискування	Нульовий обробіток
0-10	24	52	55	41
0-15	24	45	42	31
0-20	24	37	34	25
0-25	24	31	28	2!

При різноглибинному обробітку ґрунту ґрунтообробними знаряддями, що пов'язано з прийнятою в регіоні системою ґрунтозахисного землеробства, рекомендується також відбирати проби на глибину 20-30 см залежно від зони. Як видно з таблиці 1, прив'язка глибини відбору ґрунтових проб до глибини практикуючого обробітку ґрунту різними ґрунтообробними знаряддями може дати спотворені результати при подальшій зміні глибини її обробітку, наприклад при заміні мінімального обробітку звичайною оранкою. Саме тому доцільна єдина глибина відбору ґрунтових проб в умовах різноглибинного обробітку ґрунту на полі.

### **Особливості відбору проб при оперативній ґрунтово-рослинній діагностиці**

Методика оперативної ґрунтово-рослинної діагностики азотного живлення зернових та інших культур передбачає визначення наявності елементів живлення та варіабельності їх розподілу не тільки в орному, а й у підорному шарах ґрунтового профілю. Для зниження працевитрат і прискорення діагностики азотного режиму ґрунтів допускається обстеження їх на глибину орного шару, але тільки за умови внесення поправок на вміст азоту в підорному шарі, що досягається при вибіркового визначенні азоту в цих шарах на типових ділянках поля (ключач). Це припущення засноване на тому, що має місце досить тісний

корелятивний зв'язок мінеральних форм азоту в орному і підорному шарах, який характерний для кожного окремо взятого року.

Так, дослідження дозволили встановити наявність тісного кореляційного зв'язку вмісту нітратного азоту у верхньому 30-сантиметровому шарі з вмістом його в нищележачих шарах до глибини 100 см. Коефіцієнти парної лінійної кореляції вмісту нітратного азоту по шарах на ділянках із середньою його кількістю у верхньому шарі (10,9 кг/га) з розподілу по шарах на ділянках з меншим (6,5 кг/га) і великим (41,0 кг/га) дорівнювали 0,7-0,8 і були достовірні статистично.

Вважається, що терміни проведення оперативного обстеження ґрунту на вміст у них мінерального азоту визначаються технологією обробітку культур. Для озимих зернових це, як правило, рання весна, після відтоку води з верхнього шару ґрунту, на початку відростання рослин. Для ярих культур ґрунтова діагностика повинна проводитися до передпосівної культивації ґрунту, під яку зазвичай вносять добрива.

Для визначення забезпеченості рослин азотом, проведеного у порядку оперативної діагностики, рекомендується пошаровий відбір ґрунтових проб на глибину до 60-90 см для аналізу зразків на вміст мінерального (нітратного або суми нітратного і амонійного) азоту або з орного шару з перерахунком вмісту мінерального азоту або тільки нітратного азоту на весь коренезаселений шар за результатами їх визначення в цьому шарі на контрольних полях (ключових ділянках).

Рослинна діагностика проводиться для регулювання азотного режиму харчування зернових культур та інших культур в період їх вегетації. Диференційоване застосування азотних добрив вимагає виявлення внутрішньопідложної неоднорідності в забезпеченості рослин азотом, що пов'язане не тільки з великим об'ємом діагностичних робіт, але і з необхідністю їх проведення в короткі терміни в критичні фази росту та розвитку рослин. У цих цілях найбільш придатні методи дистанційного (авіакосмічного) зондування посівів, а також мобільними N-сканерами.

Результати апробації наземно-дистанційної рослинної діагностики азотного

живлення посівів, в т.ч. озимих зернових культур, у виробничих умовах дозволили переконатися в тому, що дана методика може бути використана для проектування технологій диференційованих підгодівлі посівів з урахуванням внутрішньопідложної неоднорідності їх забезпеченості азотом. У критичні фази росту і розвитку рослин проводиться їх дистанційна зйомка в радіо- або інфрачервоному діапазоні електромагнітних хвиль. Одночасно на ключових ділянках посівів (у спеціальних дослідах або на спеціально підібраних ділянках виробничих полів) проводиться наземне обстеження з визначенням азоту в індикаторних органах рослин (стеблах, листі). На підставі цих даних призначаються дози підгодівлі відповідно до розробленого алгоритму. При наявності мобільних N-сенсорів або портативних N-тестерів дистанційна авіакосмічна зйомка може бути замінена наземною.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

ТЕМА: ТЕХНОЛОГІЯ ВІДБОРУ ПРОБ І ФОРМУВАННЯ ЗМІШАНИХ ЗРАЗКІВ ҐРУНТУ, ПІДГОТОВКА ЇХ ДО ЛАБОРАТОРНИХ АНАЛІЗУ

### ЗМІСТ ЗВІТУ

Сучасні технології координатного землеробства передбачати прив'язку основних польових операцій до абсолютних або відносних географічних координат. У цих цілях звичайно використовують приймачі сигналів глобальних (супутникових) або локальних (наземних) систем позиціонування. До глобальних системам відноситься американська (GPS), вітчизняна («ГЛОНАСС»), а з 2008 р. буде функціонувати європейська («Галілео»), що складаються з декількох десятків супутників кожна, що обертаються на навколоремних орбітах.

Технологія пробовідбору полягає, насамперед, у визначенні координат обстежуваного нуля і виділених на ньому тим чи іншим способом елементарних ділянок (контурів). Координати поля по основним точкам периметра визначаються при русі навколо нього з приймачем сигналів позиціонування. Так само визначається положення контурів на карті поля. На невеликих за площею полях виділення в натурі елементарних ділянок може проводитися без використання систем позиціонування шляхом установки вишок або окометрично.

