

ISSN 2307-5732  
DOI 10.31891/2307-5732

**Науковий журнал**

---



# **ВІСНИК**

**Хмельницького національного  
університету**

---

***Технічні науки***

---

ISSN 2307-5732

DOI 10.31891/2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

1.2024

---

# ВІСНИК

**Хмельницького  
національного  
університету**

**Технічні науки**

**Technical sciences**

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2024, Issue 1, Volume 331

Хмельницький

# Редакційний штат

## Головний редактор

### Микола СКИБА

д. т. н., професор, голова Вченої ради Хмельницького національного університету, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, Україна

Профіль Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204934613>

## Заступник головного редактора

### Олег СИНЮК

д. т. н., професор, проректор з наукової роботи Хмельницького національного університету, професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем, м. Хмельницький, Україна.

Профіль Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57196153541>

## Відповідальний секретар

### Сергій ГОРЯЩЕНКО

#### Горященко С. Л.

к.т.н., доцент, доцент кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем, заслужений винахідник України, керівник Лабораторії енергозберігаючих технологій Хмельницького національного університету, м. Хмельницький, Україна.

Профіль Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55855469200>

## Члени редколегії серії «Технічні науки»

ISSN 2307-5732

ISSN (online)

**Журнал включено до наукометричних баз:**

[Google Scholar](#)

[CrossRef](#)

[Index Copernicus](#)

[Журнал розміщено на сайті НБУ ім. В.І. Вернадського](#)

**Видавництво:** Хмельницький національний університет (Україна)

**Періодичність:** 6 разів на рік

**Галузь знань:** технічні

**Мови рукопису:** змішаними мовами: українська, англійська

**Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого ЗМІ:** Серія KB № 24922-14862ПР (12.07.2021).

**Умови ліцензії:** автори зберігають авторські права та надають журналу право першої публікації разом з твором, який одночасно ліцензується за ліцензією Creative Commons Attribution International CC-BY, що дозволяє іншим ділитися роботою з підтвердженням авторства роботи та первинної публікації в цьому журналі.

**Заява про відкритий доступ:** видання «**Вісник Хмельницького національного університету. Серія:**

**Технічні науки**» забезпечує негайний відкритий доступ до свого змісту за принципом, що надання вільного доступу до досліджень для громадськості підтримує більший глобальний обмін знаннями. Повнотекстовий доступ до наукових статей журналу представлений на офіційному веб-сайті в розділі Архіви.

**Адреса:** Науковий журнал «**Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки**», Хмельницький національний університет, вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016, Україна.

**Тел .:** +380984772799

**Електронна адреса:** [visnyk.khnu@khmnu.edu.ua](mailto:visnyk.khnu@khmnu.edu.ua)

**Веб-сайт:** <https://heraldes.khmnu.edu.ua>

## ЗМІСТ

### ФОТОННА ІНТЕГРАЛЬНА СХЕМА ТА ЇЇ КАЛІБРУВАННЯ

Ірина Авдейонок, Володимир Боровицький ..... 11-17

### МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ WORM-ВІРУСІВ ЗГІДНО БАГАТОКЛАСОВОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ

Богдан Савенко ..... 18-28

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СХЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ІНТЕРВАЛЬНИХ ДИСКРЕТНИХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВІ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ

Микола Дивак , Олександр Кіндзерський ..... 29-37

### КОНЦЕПЦІЯ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АНАЛІЗУ ПОЛІМОРФНИХ ВІРУСІВ

Павло Регіда , Олександр Бармак, Антоніна Каштальян, Едуард Манзюк 38-43

### ШЛЯХИ РОЗВИТКУ МЕТОДІВ ГАЗОТЕРМІЧНОГО НАПИЛЕННЯ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РЕМОНТУ МАШИН АПК

Віктор Анісімов , Ірина Гунько , Сергій Бурлака ..... 44-47

### ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПАРОЛІВ У ВЕБ-СИСТЕМАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ВДОСКОНАЛЕНИХ СХЕМ ХЕШУВАННЯ

Руслан Багрій , Олександр Бармак, Едуард Манзюк ..... 48-51

### СУЧАСНІ МЕТОДИ ПОСІВУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Ігор Бабин, Олена Труханська, Сергій Бурлака ..... 52-56

### ПЕРЕДУМОВИ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО ВИРОБНИЦТВА ОДЯГУ В УКРАЇНІ

Людмила Буханцова, Оксана Захаркевич, Лариса Краснюк, Олена Луцєвська 57-60

### ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІБРАЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ВУЗЛІВ ТА АГРЕГАТИВ АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ

Анатолій Войцицький, Інна Нездвецька ..... 61-64

### ТЕХНОЛОГІЯ ПРОФІЛАКТИКИ ОНІХОМІКОЗІВ

Роман Качан ..... 65-68

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ  
СКЛАДНИХ СИСТЕМ ПІД ДІЄЮ ДЖЕРЕЛ ТЕРМІЧНОГО  
НАВАНТАЖЕННЯ

Дмитро Левкін ..... 69-72

ВИЗНАЧЕННЯ ВАГИ ВИЧАВЛЕНОЇ ОЛІЇ ШНЕКОВИМ ПРЕСОМ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ТЕНЗОМЕТРИЧНОГО ДАТЧИКА, МОДУЛЯ HX711  
ТА ARDUINO

Володимир Гавран ..... 73-76

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ДРОБОВОГО ФАКТОРНОГО  
ЕКСПЕРИМЕНТУ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА  
ЧУТЛИВІСТЬ ЄМНІСНОГО СЕНСОРА ВОЛОГОСТІ ДВОШАРОВОЇ  
СТРУКТУРИ

Людмила Крилик ..... 77-82

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ОПРОМІНЕННЯ НА  
ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИННОЇ  
ПРОДУКЦІЇ В ГІДРОПОННІЙ УСТАНОВЦІ

Ігор Купчук , Олександр Мельник ..... 83-88

ТЕХНІЧНА ПЕРЕВАГА БІСТРУМОВОЇ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛЕНОЇ  
ГЕНЕРАЦІЇ

Олег Кімстач, Микола Чумак ..... 89-96

ПРОБЛЕМАТИКА ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПРОВІДНИХ СЕНСОРНИХ  
МЕРЕЖ У ВІЙСЬКОВИХ ЦІЛЯХ

Дмитро Михалевський, Тетяна Шаповалова, Владислав Сухотеплий, Олексій  
Луценко 97-100

