

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

01.01 – КМР. 189 “С” 2021.02.01. 026 ПЗ

**Кобенка Миколи Миколайовича**

**2021 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України

Механіко-технологічний факультет

УДК

НУБІП України

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

ОГ машин та системотехніки ім акад.

П.М Василенка

(назва кафедри)

В. Братішко

(підпис)

Гуменюк Ю.О

(підпис)

(ПІБ)

НУБІП України

“ ” 2021 р.

“ ” 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему : Механізація процесів відбору проб ґрунту в технологіях точного землеробства

НУБІП України

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

НУБІП України

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, с.н.с

(підпис)

В.В. Братішко

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:

К. т. н. доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Гуменюк Ю.О

(підпис)

(ПІБ)

НУБІП України

Виконав

(підпис)

Кобенко М.М

(ПІБ студента)

НУБІП України

КИЇВ – 2021

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Гуменюк Ю.О.

К.т.н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПШ)

2021 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Кобенку Миколі Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Освітня програма «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Механізація процесів відбору проб ґрунту в технологіях точного землеробства

затверджена наказом ректора НУБіП України від “ ” 2021 р. №

Термін подання завершеної роботи на кафедру

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи провідбирач повинен забезпечувати :

- відбір однієї проби з затратою часу не менше 5 с ;

- обов'язково мати можливість реєстрації місцевизначених параметрів в системі світових координат

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. удосконалення конструкції провідбирача
2. підбір оптимального програмно апаратного комплексу
3. обґрунтування параметрів системи провідбирича

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Дата видачі завдання “ ” 2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Гуменюк Ю.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Кобенко М.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

# Зміст

# НУБІП України

Вступ..... 6

## 1. ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОЦЕСУ ВІДБОРУ ПРОБ ҐРУНТУ..... 8

### 1.1 Основні властивості ґрунту..... 8

### 1.2 Характеристика основних параметрів..... 9

#### 1.2.1 Структура ґрунту..... 10

### 1.3 Застосування ГСП технологій в сільському господарстві..... 11

#### 1.3.1 Опис існуючих систем ГСП..... 12

#### 1.3.2 Використання ГІС в сільському господарстві..... 14

#### 1.3.3 Супутникові системи в сільському господарстві..... 15

### 1.4 Загальні положення щодо відбирання проб ґрунту..... 16

#### 1.4.1 Основні принципи відбору проб..... 18

### 1.5 Технологія відбору проб ґрунту..... 23

## 2 РОЗРОБКА МЕХАНІЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ ВЗЯТТЯ ПРОБ ҐРУНТУ..... 34

### 2.1 Розробка програмно-апаратного комплексу..... 35

### 2.2 Конструкційні особливості і принцип роботи пробовідбірника..... 37

### 2.3 Підготовка пробовідбірника до роботи..... 39

### 2.4 Механізм відбору проб..... 40

### 2.5 Механізм контролю занурення..... 42

### 2.6 Механізм зворотньо-пуступального руху пробовідбірника..... 42

### 2.7 Програмно-апаратна частина фіксації даних..... 43

### 2.8 Схеми гідроприводу..... 46

#### 2.8.1 Розрахунок гідроприводу пробовідбірника..... 47

### 2.9 Вибір енергетичного засобу для пробовідбирача..... 55

## 3 ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЬОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ..... 57

### 3.1 Результати дослідження..... 60

## 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕХАНІЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ..... 62

НУБІП України 65  
ВИСНОВКИ 71

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 72

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## Вступ

Сучасний розвиток суспільства широко крокує у бік високих технологій та високоінтелектуальних розробок. У сільськогосподарській галузі такі технології необхідні для забезпечення оптимальних режимів вирощування сільськогосподарської продукції. Одним із напрямків впровадження таких технологій у рослинництві є технології точного землеробства.

В останні роки технічний прогрес відзначився впровадженням обчислювальних машин та інформатики як сучасних методів управління для різних виробничих галузей. Особливо ефективно застосовуються технології там, де управління здійснюється в умовах недостатньої інформаційної визначеності, або є необхідність швидкого прийняття рішення.

У даний час застосування новітніх технологій є невід'ємною складовою успішного господарювання, та отримання вражаючих результатів. Введення ефективного інформаційного управління несе за собою ряд проблем. Насамперед – відсутність даних про стан ґрунтів, місцевість, або ж є застарілі дані, які зроблені з погрішністю. Адже саме з цих карт можна визначити інформацію на затрати для одиниці продукції, або ж передбачити прибуток від вирощування одиниці продукції.

Для вирішення багатьох поставлених проблем займається точне землеробство. Ці технології почали свій розвиток ще з 90-х років. Та призначені підняти сільськогосподарське виробництво на новий рівень.

Основні задачі, які дозволяє вирішити точне землеробство: можливість швидкого прийняття рішення, отримання точної інформації в реальному часі, реалізацію цих рішень на практиці.

Точне землеробство дозволяє впроваджувати технології у рільництво на основі картограм. Для оцінки та детектування цих неоднорідностей використовують такі технології як: GPS, датчики, аерофотознімки, і знімки з супутників, та спеціальні програми для агроменеджменту.

Технологія точного землеробства дозволяє на основі зібраної інформації в полі допомагати більш ефективно влаштувати роботу. Дозволяє більш ефективно використовувати ґрунтові запаси незалежно від їх характеристик.

Наприклад обробка полів у відповідності з їх зональною особливістю, забезпечує оптимальні витрати та урожайність.

Основні переваги точного землеробства:

- Збір точних даних та облік зовнішніх та внутрішніх витрат;
- Аналізування даних з впровадженням відповідних змін;
- Максимізація та покращення виробництва;

Іншою ж перевагою точного землеробства є зберігання даних в електронному вигляді для подальшого використання їх у будь-який момент.

Для більшості країн стало нормою використання шляху інтенсивного розвитку сільського господарства. Тому такі країни вже давно застосовують точне землеробство, яке передбачає планування комплексу дій для яких необхідно постійно проводити комплекс спостережень.

Великі господарства нашої країни, також, вже давно не покладаються на везіння чи випадок для отримання високих врожаїв. Адже основою для високорентабельного господарства є планування технології та врожаю.

Перед плануванням проводять дослідження родючості ґрунту, щоб потім знати свої потужності, можливості та потреби. І тому стає необхідною частиною агрохімічний аналіз ґрунту для прибуткового виробництва.

Проблема сільського господарства є дуже складною через незмогу змінити властивостей ґрунту, а лише пристосуватися та працювати з ними.

Особлива потреба в агрохімічному аналізі ґрунту набула лише останніми роками, через різке зростання цін на вирощування, де вогому частину займають мінеральні добрива. Саме тому постає питання про родючість ґрунтів.

НУБІП України

# НУБІП України

## 1. Загальний огляд існуючих технологій та процесу відбору проб ґрунту.

### 1.1 Основні властивості ґрунту.

НУБІП України

Кожна рослина для нормального існування та розвитку потребує певних фізико-механічних умов та наявності поживних речовин. Наявність таких

речовин формує потенціал поля. Причому рослини можуть їх використовувати

як повністю так і частково. В конкретних ґрунтових умовах можливо контролювати можливості рослин завдяки аналізу стану ґрунту.

НУБІП України

Наслідком дослідження агрохімічного стану ґрунту є перспектива

застосування диференційованого внесення добрив. Це дозволяє повніше

врахувати необхідну кількість поживних речовин, та задовільнити потреби

рослин. Забезпечити зменшення витрат за рахунок зниження доз добрив на

родючих ділянках, та збільшити на менш родючих. В свою чергу

забезпечується рівномірний розвиток рослини та зменшення затрат.

Для отримання характеристики ґрунту проводять оцінку таких

показників як клімат, ґрунтоутворні процеси, стан ґрунтових вод, зміна

основних властивостей гумусу, структура ґрунтового покриву, рН, рівень їх

забруднення, інтенсивність прояву ерозії, Засоленість ґрунту, мінералізація

ґрунтових вод.

ґрунт можна назвати основним засобом виробництва продукції

сільськогосподарського виробництва, та має ряд параметрів що поділяються

на фізико-механічні, агробіологічні, та біологічні.

Фізичний параметер включає в себе щільність, пористість, липкість,

пластичність, вологість тощо.

НУБІП України



Хімічним показником характеризують наявність в ґрунті азоту, фосфору, калію, металів та інших речовин. Основою накопичення ґрунтом поживних елементів є гумус. Його запаси коливаються в межах 6,6-35,7 т/га на різних ґрунтах.

## 1.2 Характеристика основних параметрів.

Істотний вплив на урожайність культури несе азот. Його сполуки містяться в ґрунті і визначається генетичними властивостями ґрунтів. В основному у вигляді складних сполук у відношенні 94 – 97% від загального вмісту та 3 – 7% сполуки мінералів азоту.

Вміст фосфору коливається в межах 0,04 – 0,22 % та залежить від вмісту в ньому гумусу. Його вміст різко змінюється з глибиною ґрунту. Рівень фосфору у ґрунті змінюється не так швидко з часом, тому дослідження по його вмісту можна проводити раз на 5 років.

Наявність калію у ґрунті дорівнює 1 - 2,5 %, і залежить від дисперсної фракції. За своїм виглядом калій у ґрунті розподіляється на водорозчинний, обмінний, і той що входить до складу безводних силікатів і не витісняється солями. Існує деяка рівновага між обмінним калієм та не обмінним у ґрунті. Період коли його вміст найнижчий спостерігається восени тоді коли проходить вегетаційний період у рослин і вже до наступної весни вміст обмінного калію зростає.

Вологість ґрунту характеризується наявною кількістю води у ґрунті. Забезпечує правильний ріст та розвиток рослин та регулювання температури. Під час випаровування втрачається понад 99% отриманої вологи, а засвоюється лише 0,2 – 0,4 %. Також волога має вплив на ряд чинників таких як:

- аерація, ступінь соленизації, і концентрацію шкідливих речовин;
- структура, щільність та пластичність ґрунту;

- температурний режим та теплосмість:

- визначення часу проведення польових робіт;

Вимірювання найчастіше проводять методом висушування та порівнянням маси. Ще використовують тензіометричні, електричні, та радіоактивні методи.

Твердість ґрунту – це здатність чинити опір стисканню та розклинюванню, вимірюється в Па. Від міри зволоження ґрунту його твердість зменшується, а при насиченні металами – збільшується. Ґрунти з малим

вмістом гумусу більш тверді, а сильногумусні навпаки. Показник твердості найбільш доцільно враховувати під час проведення обробки ґрунту.

Твердість вимірюють твердомірами, найбільш поширеними є твердоміри Горячкіна, Рев'якіна, Висоцького. Його принци полягає у зануренні наконечника у ґрунт на глибину 25...30см, та заміру величини зусилля  $P$ , необхідного для подолання опору що створює ґрунт на глибину  $L$ .

Кислотність ґрунту несе вплив на елементи живлення та їх засвоєння рослинами, та і загалом на всю біосистему (гриби, мікроорганізми, водорості).

Основні фактори впливу :

- високий рН – ( $<9$ ) або низький ( $>4$ ) є токсичним для кореневої системи рослини;

- оптимальне значення для більшості рослин рН = (6,0 – 7,0);

- розкислення ґрунту хоча б на одиницю значення від 5 до 6 сприяє підвищенню урожайності до 50%.

- при плануванні технології вирощування кислотність слід враховувати в першу чергу, навіть ще до проведення аналізу ґрунту

### 1.2.1 Структура ґрунту.

Ґрунт являє собою систему, яка поєднує в собі складові частин ґрунту: газоподібної, твердої, рідкої, біотиної і утворює єдину систему.

Взаєморозташування, будову та склад ґрунту характеризують структурою та текстурою.

Структура – поєднання ознак які формують розмір, форму поверхні, та характер зв'язку між елементами.

Текстура ґрунту - виступає характеристикою будови ґрунту, що визначає зв'язок елементів його структури.

### 1.3 Застосування ГСП технологій в сільському господарстві.

Як відомо, що технології точного господарства базуються на місцевизначеній інформації поля. В них використовують різні засоби: машинно-тракторні агрегати, авіаційні та космічні апарати, техніка з програмним забезпеченням, тощо. Для виконання багатьох технологічних процесів використовують технічні засоби з системами точного землеробства, для забезпечення необхідної точності. Відповідно, точність змінюється від декількох метрів до 1-2 сантиметрів. Це обумовлюється спеціальними системами диференційного коригування або через комплексні фільтри, що запрограмовані в системі апаратури ГСП.

Виродження точних технологій в рослинництво дозволило накопичувати інформацію про стан поля, керувати окремими процесами, та оптимізувати системи менеджменту ташино-тракторним парком.

Багато виробників на сьогоднішній день можуть рекомендувати будь-яке обладнання, в тому числі і “авто-навігаційні” системи керування МТА. Такі системи дозволяють оператору зосередитись на виконанні того чи іншого технологічного процесу, що виконується, а не на контролі траєкторії руху агрегату.

Також, ця система забезпечує сантиметрову точність, що сприяє правильній стиковці міжрядь, та ефективним доглядом за просапними культурами, що досить проблемно при ручному введенні агрегату.

Окрім навігації для рухомих об'єктів існують ще системи в яких використовуються різного роду датчики для спрямування МТА по маршруту. Це можуть бути датчики дотику, відеокамери, ультразвукові датчики відстані, лазерні сканери тощо.

В деяких МТА присутні системи керування положенням причіпного агрегату по відношенню до трактора, що забезпечує коригування траєкторії працюючої машини, наприклад на схилах і поворотах.

Здатність систем ГСП визначати вертикальну координату одночасно з координатами географічної широти та довготи положення МТА в полі – ще один шлях використання таких систем в сільському господарстві. Такі дані отримуються шляхом роботи ГСП та лазерних датчиків рівня. Що реєструє вертикальні координати при прозді по всій площі поля. Також така модель може бути використана для побудови картограм схилу, аспектного відношення та інших параметрів.

### 1.3.1 Опис існуючих систем ГСП.

GPS – глобальна система визначення місцезнаходження, що дозволяє визначати швидкість і напрямок руху всіх об'єктів в будь-якій точці земної кулі, час та при будь-якій погоді.

Основною метою створення системи була навігація, але з часом вона знайшла широке застосування в геодезії, географічних системах, сільському господарстві, тощо.

До складу системи входять 24 супутника, розташовані по шести орбітам, з періодом 12 годин. Все це розраховано таким чином, щоб у будь-який момент часу можна було спостерігати не менше 4 супутників. Тобто мінімальну кількість для визначення довготи, широти і висоти.

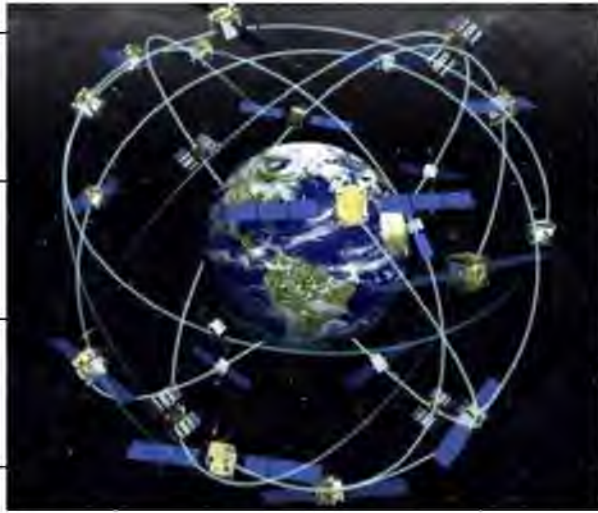


Рис.1 Розташування супутників GPS.

Контроль сигналу відбувається станціями слідкування та керування, що знаходяться на поверхні землі. Вони постійно приймають сигнал та по ньому визначають відстані до них. Крім цього на таких станціях ведеться метеорологічне зондування атмосфери з метою визначення поправки на вплив тропосфери. Кінцеві результати передаються до головного центру в якому обчислюються ефемериди супутників на 12 годин вперед. Потім дані відправляються на супутники, які в свою чергу передають їх на приймачі користувачеві.

Фіксація даних відбувається приймачем користувача по принципу просторової засідки, тобто відбувається обчислення даних не менше як по трьом супутникам з відомими координатами. Обчислення відбувається шляхом вимірювання часу проходження сигналу від супутника до антени приймача та множенням на швидкість проходження сигналу. Час визначається обладнаними спеціальними годинниками, показники яких кодуються у сигнали що передаються із супутника. Потім приймачі також синхронізуються з годинниками GPS супутників.

