



## ODDÍL 7. ELEKTROENERGETIKA

*§7.1 ПРІЙМАЛЬНО-ПЕРЕДАВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ВИПРОМІНЮВАННЯ, ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ БЛОК ТА БЛОК ІНДИКАЦІЇ ОПЕРАТИВНОЇ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ҐРУНТУ (Антипчук Б.О., Житомирський агротехнічний фаховий коледж)*

**Вступ.** Обробіток ґрунту вимагає чималих енергетичних затрат, тому особливо важливо знайти спосіб їх скоротити, але при цьому підвищити врожайність сільськогосподарських культур і забезпечити конкурентоздатність сільськогосподарського підприємства.

Результатом теоретичних і експериментальних досліджень став розроблений та виготовлений дослідний зразок автоматизованої системи оперативного керування глибиною ходу ґрунторозпушувача (ОКГХГ) сільськогосподарського машинно-тракторного агрегату на основі радіохвильового профілювання поверхні поля (з використанням радіофізичних методів), який пройшов виробничу перевірку [1, 4, 8].

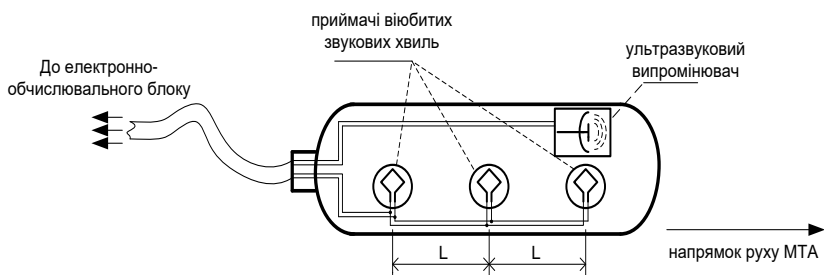
Для забезпечення надійності, універсальності, а також технологічності, спроектовану систему умовно було розділено на три функціональні блоки, а саме: ультразвуковий приймально-передавальний пристрій випромінювання (УППВ), який містить у своїй будові систему датчиків для випромінювання та прийняття зондуючих ультразвукових імпульсів; електронний обчислювальний блок, який складається із генератора зондувальних імпульсів, приймача та мікроконтролера; блок керування, який містить дисплей.

Розглянемо особливості конструкції ультразвукового приймально-передавального пристрою, електронно-



обчислювального блоку та блоку індикації автоматизованої системи ОКГХГ, враховуючи особливості роботи з ґрунтами, які мають різні фізичні властивості.

**Виклад основного матеріалу.** Структурну схему УПППВ, який використовується в розробленій системі ОКГХГ сільськогосподарського машинно-тракторного агрегату, зображено на рисунку 1 [2, 9].



**Рис. 1.** Структурна схема УПППВ

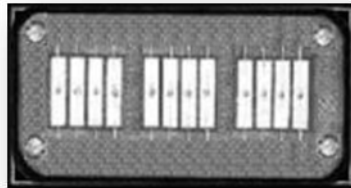
УПППВ є по суті основним елементом визначення глибини ущільненого шару ґрунту розробленої системи. Він складається з випромінювача ультразвукових хвиль та приймача, виконаного у вигляді 3-х первинних перетворювачів прийнятого відбитого сигналу, розміщених один за одним на відстані  $L$  по лінії руху машинно-тракторного агрегату.

В якості ультразвукового випромінювача та первинних перетворювачів прийнятого відбитого сигналу було взято три ультразвукові п'єзокерамічні датчики. Один з них виконує роль ультразвукового випромінювача та одночасно приймача звукових хвиль і розташований попереду двох інших датчиків, а решта використовуються лише для приймання звукових хвиль (сигнал в ґрунт вони не випромінюють). Така конструкція УПППВ дозволяє зменшити вплив швидкості



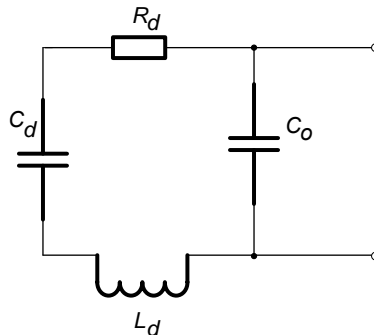
машинно-тракторного агрегату (МТА) на точність визначення глибини залягання ущільненого шару ґрунту.

