

**НАУКОВІ ДОСЯГНЕННЯ ТА ДОСЛІДНО-КОНСТРУКТОРСЬКІ
РОЗРОБКИ КАФЕДРИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН
ТА СИСТЕМОТЕХНІКИ ІМЕНІ АКАДЕМІКА П.М. ВАСИЛЕНКА**

***Д.Г. Войтюк, член-кореспондент НААН
Л.В. Аніскевич, доктор технічних наук
В.В. Теслюк, доктор сільськогосподарських наук***

Наведені основні результати науково-технічної та інноваційної діяльності за останнє десятиріччя функціонування кафедри.

Наука, техніка, дослідження, інновації, кафедра.

В світі, відразу після створення супутникових навігаційних систем (СНС) GPS NAVSTAR та СНС ГЛОНАСС і передачі їх можливостей в експлуатацію цивільним користувачам, почався пошук ефективного застосування СНС в різних галузях діяльності людини. В розвинених країнах світу (США, Німеччина, Англія тощо) з початку 90-х років минулого століття розпочалися роботи по створенню складових частин сучасної системи точного землеробства (СТЗ) - моніторингу за станом біоресурсів та управління механізованими технологічними операціями рослинництва. На базі існуючої елементної бази розробляються ефективні інформаційні системи, дистанційні та польові методи вимірювань, що дозволяють підвищити врожайність сільськогосподарських культур, а головне – заощаджувати технологічні матеріали (ТМ) на 20-30 % шляхом урахування факторів природної нерівномірності варіювання родючості ґрунтів по площі поля. Забезпечення рослин поживними речовинами, своєчасне проведення необхідних заходів із захисту рослин, оптимізація існуючих систем землеробства, зменшення навантаження на ґрунт хімічних агро матеріалів – все це аспекти високорозвиненої на сьогодні системи точного землеробства.

Ще у 1997 р. в м. Гановер (Німеччина) на Міжнародній виставці сільськогосподарської техніки було представлено широке коло машин та знарядь для використання їх в технологіях точного землеробства (ТЗ). Саме у той час для України постала актуальна задача вивчення світового досвіду, адаптації і розвитку теорії і практики технологій СТЗ, як для країни, що має найбільші наявні

потенціали виробництва продукції рослинництва у Європі. У 1998 р. в Національному аграрному університеті на базі кафедри сільськогосподарських машин ім. академіка П.М.Василенка за ініціативи професора Д.Г.Войтюка була створена проблемна лабораторія "Точне землеробство", яка надалі стала важливим підрозділом наукової школи "Землеробська механіка", що її очолює проф. Д.Г. Войтюк. Пройшли наукову школу та приймають активну участь в ідейному та теоретичному удосконаленні СТЗ такі учені, як: проф. Аніскевич Л.В., проф. Мироненко В.Г., проф. Кравчук В.І., зам. директора Академії навігації і управління рухом проф. Баранов Г.Л., доценти Захарін Ф.М., Волянський М.С., Ямков О.В., Цулая А.В., Сівак І.М., Броварець О.О. і багато інших.

У першу чергу необхідно було з'ясувати, чи є характерним для природно-кліматичних умов України значне варіювання агробіологічних властивостей ґрунту і фітоценозів по площі поля. Актуальність вирішення таких задач була підтверджена широкомасштабними дослідженнями з моніторингу врожайності в агрогосподарствах Київської, Черкаської, Чернігівської тощо областях на збиранні зернових культур, а також дослідженнями з рівня поживних речовин в ґрунті по площі поля. Була виявлена значна нерівномірність розподілу агробіологічних та фізико-механічних показників ґрунту та біоценозів в межах площі поля, що засвідчило про необхідність застосування технологій ТЗ. Проблеми і задачі, що їх необхідно було вирішувати при запровадженні технологій ТЗ, поставали одна за одною. Наприклад, відомо, що для комплексного вирішення проблем варіювання агробіологічних властивостей ґрунту по площі поля застосовують карт- або сенсор-технологію, кожна з яких має свої переваги і недоліки. Для усунення недоліків кожної із згаданих, розроблена і вперше випробувана в Україні компенсаційна технологія внесення ТМ (проф. Войтюк Д.Г., проф. Аніскевич Л.В.). Така технологія має переваги попереднього зчитування місцевизначених даних з картограм з одночасним використанням інформації від датчиків місцевизначених парметрів, що працюють в реальному часі. Причому, до місцевизначеної інформації від датчиків реального часу висувається певний рівень "довіри", що дозволяє компенсувати факт старіння інформації від електронних даних за карт-технологією і використати всі переваги останньої.