АЛГОРИТМ ВИЯВЛЕННЯ АБ'ЮЗИВНОГО ВМІСТУ В  
УКРАЇНОМОВНОМУ АУДІОКОНТЕНТІ ДЛЯ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ В  
ОБ'ЄКТНО-ОРІЄТОВАНУ ІНФОРМАЦІЙНУ СИСТЕМУ

Марина Молчанова, Олександр Мазурець, Олена Собко, Роман Віт,  
В'ячеслав Назаров ..... 101-106

НЕЧІТКЕ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ  
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ГОЛОВНОГО  
ВОДОВІДЛИВНОГО КОМПЛЕКСУ ЗАЛІЗОРУДНОЇ ШАХТИ

Олексій Михайленко, Владислав Барановський, Вадим Щокін, Владислав Федотов, Петро Поліщук ..... 107-115

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЗБАГАЧЕНОГО БЕЗДРІЖДЖОВОГО ХЛІБА З  
РІЗНИХ ВИДІВ БОРОШНА

Марія Рацук, Тетяна Юрова, Юлія Сарібекова, Ольга Чихун ..... 116-120

АНАЛІЗ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ТЕМПЕРАТУРИ  
НАПІВПРОВІДНИКОВОЇ СТРУКТУРИ СИЛОВИХ  
НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИЛАДІВ В УМОВАХ ЇХ РОБОТИ В  
КОМУТАЦІЙНИХ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ АПАРАТАХ

Наталія Сабалаєва, Валерій Ілларіонов, Сергій Іносов,  
Володимир Павленко ..... 121-127

ВИНИКНЕННЯ І РОЗВИТОК ТРІЩИНОУТВОРЕННЯ В ГІРСЬКИХ  
ПОРОДАХ ПРИ СТАТИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Андрій Соловей ..... 128-133

КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРИ ЗЕРНА В МЕТАЛЕВИХ СИЛОСАХ ПРИ  
ТРИВАЛОМУ ЗБЕРІГАННІ

Олена Соколовська, Людмила Валевська ..... 134-139

РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ  
ТЕПЛОМАСООБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ БОБОВИХ  
ТРАВ

Ігор Твердохліб, Віталій Яропуд, Олена Солона, Юрій Полевода  
Ігор Бабин ..... 140-144

КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМИ ПОДАЧІ НИТОК З  
ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ  
АЛГОРИТМУ РЕКУРСІЇ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
НАВАНТАЖЕНЬ

Володимир Щербань, Олексій Воляник, Оксана Колиско, Геннадій Мельник,  
Юрій Щербань ..... 145-148

АРХІТЕКТУРА ОЗЕРА ДАНИХ, ДЛЯ ГАЛУЗІ ОСВІТИ

Андрій Пришляк ..... 149-157

ПРИКЛАДНА ЛІНГВІСТИКА АБСТРАКЦІЇ У ВИКЛАДАННІ МЕХАНІКИ  
ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ

Елсаїд А. Елнашар, Вікторія Білик, Сергій Горященко, Махмуд І. А. Таха,  
Зейнаб Е. Елнашар, Ібрахем Мохамед ..... 158-172

МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСІВ У БІОГАЗОВИХ  
УСТАНОВКАХ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ІНТЕРВАЛЬНИХ ДАНИХ

Микола Дивак, Вадим Забчук ..... 180-190

ДО ПИТАННЯ РОЗБУДОВИ ІНФРАСТРУКТУРИ АВІАЦІЙНОЇ ГАЛУЗІ В  
ЕНЕРГЕТИЧНОМУ АСПЕКТІ

Сергій Бойко, Олексій Котов, Юлія Кривих, Святослав Вишневський,  
Станіслав Гвоздік ..... 191-195

ВИКОРИСТАННЯ МАТНСАД І LABVIEW ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ  
АЛГОРИТМІВ ВИЯВЛЕННЯ, ЛОКАЛІЗАЦІЇ ТА ВІДСТЕЖЕННЯ  
РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ У ВІДЕОПОТОКАХ

Володимир Красиленко, Василь Кичак, Олександр Нікольський, Олександр  
Лазарєв, Діана Нікітович ..... 196-204

ПОБУДОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ ПРАВИЛ З  
ФУНКЦІЯМИ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОБЛЕМ БУРІННЯ  
НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Володимир Процюк ..... 173-179



КРЕМНІЄВИЙ ФОТОДІОД ДЛЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ (FSO) З ПІДВИЩЕНОЮ ШВИДКОДІЄЮ ТА ЧУТЛИВІСТЮ НА ДОВЖИНІ ХВИЛІ 980 нм

Юрій Добровольський, Володимир Ліпка ..... 205-214

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВІАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА АВІАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ ДЛЯ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

Сергій Бойко, Святослав Вишневський, Дмитро Шокар'юв, Петро Поліщук, Станіслав Гвоздік ..... 215-221

КІНЕМАТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЯК ЗАСІБ УТОЧНЕННЯ КООРДИНАТ ВОРОЖИХ БПЛА

Іван Афтаназів, Лілія Шевчук, Леся Струтинська, Оріся Строган ..... 222-232

ОСОБЛИВОСТІ АНІЗОТРОПНОГО БІПОЛЯРНОГО ТЕРМОЕЛЕМЕНТА

Анатолій Ащеулов, Микола Дерев'янчук, Маргарита Рождественська ..... 233-238

ДВОКАНАЛЬНИЙ БАЛІСТИЧНИЙ ТРАНСФОРМАТОРНИЙ ГРАВІМЕТР

Олена Безвесільна, Сергій Нечай, Тетяна Толочко, Марія Гриневич ..... 239-243

АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ КЛАСИФІКАЦІЇ НА ОСНОВІ ПРИВАТНИХ ДАНИХ

Микола Онай, Андрій Северін ..... 244-247

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ PNN ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МЕДИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ В УМОВАХ АНАЛІЗУ МАЛИХ ДАНИХ ВИСОКОЇ РОЗМІРНОСТІ

Мирослав Гаврилук, Назарій Говдиш ..... 248-251

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМУВАННЯ АЛГОРИТМІВ І СТРУКТУР ДАНИХ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАФІКУ

Валерій Льовкін ..... 252-258

МЕТОД ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ГЕНЕРУВАННЯ ТЕКСТУ ЗА РАХУНОК ПОВТОРНОГО ПЕРЕДАВАННЯ ЗГЕНЕРОВАНОГО ТЕКСТУ НА МОДЕЛЬ Петро Здебський, Андрій Берко .....	259-263
РОЗРОБЛЕННЯ ВИСІВНОЇ СИСТЕМИ ПОСІВНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВНУТРІШНЬО-ГРУНТОВОГО ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ З ОДНОЧАСНОЮ СІВБОЮ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР Володимир Руткевич, Валерій Остапенко .....	264-270
ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ Володимир Стаценко, Владислав Пилипенко .....	271-276
ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ ХІМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РІДИННОГО ОЗДОБЛЕННЯ ШКІРИ Антоніна Заєць, Ольга Андреєва .....	277-280
АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ І РОЗРАХУНКИ АЕРОДИНАМІЧНОГО ЗАХОВЛЮВАЧА ДЕТАЛЕЙ КРОЮ З ТЕКСТИЛЮ ЗІ СТОСУ МАНІПУЛЯТОРІВ ЗАВАНТАЖЕННЯ ШВЕЙНИХ МАШИН Михайло Місяць, Броніслав Орловський .....	281-290
АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДОСТУПОМ Володимир Корчинський, Ірина Тарасенко, Сергій Рациборинський, Олександр Акаєв. Ртем Хаджиогло .....	291-296
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ПОЛІГРАФІЧНІ СИСТЕМИ: АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ Микола Зенкін, Василь Кохановський, Андрій Іванко .....	297-304
ВИКОРИСТАННЯ ІНДУКЦІЙНОГО ГАРТУВАННЯ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЯ Ольга Дробот, Анатолій Нестер, Світлана Підгайчук .....	305-311
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ БАЗ ДАНИХ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОЇ МОДИФІКАЦІЇ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЙ БЛОКЧЕЙН ТА АЛГОРИТМУ КОНСЕНСУСУ PROOF-OF-WORK Ольга Салієва, Анатолій Грицак, Віталій Білоус, Тарас Іванюк .....	312-318

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЯМОКОПАЧА ДЛЯ САДІННЯ САДЖАНЦІВ ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ	
Володимир Руткевич, Сергій Ріпа .....	319-324
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ МІЖБЛОЧНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ	
Олег Буковський, Сергій Вислоух .....	325-329
СУЧАСНІ РІШЕННЯ ТА НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	
Олександр Холодюк, Володимир Диня, Олександр Бонякевич, Дмитро Мовчан .....	330-338
ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ РУКАВІВ ВИСОКОГО ТИСКУ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВИЛОЧНИХ НАВАНТАЖУВАЧІВ У МОРСЬКИХ ПОРТАХ	
Віктор Стрельбіцький .....	339-342
ПРИДАТНІСТЬ СОЛОМИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НА ВОЛОКНО	
Олег Фурса, Анастасія Архип, Валентина Євтушенко .....	343-346
ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ СТАТИЧНО ВИЗНАЧЕНИХ ПРОСТОРОВИХ МЕХАНІЗМІВ ГАЛТУВАЛЬНИХ МАШИН	
Марк Залюбовський, Олексій Заїка, Олександр Кошель, Ганна Кошель	347-355
ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ҐРУНТІВ РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ПІСЛЯ ВИДОБУВАННЯ ІЛЬМЕНІТУ НА ЖИТОМИРСЬКОМУ ПОЛІССІ	
Ольга Шомко, Ірина Давидова .....	356-363
ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ЛАЗЕРНОГО РІЗАННЯ НЕРЖАВІЮЧОЇ СТАЛІ МЕТОДОМ ТАГУЧІ	
Юлія Соколан, Назарій Клясний, Катерина Соколан .....	364-369
ОСОБЛИВОСТІ СТИСНЕННЯ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ІЗ ВТРАТАМИ	
Михайло Зряхов, Сергій Кривенко, Vladimir Lukin .....	370-376

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ БАГАТОШАРОВИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	
Олег Нахайчук, Еліна Захарова, Валентина Горобчишина, Оксана Христюк .....	377-380
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРООПАЛЕННЯ ДЛЯ НАВЧАЛЬНИХ АУДИТОРІЙ УНІВЕРСИТЕТУ	
Андрій Яворський, Любомир Жовтуля, Віталій Цих, Ігор Рибіцький, Юлія Худицька .....	381-389
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ НЕЛІНІЙНОЇ МЕХАНІКИ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗГИНАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ШНЕКА	
Петро Пукач, Віктор Пабірівський, Неля Пабірівська .....	390-394
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МЕТОДІВ ПЕРЕРОБКИ АЛЮМІНІЮ	
Саїда Тагієва .....	395-399
ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНИХ НАТЮРМОРТІВ ТУШШЮ ЯК ОСНОВА ОВОЛОДІННЯ МОВОЮ ГРАФІКИ	
Владислав Литвиненко, Галина Лобанова, Світлана Петрашук .....	400-408
ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНО-МЕХАНІЧНОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ АЗОТУВАННЯМ В ТЛЮЧОМУ РОЗРЯДІ: ОГЛЯД СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	
Наталія Машовець, Антон Корінний, Тарас Банашко .....	409-414
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОДВІЙНИХ ЗАМКНЕНЬ НА ЗЕМЛЮ В МЕРЕЖАХ 10 КВ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЮ	
Олександр Рубаненко, Олена Рубаненко, Богдан Пограничний .....	415-419
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕСЕРТНИХ СТРАВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	
Лариса Баль-Прилипко, Артем Антоненко, Галина Толок, Семен Толок, Артем Горкун.....	420-425
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ НАВЧАННЯ	
Катерина Полібіна .....	426-432

РУТКЕВИЧ ВОЛОДИМИР

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-6366-7772>e-mail: [v\\_rut@ukr.net](mailto:v_rut@ukr.net)

ОСТАПЕНКО ВАЛЕРІЙ

Вінницький національний аграрний університет

e-mail: [Ostapenko@ukr.net](mailto:Ostapenko@ukr.net)

## РОЗРОБЛЕННЯ ВИСІВНОЇ СИСТЕМИ ПОСІВНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВНУТРІШНЬО-ГРУНТОВОГО ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ З ОДНОЧАСНОЮ СІВБОЮ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Розглядається питання підвищення ефективності припосівного внутрішньо-грунтового диференційованого внесення основної та стартової дози гранульованих мінеральних добрив у системі точного землеробства. Зазначено необхідність використання диференційованого внесення гранульованого мінерального добрива та машин, що забезпечують якісне виконання даного технологічного процесу із врахуванням неоднорідності вмісту поживних елементів у ґрунті на певні ділянки поля. Також зазначено необхідність розробки та впровадження у виробництво високоточних автоматизованих інформаційних технологій, що базуються на використанні високопродуктивних засобів механізації.

Зазначені недоліки сучасних посівних машин: непристосованість для одночасного диференційованого внесення основної та стартової дози, внаслідок чого відсутність високоадаптованих дозаторів, відповідних систем контролю та керування.