На рисунку 2 показано загальний вид робочої поверхні приймально- передавального пристрою випромінення до його герметизації компаундною смолою для захисту внутрішніх робочих органів від навколишнього середовища, в якому він буде працювати.



*Рис. 2. Загальний вид робочої поверхні приймально- передавального пристрою випромінення*

Кожен з датчиків складається із чотирьох п'єзокерамічних пластин, з'єднаних паралельно. Еквівалентну схему заміщення, яка використовувалась при моделюванні, та частотну залежність імпедансу для одного такого ультразвукового п'єзокерамічного датчика, показано на рисунках 3 та 4.



*Рис. 3. Еквівалентна схема заміщення датчика*

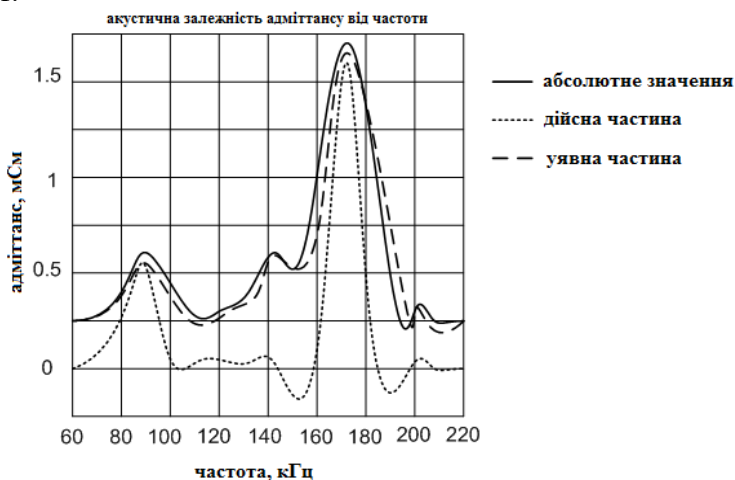


Судячи з отриманої залежності, УПППВ в цілому може працювати на діапазоні частот від 180 до 200 кГц.

Параметри елементів еквівалентної схеми заміщення визначаються виглядом резонансної кривої поблизу резонансної частоти. Наприклад, такий параметр, як  $R_d$ , відповідає значенню дійсної частоти повного імпедансного опору на резонансній частоті [6] і у нашому випадку він становить 700 Ом.

Отже, весь УПППВ має один канал для випромінення (тобто пристрій є однопromеневий і він має вужчу діаграму направленості, тому дає більшу завадостійкість) та три канали для приймання відбитих акустичних сигналів, що дасть можливість ефективно визначати глибину залягання ущільненого шару ґрунту та мінімізувати вплив природних факторів і завад, які також можуть впливати на якість відбитого сигналу.

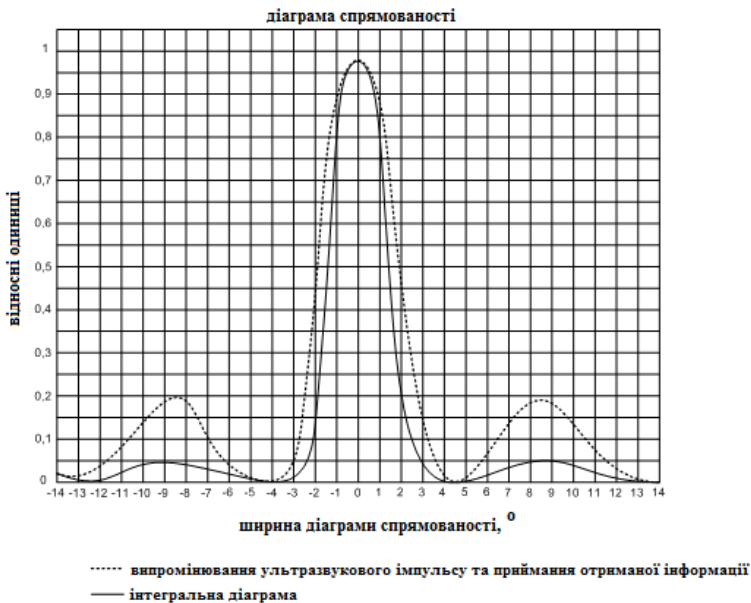
На рисунку 5 зображено діаграму направленості одного з ультразвукових п'єзокерамічних датчиків, з яких складається УПППВ у діаметральній площині для його робочого діапазону частот.