Відбір проб може здійснюватися механізованим або вручну. Для механізованого відбору проб пробовідбірники встановлюються на самохідних машинах: самохідних шасі, мотоколясках, квадрациклах (типу «Ямаха») і т.п. Основна вимога до таких агрегатів - висока прохідність по орних угіддям, мотостабільність, легка керованість, низький тиск на ґрунт, простота в експлуатації, висока продуктивність робіт (рис. 1).

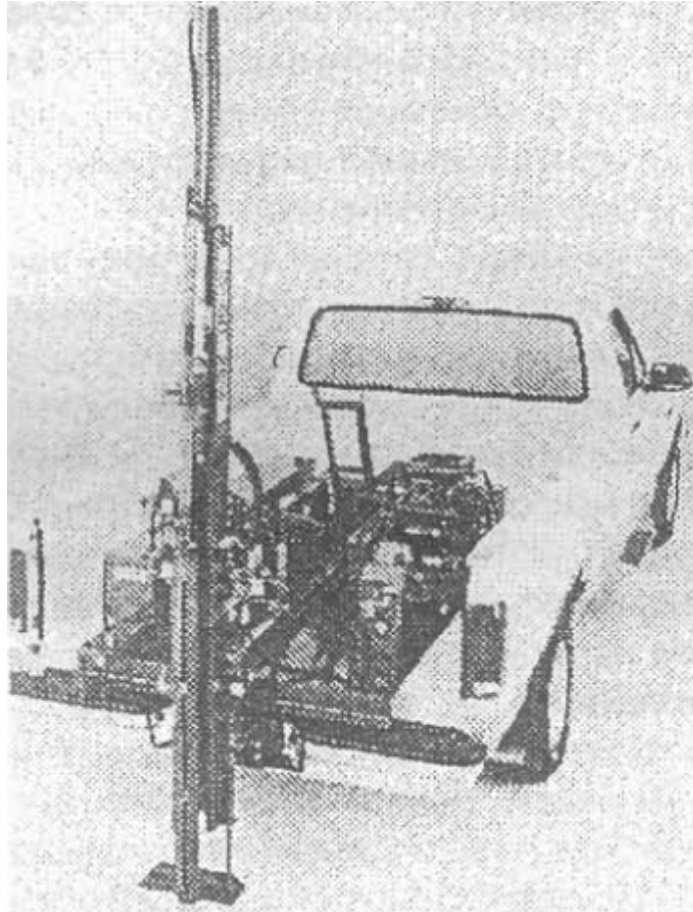


Рис. 1. Мобільний пробовідбірник на автомобільному шасі

При невеликому обсязі робіт (у селянських, фермерських господарствах) може практикуватися ручний відбір проб з використанням пробовідбірників (бурів) різної конструкції. У цих цілях для відбору проб з орного шару найбільш придатні штиркові пробовідбірники, які використовують агрохімслужби. Для взяття проб з орного і підорного шарів (при діагностиці азотного живлення) практикуються ударні або свердлильні бури, що дозволяють пошарово відбирати ґрунт з глибини до 100 см.

Проби ґрунту, відібрані відповідно до прийнятої схеми, для кожної елементарної ділянки (контуру) поміщають спочатку в пластикове відро (при відборі проб з різних шарів ґрунту для кожного шару в окреме відро), а потім у поліетиленовий пакет (пакети) з відповідною етикеткою. Об'єднані проби одного ґрунтового шару з одної елементарної ділянки (контуру) представляють вихідний матеріал для формування змішаного зразка.

Загальна маса проб для змішаного зразка повинна становити не менше 300 г.

На етикетках зазначають номер поля, елементарної ділянки (контур) відповідно до їх номеру, позначеними на картосхемі поля, глибину і термін відбору проб.

У лабораторних умовах організують сушку ґрунту при природній температурі повітря (якщо не потрібне визначення агрохімічних властивостей в свіжовідібраних зразках), її ретельне перемешування, подрібнення з просіюванням через сито з розміром осередків 2x2 мм (для визначення гумусу - діаметром 1 мм), укладання просіяного ґрунту в пластмасові або картонні коробки з відповідним етикетуванням. У такому вигляді ґрунтові зразки можуть передаватися в агрохімічну лабораторію на аналіз. До зразків повинні додаватися їх опис (відомість) з зазначенням назви та адреси господарства (замовника), господарського підрозділу, якщо це необхідно, номери сівозміни та поля, типу ґрунту, а також номерів елементарних ділянок, строку та глибини відбору ґрунтових проб, що вимагають від лабораторії агрохімічні показники родючості ґрунту.

#### **Форма подання матеріалу для складання агрохімічних**

Для складання агрохімічних картограм результати лабораторних аналізів заносяться в спеціальну форму (табл. 1) з зазначенням номера, географічних або інших координат кожної елементарної ділянки (контур) і агрохімічних показників відповідного зразка ґрунту.



## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7**

### **ТЕМА: СКЛАДАННЯ АГРОХІМІЧНИХ КАРТОГРАМ**

#### **ЗМІСТ ЗВІТУ**

##### **Методи інтерполяції даних**

Після перенесення цих показників у базу даних комп'ютера проводиться їх обробка за спеціальними програмами з використанням геостатистичних методів інтерполяції кожного з показників з видачею електронних картограм. Метою інтерполяції є перехід від точкового або схематичного (по елементарним ділянкам поля) подання матеріалів агрохімічного обстеження до реальному (з відомим наближенням) розподілу концентрацій визначених елементів по полю, враховуючи фактичний поступовий просторовий перехід від високих концентрацій до низьких і навпаки.