Основними нововведеннями в результаті виконання низки досліджень в області технологій ТЗ можна вважати розробку науково-практичних основ застосування безпілотних польових інформаційних машин в рослинництві з розробкою теорії побудови навігаційно-управляючого комплексу машини та методики обробітку

комплексної навігаційної інформації (проф. Войтюк Д.Г., проф. Аніскевич Л.В.).

Вперше у світовій практиці запропонована (проф. Войтюк Д.Г., проф. Аніскевич Л.В.) нова методика отримання інформації про місцевизначену врожайність для побудови високоточних картограм врожайності із використанням інтегральної моделі Дюамеля на основі імпульсних перехідних характеристик збиральних машин в функції часу. Методика включає комбінацію спеціально розроблених алгоритмів відновлення інтенсивності вхідного потоку зерна за даними датчика маси зерна комбайна. На початковій і кінцевій ділянках картографування врожайності (на вході та на виході кожного гону комбайна), а також на ділянках з різкою зміною інтенсивності потоку зерна в бункер використовується комбінація так званого "стрічкового" алгоритму та алгоритму екстраполяції за швидкістю з ваговими коефіцієнтами, що налагоджуються. На інших ділянках роботи комбайна використовується запропонований диференціальний алгоритм.

На рівні світової новизни запропонована (проф. Войтюк Д.Г., проф. Аніскевич Л.В.) методика прогностичного способу регулювання режимами функціонування робочих органів збиральної машини для вирішення проблеми нерівномірного завантаження робочих органів комбайна технологічним матеріалом внаслідок зміни рівня місцевизначеної врожайності та умов комбайнування по напрямку ходу машини.

Виконані теоретичні дослідження з оптимізації застосування диференційованих норм внесення ТМ та пошуку для цього раціональних кінематичних параметрів руху МТА по полю. Розроблена (проф. Аніскевич Л.В.) методика обробітку комплексної навігаційної інформації з процедурою калмановської фільтрації "розщепленого" типу з циклічною обробкою компонент вектору спостережень, що дає підвищену усталеність процесу і порівняно просту послідовність реалізації. Ця методика дозволяє визначити необхідний склад та техніко-технологічні вимоги до навігаційного обладнання для досягнення підвищеної точності і надійності виконання польових механізованих операцій за технологіями СТЗ.

Проведені теоретичні дослідження (проф. Аніскевич Л.В.) з аналітичного конструювання оптимальних дозаторів технологічних матеріалів сільськогосподарських машин. Зокрема розроблені теоретичні основи розрахунку закону керуючої дії регуляторів норм внесення ТМ в прямій постановці оптимального слідкування з прогнозуванням на основі даних, що несуть в собі картограми заданих норм сівби по поточним оцінкам координат місцезнаходження МТА в полі та курсу його руху. На підставі цього

створені (Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С., О. В. Ямков) програмно-апаратні комплекси сімейства "ТЗ Алмаз" які дозволяють реєструвати місцевизначені дані та формувати сигнали управління режимами функціонування робочих органів сільськогосподарських машин.

З метою досягнення високоефективного рівня управління апаратно-технічними системами сільськогосподарських машин для технологій ТЗ вирішена задача (проф. Аніскевич Л.В.) застосування до дозуючих систем принципів адаптації. Розроблено варіант побудови адаптивної системи автоматичного керування (САК) дозуючими системами сільськогосподарських машин для операцій змінних норм внесення ТМ із застосуванням безпошукової адаптивної САК з параметричною ідентифікацією об'єкту управління в режимі нормального функціонування. Особливістю такої САК стало застосування блока ідентифікації динамічних параметрів системи з одночасним розрахунком згладжених оцінок кінематичних параметрів та коефіцієнтів локальної апроксимації заданих норм внесення ТМ.