**Рис. 4.** Імпедансна залежність ультразвукового п'єзокерамічного датчика від частоти



По діаграмі можна побачити, що рівень бокових пелюсток результативної діаграми направленості такого п'єзокерамічного датчика в діаметральній площині досить малий (менше ніж 5 %). Тобто, рівень відбитого сигналу від ущільненого шару ґрунту, який розміщується поза основною пелюсткою діаграми направленості становить не більше 5% від отриманого сигналу основною пелюсткою від того ж самого ущільненого шару ґрунту.



**Рис. 5.** Діаграма спрямованості одного ультразвукового п'єзокерамічного датчика

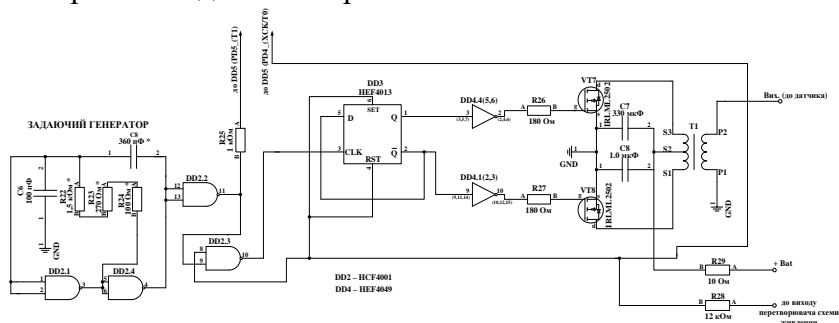
Це свідчить про те, що ультразвукові п'єзокерамічні датчики, які використовується в УПППВ, мають високу чутливість та завадостійкість і можуть забезпечити якісне отримання необхідної інформації.



Як зазначалося раніше, електронний обчислювальний блок складається з генератора зондувальних імпульсів, приймача та мікроконтролера.

Принципова схема генератора зондувальних імпульсів показана на рисунку 6.

Дану принципову схему можна розділити на декілька ключових функціональних зон. На мікросхемі DD2 зібрано, безпосередньо, сам керівний імпульсний генератор для формування сигналу випромінення частотою 400 кГц, який потім надходить до D-тригера (в схемі позначено DD3) та ділиться на два. Підсилювач потужності випромінювального сигналу, виконаний по двотактній схемі на транзисторах VT1 та VT2 і трансформаторі T1, із вторинної обмотки якого електричні коливання частотою 200 кГц подаються на ультразвуковий п'єзокерамічний датчик-випромінювач УПППВ.



**Рис. 6.** Принципова схема генератора зондуючих імпульсів

Прямокутні імпульси логічного «0» тривалістю 50 мкс надають дозвіл генератору імпульсів, який задає сигнал розпочати роботу, прямокутні імпульси логічного «0» поступають на нього на початку кожного циклу вимірювання від мікроконтролера DD5 (модель мікроконтролера – ATMEga8L), принципова схема підключення якого зображена на рисунку 7.



