

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**На правах рукопису**

**Пронь Світлана Віталіївна**



**УДК 656.137.076:656.7(043.3)**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ  
КУЛЬТУР**

**05.22.01 – транспортні системи**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

**Київ – 2019**

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі організації авіаційних робіт та послуг  
Національного авіаційного університету.

**Науковий керівник**

кандидат економічних наук, доцент  
**Соловйова Олена Олександрівна**,  
Національний авіаційний університет  
Міністерства освіти і науки України,  
доцент кафедри організації авіаційних  
робіт та послуг.

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, професор  
**Прокудін Георгій Семенович**,  
Національний транспортний університет  
Міністерства освіти і науки України,  
завідувач кафедри Міжнародних перевезень  
та митного контролю;

кандидат технічних наук, доцент,  
**Комарніцький Сергій Петрович**,  
Подільський державний аграрно-технічний університет  
Міністерства освіти і науки України,  
завідувач кафедри Транспортних технологій  
та засобів АПК.

Захист відбудеться « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р. о \_\_\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.059.02 у Національному транспортному університеті за адресою: 01010, Україна, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, ауд. 333.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного транспортного університету за адресою: 01103, Україна, Київ, вул. М. Бойчука, 42.

Автореферат розісланий « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради

В. І. Каськів

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Для підвищення ефективності функціонування транспортно-технологічного процесу для забезпечення вирощування сільськогосподарських культур актуальним залишається його постійне удосконалення, яке полягає у комплексності вибору наземних та авіаційних транспортних засобів, залежно від параметрів технологій та видів культур. Однією з головних умов одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур є чітке дотримання агротехнічних і технологічних параметрів процесу вирощування сільськогосподарських культур та впровадження сучасної ресурсозберігаючої No-Till технології, яка полягає у мінімізації оброблення ґрунту, що зменшує використання транспортно-виробничих ресурсів та антропогенне навантаження під час вирощування сільськогосподарських культур.

В умовах вирощування за сучасною ресурсозберігаючою No-Till технологією дуже важливим є вибір транспортних засобів для забезпечення заходів інтегрованого захисту врожаїв від шкідливих організмів, внесення агрохімікатів, десикації та дефоліації сільськогосподарських угідь. Тому доцільним є дослідження транспортно-технологічного процесу для забезпечення вирощування сільськогосподарських культур з використанням наземних та авіаційних транспортних засобів, а також закономірностей зміни параметрів транспортно-технологічного процесу для забезпечення вирощування сільськогосподарських культур.

Своєю чергою впровадження сучасної ресурсозберігаючої No-Till технології неможливе без застосування авіації в сільському господарстві. На жаль, у цій сфері існує жорстка конкуренція між наземними та авіаційними транспортними засобами.

Вихідні положення для виконання даного дослідження були знайдені у наукових працях В.П. Асовського, М. М. Гаврилова, Е. М. Дегтярьова, В. С. Деревянка, М. Ф. Дмитриченка, П. В. Долбні, В. К. Долі, В. А. Усика, С. П. Комарніцького, Е. Ф. Косиченка, М. П. Косолапа, В. Б. Козловського, В. О. Костроминої, Л. Д. Лаврова, Ю. Г. Логачова, К. В. Марінцевої, В. М. Макарова, М. П. Матійчика, М. В. Миронова, А. В. Мирошникова, Г. М. Михайлова, В. В. Мови, В. П. Поліщука, Г. С. Прокудіна, С. Резера, Х. Г. Саримсакова, Дж. Стока, М. І. Славкова, С. П. Танчика, А. А. Фридіянда, М. А. Фініков, Р. А. Хабутдинова, А. М. Хижняка, О. В. Худоленка, Г. М. Юна та інших учених.

У процесі цих досліджень накопичений великий обсяг наукової інформації, проте на сьогодні відсутнє комплексне дослідження щодо удосконалення транспортно-технологічного процесу для забезпечення вирощування сільськогосподарських культур.

Для досягнення ефективного остаточного результату щодо отримання якісної і в достатній кількості сільськогосподарської продукції потрібно здійснювати раціональне використання наземних та авіаційних транспортних засобів для забезпечення технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур. Актуальність зазначених питань обумовили вибір теми дисертаційної роботи, її мету та завдання.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано в рамках держбюджетної НДР МОН України за темою «Проблема ефективного функціонування транспортних систем і раціональної організації авіаційних перевезень, робіт та послуг» (державний реєстраційний номер 0112 U 007297) та відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри організації авіаційних робіт і послуг Національного авіаційного університету за темою «Організація і технологія виконання авіаційних робіт у сільському та лісовому господарстві» (№ 19/11.02.05, 2013р.), а також науково-дослідної роботи Інституту механізації та електрифікації сільського господарства за темою «Розробити технологічний процес захисту та підживлення рослин на прикладі використання спеціалізованого літака вітчизняного виробництва ХІАТ-650СХ» (завдання 33.01.00.21П № ДР 0111U003652). Особистий внесок автора полягає в розробленні теоретичних та методичних підходів щодо підвищення ефективності виконання авіаційно-хімічних робіт під час вирощування сільськогосподарських культур.