На точність інтерполяції впливає метод відбору проб і щільність взяття зразків. У свою чергу, від точності інтерполяції залежить кількість і форма контурів на карті.

В даний час при складанні агрохімічних картограм найбільшого поширення набули такі методи інтерполяції даних:

- Глобальні вимірювання центральної тенденції;
- Локальний метод центральної тенденції;
- Метод зворотної відстані;
- Сплайн;
- Геостатистичний;
- Точковий крігінг.

Метод і крок інтерполяції даних вибирається, як правило, виходячи з прийнятої градації конкретного показника.

##### **Інтерпретація агрохімічних картограм для прийняття управлінських рішень**

Обробку даних на першому етапі і підготовку картографічних моделей з

метою візуалізації даних найбільш доцільно проводити за допомогою прикладних програм SURFER-32 і спеціально розробленого для цих цілей ВНИИМС. Масив даних вводиться в ЕВМ в умовних координатах, а потім приводиться до картоснови за допомогою афінного перетворення. Для апроксимації поверхонь слід використовувати метод Kriging (крігінг). В основі крігінга лежить припущення про просторовий взаємозв'язок точок модельованих поверхонь. В якості вагових функцій використовуються просторові автокореляційні функції поля розподілу поживних елементів, що відображають його статистичну структуру. Розрахункові автокореляційні функції використовуються в системі рівнянь для обчислення вагових співвідношень виходячи з умов мінімуму стандартної помилки.

Аналіз карт розподілу поживних елементів дозволяє установити інтенсивність зміни параметрів родючості, таких як рН, вміст NPK та гумусу на різних ділянках поля. Про інтенсивність зміни просторового розподілу концентрацій тих чи інших показників можна судити по відстані між ізолініями. Відомо, чим менше відстань між ізолініями, тим інтенсивніше змінюється показник, тобто більше горизонтальний градієнт. Градієнт чисельно дорівнює зміні показника по нормалі до ізолінійної поверхні і спрямований по цій нормалі в бік зменшення показника. Розміщення зон максимальної швидкості зміни показника обумовлено закономірностями формування родючості. Ці закономірності пов'язані як з природними факторами (рельєф, тип ґрунту, близькість залягання ґрунтових вод), так і антропогенними.

Певну цікавість представляє аналіз зміни родючості не тільки в просторі, але і в часі. Накладення електронних агрохімічних картограм, отриманих для одного і того ж поля за результатами послідовних етапів агрохімічного обстеження, дозволяє виявити динаміку цих показників в цілях управління ґрунтовими процесами методами координатного землеробства, включаючи, насамперед, диференційоване застосування добрив. За таким же принципом може проводитися аналіз динаміки інших показників ґрунтової родючості, зокрема агрофізичних, інтенсивності ерозійних процесів, урожайності і т.д.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

### ТЕМА: ПАКЕТИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СКЛАДАННЯ КАРТОГРАМ

#### ЗМІСТ ЗВІТУ

Найбільш часто вирішуваною проблемою аналізу просторової інформації при диференційованому внесенні добрив є картування, яке потім використовується для підтримки процесу прийняття рішень. Під картуванням розуміється заповнення (інтерполяція) просторово-розподілених даних. Ця проблема вирішується в рамках сучасних геоінформаційних систем (ГІС), які надають широкий набір засобів для картографії та подання інформації на реальних картах. Серед найбільш потужних ГІС фігурують Arc/Info, ArcView, Mapinfo, Idrisi, Atlas, Microstation. Сучасні ГІС використовують бази даних як джерела інформації та географічні карти у відповідних форматах для подання просторово-часових даних і управління ними. Недоліком більшості сучасних ГІС є вузький набір засобів дослідження просторового характеру даних або повна відсутність геостатистичних та стохастичних моделей просторового прогнозу.

В даний час у світі існує і розробляється ряд програм і програмних пакетів для реалізації геостатистичного підходу до аналізу даних. Серед них як комерційні, так і некомерційні продукти вільного та цільового використання. Можливо окремо виділити комерційні пакети ISATIS, Surfer, Spatial Slat, GS +, FSS Tools, широко поширені некомерційні пакети Geo-EAS, GSLIB, а також VARIOWIN, FAIPACK, UNCERT, Geostatistical Tool Box, K. STAT, MSTAT, GAMLIB, GEONUM. Нижче наводиться короткий опис основних характеристик найбільш розповсюджених програм.

#### **Geo-EAS**

Одним з широко поширених геостатистичних пакетів є пакет програм Geo-EAS - Geostatistical Environmental Assessment Software, Englund E., Sparks A.. 1991) {<ftp://matfa.arizona.edu/inconing/unix.geoeas>). Розроблений в 1991 р. спеціально для застосування в задачах, пов'язаних з навколишнім середовищем, пакет містить

необхідні компоненти для проведення повного геостатистичного аналізу просторово розподілених (2D) даних із застосуванням методів геостатистики: попередній статистичний аналіз і візуалізація, варіографія, кросвалідація, оцінювання (кригінг), побудова контурних карт оцінок. Завдяки широкому визнанню пакету Geo-EAS однойменний формат даних, що використовується при роботі з програмами пакету, був прийнятий в якості базового в різних комерційних і некомерційних геостатистичних програмах. Програми пакету, зібрані в інтегровану оболонку, працюють під DOS, дешеві у експлуатації на комп'ютері і прості у використанні. Незважаючи на обмежені можливості і невелику потужність, пакет Geo-EAS є надійним і широко використовуються в сучасній прикладній геостатистиці пакетом програм. Недоліками пакету є його невелика потужність, обмежений набір засобів і розмір оброблюваних файлів, закритість системи по відношенню до інших програм (баз даних, ГІС і т.д.). Пакет Geo-EAS до справжнього моменту вважається морально застарілим для глибокого аналізу і успішно застосовується переважно в навчальних цілях.