Даний мікроконтролер є основним елементом всього електронного обчислювального блоку, тому що він формує всі сигнали, необхідні для роботи цілої системи. Оскільки живлення електронного блоку забезпечується від акумуляторної батареї машинно-тракторного агрегату напругою 12В, то для живлення мікроконтролера використовується стабілізатор напруги, зібраний на інтегральній мікросхемі (IC7805), яка на виході видає 5В. В мікроконтролері реалізовано програмний імпульсний фільтр, який додатково підвищує завадостійкість при визначенні ущільненого шару ґрунту.

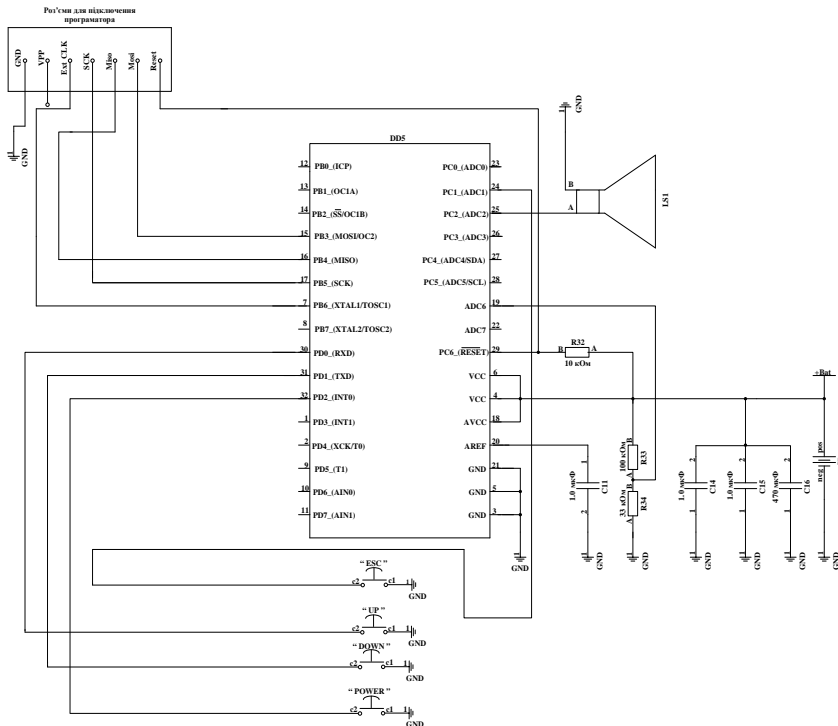


Рис. 7. Принципова схема підключення мікроконтролера



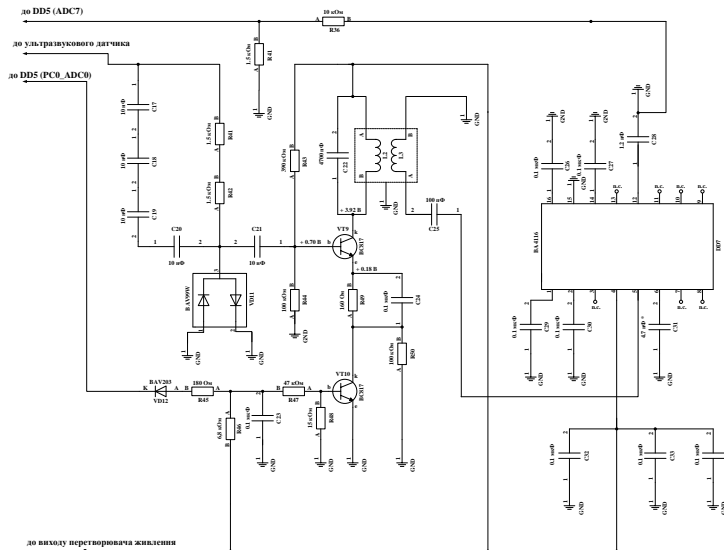


# MODERNÍ ASPEKTY VĚDY

*Svazek XXIV mezinárodní kolektivní monografie*

Алгоритм його роботи полягає в тому, що він виводить на блок індикації тільки ті відбиті сигнали, глибина яких при двох послідовних вимірах змінилась не більше ніж на 2 % від заданої межі зондування, яка, до речі, не перевищує 4 метри. Це дозволить відсіяти перешкоди, які здійснюватиме, наприклад, двигун самого машинно-тракторного агрегату.