**Мета** удосконалення транспортно-технологічного процесу для забезпечення вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням технологій і виду культур на основі раціонального використання транспортно-виробничих ресурсів.

**Завдання дослідження:**

- проаналізувати сучасні методи роботи наземних та авіаційних транспортних засобів у технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур;
- удосконалити метод визначення показників ефективності функціонування транспортних засобів для забезпечення технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур;
- розробити математичну модель аналізу використання транспортно-виробничого комплексу під час вирощування сільськогосподарських культур в окремому господарстві;
- розробити рекомендації щодо використання наземних та авіаційних транспортних засобів залежно від видів культур та технологічних операцій з урахуванням техніко-експлуатаційних параметрів.

**Об'єкт дослідження** – транспортно-технологічний процес для забезпечення вирощування сільськогосподарських культур.

**Предмет дослідження** – закономірності зміни параметрів транспортно-технологічного процесу для забезпечення вирощування сільськогосподарських культур з використанням наземних та авіаційних транспортних засобів.

**Методи дослідження.** Теоретичною та методологічною основою дослідження транспортно-технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур є наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених. Для вирішення поставлених завдань застосовувались положення теорії транспортних процесів і систем, методики та положення системного аналізу і моделювання складних систем, методи дослідження операцій у транспортних системах, методи теорії обчислювальної математики, програмування та організації баз даних, а також методи математичної статистики.

**Наукова новизна отриманих результатів:**

- *розроблено* математичну модель аналізу використання транспортно-виробничого комплексу під час вирощування сільськогосподарських культур як

складної динамічної системи, що на відміну від раніше відомих, дозволяє комплексно зробити вибір наземних та авіаційних транспортних засобів, залежно від параметрів технологій вирощування та видів культур;

– *удосконалено* метод визначення показників ефективності функціонування транспортних засобів для забезпечення технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур на основі визначення технологічного циклу повітряних суден під час виконання агроавіаційних робіт, який на відміну від раніше відомих, враховує час запуску двигуна та вирулювання на старт, час підрулювання для завантаження робочою речовиною та удосконалено визначення собівартості льотної години, що дає можливість досягти більш точної оцінки грошового еквівалента межі беззбитковості використання повітряних суден та прийняття рішення щодо встановлення тарифу на агроавіаційне оброблення сільськогосподарських угідь.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в удосконаленні метода визначення показників ефективності функціонування транспортних засобів для забезпечення технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур на основі визначення технологічного циклу повітряних суден під час виконання агроавіаційних робіт, а також удосконалення визначення собівартості льотної години під час виконання агроавіаційних робіт, які були впроваджені у виробничій діяльності авіакомпанії «Конкордавіа». Розроблена математична модель аналізу використання транспортно-виробничого комплексу під час вирощування сільськогосподарських культур та рекомендації щодо використання наземних та авіаційних транспортних засобів залежно від видів культур допомагають зробити альтернативний вибір транспортних засобів з урахуванням експлуатаційних параметрів у вегетаційний період. Вони були впроваджені у виробничу діяльність ПСП «Яна Плюс», це дозволило збільшити прибуток підприємства на 10 %, а у ООО ЛАТАГРОІНВЕСТ на 526,6 га соняшника дало можливість зменшити втрати врожаю при десикації на 13 % або на 970 грн/га.

Матеріали дисертаційного дослідження використовуються в навчальному процесі Національного авіаційного університету під час підготовки фахівців за напрямом «Транспортні технології».

**Особистий внесок здобувача.** Дисертація є самостійно виконаною, завершеною науковою працею, у якій викладено авторський підхід до вирішення поставленого наукового завдання, що має теоретичне і практичне значення для удосконалення транспортно-технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням технологій і виду культур.