Запропоновано конструктивну-технологічну схему посівного комплексу та розроблено пневматичну висівну систему даного комплексу для припосівного внутрішньо-грунтового диференційованого внесення основної та стартової дози гранульованих мінеральних добрив у системі точного землеробства. Запропонований посівний комплекс дозволить усунути надмірне внесення мінеральних добрив, що може викликати зростання активізації мікробіологічних процесів у ґрунті та мати негативні екологічні наслідки, приводячи до погіршення фізико-хімічних та біологічних властивостей ґрунту.

Використання в агропромисловому комплексі України ресурсозберігаючих технологій точного землеробства дозволить забезпечити керування виробничими процесами за рахунок інформаційних технологій, роботизованих та автоматизованих систем, що дозволить вивести вітчизняні сільськогосподарські підприємства на більш новий рівень.

Ключові слова: точне землеробство, мінеральні добрива, диференційоване внесення добрив, система позиціонування, геоінформаційні системи, висівна система, карта задач, посівний комплекс.

RUTKEVYCH VOLODYMYR, OSTAPENKO VALERIY

Vinnytsia National Agrarian University

## DEVELOPMENT OF THE SOWING SYSTEM OF THE SOWING COMPLEX FOR INTERNAL-SOIL DIFFERENTIATED MINERAL FERTILIZER WITH SIMULTANEOUS SOWING OF CEREAL CROPS

The issue of increasing the effectiveness of post-sowing intra-soil differentiated application of the main and starting dose of granular mineral fertilizers in the system of precision agriculture is considered. The need to use differential application of granular mineral fertilizer and machines that ensure high-quality performance of this technological process, taking into account the heterogeneity of the content of nutrients in the soil in certain areas of the field, is indicated. It is also indicated the need to develop and introduce into production highly accurate automated information technologies based on the use of high-performance means of mechanization.

The indicated shortcomings of modern seeding machines: lack of adaptability for simultaneous differentiated introduction of the main and starting dose, as a result of which they lack highly adapted dispensers, appropriate control and management systems.

The construction and technological scheme of the seeding complex is proposed and the pneumatic seeding system of this unit is developed for post-sowing intra-soil differentiated application of the main and starting dose of granular mineral fertilizers in the precision farming system. The proposed seeding complex will make it possible to eliminate the excessive application of mineral fertilizers, which can cause an increase in the activation of microbiological processes in the soil and have negative ecological consequences, leading to the deterioration of the physico-chemical and biological properties of the soil.

The use of resource-saving technologies of precision agriculture in the agro-industrial complex of Ukraine will allow to ensure the management of production processes at the expense of information technologies, robotic and automated systems, which will allow to bring domestic agricultural enterprises to a new level.

Key words: precision farming, mineral fertilizers, differentiated application of fertilizers, positioning system, geo-information systems, sowing system, task map, sowing complex.

### Постановка проблеми

Розвиток і конкурентоспроможність вітчизняного АПК України у значній мірі залежать від ефективності виробництва сільськогосподарських підприємств. Вона визначає результати виробничо-комерційної діяльності, основна задача якої полягає в максимально можливому виробництві і реалізації продукції з найменшими витратами різного роду ресурсів [1]. Вирішення даної задачі можливе шляхом використання інноваційних технологій, розроблених на основі сучасних досягнень науково-технічного прогресу в областях селекції, насінництва, агротехніки, механізації та автоматизації виробництва.

Технології виробництва продукції рослинництва формуються з урахуванням його виду, ресурсного потенціалу зони підприємства, особливостей розміщення, рівня розвитку і використання інноваційної складової та інших факторів.

Використання твердих мінеральних добрив сприяє істотному підвищенню урожайності зернових культур і підвищенню родючості ґрунту. Існуюча система застосування твердих мінеральних добрив в Україні здійснюється по середній дозі і без урахування внутрішньо-ґрунтової неоднорідності вмісту поживних речовин у ґрунті. Проведені дослідження показують, що збільшення урожайності і віддачі від використання добрив можна отримати при умові, якщо їх вносити диференційовано в залежності від неоднорідності поля по агрохімічному і видовому складі [2].

Сучасні посівні машини, як правило, не пристосовані для одночасного диференційованого внесення основної та стартової дози, внаслідок чого відсутність у них високо адаптованих дозаторів, відповідних систем контролю і керування. Перспективними є посівні комплекси з пневматичною системою та можливістю часткового розташування робочих органів на передній навісці трактора [3].

Серед недоліків пневматичних сівалок є нездатність їх диференційовано вносити основну і стартову дозу, нестійка якість розподілу насіння і добрив по ширині захвату, обумовлена недостатньою обґрунтованістю конструктивних і технологічних параметрів.

Тому створення машин і робочих органів, їх теоретичне обґрунтування та експериментальне дослідження направлене на удосконалення і створення ресурсозберігаючих технологій є однією з найважливіших задач в сільськогосподарському виробництві.

#### Аналіз останніх джерел

Вміст поживних речовин у ґрунті далеко не завжди однаковий навіть у межах одного поля [4, 5]. Дослідження вчених показують, що існує висока різниця поживних речовин у ґрунті, навіть на невеликій ділянці поля, що зумовлені неоднорідністю ґрунтових умов, забезпеченості ґрунту поживними речовинами та іншими факторами кожної елементарної ділянки поля (рис. 1).

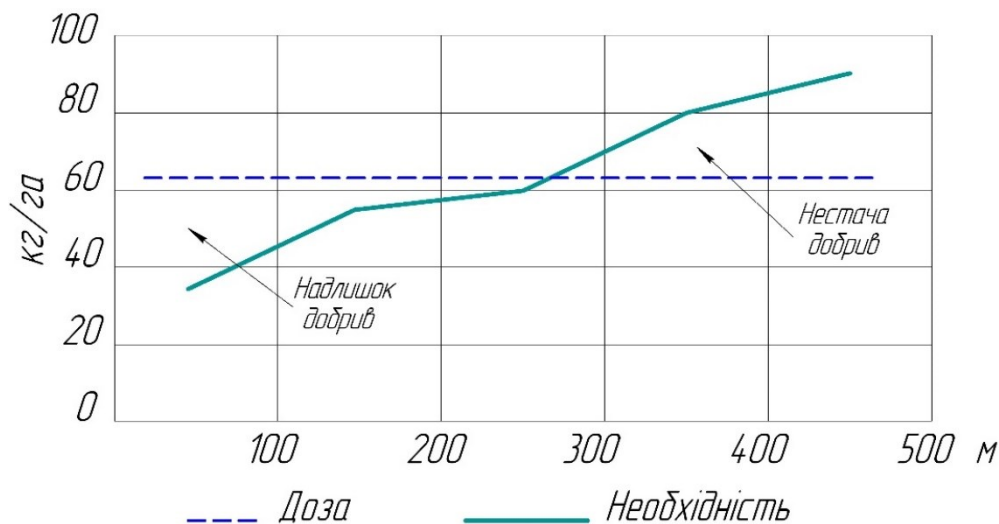


Рис. 1. Різниця між внесеною дозою добрив та реальною потребою на кожній ділянці поля

В результаті внесення добрив створюється надлишок добрив на одних ділянках поля і нестача на інших, що відповідно впливає на кількість і якість врожаю, а також на родючість та екологічну ситуацію на цих ділянках.