ГЛОНАС – радянсько-російська радіонавігаційна система. Основа системи це 24 супутника, що обертаються навколо поверхні землі. Координати визначаються за принципом взятим у системі GPS. Сигнали передаються з направленістю  $38^\circ$  з використання правої кругової поляризації, потужністю

316-500 Вт. Координати отримуються як мінімум від чотирьох супутників та розраховують відстань до них. При використанні трьох супутників відбувається ускладнення у вигляді помилок викликані неточністю годинника приймача.

GALILEO – система навігації Європейського Союзу ризначена для вирішення будь-яких завдань з точністю до 1 м. Існує домовленість між країнами не тільки європейського союзу, а й державами – Китай, Ізраїль, Південна Корея та Україна. Супутники знаходяться на висоті 23000 м.

Запущено 20 супутників для повного функціонування.

### 1.3.2 Використання ГІС в сільському господарстві.

Географічні інформаційні системи дозволяють поєднати модельне зображення території (карт, схем, космоаерозображень) з інформацією табличного типу. Іншими словами це система, що дозволяє використовувати, зберігати, редагувати, аналізувати та відображати географічні дані.

В теперішній час дистанційне зондування Землі і ГІС тісно взаємопов'язані між собою, а саме : на основі дешифрування знімків створюється електронна карта, яка в свою чергу є основою будь-якої геоінформаційної системи. Постає питання раціонального використання сільськогосподарських угідь, до якого належать спектр економічних, правових, екологічних і технічних аспектів. Вивчення яких не доцільне без врахування стану екологічних, соціально- економічних, природних умов території, та її оцінки. Тобто ГІС допомагає у вирішенні багатьох задач, пов'язаних з аналізом інформації і прогнозом явищ та обґрунтування головних чинників і причин, а також їх можливих наслідків, та прийняття на основі цих висновків рішення. Автоматизує процедури аналізу, та допомагає побудувати на основі цього модель того чи іншого явища.

Для забезпечення найточнішою інформацією про стан земель здійснюється космічний моніторинг, яким користуються як виробники так і

державні органи. З однієї сторони така детальна інформація про стан вирощування культур дозволяє ефективно планувати агрономічні заходи та отримувати хороші результати. З іншої – ці дані можуть бути використані для кадастру земель, проведення їх оцінки, уточнення та уточнення меж сільськогосподарських угідь, контролю їх використання.

Сільськогосподарське виробництво схильне до значних ризиків зв'язаних з погодними умовами, і тому ГІС є цінним помічником у введенні статистики по виробництві та аналізу чинників ризику.

### 1.3.3 Супутникові системи в сільському господарстві.

Системи для спостереження уже тривалий час використовують у багатьох країнах. Найбільш популярними та ефективними провайдерами цього сервісу є такі відомі компанії, як Precision Agriculture, Cropio, eLeaf, AstrumGeo, MapExpert. Використання цих систем дозволяє отримувати інформацію у режимі реального часу звіти і повідомлення про найбільш важливі події, робити прогноз по врожайності і господарства загалом, отримувати інформацію про ринки продукції, співставляти індекси поточні з історичними значеннями вологості, вмісту добрив тощо.

Супутникові зйомки є основним джерелом отримання інформації по вирощуванню с/г продукції, та дозволяє оперативно отримувати миттєвий огляд окремих об'єктів земної поверхні. Супутниковий моніторинг посівів – технологія спостереження за змінами індексу вегетації, що отриманні за допомогою спектральних аналізів супутникових знімків високої якості. Дозволяє також відстежувати динаміку росту та розитку рослин.

Для отримання даних спектрометричних вимірювань поверхні землі використовують супутники LANDSAT, IRS, NOAA, SPOT, RESURC. Тривалий досвід використання супутникової інформації дає можливість для

використання багатоспектральної супутникової зйомки для визначення структури площ, стану польових культур та загалом рослинного покриву.

#### 1.4 Загальні положення щодо відбирання проб ґрунту.

Загалом можна виділити чотири цілі задля яких проводиться аналіз ґрунту шляхом відбирання проб:

- відбирання зразків для визначення загальної якості ґрунту;
- відбирання зразків для формування ґрунтових карт;
- для підтримання юридичної чи контролівної дії;
- відбирання для оцінювання небезпеки чи ризику;

Найчастіше відбирання проб виконують для визначення загального стану ґрунту, якості, та проводять через певні проміжки часу. Для сільського господарства виконують аналіз основних показників поживних речовин, мікроелементів, та фізичних чинників, що формують якість ґрунту. Таке відбирання проб виконують в зоні коренневої системи рослин, без дотримання горизонтів чи шарів.

Існує також необхідність відбору проб під час створення ґрунтових карт для визначення розподілу природних чи штучних ґрунтів їх хімічного та фізичного чи біологічного складу в обраних місцях. Розробка карт охоплює відбирання проб по всій ділянці з детальним описом шарів та горизонтів ґрунту.

Відбір проб для визначення небезпеки чи ризику виникає коли відбувається забруднення ґрунту, що несе потенційну небезпеку для людини та навколишнього середовища. В цьому випадку необхідно провести дослідження для оцінення рівня небезпеки, визначення природи забруднення, ідентифікувати вплив на потенційні об'єкти, та оцінити ризик відносно самої ділянки та прилеглих до неї.

Залежно від мети дослідження перед початком необхідно провести попередній огляд що включає в себе теоретичне вивчення та розвідку. Основна мета попереднього огляду це отримання інформації про теперішній стан та



минулу господарську діяльність на цій ділянці. Для створення ефективної програми для проведення дослідження. Визначення необхідних заходів для захисту персоналу або ж навколишнього середовища.

Теоретичне вивчення включає в себе збір інформації щодо ділянки, місцезнаходження, інфраструктуру, історичну інформацію. А джерелами такої інформації можуть бути супутникові дані, публікації, карти, дані з офісів інспекторів землі, геологічні дані, промислові інспекційні управління, геотехнічні установи, архіви. Особливу увагу під час дослідження ґрунту слід приділити геологічним особливостям.

Відвідування ділянки є частиною пункту попереднього огляду досліджуваної ділянки ґрунту. Такий огляд дозволяє сформувати попередню інформацію про досліджуваний об'єкт, та порівняти існуючі карти з дійсністю.

Тай загалом отримати досить великий обсяг інформації за короткий проміжок часу. Під час попередніх досліджень не часто відбирають проби, а як що і відбирають то для отримання інформації про вид ґрунту. Для вибору необхідного устаткування.

Вимоги до персоналу повинні враховувати ряд факторів:

- їхній досвід відповідно до потреби дослідження;
- здатність вносити корективи у програму відбирання проб;

Особа, що виконує дослідження повинна володіти інформацією щодо інструменту й методів дослідження. Вміти визначати їхні переваги та недоліки. Несе відповідальність за використання інструменту, чищення між проведеннями досліджень.

Дуже часто аналіз зразків ґрунту може проводитися прямо на місці їх дослідження, тому персонал має бути здатний виконати такі дослідження

# НУБІП України

## 1.4.1 Основні принципи відбору проб.

Методика проведення відбору зразків ґрунту напряду залежить від мети проведення дослідження. Відібраний зразок має відображати той стан об'єкта що вивчається.

Точність проведення тої чи іншої операції залежить від площі досліджуваної ділянки, так званої (елементарної), та кількості проб що відбираються з неї. Далі з них формується репрезентивний зразок для детального аналізу ґрунту. На результати аналізу зразків ґрунту також несе вплив проміжок часу між внесенням добрив, температура ґрунту, його вологість. При виборі часу відбору проб слід віддавати перевагу відбору в один і той же час, так як не існує оптимального. Так як протягом сезону поживні елементи змінюються по різному.

Безпосередньо відбір проб рекомендується проводити на полях не зайнятих культурами, для цього підходить осінній період. Маса проби для середнього зразка повинна становити не менше 300г. На ній зазначають дату, номер, назву поля, час і глибину відбору.

Елементарною ділянкою називають найменшу площу відбору проб, що характеризується однією об'єднаною пробою. На її розмір може впливати як ґрунтовий покрив, рельєф досліджуваної території, види культур, еродованість ґрунтів тощо.

Стандартами України для здійснення суцільного агрохімічного обстеження для орних земель рекомендовані наступні площі цих ділянок.

В межах кожної елементарної ділянки будують маршрут руху та відбирають елементарну пробу. На еродованих ґрунтах маршрут прокладають посередині елементарної ділянки вздовж найдовшої сторони. На еродованих ґрунтах/відмінках що розташовані на схилах, ходи прокладають вздовж схилів, а на досить коротких – впоперек схилу.

Відбір в межах елементарної ділянки проводиться в індивідуальні проби по маршрутній лінії розбитій на рівні інтервали. При цьому відбір проб поблизу доріг складів з добривами чи меліоративів забороняється.

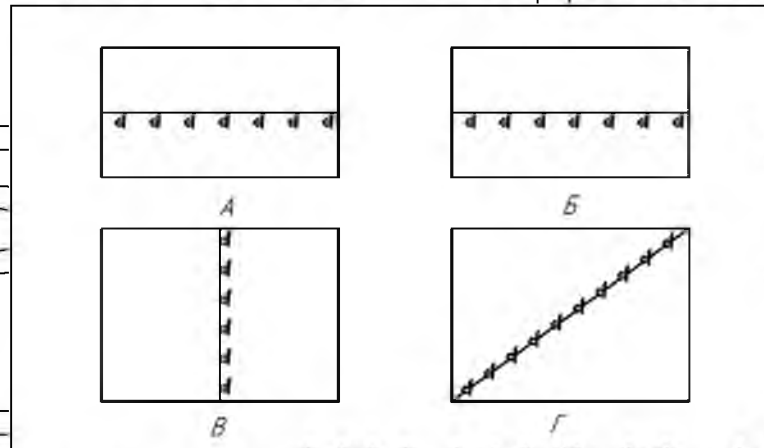


Рис. 1.1 Схеми руху по ділянках: А) не еродовані ґрунти; Б) еродовані ґрунти довжина схилу 200м; В) еродовані ґрунти довжина схилу менше 200м; Г) Лісові і плодові розсадники;

Таблиця 1.1

Допустимі площі елементарних ділянок в залежності від зони.

№	Зона, типи ґрунтів	Максимально допустимі площі елементарних ділянок		
		Норма щорічного внесення фосфорних добрив (кг.д.р. на 1 га)		
		<60	60-90	>90
1	Полісся. Дерново-підзолисті ґрунти	8	5	3
2	Лісостеп. Темно-сірі лісові ґрунти, чорноземи типові, вилуговані, опідзолені	25	15	10
3	Степ. Чорноземи звичайні, південні та каштанові ґрунти	40	25	10

Глибина відбору може залежати від розростання коренневої системи та орного шару ґрунту та складає 0-25 см для зернових, та 0-30 для просапних.

Середню пробу, яку утворюють 20-30 точечних проб поєднують у одну об'єднану, підписують та відправляють на аналіз.

На сьогоднішній день існує три найбільш відомі методи відбору проб ґрунту на аналіз – метод “сітки”, метод “тип ґрунту”, метод “конверта”.

### Метод “сітки”

Для відбору проб на невеликих по площі ділянках застосовують так званий метод сітки відбору проб. Цей метод обумовлює відбір проб з комірок сітки яку умовно наносять на поле. Цей спосіб дає змогу найбільш точно врахувати недоліки параметрів поля та отримати кращий ефект.

Комірки на які розбивається поле являють собою ділянки площею від 0,5 до 1 га. Зразки відбирають з кожної з них та відправляють до лабораторії.

Можна застосовувати два способи для використання методу сітки:

- спосіб центра сітки;
- спосіб осередненого значення.

Мета використання методу центра обумовлюється в аналізі рівнів питомих речовин у центрі кожної комірки. Під час здійснення процесу користуються системами ГСП, для більш точного визначення центру кожної комірки під час руху по полю. Виконується відбір проби та записуються її координати.

Усереднений спосіб відбору характеризується відбором проб з більшої кількості комірок, що формуються шляхом розбиття об'єкту комірки на на менші частини. Після виконання лабораторного аналізу дані усереднюються. Таким чином обробляється більша частина комірки.

Така методика дозволяє краще визначити необхідність в поживних речовинах для окремих ділянок поля.

При першому способі величина комірки не повинна перевищувати 0,5 га, в іншому випадку можна обмежитися площею комірки в 1 га. Якщо відбувається різка зміна показників, слід розбити поле на більш дрібні

комірки, а в подальшому в залежності який буде результат з першого вимірювання, слідуючі можна виконувати з меншого числа ділянок.

В кожній з комірок проводять відбір від 5 до 8 проб з кола діаметром 3м, центром якого є середина комірки. Які об'єднуються в один зразок.

При відборі проб по всій комірці поле слід розбивати на комірки площею 0,5 до 1га, та з кожної відбирати по 5 проб.

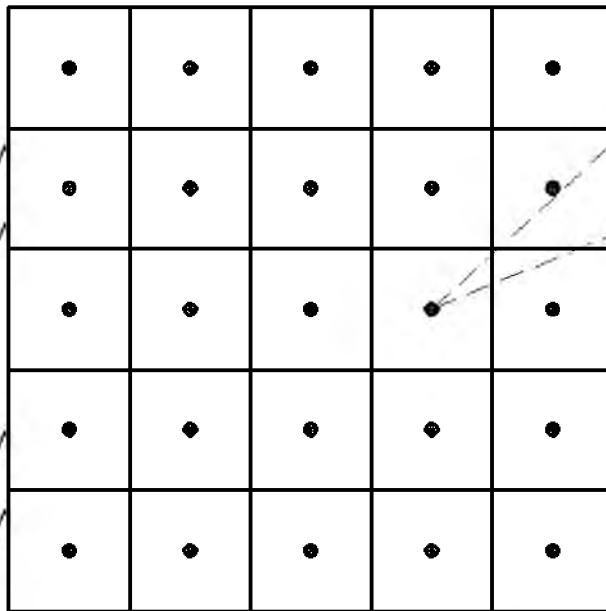


Рис.1.2 Сітковий метод відбору проб із центру комірки

На картосхемі відображається сітка та номери комірок які заносяться в етикетки що додаються до зразків та у відомість та передаються у лабораторію.

### Метод “тип ґрунту”

Також окрім поданого вище методу, існує ще так званий метод контурів або метод “тип ґрунту”, за основу якого взято зміну типу ґрунту поля. В такому випадку користуються попередньо відомою інформацією, яку отримують з ґрунтової карти поля, картограми врожайності, або фотографічної інформації віддаленого моніторингу тощо. В цьому методі проби відбираються з кожної зони, так як з незалежних полів. Це досить економічна та збалансована технологія, але потребує залучення

висококваліфікованих спеціалістів. Так як має ризик до відхилень через незалежність деяких хімічних властивостей від попередньої інформації про досліджувану ділянку. Причому слід уникати відбору на границях ділянок з різним типом ґрунту. Як і у випадку сітчастого методу виконуються тіж самі процедури вибірки від 5 до 8 проб у випадковому порядку з кожної ділянки та використовує для цього карти ґрунту аби вибрати координати вибірки. Метод найбільш придатний для моніторингу соношевих комплексів, полів з нахилами та еродованими ґрунтами.

Також цей метод шляхом відбору проб ґрунту в місцях різних областей поля дозволяє скоротити кількість відібраних проб, а значить зменшити витрати на аналіз агрохімічного стану ґрунту.

Контурвання по даним урожайності сформований на автоматичному записі датчиками показників культур в процесі збирання. Ці датчики, що дозволяють реєструвати потік зерна чи іншої біомаси зв'язані з системою ГСП та комп'ютером машини дозволяють при подальшій обробці даних розподілити ділянки поля по урожайності.

В подальшому використовуючи ці контури в якості елементарних ділянок можливо по ним провести відбір ґрунтових проб, та встановити рівень забезпечення тими чи іншими поживними речовинами.

### **Метод “конверта”**

Найчастіше його використовують для відбирання проб гумусового ґрунту. Причому з областей кожної елементарної ділянки беруть по 5 зразків ґрунту. Точки відбору повинні бути розташовані так, щоб умовно зєднавши їх нагадували заклейнений конверт, а довжина сторони повинна становити від 2 до 10 м. При визначенні характеристик гумусового покриття зразки відбирають з глибини 20 см.