Відбитий від ущільненого шару ґрунту сигнал приймається приймально-передавальним пристроєм та надходить до вхідних каскадів кожного із каналів приймача електронного обчислювального блоку, який є двоканальним. Оскільки ці канали є ідентичними, тому візьмемо до розгляду особливості побудови принципової схеми лише одного з них. На рисунку 8 показано принципову схему одного із каналів двоканального приймача.



**Рис. 8.** Принципова схема одного каналу УПППВ

Вхідний каскад такого каналу приймача виконує роль резонансного підсилювача із регульованим коефіцієнтом

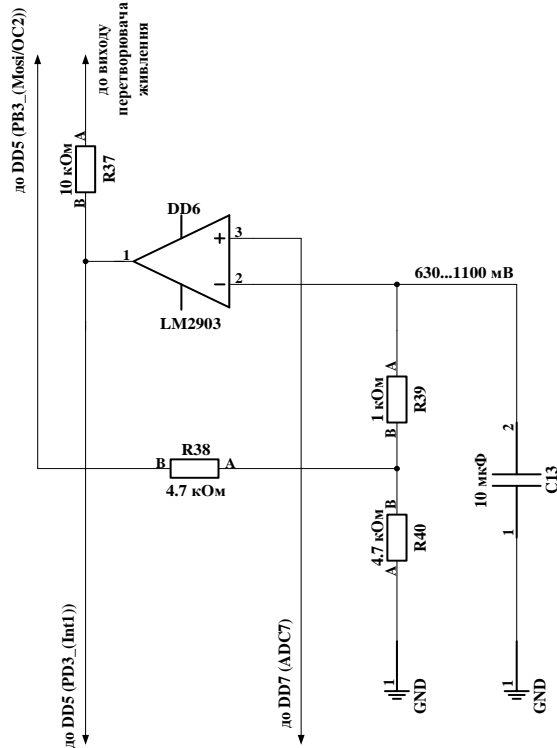






підсилення. Далі сигнал з резонансного підсилювача подається на інтегральну мікросхему BA4116 (на рисунку 9 – це мікросхема DD7), яка використовується у каналі приймача не у якості змішувача, а у якості виміру рівня сигналу. Діодна збірка VD11 на вході приймача електронного обчислювального блоку призначена для обмеження його вхідної напруги у момент роботи генератора зондувальних імпульсів.

Далі сигнал з виходу DD7 надходить на вхід 2 компаратори (мікросхема DD6, див. рисунок 9) та на вхід аналогового цифрового перетворювача мікроконтролера ADC7.



*Рис. 9. Принципова схема компаратора*

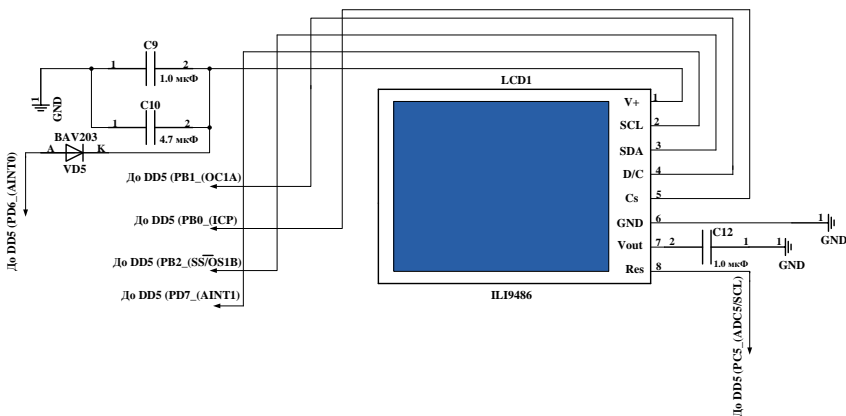




Компаратор DD6 – це порівняльний пристрій, його чутливість регулюється зміною коефіцієнта широтно-імпульсної модуляції на виводі мікроконтролера PB3\_MOS1/OS2. Сигнал з виходу компаратора надходить до мікроконтролера, який виконує його обробку програмним шляхом та виводить інформацію у необхідному вигляді на блок індикації.