Слід зазначити, що станом на 2023 рік Україна є лідером у Європі за обсягами добрив [6]. На його частку припадає приблизно 25 % усіх мінеральних добрив, що виробляються на континенті. Ціна за 1 тону мінерального добрива:

- аміачна селітра – 7200 грн;
- карбамід – 8000 грн;
- подвійний суперфосфат – 13700 грн.

Наразі у аграріїв немає проблем з можливістю купити добрива, а їх споживання росте набагато швидше, ніж очікувалось.

Традиційний метод внесення добрив полягає в розподілі добрив по всій поверхні поля відповідно до середньої потреби визначеної культури [4, 5]. Постійна норма внесення добрив без точного аналізу поля є низько ефективною, так як не задовольняє фактичні потреби в поживних речовинах окремих ділянок поля. Збільшення норми внесення, прийнятих в цілому, збільшує урожайність до оптимального рівня, але зверх норми – покращення використовується неефективно. На основі аналізу інформації про стан поля спосіб внесення добрив може бути різним. Технологія диференційованого внесення мінерального добрива у гранульованій формі – це метод підвищення ефективності економічного використання ресурсів, а також зниження екологічного навантаження на агроєкосистему сільськогосподарського підприємства в цілому [5, 7]. Використання системи диференційованого внесення для конкретного поля може допомогти підвищити ефективність використання техніки, а також зменшити негативний вплив на навколишнє середовище із-за надмірного застосування мінеральних добрив та проходів техніки по полю.

Зниження внесеної дози добрив в рослинництві є серйозною проблемою в сучасному сільському господарстві [2]. До цього часу спосіб диференційованого внесення добрив не набув широкого поширення із-за додаткових капітальних вкладень, пов'язаних з модернізацією та удосконаленням існуючої сільськогосподарської техніки і відсутністю недорогого комплектуючого обладнання. Крім того, надмірне внесення добрив може викликати зростання активності мікробіологічних процесів у ґрунті та мати негативні екологічні наслідки, що призводить до погіршення фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту.

В сільському господарстві розрізняють три основні способи внесення добрив: основне (допосівне); припосівне (рядкове) і припосадочне, а за способом заробляння добрив: розкидний; локальний – в рядки, гнізда або лунки; локально-стрічковий [3, 8].

Для кожного способу розміщення добрив відносно поверхні ґрунту існують свої машини. Для поверхневого внесення, як правило застосовуються розкидачі відцентрового типу з дводисковими розкидаючими органами [8].

Незважаючи на те, що відцентрові розкидачі мінеральних добрив характеризуються високою продуктивністю, простотою конструкції і надійністю, їм властивий суттєвий недолік, а саме нерівномірність розподілу мінеральних добрив по ширині захвату машини.

Для внутрішньо-ґрунтового внесення добрив використовуються механічні дискові і пневматичні сівалки.

У нашій країні вже протягом 20 років широко використовуються зерно-тукові сівалки сімейства СЗ-3.6 і СЗП-3.6 [3].

Основними зарубіжними виробниками механічних зерно-тукових сівалок є фірми Gaspardo (Італія), Vaderstad (Швеція) та інші [8].

Пневматичні висівні системи забезпечують необхідну для прийнятої ширини захвату продуктивність, стійкий висів без пошкодження насіння і рівномірний їх розподіл. Забезпечення для захоплення повітрям дозованого потоку насіння – необхідна умова синхронності подачі їх висівним апаратом і пневмосистемою.

Пневматичні посівні машини можна розділити на два види [3, 8]:

- пневматичні сівалки;
- пневматичні комбіновані комплекси.

На цих посівних машинах використовуються пневмомеханічні висівні апарати. Як дозатори використовується одна або кілька катушок або інші пристрої, а розподільником служить головка різної конструкції, на яку подається насіння або добрива в повітряному потоці. Дана маса, що подається від низу до верху, рівномірно розподіляється зворотним конусом по його основі і звідти надходить через горловини в насіннепроводи, а від них в сошники.

За вище описаною схемою виконано більшість пневматичних сівалок як вітчизняних, так і зарубіжних компаній Accord, Amazone, Overum, Kuhn, Horsch, John Deere та інших. На рис. 2 представлені найбільш поширені пневматичні сівалки у сільськогосподарських підприємствах України.

Всі ці способи основані на прийнятті рішення для отримання максимальної урожайності культури з визначеним початковим норм внесення добрив, диференційований спосіб використовується в поєднанні з системою позиціонування, є звичайною практикою, застосовування лише тими сільськогосподарськими підприємствами, які використовують GPS моніторинг і контроль палива для сільськогосподарської техніки.

Точне землеробство передбачає два режими внесення агрохімікатів – off-line та on-line [4, 5, 9].

Режим off-line передбачає попередню підготовку на стаціонарному комп'ютері картки-завдання, в якій містяться просторово прив'язані за допомогою GPS дози агрохімікатів для кожної елементарної ділянки поля.

Режим реального часу (on-line) передбачає заздалегідь визначити агрозавдання на виконання операції з внесення добрив та меліорантів, а відповідна доза визначається безпосередньо під час виконання операції.

Режим off-line є дещо простішим, оскільки не передбачає наявності датчиків, що працюють в режимі реального часу, але є більш трудомістким процесом. Першим етапом для розвитку система диференційованого внесення добрив є визначенням поживних речовин на конкретному полі, розбитим на сектори або ділянки. Це може бути досягнуто за допомогою дистанційного зондування поля, спектроскопії, вимірювання врожаю та ґрунту в режимі реального часу. В результаті аналізу даних попередньо на стаціонарному комп'ютері утворюється карта-завдання в спеціальній програмі. В даній карті-завдання містяться, просторово прив'язані за допомогою навігатора, дози добрив для кожної елементарної ділянки поля. Наступним етапом є перенесення даної інформації на чіп-карті (носія інформації) на бортовий комп'ютер сільськогосподарської техніки, оснащеною GPS-приймачем. Трактор оснащений бортовим комп'ютером, рухаючись полем, за допомогою GPS визначає своє місцезнаходження. Комп'ютер зчитує з чіп-картки дозу агрохімікатів, відповідно місцезнаходженню, і посилає сигнал на контролер розподільника твердих мінеральних добрив. Контролер же, отримавши сигнал, виставляє необхідну дозу.