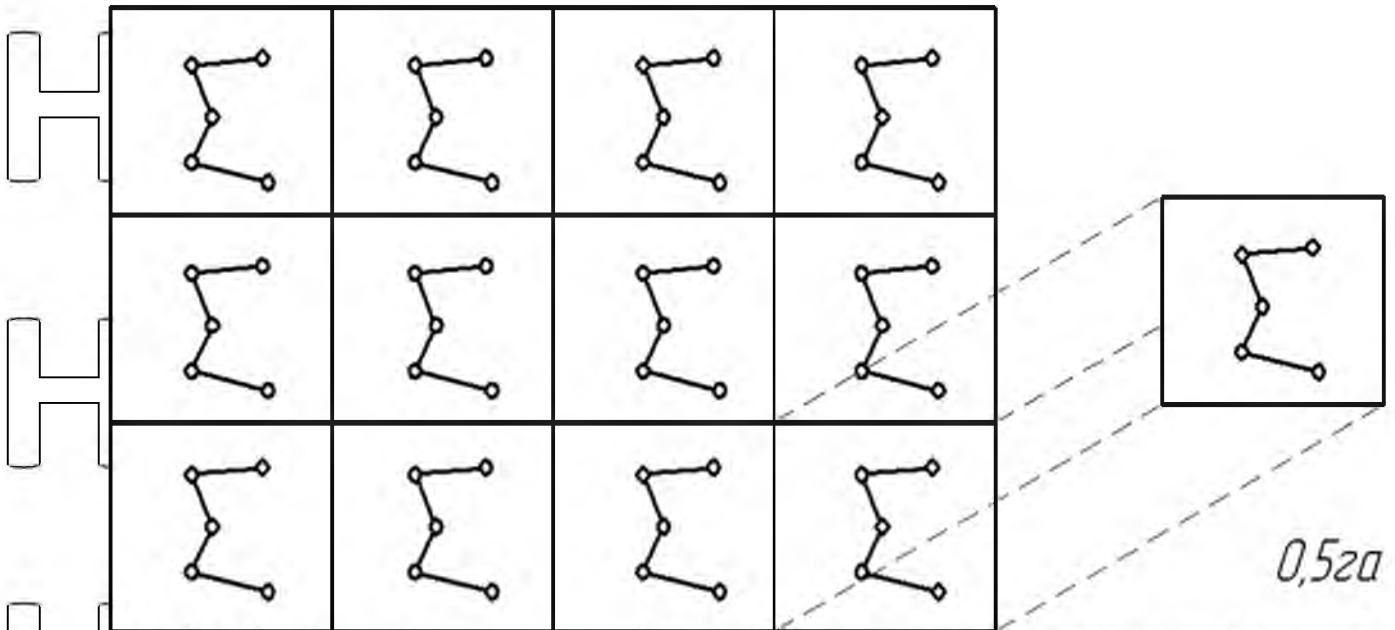


Рис. 3 Сітковий метод відбору проб по всій комірці

### 1.5 Технологія відбору проб ґрунту

Сучасні технології точного землеробства передбачають прив'язку основних технологічних операцій до абсолютних або відносних географічних координат. В цих випадках найчастіше використовують приймачі глобальних або локальних систем позиціонування. До глобальних відносяться (GPS) та ("ГЛОНАСС"), ("Галілео"). Технологія пробовідбору насамперед складається з визначення координат досліджуваного поля та виділення на ньому будь-яким способом елементарних ділянок. Координати поля оприділяються за допомогою приймача сигналу позиціонування при русі навколо поля.

Системи збору інформації на базі польових самохідних машин користуються популярністю як з боку дослідників так і виробників. Адже це дозволяє більшість операцій виконувати автоматично, та в свою чергу скоротити витрати. За своїм призначенням, машини для збору інформації дозволяють здійснювати візуальне спостереженнями за рослинами, параметрами ґрунту, рослин, тощо.



Рис. 1.4 Безпілотник польової розвідки.

Архітектура польової машини складається з сортового ком'ютера який з'єднаний з навігаційним модулем, модуль штучного інтелекту, та технічного зору, первинної обробки місцевизначеної інформації, модуль системи радіокерування та системи енергоживлення. Технологічний модуль передбачає передачу даних по радіоканалу на базу даних агронома телеметричної інформації про функціонування окремих систем та технологічних даних. Досить важливим моментом є забезпечення траєкторії руху без відхилень, для цього існують автоматичний та радіокерований режим. Під час використання автоматичного режиму пілота не бере безпосередньої участі в процесі управління, і його задачі зводяться до контролю ситуації.

По ступеню прилаштування системи до збоїв вони поділяються на ручні та адаптивні. Тобто у випадку адаптації система завдяки штучному інтелекту та самоорганізації здатна прийняти рішення стосовно до задачі.

Процес відбору можливо проводити як вручну так і механізовано.

Шляхом підвищення ефективності моніторингу стану ґрунту серед традиційних технологій є автоматизоване керування режимами відбору. Ці системи в автоматичному режимі проводять аналіз проб та зберігають отриману інформацію на запам'ятовуючий пристрій.



Для механізованого відбору використовують пробовідбірники встановлені на самсхідні шасі. Головна вимога до яких досить висока прохідність, керуваність, простота в експлуатації. Шасі обладнане датчиком ГСП, комп'ютером, автоматичного пробовідбірника. Що дозволяє істотно зменшити ручну працю, та кількість персоналу для обслуговування.

Сьогодні на ринку існує безліч моделей для напівавтоматичного відбору зразків, такі як Duoprob 60 та Amity 2450, BOPROB Niefeld, Fritzmeier, Huldrup.



Рис.1.5 Пробовідбирач Niefeld Duoprob

Пробовідбірник Duoprob 60 завдяки потужній pompі продуктивність якої (8 л/хв), яка дозволяє при тиску 100 атм. Забирати проби на глибині 60 см. В пробі зразок змішується (може і не змішуватися) в залежності від потреби, це дозволяє скоротити час відбору до 10с. Потім проба потрапляє спеціальний пенал де працівник проволить запис інформації. Його можна використовувати на всі види ґрунтів за складністю.

Існує ще один конкурент для Duoprob 60 це так званий Wintex 1000. Його відмінність полягає у тому що він забезпечує відбір зразків на глибині 30см, у порівнянні з попереднім. А принцип відбору полягає у обертанні бура як свердла та забезпечує високу швидкість відбору проб. Продуктивність досягає близько 38 зразків за годину або 380 за робочий день. Конструкція підходить для використання його на квадроциклах, та на інших транспортних засобах.

Живлення відбувається від 12 Вт, а гідравліка використовує 7 л рідини при тиску 75-100 бар.

Також швидкого розвитку у використанні набувають безконтактні методи визначення стану сільськогосподарських земель. Їх використання дозволяє підняти точність на високий рівень.



а)



б)

Рис. 1.6 Пробовідбірники зразків ґрунту

а) Wintex 1000; б) WTX-1000;

WTX-1000 – ще один зразок пробовідбірника що поєднує в собі відбір проби буром як у Druorgob 60, та буріння так як у Wintex 1000. Приведення в дію, також як у попередників, відбувається з місця водія, глибина відбору близько 30 см. Швидкість відбору становить 480 проб/год. Все це аналоги іноземного виробництва, але і на Україні розробили автоматичний пробовідбірник FES 3001, що може проводити роботу зі швидкістю 420 проб на годину з глибини 30 см. А вага становить всього лише 80 кг, що робить його найменшим у своєму класі.



Рис 1.7 Пробовідбурач Nietfeld Multiprob 120-U

Nietfeld Multiprob 120-U – це повністю автоматична машина для взяття проб ударним методом з глибин до 90 см. Оператор має змогу проводити керування пристроєм прямо з кабіни автомобіля. Це дозволяє йому швидко перебудуватися на іншу програму, яких у нього 10. Та за допомогою пульта керування стежити за роботою. За основу силового агрегату в цьому пристрої взято гідромолот-бур, який приводиться в дію від індивідуального гідроагрегату або гідравліки тягача на якому це все працює. Бур забивається в землю після чого прокручується на 180° та витягується. При витягуванні цюка бора перший шар ґрунту, оскільки 50 см, скидається в ємність в коробці потім через зсув самої коробки інший шар ґрунту попадає в наступну коробку, тобто наступні 30 - 60 см, і так само останні 30 см. Тобто матеріал зручно потрапляє у передбачені для цього ємності. Установку зручно агрегувати з пикапами або іншими позашляковиками. Або ж є варіант установки його на причепі з широкою гумою.



Рис.1.8 Пробовідбирач Niefeld speedprob

Niefeld speedprob – унікальна машина для відбору проб від виробника

Niefeld яка забезпечує відбір проб на швидкості руху 8 – 12 км/год, та на глибині 12 – 30 см. Цикл збору триває всього 8-10 сек, а отже час на відбір становить у загальному 4 хвилини. Пристрій укомплектований 15 магазинами для збору проб, це дозволяє виконувати роботу не зупиняючись протягом 1 години. Такий режим роботи дозволяє зменшити навантаження на водія та забезпечити більш збалансований режим роботи зчеплення.

Загальний принцип роботи агрегату складається з поворотного кронштейна з щупом, який під час руху в перед досягає початкової точки, та синхронно швидкості руху переміщується у зворотному напрямку. При досягненні вертикального положення щуп втягується назад у нейтральне положення та відбувається спороження камер відбору зразків. Для захисту агрегату не рекомендується виконувати роботу на занадто високій швидкості.

Доцільно ще приділити увагу носіям пробовідбирників, тобто самохідним шасі. Проблема полягає у тому, що досвід показує про недоцільність установки пробовідбирника на мотовсюдиходи, оскільки він досить не важкий за масою та здатний до розгойдування. Внаслідок чого відбувається відбір під кутом та згичання самого бура. Також проблематичним є виконання роботи у негоду, оскільки останній не має захисту. Автономність

також відіграє вирішальну роль, оскільки паливний бак не досить вмісткий та йде додаткове споживання палива помітно зменшується дальність ходу до чергової заправки. Тому раціональніше використовувати пікап або інший всюдихід.

Основний інструмент для відбору зразків ґрунту, що не порушує зв'язки проникаючи шар ґрунту, відомий як пробовідбірник ґрунту.

Різюча кромка - це загострення на краю пробовідбірника що забезпечує краще проходження через шари ґрунту, та є невід'ємною його частиною.

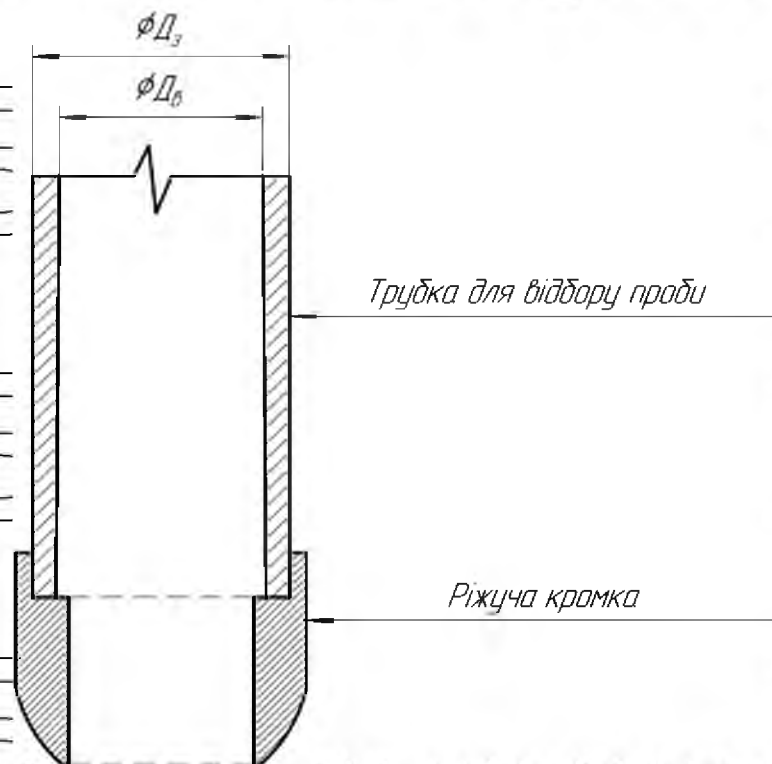


Рис 1.9 Схеми пробовідбірника ґрунту

Залежно від співвідношення площ, пробовідбірники класифікують на

такі типи:

- тонкостінні;
- товстостінні;

Тонкостінні пробовідбірники - це пробовідбірники, у яких товщина стінок трубки для відбору проб становить менше 2,5% діаметра. Іншими словами, пробірки з тонкою стінкою - це ті, для яких коефіцієнт площі менше або дорівнює 10%. Зразки, для яких коефіцієнт площі більше 10%, відомі як товстостінні пробовідбірники.

Пізніші дослідження змінили визначення тонкостінних пробовідбірників, включивши вплив передового краю на порушення зразка. Відповідно, тонкостінні пробовідбірники можуть бути визначені як ті, що мають коефіцієнт площі менше 20%, якщо пробовідбірник має відповідну конструкцію ріжучої кромки. Товстостінні пробовідбірники-це ті, з коефіцієнтом площі більше 20%.

Залежно від конструкції та використання пробовідбірники поділяються на такі типи:

- Пробовідбірник з відкритою трубкою;
- Стандартний роздільний пробовідбірник;
- Стаціонарний поршневий;
- Роторний пробовідбірник;
- Скребоквий пробовідбірник;

Пробовідбірник з відкритою пробірною – це простий тип пробовідбірника для відбору проб, виготовлений з тонкостінної безшовної трубки, нижня частина якого загострена і робить її ріжучою кромкою. Верхня частина має різьбу на внутрішній поверхні, що дозволяє прикріпити пробовідбірник до нижньої частини бурової штанги.

Пробовідбірник з роздільною ложкою найбільш часто використовуваний пробовідбірник для отримання зразків ґрунту без порушень. Він також відомий як пробовідбірник з розщепленою циліндричною трубкою. Пробовідбірник з роздільною ложкою також використовується для проведення дослідження у свердловині. Коли зразок ґрунту одночасно надходить у пробовідбірник до кінця випробування, який потім вилучається і доставляється в лабораторію.

Стандартний роздільний пробовідбірник складається з наступного:

- нижня частина башмака з інструментальної сталі довжиною 7,5 см;
- сталева труба довжиною 45 см, розділена на дві половини вздовж;
- з'єднувальна головка або пробовідбірник у верхній частині трубки довжиною близько 15 см;



Рис. 1.10 Повний набір пробовідбірників.

З'єднувальна головка оснащена зворотнім клапаном і чотири вентиляційними отворами діаметром 1 см для поліпшення відновлення зразка.

У деяких пробовідбірниках з роздільною ложкою передбачена окрема пробірка для відбору проб із внутрішнім діаметром 3,8 см.

Поршневий пробовідбірник складається з двох частин - циліндра пробовідбірника та поршневої системи. Поршневий шток має діаметр 30 см у нижньому кінці і легко поміщається всередині порожнистого свердла.

Поворотні пробовідбірники - це двотрубні пробовідбірники зі змінною тонкостенною трубкою, відомі як вкладиш, всередині зовнішньої трубки, забезпеченої ріжучим долотом.

Поворотний пробовідбірник має зовнішній діаметр 6,35-19,7 см і довжину 61 см. Зовнішню трубку з ріжучим долотом повертають і штовхають вниз у ґрунт на необхідну довжину, і зразок

надходить у вкладиш. Внутрішня трубка, тобто вкладиш, забезпечений гладким ріжучим башмаком, залишається нерухомим, а зразок, розрізаний

обертуючою зовнішньою трубкою, ковзає в гільзу. Таким чином, зразок надходить у вкладиш.

Відбір проб за допомогою стандартного пробовідбірника з роздільною ложкою стає складним, якщо ґрунт містить гальку. Навіть якщо пробовідбірник обладнаний пружинним сердечником, камінчики заважають пружинам і перешкоджають їх закриттю. Пробовідбірник ковшового ковша може бути корисним для збору непорушених зразків у таких ґрунтових відкладах. Однак, можна збирати лише порушені зразки, використовуючи пробовідбірник ковша.

Пробовідбірник ковша скребка містить вертикальну щілину у верхній частині та рушійну точку внизу. Під час обертання пробовідбірника зі скребка ґрунту надходять у циліндр пробовідбірника через вертикальну щілину. Коли пробовідбірник заповнюється зіскрібками, його піднімають збирає в окрему ємність. Незважаючи на те, що зразок ретельно порушений, він все ще представляє ґрунт на точній глибині, звідки його збирають. Для проведення відбору проб ручним методом найчастіше використовують ручний інструмент у вигляді бура. Вони є різної конструкції: Качинського, Ізмаїльського, Некрасова, БН25-15. За один раз дозволяє відібрати до 35 см<sup>3</sup> ґрунту.