У наукових працях, опублікованих у співавторстві, здобувачем проведено аналіз загальних обсягів виконання агроавіаційних робіт [2], визначено сезонність та проаналізовано різні види агроавіаційних робіт [6]. Здобувачем у роботі [28] запропоновано схему-визначення поняття «транспортна система аграрних робіт», визначені технічні засоби для проведення авіаційно-хімічних робіт [5], розроблено математичну модель аналізу використання транспортно-виробничого комплексу під час вирощування сільськогосподарських культур [8], визначено ефективність застосування легкої авіації [27] та основні показники, які повинні враховуватися при прийнятті рішень щодо проведення авіаційних робіт [4].

**Апробація результатів дисертації.** Основні наукові результати та висновки дисертаційного дослідження доповідались автором й обговорювались на Міжнародних науково-практичних конференціях студентів та молодих учених «Політ» (2010–2018 рр., м. Київ, НАУ); Всеукраїнських науково-практичних конференціях для студентів та молодих учених «Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами» (2010–2018 рр., м. Київ, НАУ); Науково-практичних конференціях «Проблеми організації авіаційних перевезень та застосування авіації в галузях економіки» (2010–2018 рр., м. Київ, НАУ); Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології, системний аналіз і моделювання соціоекологіко-економічних систем» (2011 р., м. Київ); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми управління економічним потенціалом регіонів» (2011 р., м. Запоріжжя); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Стратегія антикризового управління і економічного зростання національного виробництва» (2012 р., м. Чернівці); The fifth (Eighth) world congress «Aviation in the XXI-st Century» «Safety in Aviation and Space Technologies» (2012, 2018, Kyiv, Ukraine); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні економічні технології для розвитку підприємств, регіонів, країн» (2014 р., м. Дніпропетровськ); Міжнародній науково-практичній конференції (2017 р., м. Одеса).

**Публікації.** За темою дисертаційної роботи опубліковано 28 наукових праць, із них: 4-и статті у виданнях іноземних держав та у виданнях України, які включені до міжнародних науково-метричних баз; 4-и статті у фахових виданнях України та 18 публікацій в інших періодичних науково-практичних виданнях, а також 2-і опубліковані праці, які додатково відображають наукові результати дисертації.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 234 сторінок друкованого тексту, із них 122 сторінки основного тексту. Список використаних джерел налічує 170 найменувань.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовані мета і завдання дослідження, викладені наукова новизна і практична цінність отриманих результатів.

**Перший розділ** дисертаційної роботи присвячено аналізу сучасного стану транспортного забезпечення технологічного процесу для забезпечення вирощування сільськогосподарських культур із використанням наземних та авіаційних транспортних засобів залежно від технології вирощування, виконуваних операцій, видів культур який показав, що проблему досліджено недостатньо. В результаті обґрунтовано положення, що застосування авіаційних транспортних засобів може сприяти впровадженню новітніх ресурсозберігаючих No-Till технологій та підвищенню ефективності його успішного використання під час вирощування сільськогосподарських культур.

Досліджено теоретичні узагальнення понять системи, транспорту, транспортної системи, проведено аналіз та визначено роль транспортного забезпечення процесу вирощування сільськогосподарських культур, проаналізовано виконання та сезонність агроавіаційних робіт, також досліджено ступінь розроблення наукового

завдання в попередніх дослідженнях. Проведений аналіз сучасних наукових робіт щодо функціонування транспортно-технологічного процесу забезпечення вирощування сільськогосподарських культур показав, що дане завдання в аграрному секторі є одним з малодосліджених.

У результаті проведеного дослідження статистичної залежності зміни рівня врожайності від рівня застосування авіаційного методу оброблення за допомогою регресійного аналізу підтверджено, що існує кореляційна залежність рівня урожайності від кількості обробленої площі авіаційними транспортними засобами. За результатами проведеного аналізу за регіонами України встановлено, що в областях, де більший рівень застосування авіаційного способу оброблення спостерігається вищий рівень урожайності. Ці результати вказують на доцільність більшого залучення авіаційних транспортних засобів для забезпечення технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур в умовах впровадження ресурсозберігаючої No-Till технології. Нині частка використання авіаційних транспортних засобів коливається в межах від 3 % до 8 %.

У **другому розділі** удосконалено метод визначення та наведено теоретичне дослідження системи показників ефективності функціонування транспортних засобів для забезпечення технологічного процесу під час вирощування сільськогосподарських культур.