Задачі ТЗ є спорідненими з рядом глобальних техногенних проблем, зокрема з проблемою "парникового ефекту", відомої з часів французького фізика ХІХ століття Жозефа Фур'є, який вважав, що атмосфера нашої планети подібна склу в парниках: пропускаючи сонячне проміння, яке перетворюється в тепло не дозволяє цьому теплу виходити назовні. Певні технологічні операції рослинництва є джерелом емісії парникових газів, зокрема вуглекислого газу (наприклад, під час оранки реєструється підвищення рівня вуглекислого газу у пригрунтового повітрі майже у 2 рази). Ученими кафедри розроблена методика і виготовлене обладнання реєстрації вмісту CO_2 в ґрунтового повітрі, що є необхідним для обґрунтування до застосування таких систем обробітку ґрунту як "No Till", "мінімальний", "обмежений" тощо. Сутність методики полягає у реєстрації місцевизначених даних з вмісту вуглекислого газу у ґрунтового повітрі по шарах ґрунту шляхом висмокування певного об'єму повітря з заданої глибини, його фільтрацією та подачею на аналіз до газового хроматографа з одночасною реєстрацією координат відбору проби і формуванням масиву числових даних.

Поставлена і вирішена задача (Попович О.М.) формування зернового потоку сівалки під впливом двох складових руху: переносної складової разом з сільськогосподарською машиною та відносної - під час руху насіннєвого матеріалу по робочих органах сільськогосподарської машини. Розроблено програмно-апаратний модуль реалізації заданих планів сівки зернових з урахуванням впливів систематичних та шумових похибок вимірювань показників

датчика інтенсивності потоку насіння та сенсорів кінематичних режимів роботи МТА.

Для широкозахватних сівалок та машин для внесення мінеральних добрив розроблені теоретичні основи (доц. Сівак І.М.) управління щільністю розподілу ТМ як по довжині гону, так і по ширині захвату. На підставі виконаних досліджень розроблена машина із змінними нормами внесення мінеральних добрив по ширині захвату та за напрямком руху МТА.

Сучасний стан сільськогосподарського виробництва потребує забезпечення інформаційною базою про родючі властивості сільськогосподарських угідь і стан фітоценозів для оптимізації технологічних процесів, спрямованих на отримання сталих та високих врожаїв сільськогосподарських культур. Інформаційна база про стан сільськогосподарського поля є джерелом раціонального менеджменту процесами внесення технологічних матеріалів, догляду за станом фітоценозів, збирання врожаю рослинної продукції тощо. Колективом наукової школи ТЗ проф. Войтюка Д.Г. розвинена ідеологія застосування для моніторингу стану сільськогосподарських угідь малогабаритних автоматизованих систем збору польових даних. Зокрема розроблена (доц. Броварець О.О.) математична модель руху машини для збору місцевизначеної інформації з системою технічного зору у відповідності до маршрутного курсо-швидкісного методу. Така машина дозволяє працювати безперервно, в автономному режимі, чим забезпечується низький рівень собівартості місцевизначеної інформації, а також не виникає ущільнення ґрунту, що обумовлено низьким питомим тиском ходових систем на поверхню поля (споряджена маса системи – до 80 кг).

Впровадження ідеології малогабаритних автоматизованих інформаційних систем у виробництво неможливе без застосування безпілотних польових інформаційних системи. Розвиток безпілотних машинних агрегатів для виконання робіт в рослинництві набуває в світі все більшої уваги. При цьому виникає необхідність вирішення задач, пов'язаних з визначенням параметрів руху об'єктів, виконання вимог по точності і надійності отримання інформації про координати, швидкість та просторову орієнтацію рухомих об'єктів. Умови застосування і функціонування безпілотних машин у рослинництві вимагають підвищеної точності і високої частоти навігаційних посилок на всіх етапах їх експлуатації. В зв'язку з цим розроблена комбінована процедура дотримання заданого маршруту, що має два режими – режим відпрацьовування кута курсу та режим бокової стабілізації. Запропоновано новий (проф. Войтюк Д.Г., проф. Аніскевич Л.В.) неінваріантний компенсаційний метод комплексної

обробки навігаційної інформації, який дозволяє застосовувати прості (а значить недорогі) датчики курсо-швидкісної навігаційної підсистеми з невисокими показниками вимірювання при збереженні високої точності функціонування всього комплексу в цілому. В загальному, проведені дослідження складають теоретичні основи навігації і управління рухом безпілотних польових машин на виконанні задач моніторингу за станом ґрунтового середовища та фітоценозів.