### **GSLIB**

Пакет програм GSLIB (Geostatistical Software Library) був розроблений у Стенфордському університеті (США) як збір некомерційних програм з геостатистики і стохастичного моделювання (Deiitsch C, Journei A.G., 1996) Oitrp: / / ekotisk.stariford.edu / sciAsoftware.htmr). Програми пакету написані на Фортрані й легко компілюються під різні операційні системи та платформи: DOS (з 32-х розрядними бібліотеками Microsoft FORTRAN Power Station), SUN OS, UNfX, HP UNIX. GSLIB надає найбільш потужні можливості для реалізації трьохмірного геостатистичного оцінювання (кригінг різних типів, в тому числі кокригінга і індикаторного кригінгу) і стохастичного моделювання (послідовного Гаусового та інших). Поряд з розрахунковими програмами, бібліотека містить низку необхідних програм для попереднього аналізу, побудови варіограм, кросвалідації, різних перетворень, а також має широкі можливості виведення графічних результатів у форматі PostScript.

Разом з тим, незважаючи на широкий набір моделей, GSLIB не володіє рядом необхідних засобів, таких як аналіз мережі моніторингу та статистика з рухомим вікном. Програми пакету поширюються у текстах, що залишає можливості для регулювання потужності виконуваних модулів. Вихідні тексти обчислювального ядра пакету платформи-незалежні, що належить до його переваг. Проте інтерфейс пакету розроблено недостатньо, оскільки запуск програм повинен здійснюватися в режимі командної строки. Незважаючи на це, програми пакету прості у користуванні, добре документовані і прокоментовані в текстах.

### **Variowin**

Програма VARIOWIN розроблена в Лозаннському Університеті для проведення інтерактивного структурного аналізу в середовищі MS Windows™ (Pannatier, Y., 1996). Пакет включає в себе програми для пошуку, виявлення, аналізу та моделювання просторових кореляційних структур у двовимірному просторі. Програми дозволяють провести глибокий і докладний аналіз просторової безперервності з урахуванням анізотропії і з використанням різних моментів другого порядку для її опису. Для дослідження авто- і кросскореляційних структур використовуються варіограмні поверхні, варіограмні хмари і діаграми розкиду пар (h-scatter plots) для варіограм за напрямками. При цьому зведені зображення інтерактивно пов'язані між собою і картою розташування точок вимірювань (post plot). Це дає можливість відстежити вплив викидів високих значень і виділити анізотропні структури, визначити присутність глобального тренда в даних. Інтерактивний режим моделювання варіограм здійснюється підгонкою вручну досліджуваних параметрів.

### **Surfer™**

Пакет прикладних програм Surfer™ розроблений компанією Golden Software (Денвер, США) (<http://www.golden.com>). Історія створення пакету тягнеться від перших версій для операційної системи MS DOS до версій з графічним інтерфейсом MS Windows™. Сучасна версія пакету Surfer являє собою систему візуалізації просторової інформації в 2D і 3D у вигляді контурних карт, поверхонь, post plot (діаграма місця розташування точок) і т.п. Пакет має багатий вибір засобів

графічної обробки і редагування, включаючи символні і геометричні об'єкти. У пакет включено ряд моделей просторової інтерполяції як детерміністичних (зворотні відстані, радіальні базисні функції, і т.п.), так і геостатистичних (кригінг). Однак для коректного проведення просторового аналізу в системі відсутні засоби варіографії і крос-валідації. До переваг пакета слід віднести наявність макромови, що дозволяє створювати внутрішню послідовності обчислень і власну базу даних з достатнім набором засобів роботи з даними (електронна таблиця, парсер і т.п.). Surfer™ взаємодіє з пакетом AutoCad, що дозволяє представляти результати аналізу на планах і картах-схемах. Володіючи простим і доступним інтерфейсом, пакет Surfer™ отримав широке поширення в силу своєї універсальності, хоча він має безліч обмежень для проведення глибокого геостатистичного аналізу.

### **ISATIS**

ISATIS представляє собою дорогу комерційну комп'ютерну систему з аналізу просторово розподіленої інформації в 3D просторі, розроблену компанією Geovariance (Франція, <http://www.geovariiances.fr>). ISATIS націлений на застосування широкого спектру засобів сучасної геостатистики, включаючи підготування даних, просторовий структурний аналіз, інтерполяцію та моделювання. Система створена на платформі UNIX і працює під її різновидами (HP UNIX, Solaris) або емуляцією (Windows NT). Володіючи найбільш широким спектром геостатистичних моделей і графічним інтерфейсом користувача (OSF / Motif), ISATIS представляється як найбільш потужний засіб для проведення повного і глибокого геостатистичного аналізу. Ця система використовується в провідних нафтовидобувних і гірничорудних компаніях. Повний цикл аналізу даних проводиться від обробки даних у власній СУБД (GTX для Geostatistical Toolbox) до виведення результатів в ГІС (Arc / Info). Серед недоліків ISATIS можна віднести відсутність засобів аналізу із суміжних областей (мережі моніторингу, штучні нейронні мережі, робастні методи), обмеження з використання на персональному комп'ютері (MS Windows™) і по сумісності з популярними прикладними програмами. Пакет ISATIS орієнтований на комерційне використання в промисловості, що обумовлює його високу вартість і тим самим

обмежену доступність у застосуванні для наукових і навчальних завдань. ISATIS є закритою системою, що ускладнює або робить неможливим його незалежний розвиток.