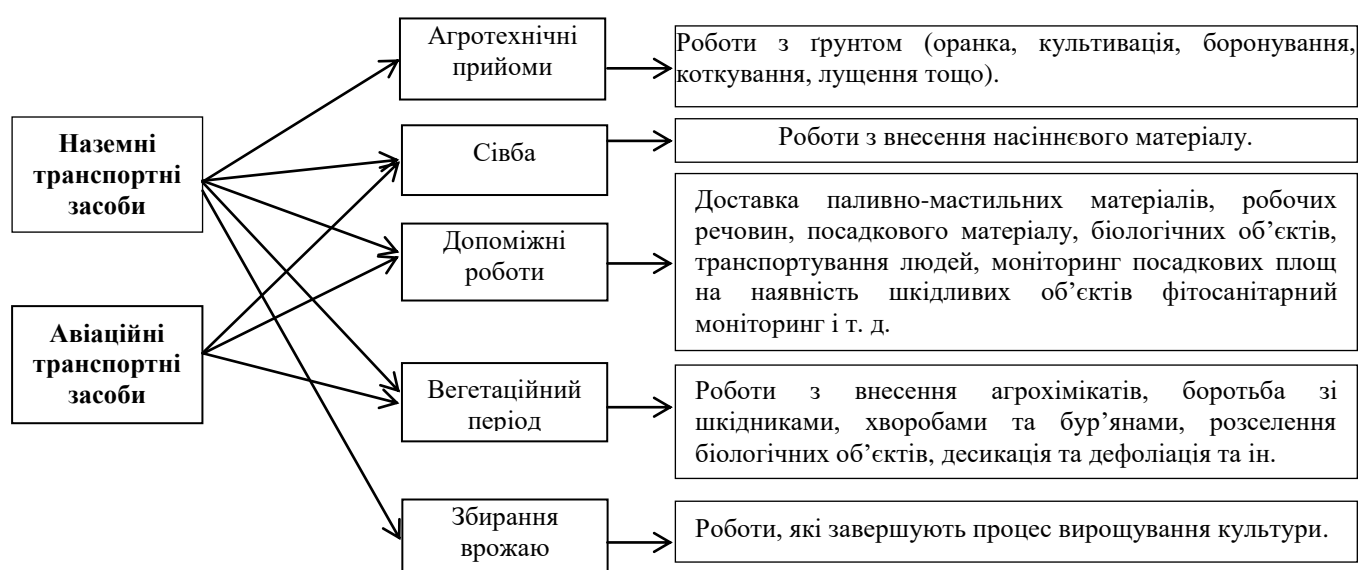


Рисунок 1 – Схема транспортного забезпечення технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур

Транспортно-технологічний процес вирощування сільськогосподарських рослин є складним об'єктом з погляду моделювання єдиного виробничого циклу, який би включав у себе всі необхідні прийоми. Тому для вирішення поставленого завдання розроблено схему транспортного забезпечення технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур (рис. 1).

Удосконалено метод визначення показників ефективності функціонування транспортних засобів для забезпечення технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур на основі визначення технологічного циклу

повітряних суден під час виконання агроавіаційних робіт, який на відміну від раніше відомих, враховує час запуску двигуна та вирулювання на старт, час підрулювання для завантаження робочою речовиною та удосконалено визначення собівартості льотної години, що дає можливість досягти більш точної оцінки грошового еквівалента межі беззбитковості використання повітряних суден та прийняття рішення щодо встановлення тарифу на агроавіаційне оброблення сільськогосподарських угідь:

$$T_{\text{ц}} = \frac{600 \cdot \Gamma}{N_{\text{р}} \cdot \text{Ш}_{\text{роб}} \cdot V_{\text{роб}}} + \frac{10 \cdot \Gamma \cdot t_{\text{розв}}}{N_{\text{р}} \cdot \text{Ш}_{\text{роб}} \cdot D_{\text{гон}}} + \frac{120 \cdot D_{\text{дольоту}}}{V_{\text{дольоту}}} + t_4 + t_5 + t_6, \quad (1)$$

де  $T_{\text{ц}}$  – тривалість технологічного циклу, хв;  $\Gamma$  – раціональне завантаження хімбаків ПС робочою речовиною, кг(л);  $N_{\text{р}}$  – норма витрати робочої речовини, кг(л)/га;  $\text{Ш}_{\text{роб}}$  – ширина робочого захвату, м;  $V_{\text{роб}}$  – робоча швидкість над оброблювальною ділянкою, км/год;  $t_{\text{розв}}$  – час розвороту, хв;  $D_{\text{гон}}$  – довжина гону, км;  $D_{\text{дольоту}}$  – довжина дольоту, км;  $V_{\text{дольоту}}$  – швидкість ПС при дольоті до/назад оброблювальної ділянки, км/год;  $t_4$  – час на зліт та посадку, хв;  $t_5$  – час запуску двигуна та вирулювання на старт, хв;  $t_6$  – час підрулювання до завантаження робочою речовиною, хв; 600, 10, 120 – коефіцієнти для переведення значень показників, які наведені у формулі, до одних відповідних одиниць вимірювання.