Мета роботи – розроблення пневматичної висівної системи посівного комплексу для припосівного внутрішньо-ґрунтового диференційованого внесення основної та стартової дози гранульованих мінеральних добрив у системі точного землеробства.



а



б



в



г

а – посівний комплекс Horsch , б – посівний комплексу John Deere 1890,  
в – посівний комплекс Amazone, г – посівний комплекс Accord

Рис. 2. Огляд пневматичних сівалок найбільш поширених у сільськогосподарських підприємствах України

### Виклад основного матеріалу

На рис. 3 представлено посівний комплекс з розробленою пневматичною висівною системою для припосівного внутрішньо-грунтового диференційованого внесення основної та стартової дози гранульованих мінеральних добрив у системі точного землеробства. Посівний комплекс агрегується на основі трактора третього класу.

Найбільш суттєвими факторами обробітку ґрунту даним посівним комплексом є глибоке рихлення ґрунту з одночасним внесенням добрив (основної та стартової дози) та якісне формування насінневого ложа. Даний посівний комплекс працює за технологією смугового обробітку ґрунту, що набуває широкого поширення останнім часом в Україні на основі аналізу закордонного досвіду.

До складу посівного комплексу входить розкидач мінеральних добрив та посівний агрегат, що працює за технологією смугового обробітку ґрунту. Механізм для внесення мінеральних добрив встановлюється на передню навіску трактора, який обладнано гідравлічною системою та з'єднується тукопроводом 7 з посівним агрегатом.

Основні компоненти механізму для внесення мінеральних добрив: металевий бункер 6, місткістю до 680 л, що кріпиться на триточковій навісці, блок керування Performer 530, датчик швидкості руху (кабель, індуктивні датчики, GPS антена), електродвигун 12 В, який під'єднується до блока керування Performer 530, допоміжна система для горизонтального транспортування добрив (циклон), вентилятор, повітряний сепаратор, гідравлічний привод, розподільник, розподільні шланги зі системою STOP/START.

Блок керування Performer 530 встановлюється в кабіні трактора і потребує напруги 12 В. Блок керування Performer 530 дозволяє проводити точне і автоматичне дозування добрив та дрібного насіння, відповідно до швидкості руху і ширини механізму для внесення добрив, а також дозволяє постійно корегувати витрату і дозу добрив для рівномірного розподілу під час сівби. Механізм для внесення мінеральних добрив на основі передньої навіски трактора обладнано гідравлічним приводом. Підняття та опускання якого відбувається за допомогою поршневих гідроциліндрів, керування якими здійснюється джойстиком з кабіні трактора [10, 11].

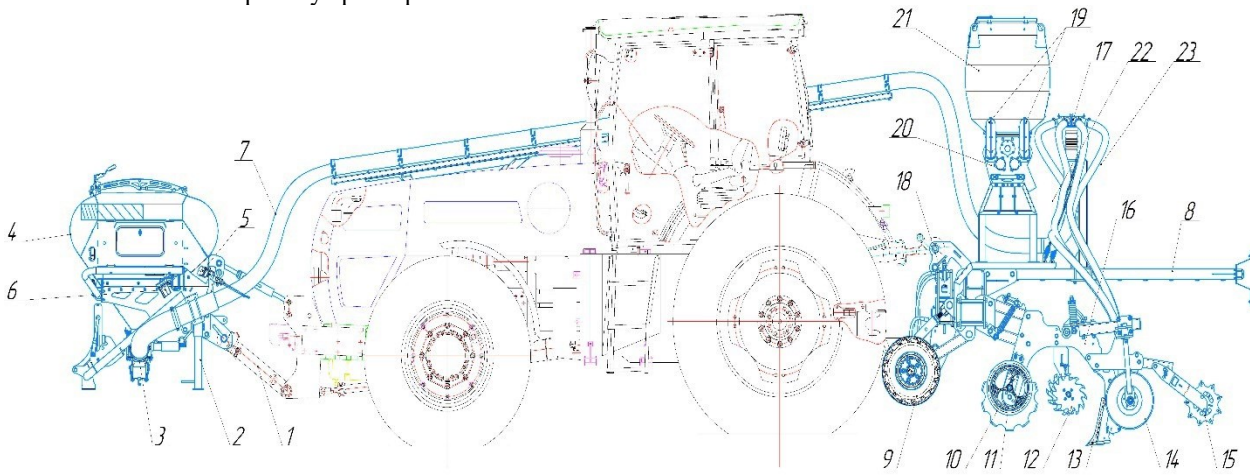
Механізм для внесення мінеральних добрив встановлюється на передній частині трактора та під'єднується до сівалки точного висіву [12].

Використання навісного механізму у складі МТА на базі тракторів тягового класу 3 дозволяє:

- знизити витрати пального при виконанні певних сільськогосподарських робіт (внесення мінеральних добрив), за рахунок зменшення кількості проходів та витрат палива при переїздах до місця роботи;
- знизити негативний вплив ущільнення ґрунту за рахунок об'єднання 2 операцій у складі одного комбінованого МТА;
- довантажити передню вісь трактора, що дозволяє більш ефективно його використовувати та



покращити щеплення передніх коліс;  
- полегшити роботу тракториста.



- 1 – передня навіска; 2 – стоянкові опори; 3 – вентилятор; 4 – бункер мінеральних добрив;
- 5 – розетки системи електронного дозування; 6 – електродвигун приводу заслінки;
- 7 – тукопровід; 8 – рама; 9 – опорні колеса; 10 – дисковий робочий орган; 11– опорне колесо дискового ножа; 12 – культер; 13 – сошник для насіння і добрив; 14 – прикочувальне колесо;
- 15 – коток; 16 – плаваюча рама; 17 – розподільник мінеральних добрив; 18 – механізм навіски;
- 19 – пневмовентилятори насіннєвого бункера; 20 – система дозування насіння;
- 21 – насіннєвий бункер; 22 – насіннєпровід; 23 – тукопровід