### **GS +**

Пакет GS + розроблений американською компанією Gamma Design (<http://www.gammadesign.com>) спочатку для ОС DOS а потім і для MS Windows™. GS + включає в себе набір геостатистичних інструментів для проведення повного циклу аналізу просторових даних у двовимірному просторі. Серед переваг GS + слід відзначити добре пророблений графічний інтерфейс з 3D візуалізацією і сумісність з програмами SURFER™ та TIC ArcView™. В GS + достатньо добре реалізовано дослідження просторової кореляційної структури, хоча її моделювання в рамках засобів пакета має низку істотних недоліків. Наявність в пакеті крос-валідації та аналізу її результатів являється необхідним компонентом для коректного геостатистичного дослідження. Обмеженнями пакету GS + є наявність тільки однієї моделі інтерполяції (звичайного кригінга), відсутність моделей багатозмінної і непараметричної геостатистики, стахостатистичного моделювання, неможливість моделювання складної анізотропної просторової кореляції в різних масштабах за допомогою гніздової структури (комбінації декількох моделей), а так само обмеження при роботі з великими масивами даних. GS + працює з різними форматами вхідних файлів даних: Excel, Lotus 1-2-3 formats, Access, dBase, Paradox, і FoxPro, а так само сумісний з основним геостатистичним форматом Geo-EAS. Недоліком пакету є його погана сумісність з іншими геостатистичними програмами, що володіють різноманітними засобами моделювання (GSLIB, Variowin). У цілому пакет GS + є простим у використанні і придатний для вирішення навчальних завдань і завдань, які не потребують застосування складних геостатистичних моделей.

## ПИТАННЯ ДЛЯ ПРОМІЖНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

1. Предмет навчальної дисципліни "Система точного землеробства". Мета та задачі курсу. Історична довідка виникнення СТЗ. Стан СТЗ у світі та Україні, внесок вітчизняних учених у її розвиток.

2. Системи точного землеробства (СТЗ) - високоінтегрованої системи аналізу і синтезу технологій вирощування с.-г. культур та їх керуванням. Супутникова система глобального позиціонування.

3. Базові елементи СТЗ. Що таке GPS? Космічний сегмент. Керуючий сегмент. Сегмент користувача. Поняття системи глобального позиціонування (GPS).

4. Основи роботи GPS. Термінологія і опис принципів роботи (GPS). Що являє собою сигнал GPS супутника ? Як GPS-приймач ідентифікує кожен із супутників?

5. Методи визначення положення в просторі з використанням GPS. Точність GPS і впливаючі на неї фактори. Часи, що встановлені на супутнику. Орбіта супутників. Атмосфера землі. Багатохвильове розповсюдження сигналу. GPS-приймачі.

6. Диференційна системи глобального позиціонування. Похибка позиціонування при ГСП та ДГСП. Джерела диференційної корекції для ДГСП реального часу.

7. Характеристика системи радіомаяків. Використання базових станцій як джерела диференційної поправки. Супутникові джерела диференційної поправки. Супутникові навігаційні системи. Система GLONASS та Galileo. Навігація і система керування транспортними засобами.

8. Моніторинг агрохімічного стану ґрунтів та врожайності у системі точного землеробства. Методи визначення врожайності сільськогосподарських культур. Методи "зібрав та зважив" і датчики зважування.

9. Основні компоненти системи моніторингу врожайності. Сенсори потоку



зерна. Сенсори вологості зерна. Сенсори швидкості відносно землі. Сенсори положення жатки.

10. Збір даних про врожайність культур. Складання карт врожайності. Що дозволяють виявити карти врожайності? Можливі неточності вимірювання.

11. Відбір ґрунтових проби та їх аналіз. Моніторинг агрохімічного стану ґрунтів. Значення властивостей ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур. Методи відбору ґрунтових проб. Побудова картограм поля. Як часто необхідно відбирати ґрунтові проби? Термін відбору проб. Фактори що впливають на якість одержаних результатів.

12. Системи дистанційного моніторингу. Сенсори для визначення властивостей ґрунту. Засоби вимірювання параметрів рослин.

13. Географічні інформаційні системи. Технології змінних норм внесення технологічних матеріалів. Хто складатиме карти? Поради при виборі програмного забезпечення.

14. Основи геоінформаційних систем. Характеристики карт. Різні формати ГІС даних. Масштаби карт та системи координат. Методи, використанні при аналізі даних, одержаних за допомогою точного землеробства. ГІС: обладнання і програмне забезпечення.

15. Комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень у рослинництві. Електронні системи керування: Харді Тронік, Калібратор УНИК, система контролю посіву "Нива 23", система Datavision, FILD STAR (Массей Фергюсон), пульт керування Control-Station "Vaderstar" (Швеція), система AMS "John deer" (США).

16. Технології змінних норм внесення технологічних матеріалів. Варіанти використання технологій варіабельного внесення технологічних матеріалів. Порівняння технологій варіабельного внесення, що використовують ГІС карти з системи, що використовують сенсори.