Оцінка економічної доцільності ( $D_{\text{п}}$  – фінансовий результат) проведення агроавіаційних робіт визначається за формулою:

$$D_{\text{п}} = S_{\text{ф}} \cdot T - C' \cdot T_{\text{ц}}, \quad (2)$$

де  $D_{\text{п}}$  – економічна доцільність, грн;  $S_{\text{ф}}$  – фактично оброблена площа сільськогосподарських угідь, га;  $T$  – тариф на агроавіаційну обробку 1 га, грн;  $T_{\text{ц}}$  – тривалість технологічного циклу, хв;  $C'$  – собівартості льотної години грн/год.

Аналіз одержаних результатів проводився за наступними критеріями: від'ємні значення ( $D_{\text{п}}$ ) характеризують грошовий еквівалент збитку, ( $D_{\text{п}} = 0$ ) – межу беззбитковості проведення агроавіаційних робіт, ( $D_{\text{п}} > 0$ ) – показник прибутку.

Перевагами запропонованого методу є:

- оцінка тривалості технологічного циклу повітряного судна з урахуванням часу, необхідного для запуску двигуна, підрулювання до завантаження робочою речовиною та вирулювання на старт;

- можливість більш точно оцінити грошовий еквівалент прибутку або збитку під час оброблення сільськогосподарських угідь;

- визначення тарифу на агроавіаційне оброблення для різних типів повітряних суден сільськогосподарського призначення з урахуванням собівартості льотної години, рентабельності та податку на додану вартість.

Для дослідження закономірностей зміни показників функціонування авіаційних транспортних засобів при виконанні агроавіаційних робіт проведено розрахунки за даним методом для авіакомпанії «Конкордавіа». Виявлено закономірності залежності прибутку від довжини дольоту і довжини гону: що менша довжина дольоту і більша довжина гону, то більше прибуток від виконання агроавіаційного оброблення. Зі збільшенням довжини дольоту від 6,5 до 10 км за довжиною гону 0,8 км агроавіаційні роботи вважаються збитковими.



Також у дисертаційній роботі були розглянуті методи визначення техніко-економічних показників для наземних транспортних засобів, розрахунки експлуатаційних витрат для яких виконувалися за загально прийнятими методиками.

У **третьому розділі** розроблено математичну модель аналізу використання транспортно-виробничого комплексу під час вирощування сільськогосподарських культур, як складної динамічної системи, що на відміну від раніше відомих дозволяє комплексно зробити вибір наземних та авіаційних транспортних засобів, залежно від параметрів технологій, видів культур, застосування якої дозволить у процесі організації та ведення сільськогосподарського виробництва приймати своєчасні обґрунтовані управлінські рішення з метою отримання максимального прибутку.

З погляду окремого господарства, організацію і ведення сільськогосподарського виробництва можна розглядати як управління складною динамічною системою в умовах дії випадкових чинників. Складність системи полягає у наявності великої кількості різних підсистем – земельні ділянки, культури, наземні транспортні засоби, механізми й обладнання, авіаційні транспортні засоби, добрива, речовини, паливо, люди. Динамічність полягає як у природі виробничого процесу – вирощуванні рослин упродовж природнього річного циклу, так і у впливі попереднього циклу та раніш вирощувані культури і виконаних робіт на ефективність дій у наступних часових періодах. Випадковими чинниками є погодні умови, поява та розповсюдження шкідників і хвороб рослин, а також зміна цін на ресурси, послуги та кінцеву продукцію.

Зроблено формальний опис елементів такої системи з метою використання в математичній моделі:

$$\sum_{i \in I_t} \sum_{k \in K_{ipt}} \sum_{v \in V_{kip}} \left( d_k U_{vki} - \sum_{\omega \in \Omega_v} c_{\omega vki} \sum_{\tau = \tau_b^0}^{\tau_e^0} z_{\omega vki}^{\tau} \right) - \sum_{\tau = \tau_1}^{\tau_N} \left( (\Delta \bar{c}_{\tau}^A, \bar{p}_{\tau}^A) + (\Delta \bar{c}_{\tau}^H, \bar{p}_{\tau}^H) + (\Delta \bar{c}_{\tau}^L, \bar{p}_{\tau}^L) \right) - (\Delta \bar{c}^M, \bar{p}^M) \rightarrow \max, \quad (3)$$