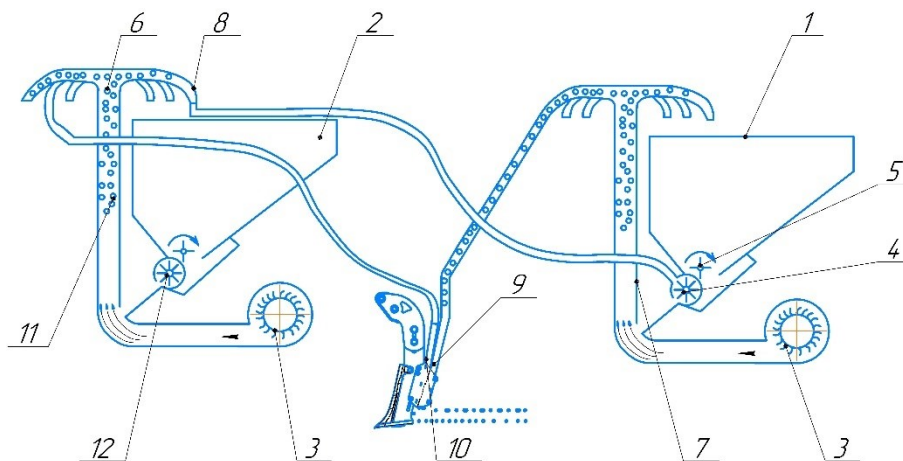
**Рис.3. Конструктивно-технологічна схема посівного комплексу для припосівного диференційованого внесення мінеральних добрив**

На рис. 4 представлено технологічну схему розробленої пневматичної висівної системи посівного комплексу для припосівного внутрішньо-грунтового диференційованого внесення основної та стартової дози гранульованих мінеральних добрив у систему точного землеробства.

Пневматична висівна система посівного комплексу має бункери для насіння 1 (рис. 3) і добрив 2, вентилятори 3, дозатор 4 для насіння, дифузор камери змішувача 5, розподільники 6, канали суміші 7, магнітні клапани 8, сошник 14 з тукопроводом 10 та насіннепроводом 9 для внесення суміші насіння з мінеральним добривом, тукопроводи для мінеральних добрив 11, високо адаптивний дозатор 12. Тукопроводи для стартових добрив 13, канал 14 для скидання добрив в бункер. Магнітні клапани 8 дозволяють регулювати величину стартової дози за допомогою зміни кількості поданих добрив в потік висіваємого насіння. Керування високо адаптивним дозатором 12 добрив і магнітними клапанами 8 здійснюється за допомогою мікропроцесора відповідно до електронної карти потреб добрив на кожному ділянці поля. Принцип роботи посівного комплексу наступний.

Насіння і добрива завантажуються в бункери. Включають в роботу вентилятори 3. При русі агрегату по полю з бортового комп'ютера автоматично подаються сигнали відповідної частоти і амплітуди на виконавчий механізм дозатора добрив 12. Під дією потоків повітря вони транспортуються до розподільних головок 6 і далі по тукопроводах і насіннепроводах до сошників 9, а добрива до 10.

При роботі посівного комплексу за технологією «точного землеробства», диференціація основної дози внесених добрив здійснюється відповідно до електронної карти внесення добрив. Місце положення агрегату на полі визначається при допомозі приймача сигналів глобальної системи позиціонування.



**Рис. 4. Технологічна схема розробленої пневматичної висівної системи посівного комплексу для припосівного внутрішньо-грунтового диференційованого внесення основної та стартової дози гранульованих мінеральних добрив у систему точного землеробства**

Контроль і керування технологічним процесом диференційованого внесення добрив здійснюється бортовим комп'ютером. На комп'ютері встановлено відповідне програмне забезпечення. При переході агрегату з однієї ділянки поля на інший відбувається зміна основної дози внесених добрив.

Потік добрив, що надходить з бункера в розподільну головку розділяється в ній на два потоки. Один потік добрив подається по тукопроводам до сошників і призначений для забезпечення основної дози внесення. Інший потік добрив надходить в інші тукопроводи, з'єднані з ежектором в якому вони змішуються з насінням і надходять разом з ними в якості стартової дози. Величина стартової дози, що вноситься на конкретну ділянку залежить від величини основної дози на цю ділянку.

Добрива, призначені для забезпечення стартової дози, подаються в ежектор по одному або декільком тукопроводам. Приймаючи до уваги, що по агротехнічним вимогам стартова доза повинна перебувати у визначених межах, її диференціація здійснюється за допомогою зміни кількості тукопроводів, за якими добрива подаються в ежектор за допомогою автоматичного перемикачів магнітних клапанів. Магнітні клапани дозволяють направляти потік добрив стартової дози різної інтенсивності, в потік насіння надходять в розподільну систему висіву насіння і звідти, в суміші з насінням до робочих органів, або в бункер з добривами. Величина стартової дози добрив визначається кількістю закритих (відкритих) клапанів. Керування магнітними клапанами відбувається бортовим комп'ютером у відповідність з електронною картою – завданням диференційованого внесення добрив. У разі, коли буде потрібно збільшення стартової дози (при малих значеннях основної дози), конструкція машини дозволяє збільшити число тукопроводів, за якими добрива подаватимуться в ежектор для змішування з насінням і формування стартової дози.

При цьому стартова доза змінюється в межах від 8 до 15 % від основної дози.

Використання в агропромисловому комплексі АПК України ресурсозберігаючих технологій точного землеробства дозволить забезпечити керування виробничими процесами за рахунок інформаційних технологій, роботизованих та автоматизованих систем, що дозволить вивести вітчизняні сільськогосподарські підприємства на більш новий рівень [13, 14].

### Висновки та пропозиції

Важливі проблеми висіву та удобрення зернових культур можна вирішити шляхом розробки та застосування сучасних посівних комплексів, які працюють за технологією точного землеробства, яка базується на диференційованому внесенні добрив на різних ділянках поля, які ідентифіковані за допомогою GPS-приймачів. При цьому відкриваються реальні можливості виробництва якісної продукції та збереження навколишнього середовища.

Розроблено нову висівну систему посівного комплексу для внутрішньо-грунтового диференційованого мінерального удобрення з одночасною сівбою зернових культур.

Складовими ефекту від впровадження інновацій у техніко-технологічну підсистему рослинництва є зростання виробництва в галузі, зниження питомих експлуатаційних витрат на виконання польових механізованих робіт, зниження витрат на внесення добрив за рахунок їх диференційованого та адресного застосування, а також підвищення середньої врожайності оброблюваних сільськогосподарських культур. Автоматизована система керування робочими органами має бути добре налагодженою, щоб відбувалася відповідна зміна дози внесення добрив. Від точності та надійності техніки такого роду залежить успіх реалізації технології точного землеробства.