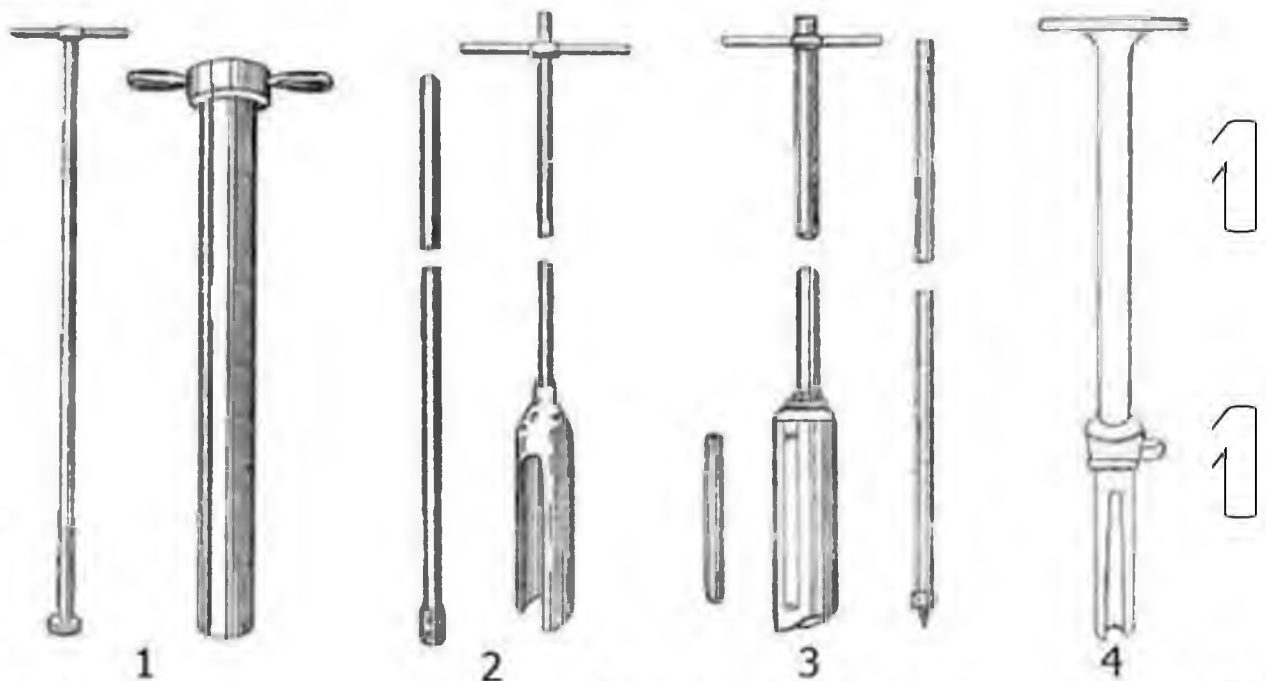


Рис. 1.7 Види бурів для відбору проб ґрунту

1.Качинського; 2.Ізмаїльського; 3.Некрасова; 4.БН25-15.



При проведенні аналізу ґрунту розрізняють всього три види проб: попередню, середню, аналітичну.

Попередня проба відбирається безпосередньо на досліджуваній ділянці поля. Умови відбирання повинні бути однаковими для всіх варіантів зразків, а кожний повинен бути підписаний та відповідно розміщений.

Середня проба формується з попереднього зразка, перед цим ґрунт добре змішують та відбирають квадратування або в окремих місцях. Для підготовки ґрунту до аналізу його висушують розтеливши на папері до стану коли він не стане крихким. Великі грудки розбивають та подрібнюють у ступках до стану коли він може просіюватися у сито з отворами 1мм. А маса одного зразка повинна становити от 200 г до 1 кг. Проби зберігаються протягом 10 місяців у спеціальних емкостях у провітрюваних приміщеннях.

Аналітичну пробу формують з середньої проби шляхом розподілення ґрунту тонким шаром у вигляді квадрату та ділять його діагоналями на чотири трикутники, крайні відкидають та перемішують залишений ґрунт. Процес повторюють доки не залишиться стільки ґрунту, скільки потрібно. Адже правильне відбирання проб відіграє велике значення для формування об'єктивних даних про ґрунт.

Відбір зразків ґрунту з розрізу наприклад для дерново-підзолистого проводять таким чином: на лицьовій стінці за допомогою мірної лінійки розподіляють профіль на генетичні горизонти. Позначають їх індексами НЕ, Е, І, Р. Потім згори вниз погначають місця де братимуть проби. Проби відбирають згори вниз у вигляді прямокутника з середини генетичного горизонту завтовшки 10, шириною 8-10 і завтовшки 6-8 см. В орному шарі беруть зназки з либини 0-10 і 10-20 см, а в підорному один з середини. В ілюмінальному шарі беруть два або три зразки в кожній з його частин. Розміщують у спеціальний мішечок та заповнюють відповідні дані.

## 2. Розробка механізованого процесу взяття проб ґрунту.

Головною задачею для теперішніх виробників сільськогосподарської продукції на даний час є підвищення урожайності зернових культур, мінімізація затрат на виробництво та збереження довкілля. Все це неможливо досягти без використання сучасних технологій та високопродуктивної техніки. Однією з необхідних на даний час є технологія точного землеробства.

Якою користуються не всі та не на всіх площах оброблюваних земель. Адже значні площі с/г угідь не мають оновлених ґрунтових карт і не відображають сьогоденних реалій. Тому дані повинні повністю використовуватися і бути доступними для фахівців.

Точне землеробство забезпечує реєстрацію даних основних параметрів для подальшого керування потенціалом поля. Їх називають місцевизначеними, і до них відносять: рівень поживних речовин, щільність, вологість, дані про рельєф, урожайність на окремих ділянках, та інші властивості ґрунту.

Правильне застосування технологій, відкриває ряд можливостей для майбутнього планування показників, зниження рівня забруднення навколишнього середовища, зменшення використання отрутохімкатів внаслідок чого покращується якість продукції. Багатий досвід показує, що введення точного землеробства гарантовано забезпечує стабільний розвиток та економію енергозатрат. На підставі вище наведених етапів розвитку було розроблено апаратний комплекс для відбору проб ґрунту на аналіз.

# НУБІП України

## 2.1 Розробка програмно-апаратного комплексу

Апаратна частина на своїй базі має дві системи: автоматизації та механічної. Які в свою чергу складаються з чотирьох окремих елементів.

Першим, являється енергетичний засіб, за основу якого взято трактор класу 0,6, моделі Беларус 320. Функції реєстрації даних буде виконувати контролер в режимах карта і точка. В якості приймача сигналу координат та датчика рухомого об'єкту взято датчик координат, це третій елемент. Для обробки

отриманих даних застосовується комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням. Всі ці системи можна поєднати в загальні три системи: систему

доставки всього апарату на робочу ділянку, систему занурення пробовідбирача, та систему обробки та реєстрації отриманих результатів.



Рис.2 Програмно-апаратний комплекс.

Розробка базується на удосконаленні відомого пристрою для відбору зразка ґрунту ("Бур для газоналізатора" – Броварець О.О), який використано як основу апаратного комплексу. Загальна будова пристрою складається з рами, бури, гідравлічного циліндра як приводного механізму для

# НУБІП України

пробовідбірника. У верхній частині бура міститься перехідник, що сполучає газопровод, через який відбувається протягування повітря газоманітатором.

Головною метою удосконалення є підвищення продуктивності та якості відбору зразків ґрунту шляхом зміни конструкції.

Оскільки конструкція складається з суцільної рами у вигляді прямокутника основою якої є профільна труба, а бічні сторони складаються з кутиків, які кріплять направляючі штока бури, що виконує переміщення в зворотньо-поступальному русі, пропонується замінити привід бури на привід

від гідроциліндра. А на рамі передбачити кріплення на навісну систему самохідної машини. Причому бур може виконувати як зворотньо-

поступальний рух так і обертовий рух, що здійснюється від приводу мотора змонтованого на верхній частині рами. Живлення здійснюється від

аккумуляторної батареї (12В) енергетичного засобу. Глибина занурення бури в

ґрунтовий покрив контролюється мірною лінійкою, змонтованою на ній кнопкою що дозволяє керувати роботою розподільника. А в разі поломки

самого бури, або необхідності його заміни передбачено різьбове з'єднання на приводному валу, що дозволить пришвидчити процес. Робочий процес

відбувається на “ плаваючому” режимі навіски трактора за для забезпечення

копіювання поверхні ґрунту та точності взяття проб. Будова конструкції передбачає копіювальне колесо на основі рами.

Навісна система на трактор розроблена універсальна трьохточкова, що підходить на будь-яку модель трактора, але доцільно використовувати трактор

низького тягового класу, наприклад (0,6) для забезпечення невеликого опору на ґрунт та невеликих економічних затрат.

# НУБІП України

## 2.2 Конструктивні особливості і принцип роботи пробовідбірника.

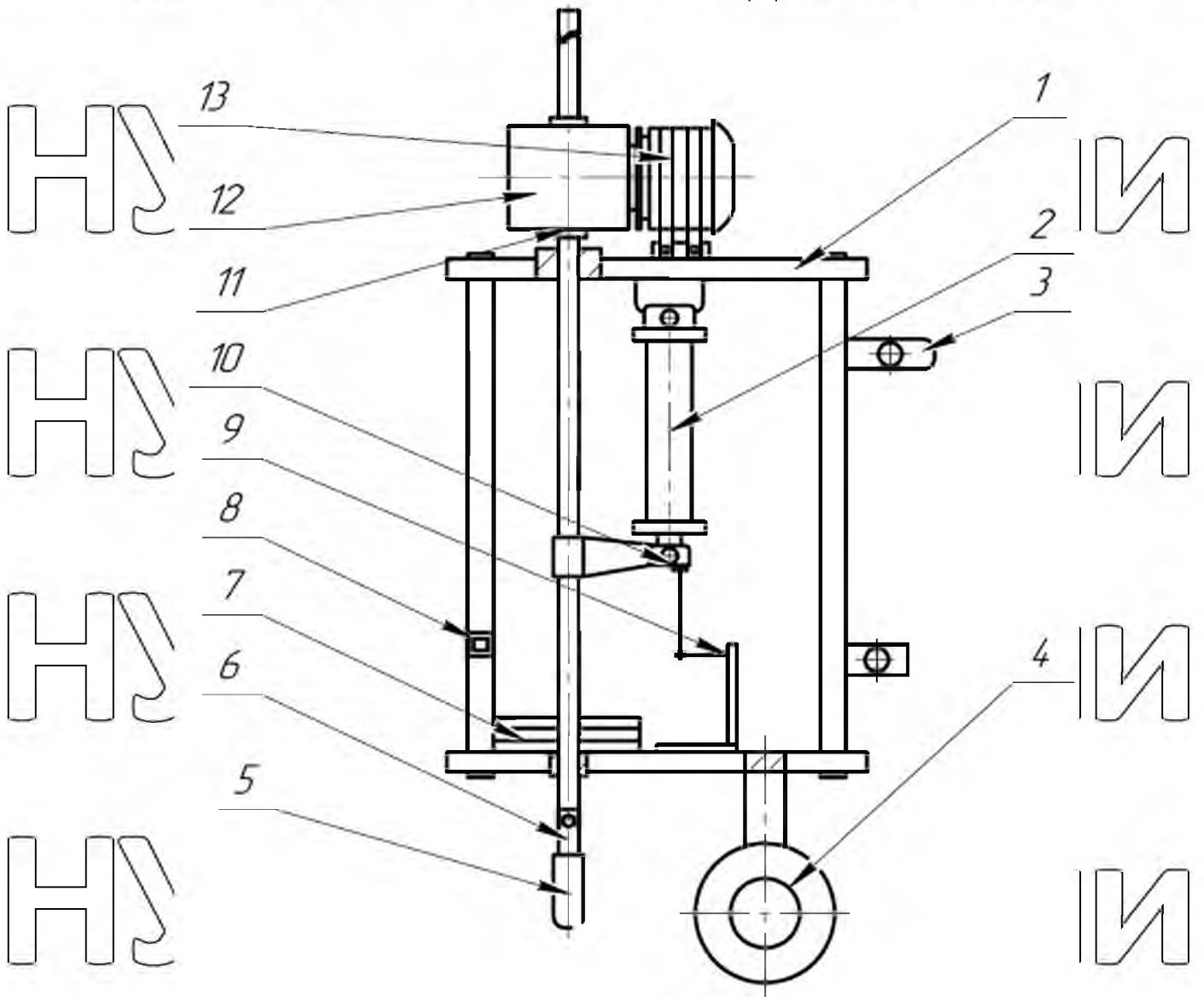


Рис.2.1 Будова пробовідбірника.

1 – рама; 2 – гідроциліндр; 3 – кронштейн для навіски; 4 – опорне колесо;  
 5 – механізм занушення; 6 – різьбове з'єднання; 7 – ящик для зібраних проб;  
 8 – кнопка вмикання реверсу; 9 – кінцевик; 10 – кнопка керування  
 розподільником; 11 – направляючі; 12 – редуктор; 13 - електродвигун;

Конструктивні розміри пробовідбирача становлять 1500 мм, який являється досить не габаритним та додає маневреності конструкції. Ширина моделі становить 1100 мм, що забезпечує оптимальну роботу всіх вузлів та агрегатів, а для обслуговування достатньо місця.

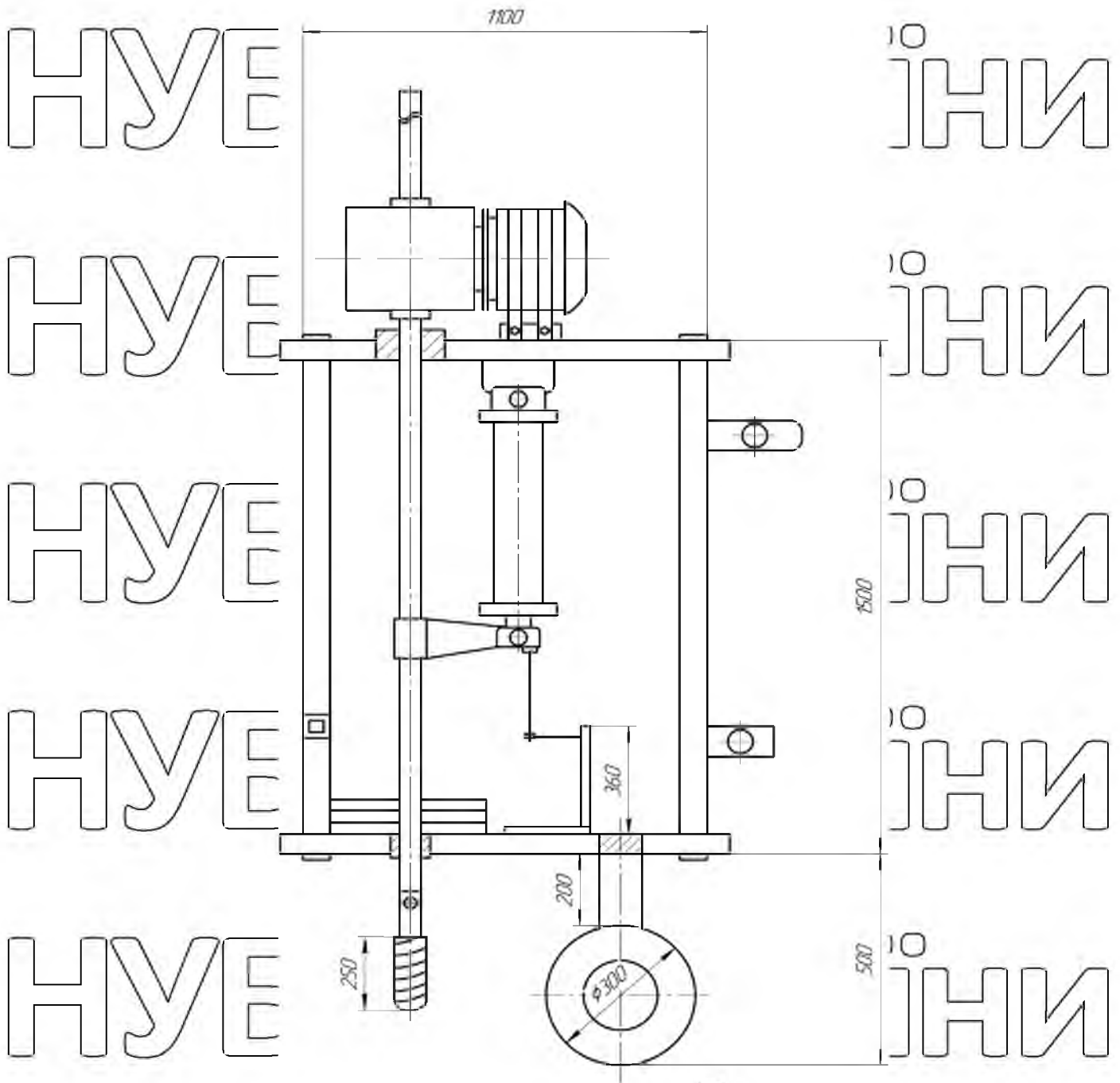


Рис.2.2 Габаритні розміри пробовідбірника.