де – змінні витрати на виконання операції  $\omega$  у варіанті вирощування  $v$  культури  $k$  на полі  $i$ ;  $i \in I_t$  – індекс окремого поля;  $k \in K_{ipt}$  – індекс окремої культури;  $v \in V_{kip}$  – індекс окремого варіанта;  $\omega \in \Omega_v$  – індекс окремої операції;  $\tau \in [\tau_1, \tau_N]$  – номер окремого періоду;  $d_k$  – очікувана вартість культури  $k$  на ринку;  $U_{vki}$  – змінна моделі – очікуваний урожай культури  $k$  на полі  $i$  при варіанті вирощування  $v$ ;  $\bar{p}^M$  – змінні моделі – вектор додаткових об'ємів добрив, речовин, ПММ, придбаних для виконання робіт у виробничому сезоні;  $\bar{p}_{\tau}^A, \bar{p}_{\tau}^H, \bar{p}_{\tau}^L$  – змінні моделі – обсяги додатково залучених авіаційних та наземних ресурсів і працівників;  $z_{\omega vki}^{\tau}$  – змінна моделі – частка операції  $\omega$  варіанту вирощування  $v$  культури  $k$  на полі  $i$  що виконується в період  $\tau$ ;  $\Delta \bar{c}^M$  – вектор збільшення вартості додаткових об'ємів добрив, речовин, ПММ порівняно з вартостями запасів, врахованих в  $c_{\omega vki}$ ;  $\Delta \bar{c}_{\tau}^A, \Delta \bar{c}_{\tau}^H, \Delta \bar{c}_{\tau}^L$  – вектори збільшення вартостей додатково залучених авіаційних, наземних та людських ресурсів порівняно з вартостями, урахуваними у .

Розрахунок очікуваного об'єму врожаю культури на полі в разі застосування варіанта вирощування залежно від строків та обсягів виконання операцій, що передбачаються цим варіантом. Коефіцієнти обмеження враховують площу та особливості поля і описуються виразом:

$$U_{vki} = U_{vki}^0 y_{vki} + \sum_{\omega \in \Omega_v} \sum_{\tau = \tau_b^{\omega}}^{\tau_e^{\omega}} u_{\omega vki}^{\tau} z_{\omega vki}^{\tau}, \quad v \in V_{kip}, \quad k \in K_{ipt}, \quad i \in I, \quad (4)$$

де  $y_{vki}$  – булева змінна моделі – вибір варіанта вирощування культури  $k$  на полі  $i$ ;  $U_{vki}^0$ ,  $u_{\omega vki}^{\tau}$  – коефіцієнти регресії, яка відображає залежність урожаю культури  $k$  при варіанті вирощування  $v$  на полі  $i$  від обсягів та термінів виконання операцій  $\omega \in \Omega_v$ . Ці коефіцієнти мають враховувати площу та особливості поля.

Обмеження на об'єми ресурсів авіаційних транспортних засобів, обсяги ресурсів наземного транспорту та механізмів, обсяги добрив, речовин, ПММ та інших речовин, обсяги часу залучених у період  $\tau$  спеціалістів та працівників, які можуть бути використані господарством у період визначають вирази:

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K_{ipt}} \sum_{v \in V_{kip}} \sum_{\omega \in \Omega_v} \bar{w}_{\omega vki}^A z_{\omega vki}^{\tau} \leq \bar{\rho}_{\tau}^A, \quad \tau \in [\tau_1, \tau_N]; \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K_{ipt}} \sum_{v \in V_{kip}} \sum_{\omega \in \Omega_v} \bar{w}_{\omega vki}^H z_{\omega vki}^{\tau} \leq \bar{R}_{\tau}^H + \bar{\rho}_{\tau}^H, \quad \tau \in [\tau_1, \tau_N]; \quad (6)$$

$$\sum_{\tau = \tau_1}^{\tau_N} \sum_{i \in I} \sum_{k \in K_{ipt}} \sum_{v \in V_{kip}} \sum_{\omega \in \Omega_v} \bar{w}_{\omega vki}^M z_{\omega vki}^{\tau} \leq \bar{R}^M + \bar{\rho}^M; \quad (7)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K_{ipt}} \sum_{v \in V_{kip}} \sum_{\omega \in \Omega_v} \bar{w}_{\omega vki}^L z_{\omega vki}^{\tau} \leq \bar{R}_{\tau}^L + \bar{\rho}_{\tau}^L, \quad \tau \in [\tau_1, \tau_N], \quad (8)$$

де  $\bar{w}_{\omega vki}^A$ ,  $\bar{w}_{\omega vki}^H$ ,  $\bar{w}_{\omega vki}^M$ ,  $\bar{w}_{\omega vki}^L$  – вектори прямих витрат авіаційних та наземних ресурсів, добрив, речовин, ПММ та часу спеціалістів і працівників на виконання операції  $\omega$  у варіанті вирощування  $v$  культури  $k$  на полі  $i$ ;  $\bar{R}_{\tau}^H$ ,  $\bar{R}^M$ ,  $\bar{R}_{\tau}^L$  – вектори наявних у господарстві наземних ресурсів, добрив, речовин, ПММ та людських ресурсів. Наявність наземних та людських ресурсів обмежується для кожного періоду, наявність добрив, речовин, ПММ – сумарно для усіх періодів.