Блок індикації розміщений в одному корпусі разом з електронним обчислювальним блоком. Основним елементом блоку індикації є кольоровий графічний дисплей, побудований на контролері **ІЛ19486**, принципова схема підключення якого, зображена на рисунку 10.

Меню дисплею показує наступні функції налаштування та керування системою визначення ущільненого шару ґрунту, як: зміну швидкості прокрутки зображення отриманої інформації, регулювання чутливості приймача електронного обчислювального блоку, тривалість випромінюваного ультразвукового імпульсу у мікросекундах, регулювання рівня контрасту дисплею та ввімкнення його підсвічування, а також вмикання та вимкнення програмного імпульсного фільтру (фільтру помилок).



*Рис. 10. Принципова схема підключення графічного дисплею*





Вибір та керування всіма перерахованими вище функціями здійснюється кнопками, підключеними до мікроконтролера електронного обчислювального блоку.

Поточні функції кнопок керування системою визначення ущільненого шару ґрунту зображуються у нижній частині дисплею у вигляді стрічки.

**Висновок.** Враховуючи те, що ґрунт є надзвичайно складним для проникнення ультразвуку середовищем, саме розроблена будова УПППВ, який складається з випромінювача ультразвукових хвиль та приймача, виконаного у вигляді 3-х первинних перетворювачів прийнятого відбитого сигналу, дали змогу домогтися бажаного результату, а саме: зменшити вплив швидкості МТА на точність визначення глибини залягання ущільненого шару ґрунту і досягти більш точних результатів по визначенню глибини залягання переущільненого шару ґрунту.

### Список використаних джерел:

1. Антипчук Б. О. Експериментальний радіофізичний пристрій визначення глибини залягання плужної підшви : тези. *Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ* (19 - 21 квіт. 2017 р.). Суми : СНАУ, 2017. Т. 3. С. 70 : іл.

2. Мобільний вимірювальний комплекс для безконтактного визначення щільності ґрунту: пат. КМ 137526 Україна: МПК (2019.01), GO1N 9/00, GO1N 9/24 (2006/01) / Б. О. Антипчук, В. Г. Мироненко; заявл. 15.04.2019; опубл. 25.10.19. Бюл. № 20 (кн. 1). С. 4.71.

4. Антипчук Б. О. Ультразвуковий експериментальний пристрій – основний елемент автоматизованої системи керування положенням ґрунторозпушувача. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин* : загальнодерж. міжвідомч. наук.-техн. зб. 2017. Вип. 47, ч. 1. С. 47-51 : іл.





5. Бриндли К. Измерительные преобразователи. Москва, 1991. С. 99-106.

6. Воробьев Е. А. Теория ультразвуковых колебаний как основа построения и применения технических средств получения информации : учеб. пособие. Санкт-Петербург, 2002. 54 с.

7. Гришечкін С. А., Дядюшкін Д. І. Неруйнівний ультразвуковий контроль структуроутворення в дисперсних ґрунтах. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна*. 2004. Вип. 3. С. 121-123.

8. Мироненко В. Г., Антипчук Б. О. Пристрій оперативного визначення глибини залягання плужної підшви в процесі її розущільнення. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : загальнодерж. зб. Глеваха : ІМЕСГ, 2017. Вип. 5 (104). С. 28-34 : іл.

9. Мироненко В. Г., Антипчук Б. О. Система автоматичного керування глибиною ходу ґрунторозпушувача сільського машинно-тракторного агрегату з використанням радіофізичних методів. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : загальнодерж. зб. Глеваха : ІМЕСГ, 2016. Вип. 4 (103). С. 84-90 : іл.