Порядок роботи механізму. Пристрій навішується на напіну систему енергетичної машини, та безпосередньо на місці дослідження оператор перемикає гідравлічну систему у плаваюче положення що забезпечує опускання навіски та пристрою. Електронна система включається в живлення для визначення місцевизначених параметрів. Пристрій спирається на опорне колесо, а бур розташований на висоті 10 см. від поверхні землі. Для початку відбору оператор переключав важіль керування гідроциліндром разом з цим і вмикається привід від електродвигуна. Таким чином бур пристрою

занурюється у ґрунт при швидкості обертання 45-50 об/хв. Глибина контролюється кінцевиком розміщеним на рамі. А при досягненні бура заданої глибини подається сигнал від кнопки на розподільник і бур автоматично повертається у вихідне положення. Цим часом пемічник, що знаходиться біля бура і в момент його підняття натискає кнопку реверсивного обертання та відбувається очистка шнека від землі у спеціальну посудину для збору зразків. Відібрану пробу розміщують у тримач та підписують порядковим номером.

### 2.3 Підготовка пробовідбірника до роботи.

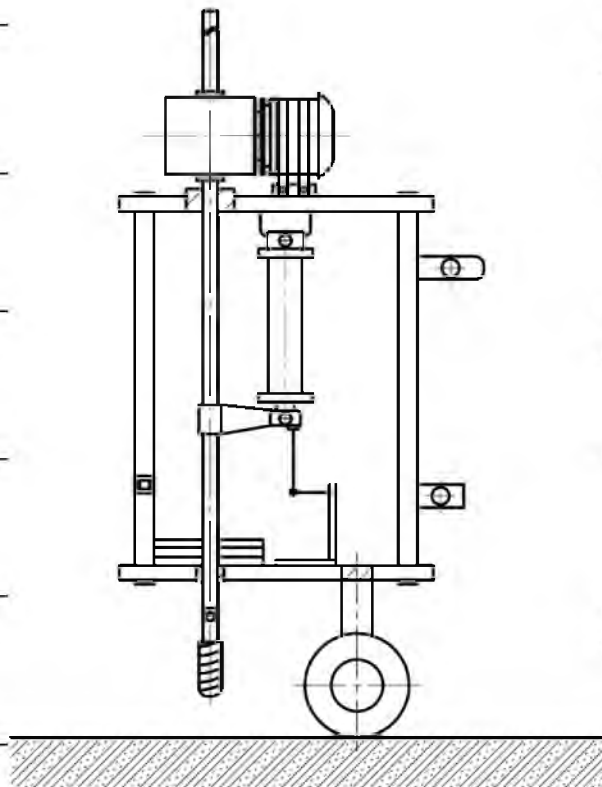


Рис.2.3 Вихідне положення для початку роботи.

На Рис.2.3 наведено початкове положення пробовідбірника. Особливість будови наведеного механізму полягає у спеціальному розміщенні робочої частини бура на висоті 10 см, для захисту ріжучої частини від механічних пошкоджень, які можуть бути присутні через нерівномірність ґрунтового покриття.

На рисунку 2.4 наведено загальну будову копювального колеса, яке виконує декілька функцій. По-перше воно забезпечує копіювання поверхні ґрунту за для точності відбору, та утримання всього механізму на заданій

висоті, так як начинна система трактора знаходиться у “плаваючому” режимі.

По-друге захищає бур від пошкоджень

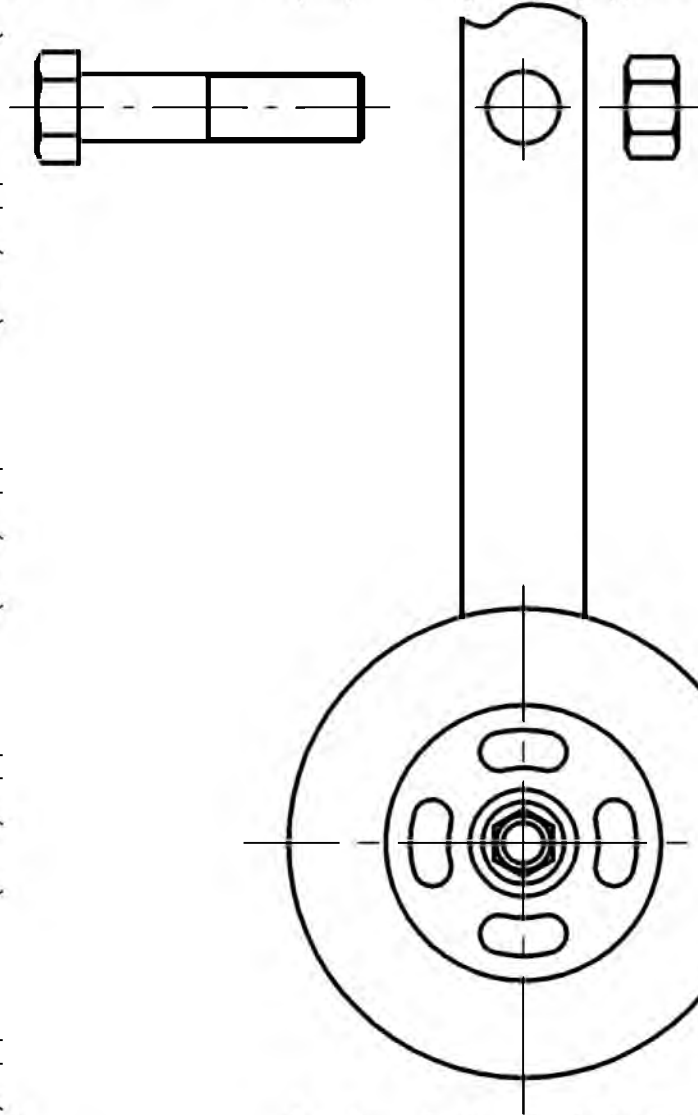


Рис.2.4 Загальна будова опорного колеса.

До рами копіювальне колесо кріпиться через болтове з'єднання.

Прототип колеса взято з висівного апарату, а діаметр якого становить 300 мм, що задовольняє необхідні умови та потреби.

## 2.4 Механізм відбору проб.

Загальна будова головнього механізму складається з приводного механізму у вигляді мотор-редуктор SMW 050 з електродвигуном серії



110ZYT, потужністю 400 Вт та частотою 1500 об/хв, що живиться від акумуляторної батареї. Редуктора черв'ячного з передаточним числом  $i=40-100$ . В результаті досягається частота обертів на вихідному валу 20–45 об/хв.

Вал отримує крутний момент через шліцеве з'єднання від редуктора.

Заглиблення відбувається під час обертання бура за годинниковою стрілкою та вивільнення проти годинникової стрілки. Це робить механізм не трудоским для ремонту при необхідній заміні чи ремонту робочої частини.

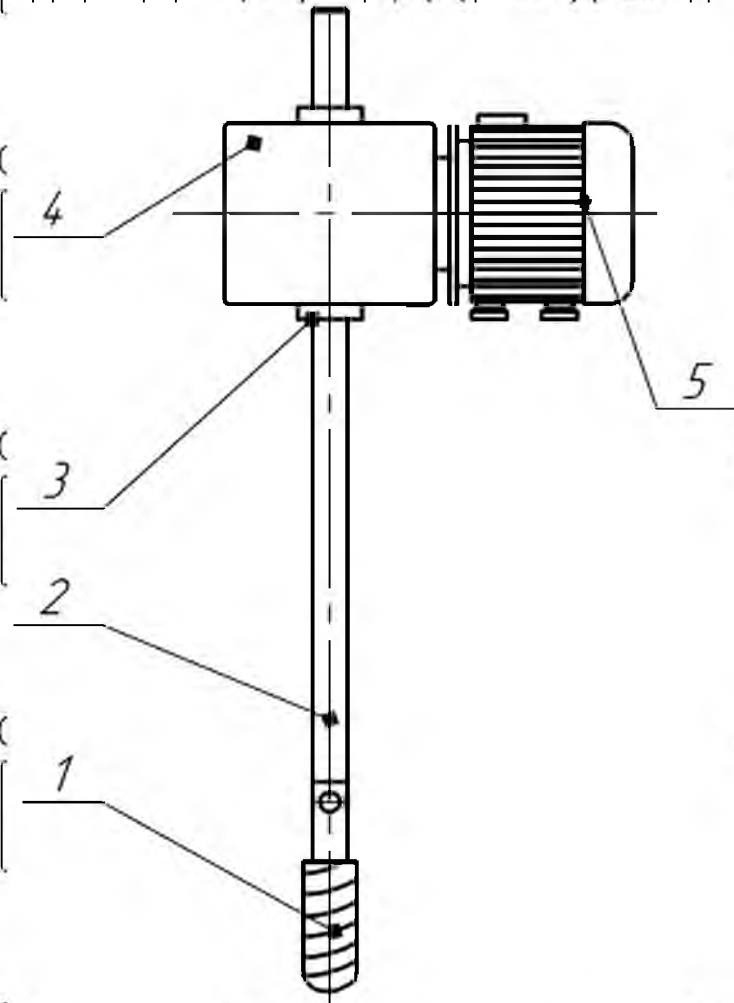


Рис 2.5 Головний механізм преобві доірника:

1 – бур; 2 – вал бура; 3 – шліцева передача; 4 – редуктор черв'ячний; 5 – електродвигун;

Параметри бура дозволяють виконувати агротехнічні вимоги, щодо проведення агрохімічного аналізу ґрунту. Робоча довжина бура становить 250 мм, це достатньо для проникнення в родючі шари ґрунту та взяття проби

Об'єм взятої проби під час дослідження складає близько 300 г. Цього достатньо для визначення вмісту поживних речовин та N, P, K.

Механізм зворотно-поступального руху з'єднаний з гідроциліндром через штангу з тримачем.

### 2.5 Механізм контролю занурення.

За контроль механізму опускання відповідає система, що розміщена на рамі, та складається з мірної лінійки та обмежувача опускання. Останній припиняє занурювання при досягненні певної глибини ґрунту за рахунок кнопки, що розміщена на кінці важеля, та припиняє рух при натисканні на неї, подаючи сигнал на гідрозподільник. При необхідності зміни глибини занурення необхідно: викрутити гайку та перемістити обмежувач згідно мірної лінійки на задану глибину, та закрутити гайку.

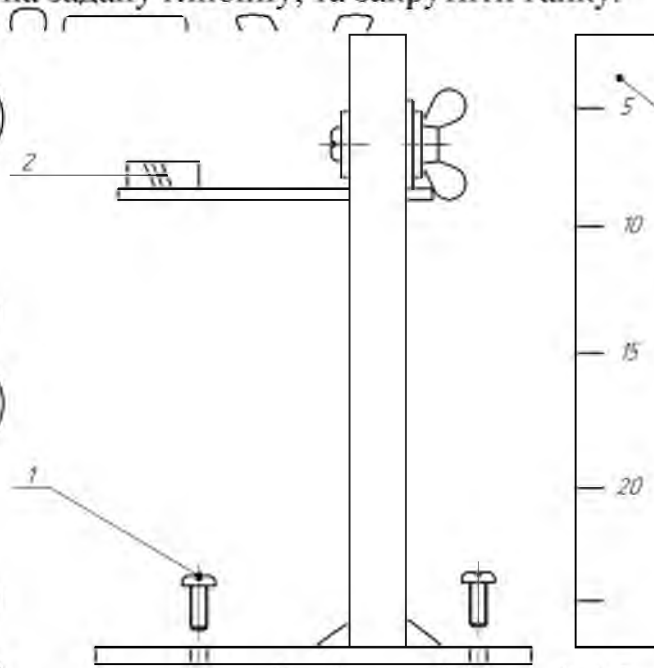


Рис. 2.6 Механізм занурення.

1 – кріплення до рами; 2 – електрична кнопка; 3 – мірна лінійка;

### 2.6 Механізм зворотно-поступального руху пробовідвірника.

Піднімання та опускання пробовідбірника забезпечується гідроциліндром марки Ц-110.

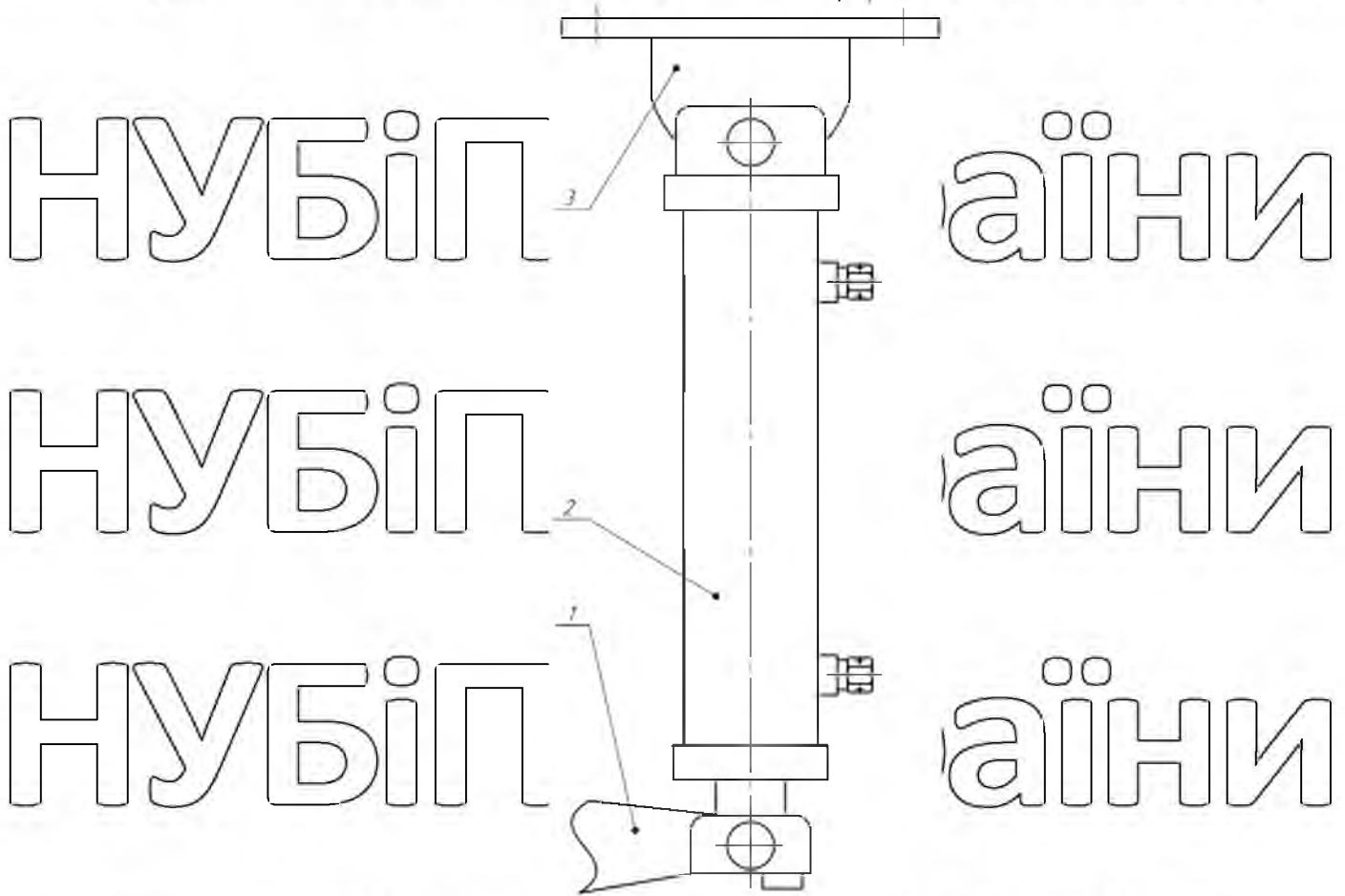


Рис.2.7 Механізм опускання та піднімання: 1 – Тримач бура; 2 – гідроциліндр; 3 – кронштейн кріплення до рами.