17. Компоненти систем варіабельного внесення. Контролери внесення препаратів із змінними нормами. Виконавчі механізми обладнання. Сфери застосування технологій варіабельного внесення ТМ. Машина та обладнання для

варіабельного внесення ТМ. Що необхідно пам'ятати при використанні технологій варіабельного внесення. Майбутнє використання технологій варіабельного внесення.

18. Прилади та обладнання для одержання інформації в системі точного землеробства та керування МТА. Датчики в системах картування врожайності: Ceres-2 (RDS), Flow Control (Massey Ferguson), Quantimeter (Claas), GreenStar (John Deere).

19. Автоматичні системи рульового керування Centerline 220 (Виробник TeeJet LH Agro) Outback (Виробник Agrocom), OnTrec (Виробник AutoFarm), Universal AutoTrac (Виробник John Deere), EZ-Steer (Виробник Trimble). Їх Монтаж, підготовка до старту, робота, процес розвороту та зауваження. Висока точність ведення колії.

20. Базові станції автоматичного підкермовування: RTK, Baseline HD (Claas), AgGPS RTK Base 450, 900 (Trimble), AutoFarm RTK (Ravel), John Deere. Електронний помічник агронома ASUS.

21. Економічна ефективність точних агротехнологій у рослинництві. Проблеми реалізації системи точного землеробства в Україні. Економічна ефективність технології захисту рослин. Економічні аспекти технологій диференційного застосування засобів хімізації. Ефективність точного землеробства і проблеми його використання у виробництві.

22. Організація СТЗ в Україні. Взаємодія програмно-апаратних засобів СТЗ в агрогосподарстві. Основні функції комплексів для побудови СТЗ агрогосподарств. Проведення навчально-практичних конференцій (заходів) по СТЗ в Україні. Пропозиції щодо впровадження СТЗ в Україні.

23. Шляхи впровадження системи ТЗ в господарствах України. Застосування організаційно-технічних заходів. Пошук джерел фінансування СТЗ. Етапи створення СТЗ. Інноваційні рішення зарубіжної сільськогосподарської техніки.

24. Знайомство з on-line ресурсами по точному землеробству в мережі Internet.

25. Географічна інформаційна система – основний критерій економічного,

соціального та культурного розвитку регіону. Що таке ГІС/ДЗЗ-технології та їх місце в інфраструктурі геопросторових даних. Аналіз використання ГІС при прийнятті управлінських рішень.

26. Система точного землеробства AMS, електроніка та сенсори. Система диференційного внесення мінеральних добрив AGROCOM VRA.

27. Комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень в галузі рослинництва. Можливості використання аерофотознімків в сільськогосподарському виробництві.

28. Ґрунтово-агрохімічні індикатори у системі точного землеробства. Використання космічних технологій в агропромисловому комплексі України. Методологія, інформатика та інженерне забезпечення точного землеробства в Україні.

29. Плюс та мінус. Наскільки добре працює автопілот ? Що таке GPS, і як ця система працює ? Відмови систем GPS. Комп'ютер і GPS: удвох ефективніше.

30. Системи автоматичного водіння МТА. Технічні засоби та технології застосування систем паралельного водіння та автопілотування в керованому землеробстві. Розробка і впровадження технологій точного землеробства в Германії.

31. Економічна ефективність точних агротехнологій у рослинництві. Дистанційна зйомка в оптичному та мікрохвильовому діапазонах з метою картографування та моніторингу ґрунтів. Визначення умісту гумусу в ґрунті неконтактними методами.

32. Технології точного землеробства на службі сільського господарства. Землеробство майбутнього і техніка для нього. Космос як найвищий рівень аграрних технологій.

33. АгроГІС – інноваційний інструмент для прийняття бізнес-рішень в рослинництві. Електронні помічники агронома.

34. Базові станції автоматичного підкормування. Супутникова система глобального позиціонування (GPS). Супутникова система глобального позиціонування (Галілео).

## РЕЙТИНГОВА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

**Розподіл балів, які отримують студенти  
Розподіл балів, які отримують студенти за 9-й семестр**

Поточне тестування та самостійна робота								Сума
Модуль №1		Модуль №2		Модуль №3		Модуль №4		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	100
12	12	12	12	13	13	13	13	

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	<b>A</b>	зараховано
82-89	<b>B</b>	
74-81	<b>C</b>	
64-73	<b>D</b>	
60-63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### Базова

1. Якушев В. П. Информационное обеспечение точного земледелия / В. П. Якушев, В. В. Якушев. – СПб. : Издательство ПИЯФРАН. 2007. – 384 с.
2. Дэн Эсс, Марк Морган Руководство по точному земледелию (The Precision - Farming Guide for Agriculturist) / Дэн Эсс, Марк Морган. – John Deere Publishing, 2004. – 159 с.
3. Аніскевич Л. В. Системи керування нормами внесення матеріалів в технологіях точного землеробства: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05. 05. 11 / Національний аграрний ун-т. – К., 2005. – 36 с.
4. Войтюк Д. Г. Терміни точного землеробства / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, Г. Р. Гаврилюк, М. С. Волянський // Техніка АПК. – 1999. – № 5. С. 29–30.
5. Войтюк Д. Г. Точне землеробство. Яке місце в ньому відводиться захисту рослин / Д. Г. Войтюк, С. М. Вигера, Л. В. Аніскевич // Захист рослин. – 2000. – № 8. – С. 25–26.
6. Ямков О. Точне землеробство України: перший крок / О. Ямков, М. Хвоя // Пропозиція. – 2000. – № 4. – С. 96–97.
7. Войтюк Д. Г. Технічні проблеми “Точного землеробства” в Україні / Д. Г. Войтюк, В. І. Кравчук, А. А. Кошовий, Г. Л. Баранов // Вісник аграрної науки. – 2000. – № 9.
8. Альт В. В. Состояние и перспективы развития информационного обеспечения, автоматизации проектирования и реализации адаптивно-ландшафтных систем земледелия / В. В. Альт, Н. М. Марченко, В. А. Колесникова // Техника и оборудование для села. – 2005. – № 3. – С. 40–42.
9. Шевчук О. В. Точне землеробство: переваги й перспективи / О. В. Шевчук, С. І. Коломієць // Захист рослин. – 2001. – № 5. – С. 18–20.
10. Войтюк Д. Г. Наукова школа академіка Василенка Петра Мефодійовича: Монографія 1 ДНСГБ, НАУ / Д. Г. Войтюк, О. С. Мудрик, О. П. Деркач // Розробка науковою школою академіка П. М. Василенка технологій точного землеробства. –