Допустимі межі варіації обсягу виконання операцій залежно чи обраний варіант вирощування чи ні ( $0 \leq \alpha_{\omega vki} \leq 1$ ) описуються виразом:

$$\alpha_{\omega vki} y_{vki} \leq \sum_{\tau \in [\tau_b^{\omega}, \tau_e^{\omega}]} z_{\omega vki}^{\tau} \leq y_{vki}, \quad \omega \in \Omega_v, \quad v \in V_{kip}, \quad k \in K_{ipt}, \quad i \in I, \quad (9)$$

де  $\alpha_{\omega vki}$  – коефіцієнт допустимого зменшення обсягу виконання операцій  $\omega \in \Omega_v$  у варіанті вирощування  $v$  культури  $k$  на полі  $i$ , за якого зберігається адекватність формули (3) залежності врожаю від обсягів та термінів виконання операцій;  $[\tau_b^{\omega}, \tau_e^{\omega}]$  – інтервал періодів, упродовж якого може виконуватися операція, включаючи найбільш раннє та найбільш пізнє виконання.

Логічна умова чи будуть обиратися варіанти вирощування культури залежно від того чи буде вирощуватися культура на полі має вигляд:

$$\sum_{v \in V_{kip}} y_{vki} = x_{ki}, \quad k \in K_{ipt}, \quad i \in I_t, \quad (10)$$

де  $x_{ki}$  – булева змінна моделі – вибір культури, що буде вирощуватися на полі  $i$ .

Вимога вибрати одну культуру для вирощування на полі в році описується виразом:

$$\sum_{k \in K_{ipt}} x_{ki} = 1, \quad i \in I_t. \quad (11)$$

Області визначення змінних  $x_{ki}$ ,  $y_{vki}$   $z_{\omega vki}^{\tau}$  задаються такими виразами:

$$x_{ki} \in \{0,1\}, \quad k \in K_{ipt}, \quad i \in I_t; \quad (12)$$

$$y_{vki} \in \{0,1\}, \quad v \in V_{kip}, \quad k \in K_{ipt}, \quad i \in I_t; \quad (13)$$

$$z_{\omega vki}^{\tau} \geq 0, \quad \tau \in [\tau_1, \tau_N], \quad \omega \in \Omega_v, \quad v \in V_{kip}, \quad k \in K_{ipt}, \quad i \in I_t. \quad (14)$$

Область визначення змінних  $\bar{\rho}_{\tau}^A$ ,  $\bar{\rho}_{\tau}^H$  розраховують за виразом:

$$\bar{\rho}_{\tau}^A \in \bar{\Theta}^A, \quad \bar{\rho}_{\tau}^H \in \bar{\Theta}^H, \quad (15)$$

де  $\bar{\Theta}^A$ ,  $\bar{\Theta}^H$  – множини, що є областями визначення змінних  $\bar{\rho}_{\tau}^A$ ,  $\bar{\rho}_{\tau}^H$ , які можуть бути як неперервними, так і дискретними.

Ці змінні розглядаються як дискретні, які можуть приймати скінченну множину значень, і відображають можливість господарства залучати сторонні авіаційні та наземні ресурси. Але для деяких видів ресурсів можливі і неперервні змінні.

Запропонована модель дозволяє здійснити раціональний вибір транспортних засобів для виконання технологічних операцій, вибору культур, що будуть вирощуватися, площі під ці культури, технології їх вирощування, обрахувати раціональне використання власних ресурсів, які можуть бути обмежені, та ресурсів, які додатково залучаються, за критерієм максимізації прибутку.

Розв'язуючи задачу (3)–(15) за різних значень фіксованих параметрів, якими є коефіцієнти моделі, праві частини обмежень, границі зміни змінних та області їх визначення, а також множини, що задають перелік культур, полів, технологій, ресурсів, можна досліджувати як впливають зміни цих параметрів на оптимальний розв'язок та величину прибутку.