Характеристики гідроциліндра повністю відповідають вимогам системи.

Хід поршня складає 250 мм, що забезпечує необхідну глибину занурення.

Діаметр штока становить 55 мм, та задовольняє параметри міцності для витримання навантаження що виникають при взаємодії з ґрунтом. Кнопка для вимкання подачі знаходиться на кінці штока та взаємодіє з кінцевиком.

З'єднання гідроциліндра з валом бура відбувається за допомогою спеціального тримача з шарнірами для додаткового вільного ходу. А сам механізм кріпиться

до рами за допомогою кронштейна на різьбові з'єднання.

## 2.7 Програмно-апаратна частина фіксації даних.

Як вище було сказано для проведення дослідження постає необхідність у визначенні параметрів координат місцезнаходження та приймання сигналу від систем позиціонування. Отже нами серед всіх відомих було Navilock NL-701US USB 2.0 GPS Receiver. Його можна використовувати у будь-яких сферах життєдіяльності як у сільськогосподарській так і у повсякденних справах. Він характеризується як зручний у використанні та легкий у підключенні, компактний та конектиться з усіма пристроями де присутній USB вихід. Працює з усіма відомими операційними системами та забезпечує чіткий сигнал з супутниками.



Рис.2.8 Датчик координат Navilock NL-701US.

Для реєстрації даних пристрій підключають до комп'ютера та в режимах карта і точка дозволяє вести контроль отримуваних даних. Запис даних потім можна виконати у загальній формі в програмах Excel та Surfer, або ж на зовнішню пам'ять. Таким чином після отримання координат точок відбору проб та висновку аналізу відібраних зразків можна поєднати результати та отримати

загальний вигляд досліджуваної площі. Зробити висновки про наявність речовин у ґрунті, його показники кислотності, вологості.



Рис. 2.9 Підключення до комп'ютера датчика.

#### Технічні дані:

- Підключення: 1 x роз'єм типу USB 2.0
- Чипсет: u-blox UBX-C7020-KT
- Частота: GPS: L1, 1575,4200 МГц, GLONASS: L1, 1602 (kx 0,5625) МГц  
QZSS: L1, 1575,4200 МГц
- Обробляє сигнали до 56 супутників одночасно
- Підтримує AssistNow онлайн / офлайн, SBAS (WAAS, EGNOS та MSAS)
- Підтримує протоколи NMEA 0183: GGA, GSA, GSV, RMC, VTG, TXT
- Швидкість передачі даних: 9600 біт / с
- Швидкість оновлення: 1 Гц
- Чутливість: -162 дБм відстеження / -148 дБм (GPS)

- Робоча температура:  $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ .
- Джерело живлення: 5 В постійного струму
- Споживання струму: Макс. 40 мА
- Холодний запуск приблизно через 29 секунд
- Гарячий старт приблизно за 1 секунду

## 2.8 Схема гідроприводу.

Для передачі енергії під час зворотньо-поступального руху використовується Гідросистема. Враховуючи необхідні вимоги поставлені перед виконуючим органом його використання дає можливість поліпшити експлуатаційні та техніко-економічні властивості. Існує ряд переваг якими користується об'ємний гідропривід – невелика маса виконуючого пристрою в порівнянні на одиницю потужності, різка зміна режиму роботи, захист робочих органів від надмірного навантаження. Для ефективного використання системи слід врахувати всі дрібниці та провести розрахунок.

Загальна схема використаного гідроприводу майже не відрізняється від звичайного реверсивного не регульованого гідроприводу, а лише використанням електромагнітів.

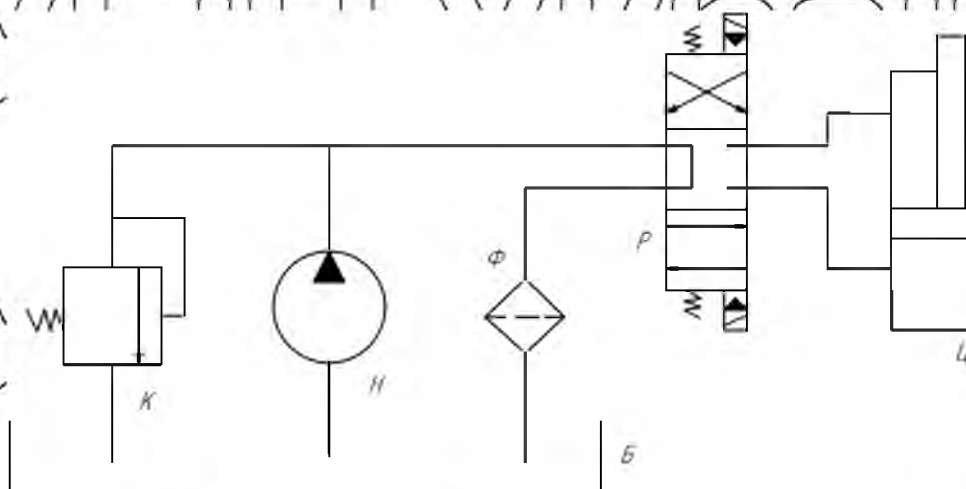


Рис 2.10 Схема гідросистеми з електрогідролічним керуванням

Порядок роботи системи слідує: олива після закачування насосом НШН – 25 – 2 та проходження по рукавах високого тиску, потрапляє до гідророзподільника чогирьох ходового трьохпозиційного з електрогідравлічним керуванням перекачується до гідроциліндра. Потім олива на зворотньому шляху заходить до розподільника та через фільтр потрапляє у гідробак. Система забезпечена запобіжним клапаном для захисту від перенавантажень.

### 2.8.1 Розрахунок гідроприводу пробовідбірника.

Для повноцінної роботи системи гідроприводу необхідно задовольнити умови поставлені перед нею. Для дотримання агротехнічних вимог необхідно відбирати зразки з ґрунту на глибині 20 см, в межах родючого шару ґрунту.

Досить важливим моментом є часова складова, а саме затрати на відбір однієї проби. Що за нормальних умов повинен складати не менше 5 с.

Для дотримання цих вимог необхідно сформулювати вихідні дані:

- хід поршня – 250 мм;
- тривалість операції – 5с;
- зусилля при виштовхуванні штока – 95 кН;

#### Попередній розрахунок

Швидкість переміщення поршня:

$$V = \frac{l}{t} = \frac{0,25}{5} = 0,05 \text{ м/с.} \quad (2.1)$$

Потужність гідроприводу:

$$N_r = F_{ш} \cdot V_n = 95000 \cdot 0,05 = 4750 \text{ Вт} = 4,75 \text{ кВт} \quad (2.2)$$

Потужність гідроприводу розрахункова.

$$N_{\text{гр}} = K_s \cdot K_r \cdot N_r = 1,2 \cdot 1,3 \cdot 4750 = 7410 \text{ Вт} = 7,4 \text{ кВт.} \quad (2.3)$$

Вибираємо номінальний тиск  $P_{\text{ном}} = 14 \text{ МПа}$ .

Максимальний робочий тиск приймаємо:

$$P_{\text{max}} = 1,13 \cdot P_{\text{ном}} = 16 \text{ Мпа.} \quad (2.4)$$

Подача насосної станції:

$$Q' = \frac{N_{\text{гр}}}{P_{\text{ном}}} = \frac{7410}{14 \cdot 10^6} = 5,29 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с.} \quad (2.5)$$

Подача гасоса:

$$Q = \frac{Q'}{z} = \frac{5,29 \cdot 10^{-4}}{1} = 0,46 \text{ дм}^3/\text{с} = 31,7 \text{ л/хв.} \quad (2.6)$$

Приймаємо насос НШ-25-2. Тоді:

$$P_{\text{ном}} = 14 \text{ МПа}; n_{\text{ном}} = 40 \text{ с}^{-1}; n_{\text{max}} = 60 \text{ с}^{-1} \quad (2.7)$$

Об'ємний ККД  $\eta_v = 0,85$ ; робочий об'єм  $q_n = 25 \text{ см}^3$ ; номінальна подача  $57,6 \text{ л/хв}$ . Тоді частота обертання вала насоса:

$$n = \frac{Q}{q_n \cdot \eta_v} = \frac{0,57}{0,025 \cdot 0,96} = 21,8 = 22 \text{ с}^{-1} = 1200 \text{ об/хв} \quad (2.8)$$

Корисна площа поршня:

$$S = \frac{F_{\text{ш}} \cdot K_{\text{нз}}}{P_{\text{ном}}} = \frac{95000 \cdot 1,2}{14 \cdot 10^6} = 0,0081 \text{ м}^2 \quad (2.9)$$

Діаметр поршня:



$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0071}{3,14}} = 0,101 \text{ м.} \quad (2.10)$$

Приймаємо  $D=0,1$  м. Діаметр штока  $d_{шт}=0,5$ ,  $D = 0,5 \cdot 0,1 = 0,055$  м.

$$1/D=9 < 15. \quad (2.11)$$

Умова виконується. Отже приймаємо  $D=0,1$  м;  $d_{шт}=0,5$ ;  $l=0,25$  м.  
Внутрішній діаметр напірного трубопроводу:

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,7 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,6}} = \sqrt{\frac{22,8}{18}} = 0,03 \text{ м} \quad (2.12)$$

Де  $V_p = 6$  м/с. Приймаємо  $d_{вн} = 32$  мм. Товщина стінки трубопроводу:

$$\delta = \frac{P_{max} d_{вн}}{2[G]p} = \frac{16 \cdot 0,034}{2 \cdot 250} = 0,0010 \text{ м} = 1 \text{ мм.} \quad (2.13)$$

Приймаємо  $\delta = 1,0$  мм. Зовнішній діаметр напірного трубопроводу:

$$d_3 = d_{вн} + 2\delta = 0,03 + 2 \cdot 0,0010 = 37 \text{ мм.} \quad (2.14)$$

Приймаємо  $d_3 = 36$  мм. Внутрішній діаметр зливного трубопроводу:

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,7 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 2}} = 0,019 \text{ м.} \quad (2.15)$$

Де  $V_p = 2$  м/с. Приймаємо  $d_{вн} = 0,020 = 20$  мм. Товщина стінки зливного

трубопроводу:

$$\delta = \frac{P_3 d_{вн}}{2[G]p} = \frac{0,8 \cdot 0,020}{2 \cdot 250} = 0,03 \text{ мм.} \quad (2.16)$$

Де  $P_3=0.8$  МПа тиск зливу. Приймаючи зовнішні навантаження на трубопровід, приймаємо  $\delta = 0.5$  мм. Зовнішній діаметр зливного трубопроводу:

$$d_3 = d_{\text{вн}} + 2\delta = 20 + 2 \cdot 0,5 = 21 \text{ мм} \quad (2.17)$$

Остаточно приймаємо для зливного трубопроводу  $d_{\text{вн}} = 20$  мм;  $d_3 = 21$  мм;  $\delta = 0.5$  мм. Внутрішній діаметр всмоктувального трубопроводу:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,7 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,019 \text{ м.} = 19 \text{ мм.} \quad (2.18)$$

Вибираємо рукав гумовий з  $d_{\text{вн}} = 20$  мм;  $\delta = 3$  мм; згідно  $P_{\text{ном}} = 14$  МПа,  $Q = 0,57$  дм<sup>3</sup>/с; умовний прохід – 20 мм вибираємо гідророзподільник типу РС;  $Q = 1,6$  дм<sup>3</sup>/с, умовний прохід – 20 мм. Площа сітчастого фільтра:

$$S_{\text{ф}} = \frac{60 Q \mu}{k \Delta P_{\text{ф}}} = \frac{60 \cdot 0,57 \cdot 0,59}{2,27 \cdot 0,1} = 89 \text{ см}^2. \quad (2.19)$$

$$\text{Де } \mu = \nu \cdot \rho = 670 \cdot 10^{-6} \cdot 890 = 0,596 \text{ Н/м}^2. \quad (2.20)$$

$V_p$  – вибираємо 1. Вибираємо металеву сітку №0045 м зі загальною площею 90 см<sup>2</sup>.

Місткість бака:

$$W = (2 - 3)Q = 2 \cdot 27 = 54 \text{ дм}^3. \quad (2.21)$$

Приймаємо  $W = 63$  дм<sup>3</sup>.

**Перевірочний розрахунок**

Середня швидкість руху рідини в напірному трубопроводі:

$$V_p = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,57 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,032^2} = 0,7 \text{ м/с.} \quad (2.22)$$

Число Рейнольдса:

$$R_e = \frac{V_p \cdot d_{\text{вн}}}{\nu} = \frac{0,7 \cdot 0,032}{82 \cdot 10^{-6}} = 273 \quad (2.23)$$

$R_e = 273 < R_{\text{кр}} = 2100$  Отже режим руху рідини ламінарний. Коефіцієнт тертя:

$$\lambda = \frac{75}{R_e} = \frac{75}{273} = 0,274 \quad (2.24)$$

Шляхові витрати тиску на прямолінійних ділянках напірного трубопроводу:

$$\Delta P_{\text{шн}} = \frac{\lambda L V_p^2 \rho}{2 d_{\text{вн}}} = \frac{0,274 \cdot 3 \cdot 6^2 \cdot 890}{2 \cdot 0,032} = 411,5 \text{ Па} = 0,41 \text{ Мпа} \quad (2.25)$$

Витрати тиску рідини у гідроагрегатах напірного трубопроводу:

$$\Delta P_{\text{гн}} = V_2 \cdot p \cdot \frac{\Sigma \varepsilon}{2} = 62 \cdot 890 \cdot 2 = 64080 \text{ Па} = 0,0640 \text{ МПа.} \quad (2.26)$$

Середня швидкість рідини у зливному трубопроводі:

$$V_p = \frac{4Q}{\pi d_{\text{вн}}^2} = \frac{4 \cdot 0,57 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,02^2} = 1,8 \text{ м/с.} \quad (2.27)$$

Число Рейнольдса:

$$R_e = \frac{V_p \cdot d_{\text{вн}}}{\nu} = \frac{1,8 \cdot 0,02}{82 \cdot 10^{-6}} = 441 \quad (2.28)$$

Коефіцієнт тертя :

$$\lambda = \frac{75}{R_e} = \frac{75}{441} = 0,17 \quad (2.30)$$

Шляхові втрати тиску на прямолінійних ділянках зливного трубопроводу:

$$\Delta P_{\text{шз}} = \frac{\lambda L V_p^2 p}{2 d_{\text{вн}}} = \frac{0,17 \cdot 4 \cdot 1,81^2 \cdot 890}{2 \cdot 0,02} = 49567 \text{ Па} = 0,04 \text{ МПа} \quad (2.31)$$

Місцеві витрати тиску у зливному трубопроводі:

$$\Delta P_{\text{мз}} = V_2 \cdot p \cdot \frac{\Sigma \varepsilon}{2} = 1,81 \cdot 890 \cdot 3,3/2 = 4810 \text{ Па} = 0,0048 \text{ МПа}. \quad (2.32)$$

Витрати тиску у гідроагрегатах зливного трубопроводу:

$$\Delta P_{\text{гз}} = V_{p2} \cdot p \cdot \frac{\Sigma \varepsilon}{2} = 1,81 \cdot 890 \cdot \frac{4+2,5}{2} = 0,005 \text{ МПа} \quad (2.33)$$

Середня швидкість рідини у всмоктувальному трубопроводі:

$$V_p = \frac{4Q}{\pi d_{\text{вн}}^2} = \frac{4 \cdot 0,57 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,02^2} = 1,8 \text{ м/с} \quad (2.34)$$

Число Рейнольдса:

$$Re = \frac{V_p \cdot d_{\text{вн}}}{\nu} = \frac{1,8 \cdot 0,020}{82 \cdot 10^{-6}} = 439 \quad (2.35)$$

Де  $439 < 1600$  рукав гумовий. Коефіцієнт гідравлічного тертя:

$$\lambda = \frac{75}{Re} = \frac{75}{439} = 0,17 \quad (2.36)$$

Шляхові витрати на прямолінійних ділянках:

$$\Delta P_{\text{шв}} = \frac{\lambda L V_p^2 p}{2 d_{\text{вн}}} = \frac{0,17 \cdot 0,5 \cdot 1,8^2 \cdot 890}{2 \cdot 0,020} = 6127 \text{ Па} = 0,0061 \text{ МПа} \quad (2.37)$$

Де  $L_5 = 0,5$  м. Місцеві витрати

$$\Delta P_{\text{мв}} = V_{p2} \cdot p \cdot \frac{\Sigma \varepsilon}{2} = 144 \text{ МПа} \quad (2.38)$$

Сумарні шляхові витрати тиску:

$$\Sigma \Delta P_{\text{ш}} = \Delta P_{\text{шн}} + \Delta P_{\text{шз}} + \Delta P_{\text{шв}} = 411500 + 49567 + 6127 = 467194 \text{ Па.}$$

СУМАРИ МІСЦЕВІ ВИТРАТИ ТИСКУ:

$$\Sigma \Delta P_{\text{м}} = \Delta P_{\text{мн}} + \Delta P_{\text{мз}} + \Delta P_{\text{мв}} = 60876 + 4810 + 144 = 65830 \text{ Па.} \quad (2.40)$$

СУМАРНІ ВИТРАТИ ТИСКУ У ГІДРОАГРЕГАТАХ:

$$\Sigma \Delta P_{\text{г}} = \Delta P_{\text{гн}} + \Delta P_{\text{гз}} + \Delta P_{\text{гв}} = 64080 + 5035 + 0 = 69115 \text{ Па.} \quad (2.41)$$

ЗАГАЛЬНА ВЕЛИЧИНА ВТРАТ У ГІДРОПРИВОДІ:

$$\Delta P = \Sigma \Delta P_{\text{ш}} + \Sigma \Delta P_{\text{м}} + \Sigma \Delta P_{\text{г}} = 467194 + 65830 + 69115 = 602139 \text{ Па} =$$

$$0,60 \text{ МПа} \quad (2.42)$$

Де  $\Delta P$  складає 4,25% від номінального. Отже, гідропривід спроектовано правильно.