### Література

1. Шмат С. І. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом [Електронний Ресурс] / С. І. Шмат, П. Г. Лузан, С. В. Колісник // КНТУ. – 2010. – <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>
2. Думич В. Пристрої для диференційного внесення мінеральних добрив / В. Думич, Р. Лейко, В. Лев // Агробізнес Сьогодні. – 2017. – № 7. – С. 96–100.
3. Думич В. Машини для внесення твердих міндобрив / В. Думич, М. Мазурак, В. Наріз // Агробізнес Сьогодні. – 2019. – № 8. – С. 126.
4. Концепція розвитку точного землеробства в Україні / [Колектив авторів] / Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського". – Харків : Видав. Міськдрук, 2010. – 36 с.
5. Аніскевич Л.В. Система точного землеробства : навч. посіб. / Л.В. Аніскевич, М.О. Свірень, М.М. Коваленко та ін. – Кропивницький : Лисенко В.Ф. 2016. – 104 с.
6. Ціни на мінеральні добрива в 2023 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ukragroconsult.com/fertilizers-price/>
7. Холодюк О.В. Глобальні навігаційні супутникові системи та їх роль у технологіях точного землеробства / О.В. Холодюк // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2020. – № 2 (109). – С. 71–87.
8. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини : підручник / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, В. В. Іщенко та ін. ; за ред. Д. Г. Войтюка. – Київ : Агроосвіта, 2015. – С. 166–185.
9. Аніскевич Л.В. Система точного землеробства / Л.В. Аніскевич, Д.Г. Войтюк, Ф.М. Захарін, С.О. Пономаренко. – К. : НУБіП України, 2018. – 566 с.
10. Іванов М.І. Гідравліка : навч. посіб. / Іванов М.І., Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. – Вінниця : ВНАУ, 2019. 222 с.

11. Руткевич В.С. Математичне моделювання роботи гідравлічного привода секцій широкозахватного культиватора з послідовним спрацюванням гідроциліндрів / В.С. Руткевич // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2018. – № 2 (101). – С. 37 – 47.
12. Панченко А.І. Перспективи гідрофікації мобільної сільськогосподарської техніки / А.І. Панченко, О.Ю. Золотарьов, А.А. Волошина, Д.С. Тітов // Промислова гідравліка і пневматика. – 2003. – № 1 – С. 71-74.
13. Кравчук В. Інтегрована система керування землеробства – необхідний засіб новітніх технологій / В. Кравчук, С. Любченко, В. Войновський // Техніка і технології АПК. – 2010. – № 7(10). – С. 14–16.
14. Shargorodskiy S. Modeling of Working Processes of an Adjustable APN Type PVC 1.85 Taking Into Account Parametric Oscillations / S. Shargorodskiy, V. Rutkevych, V. Zakrevskiy // Центральнотрапнський науковий вiсник. Технiчнi науки. – 2021. – Вип. 4 (35). – С. 33–43.

### References

1. Shmat S. I. Tendentsii staloho rozvytku suchasnoho silskohospodarskoho mashynobuduvannya v Ukraini i za rubezhem [Elektronnyi Resurs] / S. I. Shmat, P. H. Luzan, S. V. Kolisnyk // KNTU. – 2010. – <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>
2. Dumych V. Prystroi dlia dyferentsiinoho vnesennia mineralnykh dobryv / V. Dumych, R. Leiko, V. Lev // Ahrobiznes Sohodni. – 2017. – № 7. – S. 96–100.
3. Dumych V. Mashyny dlia vnesennia tverdykh mindobryv / V. Dumych, M. Mazurak, V. Nariz // Ahrobiznes Sohodni. – 2019. – № 8. – S. 126.
4. Kontseptsiiia rozvytku tochnoho zemlerobstva v Ukraini [Kolektyv avtoriv] / Natsionalnyi naukovyi tsentr "Instytut gruntoznastva ta ahrokhimii im. O.N. Sokolovskoho". – Kharkiv : Vydav. Miskdruk, 2010. – 36 s.
5. Aniskevych L.V. Systema tochnoho zemlerobstva : navch. posib. / L.V. Aniskevych, M.O. Sviren, M.M. Kovalenko ta in. – Kropyvnytskyi : Lysenko V.F. 2016. – 104 s.
6. Tsiny na mineralni dobryva v 2023 rotsi [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <https://ukragroconsult.com/fertilizers-price/>
7. Kholodiuk O.V. Hlobalni navihatsiini sputnykovi systemy ta yikh rol u tekhnolohiiakh tochnoho zemlerobstva / O.V. Kholodiuk // Tekhnika, enerhetyka, transport APK. – 2020. – № 2 (109). – S. 71–87.
8. Voitiuk D.H. Silskohospodarski mashyny : pidruchnyk / D. H. Voitiuk, L. V. Aniskevych, V. V. Ishchenko ta in. ; za red. D. H. Voitiuka. – Kyiv : Ahrosvita, 2015. – S. 166–185.
9. Aniskevych L.V. Systema tochnoho zemlerobstva / L.V. Aniskevych, D.H. Voitiuk, F.M. Zakharin, S.O. Ponomarenko. – K. : NUBiP Ukrainy, 2018. – 566 s.
10. Ivanov M.I. Hidravlika : navch. posib. / Ivanov M.I., Veselovska N.R., Rutkevych V.S., Sharhorodskiy S.A. – Vinnytsia : VNAU, 2019. 222 c.
11. Rutkevych V.S. Matematyчне modeliuвання roboty hidravlichnoho pryvoda sektsii shyrokozakhvatnoho kultyvatora z poslidovnym spratsiuванням hidrotsylindriv / V.S. Rutkevych // Tekhnika, enerhetyka, transport APK. – 2018. – № 2 (101). – С. 37 – 47.
12. Panchenko A.I. Perspektyvy hidrofikatsii mobilnoi silskohospodarskoi tekhniky / A.I. Panchenko, O.Iu. Zolotarov, A.A. Voloshyna, D.S. Titov // Promyslova hidravlika i pnevmatyka. – 2003. – № 1 – С. 71-74.
13. Kravchuk V. Intehrovana systema kerovanooho zemlerobstva – neobkhidnyi zasib novitnikh tekhnolohii / V. Kravchuk, S. Liubchenko, V. Voinovskiy // Tekhnika i tekhnolohii APK. – 2010. – № 7(10). – С. 14–16.
14. Shargorodskiy S. Modeling of Working Processes of an Adjustable APN Type PVC 1.85 Taking Into Account Parametric Oscillations / S. Shargorodskiy, V. Rutkevych, V. Zakrevskiy // Tsentralnoukrainskyi naukovyi visnyk. Tekhnichni nauky. – 2021. – Vyp. 4 (35). – С. 33–43.