На базі набутих знань та досвіду виконаних досліджень створена нова (для умов України) навчальна дисципліна "Система точного землеробства". Видана типова програма з дисципліни; підготовлені навчально-методичні матеріали. За прикладом НУБіП України дисципліна "Система точного землеробства" читається студентам близько 8 ВНЗ України (наприклад, Харків, Кіровоград, Луганськ, Ніжин тощо).

Науковцями кафедри (Вечера О.М.) спільно з спеціалістами ННЦ "ІМЕСГ" розроблені і виготовлені стаціонарні універсальні протруювачі неперервної дії інерційно-фрикційного типу ПНУ-4 і ПНУ-10. Ці машини реалізують процес нанесення рідких препаратів на насіння сільськогосподарських культур за рахунок інерційних сил і використання бокової поверхні зернівок як робочої. Протруювачі здійснюють дозування, розподілення насіння і обробку його нерозпиленим рідким препаратом за допомогою одного робочого органа. Під час роботи протруювача насіння з бункера на робочий орган надходить самопливом через випускне горловину по пасивному розподільнику, під який одночасно подається віддозований потік препарату. Під дією відцентрових сил насіння разом з плівкою препарату рухається по поверхні конічного робочого органа, обертаючись навколо своєї осі і відбираючи препарат на свою поверхню. Процес обробки насіння препаратом продовжується і після переходу його з робочого органа на перехідні і напрямні поверхні камери протруювання аж до виходу насіння через випускне горловину в тару. В результаті порівняльної оцінки основних технічних, технологічних і експлуатаційних показників протруювачів різних типів можна зробити висновок про незаперечну перевагу розроблених протруювачів роторно-статорного та інерційно-фрикційного типів.

Глибокі дослідження (доц. Ямков О.В.) проведені у напрямі удосконалення бурякозбиральної техніки шляхом обґрунтування параметрів гичкозбиральних і викопуючих робочих органів з метою зменшення енергоємності їх робочих процесів. Досліджена схема компоновки бурякозбирального агрегата і досягнуто підвищення

точності копіювання напряму рядків коренеплодів, що зменшує втрати останніх при збиранні.

За замовленням Міністерства аграрної політики України визначені і обґрунтовані (доц. Волянський М.С.) конструктивні параметри, розраховані технологічні режими, енергетичні і тягово-зчіпні властивості надлегкого мобільного енергетичного засобу, досліджено динаміку його руху, обґрунтовані конструктивні параметри технологічних модулів до нього із застосуванням статистичної динаміки.

Науковцями кафедри (науковий керівник - доц. Онищенко В.Б.) було розроблено обприскувач польових культур із регульованою дисперсністю крапель та пневматичною системою осадження крапель робочої рідини, а також обприскувач польових культур з автоматичним регулюванням норми внесення, які пройшли в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого державні приймальні випробування. Обприскувачі дозволяють здійснювати вибір розпилювальних насадок для забезпечення заданої якості виконання технологічного процесу за різних технологічних умов.

Приділено багато уваги дослідженню історії розвитку сільськогосподарської техніки, сільськогосподарського машинобудування, філософії техніки, як науки та наукової спадщини українських діячів науки і техніки. Так, під керівництвом професора Д.Г. Войтюка було проаналізовано історію розвитку конструкції плуга, досліджено діяльність видатних вчених у галузях землеробської механіки, механізації сільськогосподарського виробництва, сільськогосподарського машинобудування.

Приведены основные результаты научно-технической и инновационной деятельности за последнее десятилетие функционирования кафедры.

Наука, техника, исследования, инновации, кафедра.

The basic results of scientific, technical and innovative activity for the last decade of functioning of department are resulted.

Science, technique, researches, innovations, department.