**Розрахунок ККД гідроприводу.**

Об'ємний ККД:

$$\eta_v = \eta_{vн} \eta_{vp} \eta_{vц} = 0,96 \quad (2.43)$$

Гідравлічний ККД:

$$\eta_{\text{г}} = \frac{P_{\text{ном}} - \Delta P}{P_{\text{ном}}} = \frac{14 - 0,6}{14} = 0,9 \quad (2.44)$$

Механічний ККД:

$$\eta_{\text{м}} = \eta_{\text{мн}} \eta_{\text{мп}} \eta_{\text{мц}} = 0,94 \cdot 0,96 \cdot 1 = 0,902 \quad (2.45)$$

Повний ККД:

$$\eta_{\text{н}} = \eta_v \eta_{\text{г}} \eta_{\text{м}} = 0,96 \cdot 0,95 \cdot 0,90 = 0,8 \quad (2.46)$$

Отже гідропривід спроектовано правильно ( $\eta_H = 0,6 - 0,8$ )

Уточнений розрахунок гідроприводу.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{F_{\text{ш}}}{(z(P_{\text{ном}} - \Delta P_H) \eta_{\text{мп}})^2}} = 1,13 \sqrt{\frac{95000}{1(14 - 0,53) \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,64}} = 0,118 \text{ м} \quad (2.47)$$

Приймаємо  $D = 0,110 \text{ м} = 110 \text{ мм}$ ;  $d_{\text{ш}} = 55 \text{ мм}$ ;  $L = 250 \text{ мм}$ ;  $F_{\text{ш}} = 95000 \text{ Н}$ .

Перевірка подачі насоса:

$$Q_H = \frac{SV_H}{\eta_v} = 0,0094 \cdot \frac{0,05}{0,96} = 0,48 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.48)$$

Де:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,0094 \text{ м}^2. \quad (2.49)$$

$$Q_H = Q; 0,48 \cdot 10^{-3} > 0,53 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.50)$$

Перевірка потужності гідроприводу:

$$N_n = \frac{N_k}{\eta_{\text{пн}}} = \frac{6,72}{0,8} = 7,7 \text{ кВт} \quad (2.51)$$

$$N_k = 10^3 \cdot Q_H \cdot 1 = 1000 \cdot 0,48 \cdot 1000 \cdot 14 = 6,7 \text{ кВт}. \quad (2.52)$$

$$\eta_{\text{пн}} = \eta_v \eta_m = 0,96 \cdot 0,90 = 0,86. \quad (2.53)$$

$N_k < N_{\text{гр}}$ ;  $6,72 \text{ кВт} < 7,4 \text{ кВт}$  — умова виконується.

Перевірка швидкості поршня:

$$V_H = \frac{N_n \eta_m}{1000 P_S} = \frac{7,7 \cdot 0,8}{1000 \cdot 14 \cdot 0,0094} = 0,04 \quad (2.54)$$

Що не відрізняється від попереднього розрахунку ( $V_n = 0,05$  м/с)

Втрати потужності:

$$\Delta N = \Phi = N_n(1 - n_n) = 7,7(1 - 0,8) = 1,5 \text{ кВт} = 1540 \text{ Вт}. \quad (2.55)$$

Площа поверхні теплообмінника:

$$S_m = \frac{\Phi_{K_T}}{\alpha \Delta T} = \frac{1540 \cdot 0,5}{15,1 \cdot 30} = 1,6 \text{ м}^2. \quad (2.56)$$

Отже по перевірочним результатам видно що розрахунок виконано вірно. Слідуючим етапом необхідно обрати енергетичний апарат.

## 2.9 Вибір енергетичного засобу для пробовідбирача.

Оскільки конструкція спроектованого пробовідбирника має начіпний пристрій, який є універсальним тому його можна агрегатувати з різними марками тракторів. Але рекомендується використання даного пристрою з малогабаритними тракторами класу 0,6. Потужність яких складає 25-30 кінських сил. Оскільки вирішальним фактором є забезпечення маневреності на ґрунтах різних типів та забезпечення невеликого тиску на ґрунт.

Дана модель хороший варіант для виконання більшості сільськогосподарських робіт. Обладнаний чотирьохтактним дизелем з водяним охолодженням, ергономічним робочим місцем для оператора.

Досить важливою особливістю є привід на всі чотири колеса, що дозволяє долати перешкоди на полі і не тільки. А економічний двигун з невеликими витратами виконувати поставлену роботу.

# НУБІП України

НУ

НУ

НУ



Рис.2.11. Трактор Беларус 320.

# НУБІП України

Двигун обладнано системою зменшення викидів в атмосферу Євро-3.,

що дозволяє дбати про навколишнє середовище. Маса 1770 кг, що досить небагато для трактора такого класу. Вантажопідйомність навісної системи 800 кг, достатньо цілком для забезпечення підйому пробовідірника

Перед усім використання такого агрегату є вигідним для невеликих фермерів, тому що непотрібно купувати спеціальну техніку та можна використовувати трактор у подальшому в сільськогосподарських роботах.

# НУБІП України



- 

### **3. Лабораторно – польові дослідження.**

Основною задачею проведення дослідження та визначення головних показників ґрунту залишається детальний аналіз показників корисних речовин від яких залежить урожайність вирощуваної культури. У більшості випадків виконують внесення добрив без попереднього дослідження що є результатом перенасичення ґрунту мікроелементами та черезмірні затрати з точки зору фінансів. А відсутність необхідних елементів та надлишок інших може блокувати надходження життєво важливих речовин для розвитку рослин.

Тому для ефективного використання ґрунту необхідно:

- проаналізувати історію використання земель;
- взяти до уваги ґрунтово-кліматичні умови ;
- врахувати фізіобіологічні особливості культури, що планується вирощуватися;
- відібрати проби ґрунту та визначити показники родючості ґрунту;

До проведення комплексного аналізу звертаються за необхідності отримати відповіді на такі питання:

- Визначити норми внесення добрив для забезпечення оптимальних показників;
- Зафіксувати зміни вмісту поживних речовин та їх доступності;

Результативність виконання дослідження ґрунту напряму залежить від розміру досліджуваної ділянки та кількості відібраних проб що впливають на якість змішаного зразку ґрунту, що подається на лабораторне дослідження.

Елементарна ділянка – площа, яка характеризується відібраними пробами. Розмір ділянки може залежати від параметрів рельєфу території, еродованості ґрунтів, культури, тощо.

При розміченні поля для дослідження, елементарні ділянки розбивають на прямокутники з відношенням сторін не більше 1:2.

В межах кожної елементарної ділянки прокладають маршрут по якому у подальшому будуть відбирати проби, та через однакові інтервали.

Причому не допускається відбір проб біля джерел високої концентрації хімічних речовин, джерел забруднювачів, таких як автомобільні дороги, сховища, тощо. А самі проби відбирають у оптимальні терміни коли всі параметри ґрунту збалансовані.

Щодо механічних параметрів відбору, таких як глибина, виконують на розмір оброблюваного шару ґрунту та в тій зоні де розвивається кореннева система рослини. Це в основному 0 – 25 см.

Після виконання основної роботи, тобто відбору проб, здійснюють формування осередненого зразка, що складається з 20-30 відібраних проб, та становить 200 – 300 г. Після чого його готують до відправки у лабораторію на детальний аналіз.

На кожному зразку присутня етикетка з основною інформацією: назва господарства, район, тип ґрунту, номер та площу поля, попередник, вирощування, дату відбору. А на загальну кількість відібраних проб складають супровідну відомість .

НУБІП України

НУБІП України

\_\_\_\_\_  
 (філіал, відділення, сектор)  
 Експедиція № \_\_\_\_\_  
 Партія № \_\_\_\_\_ Об'єкт \_\_\_\_\_

**ЕТИКЕТКА**  
**Для відбору проб ґрунту**  
**Місце знаходження виробки**

\_\_\_\_\_  
**Номер виробки**

№ проби (керна) \_\_\_\_\_  
 глибина взяття проби (керну) \_\_\_\_\_

до \_\_\_\_\_ м

Короткий опис породи та консистенції при  
 природній вологості, стратиграф. індекс

Дата відбору \_\_\_\_\_ 2002 р.

\_\_\_\_\_  
 Технік

### 3. Етикетка відібраної проби.

Для проведення дослідження було вибрано ділянку поля площею 100 га,  
 та виконано відбір зразків ґрунту за картою розміщення координат місця  
 взяття проб.

Сітка досліджуваної площі має параметри з кроком 40 м, тобто на 1,7 га,  
 а загальна кількість проб становить 300 г на 100 га площі.

Пробовідбирач користуючись координатами підїзжає до точки відбору  
 та формує пробу вагою 300 гр, ґрунту. Отримана проба пронумеровується та  
 розміщується у спеціальний ящик до подальшого відправлення на  
 лабораторію.

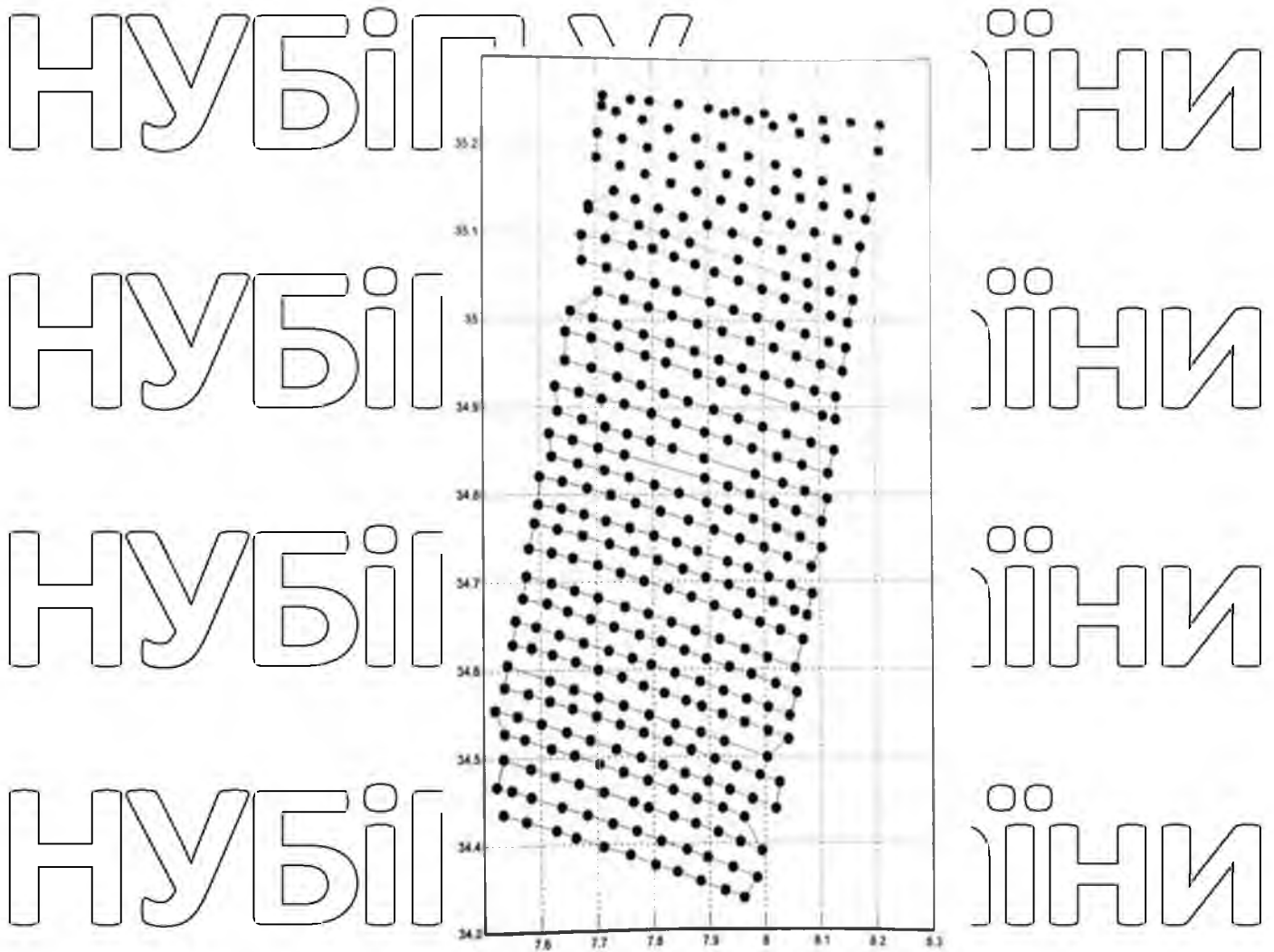


Рис.3.1 Електронна карта розміщення координат взяття проб.

### 3.1 Результати дослідження.

Обґрунтування параметрів та побудова картограми агрохімічних показників ґрунту виконується на спеціальному програмному забезпеченні, що знаходиться на кафедрі с.г машин та системотехніки ім. П.М. Василенка. По даним що відображає картограма можна зробити висновки про стан ґрунту.

Наприклад за даними картограми вмісту фосфору можна побачити, що вміст фосфору у ґрунті розміщується не рівномірно по всій території. В зоні А його показники в межах 25-35 мг на 100 г ґрунту, в зоні Б в межах 15-20 мг на 100 г, а в зоні С від 5-10 мг на 100 гарам ґрунту.

# НУБІП України

Таким чином за даними картограми, ми можемо планувати стратегію внесення як мінеральних так і органічних добрив, що в подальшому допоможе отримати бажаний результат, та забезпечити висовий урожай отриманої продукції.