К. : Аграрна освіта, 2005. – С. 45–49.

11. Адамчук В. В. Землеробство майбутнього і техніка для нього / В. В. Адамчук, Д. О. Мойсеєнко // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 11. – С. 55–60.

12. Войтюк Д. Г. Побудова картогам поживних речовин у ґрунті з використанням супутникової навігаційної системи / Д. Г. Войтюк, Г. Р. Гаврилюк, Л. В. Аніскевич, М. С. Волянський // Збірник наукових праць НАУ ”Механізація сільськогосподарського виробництва”, Т. IX, К. : НАУ, 2000. – С. 37–39.

13. Бідолах Д. І. Використання деяких елементів нових технологій при картографуванні ґрунтів / Д. І. Бідолах, В. М. Панасенко, О. В. Козак // Вісник аграрної науки. – 2005. – № 1. – С. 69–71.

14. Трускавецький С. Р. До питання великомасштабного картографування ґрунтів / С. Р. Трускавецький // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 1. – С. 75–76.

15. Гічка М. М. Дистанційна зйомка в оптичному та мікрохвильовому діапазонах з метою картографування та моніторингу ґрунтів / М. М. Гічка // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 12. – С. 65–68.

16. Личман Г. И. Основные принципы и перспективы применения точного земледелия / Г. И. Личман, Н. М. Марченко, В. М. Дринча. – М. : Россельхозакадемия, 2004. – 81 с.

17. Мельник Р. В. Параметри забезпечення ефективності застосування широкозахватних машинно-тракторних агрегатів у керованому землеробстві / Р. В. Мельник // Механізація та електрифікація с.г.. – Глеваха, 2008. – Вип. 92. – С. 541–547.

18. Броварець О. О. Дистанційне керування технологічними операціями роботизованих систем у точному землеробстві / О. О. Броварець // Механізація та електрифікація с.г.”. – Глеваха, 2008. – Вип. 92. – С. 530–535.

19. Казаченко Л.М. Переваги GPS-технологій під час розробки проектів консервації малопродуктивних і деградованих земель / Л. М. Казаченко, Д. А. Казаченко // Вісник Харківського національного технічного університету с.г. ім. П. Василенка, ”Механізація сільськогосподарського виробництва”, Вип. 75. Том. I, Харків, 2008. – с. 259–283.

20. Кравченко В. Основи методології моніторингу агроресурсів та прогнозування врожайності сільськогосподарських культур за проектом MARS / В. Кравченко, Н. Сердюченко // Вісник Харківського національного технічного університету с.г. ім. П. Василенка, "Механізація сільськогосподарського виробництва", Вип. 75. Том. II. Харків, 2008. – с. 3–14.

21. Якушев В. П. Электронная карта урожайности как информационная основа прецизионного внесения удобрений / В. П. Якушев, В. В. Якушев, Л. Н. Якушев, В. М. Буре // Земледелие, 2009. – № 3. – С. 16–19.

22. Кравчук В. Інтегрована система технологій керованого землеробства / В. Кравчук, С. Любченко, О. Ковтуненко // Збірник наукових праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого / "Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України". – Дослідницьке, 2009. – Вип. 13 (27). Книга 2. – С. 50–52.

23. Кравчук В. Принципи побудови, структура і склад інформаційної бази для формування Атек-завдань в системі керованого землеробства / В. Кравчук, С. Любченко, Г. Баранов, А. Цулая // Збірник наукових праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого / "Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України". – Дослідницьке, 2009. – Вип. 13 (27). Книга 2. – С. 53–57.

24. Броварець О. Необхідність впровадження роботизованих систем для моніторингу стану сільськогосподарських угідь / О. Броварець // Збірник наукових праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого / "Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України". – Дослідницьке, 2009. – Вип. 13 (27). Книга 2. – С. 58–62.

25. Громитко В. Технічні засоби та технології застосування систем паралельного водіння та автопілотування в керованому землеробстві / В. Громитко // Збірник наукових праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого / "Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України". – Дослідницьке, 2009. – Вип. 13 (27). Книга 2. – С. 68–76.

26. Попович О. Система керування процесом мівсцевизначеної сівби / О.

Попович // Збірник наукових праць УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого / "Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України". – Дослідницьке, 2009. – Вип. 13 (27). Книга 2. – С. 77–81.

### Допоміжна

27. Трубников А. АгроГИС – инновационный инструмент для принятия бизнес-решений в растениеводстве / А. Трубников // Аграрный эксперт. – 2009. – № 5. – С. 60–62.