# НУБІП України

НУ

НУ

НУ

НУ

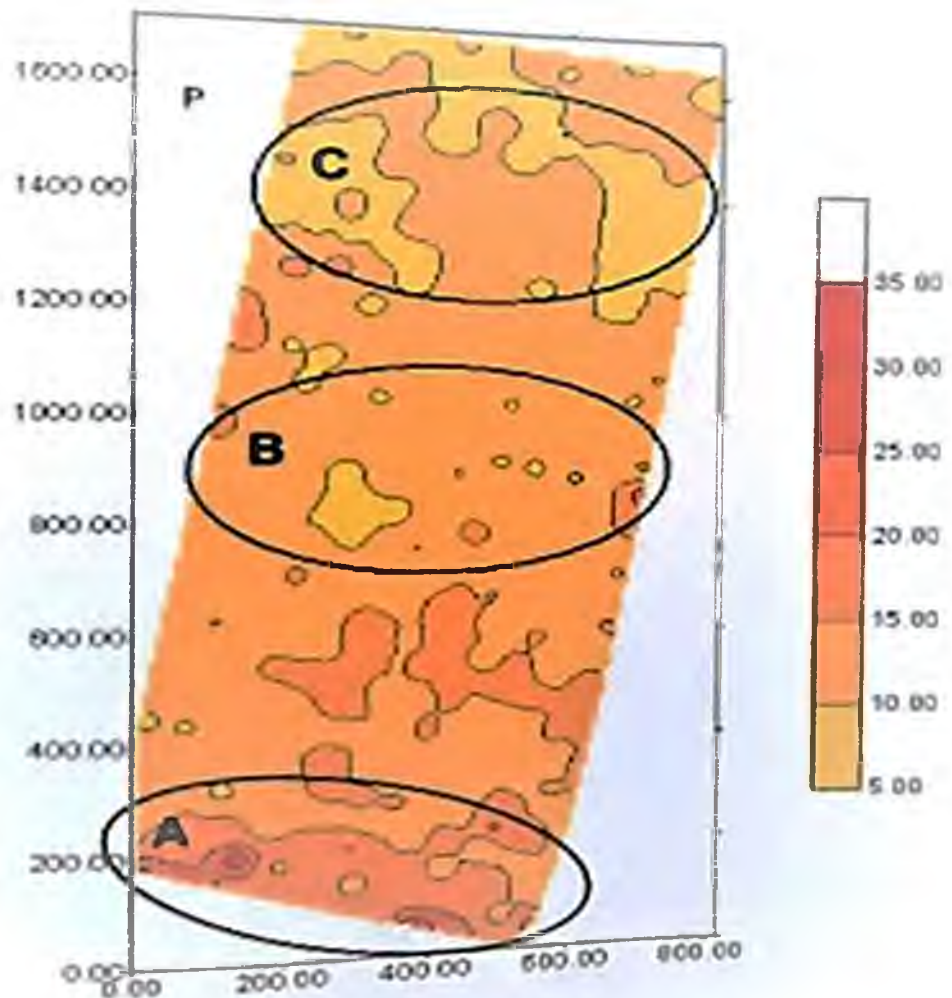


Рис.3.2 Картограма вмісту фосфору.

# НУБІП України

#### 4. Економічна ефективність механізованого комплексу.

Економічна ефективність характеризує ряд показників для отримання кінцевого результату який порівнюється з витратами на виробничі ресурси.

Ефективність виробництва є узагальненою складовою, що відображається у високій результативності використання засобів виробництва і праці. У сільському господарстві - це одержання максимального обсягу продукції з найменшими затратами засобів.

Підвищення економічної ефективності означає отримання на кожну одиницю затрат більший обсяг продукції і відповідно доходу. Ефективність вирощування в подальшому впливає на рівень роздрібних цін на продукти, та товари широкого використання що виготовленні з сільськогосподарської продукції. Адже рівень цін тісно пов'язаний з суспільно необхідними витратами на виробництво. Підвищення ефективності та зниження собівартості несе вплив на зниження роздрібних цін на ринку.

Підвищення ефективності виробництва впливає на підвищення рентабельності виробничих підприємств. Чим більше вони виробляють та продають продукції, чим дешевше вона їм обходиться, тим вищі їх доходи, тим більше засобів можна виділити на розвиток виробництва, підвищення умов праці та поліпшення соціальних умов. Це надзвичайно важливо в умовах окремого підприємства, адже саме за рахунок кращих результатів відбувається розвиток підприємства.

Критерій, що оцінює результативність роботи є економічною ефективністю. Ця ознака пов'язана зі збільшенням виробництва споживчих вартостей на основі раціонального використання виробничих ресурсів і підвищення ефективності.

Різноманітність природних умов зумовлює необхідність впровадження обґрунтованої системи ведення сільського господарства, яка забезпечує ріст та контроль показників. Тому головною складовою виведення сільського господарства на новий рівень є запровадження точних систем.

Системи точного землеробства спрямовані на впровадження меліоративних та організаційно-економічних заходів спрямованих на ефективне використання земельних ресурсів, підвищення родючості ґрунту, одержання високих урожаїв. Система базується на використанні систем сівозмін, обробітку ґрунту, удобрення, насінництва, заходи боротьби з шкідниками та хворобами, охорону ґрунтів та навколишнього середовища. Відношення цих складових визначають загальний рівень культури землеробства.

Сучасні системи впроваджують досягнення науково-технічного прогресу і передового досвіду, їх мета інтенсифікація природних ресурсів, відтворення родючості та збільшення валового збору продукції. Удосконалення та розвиток СТЗ є основним напрямком гарантованого росту урожаїв вирощуваних культур.

Одне з найважливіших питань це обробка та накопичення даних про ґрунт, поле відомо. Потім планування послідовних робіт, на основі яких буде видно покращення показників та точність виконуваних операцій.

Пропонований комплекс розроблено на орієнтацію у використанні малими фермерськими господарствами. Для максимізації виробничих процесів виробництва продукції. Вартість впровадження такої технології буде складати 20 000 грн. В той час коли зарубіжні аналоги можуть досягати понад 200 тис. грн. , це витрати які недопустимі для малих фермерів. Агрегативання пробовідбірника можливо з різними тракторами, але рекомендовано з малогабаритними тягового класу 0,6 . А його подальше використання можливе без додаткового переобладнання.

# НУБІП України

Механізація процесу відбору несе ряд переваг порівняно з ручним способом, навіть саме перше значна економія часу на проведення, та полегшення фізичної праці. Грошові витрати при використанні ручного

методу становить 3700 грн на 300 проб. При механізованому способі потрібно

# НУБІП України

залучити два робітника та виділити один робочий день. Та загальні витрати

становлять в основному на витрату пального та оплату праці робітникам у

розмірі 1700 грн. Економічна ефективність при механізованому способі

складає 20 грн / га.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України



## 5. Охорона праці при застосуванні систем точного землеробства.

Головним завданням перед заходами з охорони праці стоїть створення безпечних умов, зниження ризиків пов'язаних з виробничими процесами, захист працівників від шкідливих факторів, що негативно відображаються на здоров'ю людини.

При цьому сільське господарство характеризується низкою постійних чинників що впливають на рівень виробничих ризиків та в одночас роблять цю галузь найбільш травмонебезпечною.

Агропромисловий сектор має ряд факторів, що несуть вплив на підвищення небезпек зокрема: старіння основних фондів та технічного забезпечення, що не відповідають безпечним умовам праці.

Постійне зростання робочих місць що не відповідають вимогам нормативно правових актів з охорону праці, недотримання використання засобів індивідуального захисту, послаблення трудової та виробничої дисципліни.

Основною причиною високого ризику до травматизму на виробництві є сезонне виконання робіт, що не дозволяє в окремі періоди дотримуватися тривалості робочого дня, в результаті чого травматизм щорічно досягає нових значень.

Оскільки сільськогосподарське виробництво має широкий спектр виконання робіт, не виключенням є застосування пестицидів та мінеральних добрив, використання протруювачів, гербіцидів для боротьби з хворобами рослин, приготування розчинів, внесення та розкидання приманок, більшість перелічених є токсичними для людського організму, та нерідко можуть бути причиною захворювань та порушення нормальної роботи людського організму.

Застосування техніки, що є невід'ємною складовою сільськогосподарського виробництва супроводжується травматизмом від:

впливу постійної вібрації, підвищеної температури в кабіні трактора чи

комбайна, нервовим перенапруженням, що є найвищим показником виробничого травматизму. Велику кількість пошкоджень працівники

отримують механічно, що виникають під дією механічної енергії. У таких

випадках травма є наслідком механічної енергії руху і її причиною є динамічні

навантаження. Травми можуть бути викликані статичними навантаженнями

при контакт з гострими предметами. Отримані травми таким чином будуть

проявом потенціальної механічної енергії.

Розподіл основних чинників що приводять до травматизму:

- Експлуатація несправної техніки – 14%
- Порухення технічного процесу – 4%
- Порухення вимог безпеки під час експлуатації – 19,8%
- Незадовільна організація осіб що керують процесом – 24%
- Несвоєчасне проведення інструктажів з охорони праці – 18%
- Невикористання засобів індивідуального захисту – 2,4%
- Порухення трудової дисципліни – 18%

Заходи для зменшення випадків механічних пошкоджень зводяться до

запобігання надмірних динамічних та статичних зусиль на тіло людини під час

виконання технологічних операцій. Необхідно пропрацювати комплекс заходів для запобігання пошкодженнями рухомими предметами,

відлітаючими відходами виробництва, елементами конструкцій. Окремі вузли

несуть небезпеку своїми відкритими робочими органами і можуть бути

причиною травм при знаходженні людини у небезпечній зоні.

Основним заходом для уникнення виробничих травм є влаштування загороджень та блокувальних систем. Кожний з випадків з урахуванням

специфіки роботи і певних особливостей передбачає комплекс захисних засобів направлених на попередження травматизму.

Вимоги безпеки до організації сільськогосподарських робіт повинні відповідати ГОСТ12.3.002-75.

Небезпечні чинники що можуть діяти на людину:

- Травмування від наїзду;
- Захват не закритими частинами рухомими машинами;
- Придушування навісними машинами;

- Шкідливі фактори виробництва;

Запиленість, загазованість середовища;

- Вплив пестицидів і мінеральних добрив на робочому місці;
- Підвищення температури та вологість повітря;

Виконання певних технологічних операцій у теплі пори року супроводжуються тепловими перегрівами, та може бути вирішене декількома методами. Поперше – здійснення раціонального режиму праці та відпочинку.

Тобто проведення робіт у періоди коли температура повітря це дозволяє.

Особливо важливе використання цього правила у південних районах країни.

Тоді початок роботи встановлюється з 6-ї години ранку. А у жаркіший період з 12 до 18-ї год робота припиняється. При застосуванні такого режиму можна досягти високої продуктивності та збереження теплового стану організму. А

саме використання раціонального одягу під час роботи на відкритому повітрі.

Основні вимоги до одягу, щоб забезпечити оптимальні умови мають бути максимально повітропроникним та вологоємним. А загалом рекомендовано

виробляти одяг вільного крою та з бавовняної тканини. Вона забезпечує хороше вбирання поту, легко провітрюється швидко висихає. Найкраще

використовувати тканину світлих тонів, це дозволяє відбивати сонячне світло.

До профілактичних дій також відносять питний режим. Робітники що працюють повинні бути забезпечені достатньою кількістю питної води, для нормального теплообміну організму. Не рекомендується випивати воду

великими кількостями відразу, адже краще втамувати спрагу малими порціями.

При виконанні операцій у весняний та осінній періоди постає проблема з переохолодженням організму. Тому найважливішим засобом профілактики

при переохолодженні є правильно підібраний одяг і взуття. При низьких температурах воно повинно мати гарні теплозберігаючі властивості. Кращими

матеріалами вважають хутро, вовну. Використовують комбінований одяг з декількох шарів, що дозволяє збільшити повітряний прошарок та забезпечує

оптимальні теплові властивості. Застосування багат шарового одягу дозволяє працюючому у продовж зміни в залежності від теплового режиму дня знімати

або надягати окремі частини одягу. Для роботи під чає опадів застосовують накидки водонепроникні.

Оптимальні теплові властивості забезпечує взуття виготовлене з шкіри та використання шкарпеток та пчіх, що дозволяє на 30 – 40% підвищити

теплозберігаючі властивості. Взуття як і одяг не повинно затрудняти рухи та повинно бути добре підігнаним.

При роботі у холодний період часу слід використовувати перерви для обігріву на 15-20 хв після кожної години.

Окрім температурних чинників також на організм може впливати дія пилу на виробництві, шум, вібрація. Пил значною мірою починає впливати на

робітника з періоду початку польових робіт та до збирання урожаю. Він чинить негативний вплив на дихальні шляхи працюючого, та не лише у цій

галузі. Проникаючи у дихальні шляхи може викликати захворювання органів дихання, бронхіти та пневмококози.

Шум на виробництві є наслідком роботи механізмів та машин на виробництві, можуть бути як механічного так і аеродинамічного походження.

Джерелами виникнення шумів є вібрація вузлів, що виникає в результаті динамічних процесів та пружних деформацій. А динамічний шум виникає під

час великих швидкостей та пульсації тиску газів.

Основним джерелом вібрацій що виникають є робота на полі у тракторах, самохідних причіпних машинах. Оператори зазнають значного впливу вібрації що передається на робочі місця, підлогу kabіни, сидіння, загалом на машину, органи керування. Загалом вібрації передаються від двигуна та рухомої частини.

Привідний механізм передає низькочастотну вібрацію від коліс що виникає при переміщенні по рельєфній місцевості на kabіну водія.

Вимоги до технічних засобів виробництва:

- Трактори та самохідні машини повинні відповідати стандартам зазначеним відповідним стандартом ДСТУ 3158, ГОСТ 12.2.019, ГОСТ 12.2.042, ГОСТ 12.2.120.

- Привідні та рухомі частини механізмів машин (карданні, ланцюгові, зубчасті та пасові передачі) мають бути забезпечені огороженням тазахисними кожухами, для запобігання намотування та заїдання частин одягу та тіла людини.

- Перед початком виконання робіт слід поновити записи у попереджувальному інструктажі. А небезпечні частини та огороження повинні бути пофарбовані у червоний та жовтий кольори.

- Приймання та передача з ремонту відремонтованих машин та обладнання здійснюється тільки на підставі акта ремонтного підприємств, що підтверджує безпечне використання та справність машин.

- не допускається до роботи несправні машини та механізми.

У випадках коли при виробництві не досягається відповідний рівень забезпечення обслуговуючого персоналу, слід застосовувати засоби індивідуального захисту для зменшення дії шкідливих речовин.

Робочий одяг повинен бути упорядкований, рукава застібнуті, волосся прибрано та заправлене у головний убір. Перевірена справність огорожень захисних, та струмовідвідних частин електричного обладнання.

Органи керування повинні бути у справному стані. Робоче місце обладнане вогнегасником і аптечкою з засобами першої медичної допомоги.

Головною задачею охорони праці на підприємстві є дотримання вимог та виконання заходів запобігання виробничого травматизму. Тому передбачити небезпеку значно простіше щоб її уникнути.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## Висновки

1. Огляд та аналіз існуючих способів і програмно-апаратних комплексів для відбору проб ґрунту показав, що існує широкий вибір обладнання, але більшість підприємств не має фінансових можливостей для їх реалізації.

2. Представлений комплекс для відбирання зразків ґрунту задовільняє усі вимоги точного землеробства. Програмно-апаратний комплекс здатний зберігати та транспортувати зразки ґрунту, та при цьому реєструвати координати.

3. В якості приймача сигналу було взято пристрій Navilock NL-701US, він підключається до комп'ютера та працює з усіма операційними системами.

4. Аналіз виконаних дослідів показав, що запропонований механізований спосіб відбору проб ґрунту і засоби здійснення мають просту конструкцію та досить невисоку вартість, що забезпечує кращий економічний ефект на рівні 20 грн з одного гектара при проведенні дослідження.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## Список використаної літератури

1. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Броварець О.О. Розробка сучасної сенсорної системи моніторингу рівня варіабельності стану ґрунтів.
2. Аніскевич Л.В., Гаврилюк Г.Р., Ямков О.В., Система точного землеробства : ефективність і величчя часу. Пропозиція №6,2000. .97.
3. Аніскевич Л.В. Принцип побудови навігаційного комплексу польової інформаційної машини.
4. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Ковбаса В.П., Зелінський М.З., Розробка спеціалізованого обладнання с/г машин для технологій точного землеробства – Київ 2003. – 58.
5. Аніскевич Л.В. Аналіз місцевизначеної інформації в системі точного землеробства. Збірник наукових праць Національного аграрного університету – Київ НАУ, 2000.
6. Солов'єв Ю.А. Супутникова навігація и ее приложения. – М.ЭКО-ТРЕНЗ, 2003.
7. Степанов О.А. Состояние, перспективы развития и применения наземных систем навигации для подвижных объектов // Гироскопия и навигация. №2, 2005.
8. Сычев В.Г., Афанасьев Р.А., Личман Г.И., Марченко М.Н. Методика отбора почвенных проб по элементарным участкам поля в целях дифференцированного применения удобрений. VI: ВНИИА, 2007.
9. Dixon K. Satellite Positioning Systems // Efficiencies, Performance and Trends. European Journal of Navigation. – 2005.
10. Ecosprobe 5. Operator's manual. – RS Dynamics, 2005 – 80p.
11. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Гаврилюк Г.Р., Волянський М.С. Терміни точного землеробства. Техніка АПК, №5, 1999.
12. О.М. Погорілець, М.С. Волянський, В.Д. Войтюк, С.І. Пастушенко.; за ред. О.М. Погорілець – К.: Вища освіта. 2004.