28. Опришко О. О. Методичні підходи для керування вибіркоким внесенням добрив / О. О. Опришко, І. М. Болбот, М. В. Андрійшина, Н. А. Пасічник // Аграрна наука і освіта. – 2008. – Том. 9. – № 9. – С. 100–104.

29. Надикто В. GPS – навігатор на сівбі просапних / В. Надикто // The Ukrainian Farmer. – 2010. – № 3. – С. 94–95.

30. Косик П. Електронний помічник агронома / П. Косик // The Ukrainian Farmer. – 2010. – № 2. – С. 84–85.

31. Коротич П. Чи є в Україні точне землеробство / П. Коротич // The Ukrainian Farmer. – 2010. – № 1. – С. 74–75.

32. Куценко М. Базові станції автоматичного підкормовування / М. Куценко // The Ukrainian Farmer. – 2009. – № 12. – С. 62–63.

33. Шпітальняк Я. Комп'ютер & GPS: удвох ефективніше / Я. Шпітальняк // The Ukrainian Farmer. – 2010. – № 1. – С. 72–73.

34. Горда О. Точне землеробство і агрохімія / О. Горда // The Ukrainian Farmer. – 2009. – № 11. – С. 30–31.

35. Косик П. Відмови систем GPS / П. Косик // The Ukrainian Farmer. – 2009. – № 7. – С. 64–65.

36. Косик П. GPS – системи на обприскувачах / П. Косик // The Ukrainian Farmer. – 2009. – № 4. – С. 60–65.

37. Косик П. Електроніка на комбайнах / П. Косик // The Ukrainian Farmer. – 2009. – № 2. – С. 54–55.



38. Личман Г. И. Космический мониторинг в системе точного земледелия / Г. И. Личман, Н. М. Марченко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 1. – С. 27–31.

39. Лапиньш Д. Эффективность точного земледелия и проблемы его внедрения в производство / Д. Лапиньш, Г. Динабург, А. Плуме // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 4 (11). – С. 26–28.

40. Рунов Б. А. Технологии точного земледелия и сохранение окружающей среды / Б. А. Рунов, Н. В. Пильникова // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 4 (11). – С. 14–16.

41. Колесникова В. А. Экологически безопасные технологии применения жидких минеральных удобрений и средств защиты растений / В. А. Колесникова, Т. Н. Башкирова, Т. В. Мочкова // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 3 (10). – С. 41–45.

42. Альт В. В. Точные технологии в растениеводстве сибиря / В. В. Альт // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 1 (8). – С. 19–22.

43. Хорошенков В. К. Интегрированные информационные системы для автоматического управления сельскохозяйственными объектами / В. К. Хорошенков, Н. Т. Гончаров, Е. С. Лужкова // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2008. – № 2 (3). – С. 32–35.

44. Колесникова В. А. Технично-технологическое обеспечение дифференцированного внесения жидких средств химизации / В. А. Колесникова, Л. М. Марченко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2008. – № 6 (7). – С. 44–47.

45. Любич В. А. Ресурсосберегающая технология возделывания зерновых культур с применением элементов точного земледелия / В. А. Любич, Ф. Г. Бакиров // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 6. – С. 46–48.

46. Чорний С. Г. Визначення вмісту гумусу в ґрунтах дистанційними методами / С. Г. Чорний, І. М. Гашпоренко // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 3. – С. 14–17.

47. Медведєв В. В. Від зональних – до точних агротехнологій / В. В.

Медведєв, І. В. Пліско, В. Л. Біцура // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 5. – С. 52–57.

48. Болотова Т. М. Економіка технологій точного рослинництва / Т. М. Болотова, М. П. Лісовий // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 6. – С. 64–66.

49. Медведєв В. В. Знаряддя для диференційованого (точного) обробітку ґрунту / В. В. Медведєв, І. В. Пліско // Вісник аграрної науки. – 2009. – № 4. – С. 50–53.

50. Личман Г. И. Использование органических удобрений в системе точного земледелия / Г. И. Личман, А. Н. Марченко и др. // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 3. – С. 3–6.

51. Кравчук В. Прогноз розвитку технологій виробництва продукції рослинництва з використанням інформаційно-керуючих засобів / В. Кравчук, С. Любченко // Техніка і технології АПК. – 2010. – № 4(7). – С. 4–5.

52. Кравчук В. Інтегрована система керованого землеробства – необхідний засіб новітніх технологій / В. Кравчук, С. Любченко, В. Войновський // Техніка і технології АПК. – 2010. – № 7(10). – С. 14–16.

### **Інформаційні ресурси**

До складу інформаційних ресурсів навчальної дисципліни «Системи точного землеробства» входять:

1. Освітньо-професійна програма спеціальності 8.10010203 "Механізація сільського господарства".

2. Web-сторінка (MOODLE) кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу.

3. Бібліотека:

- МНАУ – 54010, м. Миколаїв, вул. Ген. Карпенко, 73, Навчальний корпус № 1, тел. (0512) 34-11-40;
- Миколаївська обласна універсальна наукова бібліотека ім. О. Гмирьова – 54000, м. Миколаїв, вул. Московська, 9, тел. (0512) 37-34-20.

**Навчальне видання**

# **СИСТЕМИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА**

**Методичні рекомендації**

Укладач: **Завірюха** Микола Володимирович

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2,9

Тираж 40 прим. Зам. № \_\_

Надруковано в видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету.  
54020, м. Миколаїв, вул. Паризької комуни, 9.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №4490 від 20.02.2013 р.