Для демонстрації такої можливості як приклад було обрано дані приватного сільськогосподарського підприємства «Яна Плюс», що включає 4-и культури, 10 технологій вирощування, відповідні технологічні карти. Змінні моделі  $x_{ki}$  були фіксованими, змінні  $y_{vki}$  розглядалися як неперервні, у обмеженнях (14) використовувалися нерівності. Задача (3)–(15) розв'язувалася як стандартна задача лінійного програмування.

Для кожної культури було виділене поле і можливість зменшити площу вирощування культури на полі, а також можливість використання різних технологій вирощування культури на різних частинах поля. Розглядалися різні технології вирощування будь-яких сільськогосподарських культур підприємства.

У моделі враховувалися види ресурсів і вказана їх кількість на добу, яка дозволяє виконувати усі технологічні операції в повному обсязі для оптимального виконання вибраних технологій.

За вказаних значень параметрів та повного забезпечення ресурсами для всіх культур використовується No-till технологія на всіх запланованих площах та досягається планова урожайність, яка є максимальною в даній моделі. Результати розрахунків наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків за вказаних значень параметрів та повного забезпечення ресурсами із застосуванням No-till технології

Культура	Площа використання, га	Урожайність, т/га	Прибуток, тис. грн	Витрати, тис. грн.	Технологія вирощування
1	2	3	4	5	6
Соняшник	1391 (100 %)	2,0 (100 %)	27820,0	9095,8	2
Кукурудза на зерно	431 (100 %)	4,5 (100 %)	8727,8	3910,0	4
Люпин вузьколистий	18 (100 %)	2,2 (100 %)	198,0	162,1	6
Пшениця озима	678 (100 %)	4,9 (100 %)	16611,0	3565,4	10
Усього разом			53356,8	16733,3	
Прибуток			36623,4		

Цей результат є «базовим» і порівнюється з результатами розрахунків при інших співвідношеннях обсягів ресурсів. Порівнювання отриманих результатів проводилось за показниками розрахунків при інших співвідношеннях обсягів ресурсів, а саме: у разі відсутності льотного ресурсу, при зменшенні ресурсу працівників до 40 людино-годин на день; зменшення ресурсу часу використання тракторів, комбайнів і машин. Визначено, що No-till технології є найменш ресурсовитратними щодо використання наземної техніки.

Для підготовки даних оптимізаційної задачі у форматі програми оптимізації та оброблення результатів оптимізації було застосовано мову програмування Visual Basic for Application, яка дозволяє створювати меню та у програмному режимі обробляти дані з листків Excel.

У **четвертому розділі** розроблені рекомендації щодо використання наземних та авіаційних транспортних засобів залежно від видів культур та технологічних операцій, які дозволяють зробити альтернативний вибір транспортних засобів з урахуванням техніко-експлуатаційних параметрів у вегетаційний період вирощування. Дані рекомендації містять технологічні операції та схеми технологічних ліній у разі внесення агрохімікатів, захисту рослин та десикації за допомогою наземних та авіаційних транспортних засобів.

Під час внесення твердих мінеральних добрив досліджувалися авіаційні транспортні засоби Ан-2, Мі-2 та наземні транспортні засоби ЮМЗ-6 +МРД-1000; при внесенні рідких мінеральних добрив, обприскуванні та десикації рослин досліджувалися авіаційні транспортні засоби Ан-2, Мі-2, ХІАТ-650СХ, а також наземні транспортні засоби ЮМЗ-6 +ОП 2000 і Laser 3000.

У роботі досліджувалися технологічні операції, під час виконання яких авіаційні та наземні транспортні засоби можуть конкурувати, а саме: внесення мінеральних добрив у рідкому та твердому станах, хімічний захист рослин у період вегетації та десикації культур.

Досліджено та розраховано зміни тривалості часу технологічного циклу залежно від довжини гону і норми внесення, результати яких показано на рис. 2. З рисунка видно, що за збільшення довжини гону і норми внесення час технологічного циклу зменшується. Час технологічного циклу у разі здійснення підживлення літаком Ан-2 при нормі внесення 100 кг/га порівняно з наземними транспортними засобами ЮМЗ-6 +МРД-1000 менший у 2,7 рази. При цьому потрібно враховувати, що календарні строки авіавнесення можуть тривати значно більше, ніж при наземному внесенні через неможливість проходження по відталому полю наземних транспортних засобів, що є головною умовою за даної операції і дає можливість сформувати при своєчасному внесенні надбавку до врожаю до 10 %. При використанні авіаційних транспортних засобів є можливість отримати додатковий врожай щонайменше 0,6 ц/га завдяки агрозаходу, який буде здійснено авіаційним способом (немає ущільнення, механічних ушкоджень рослин тощо).

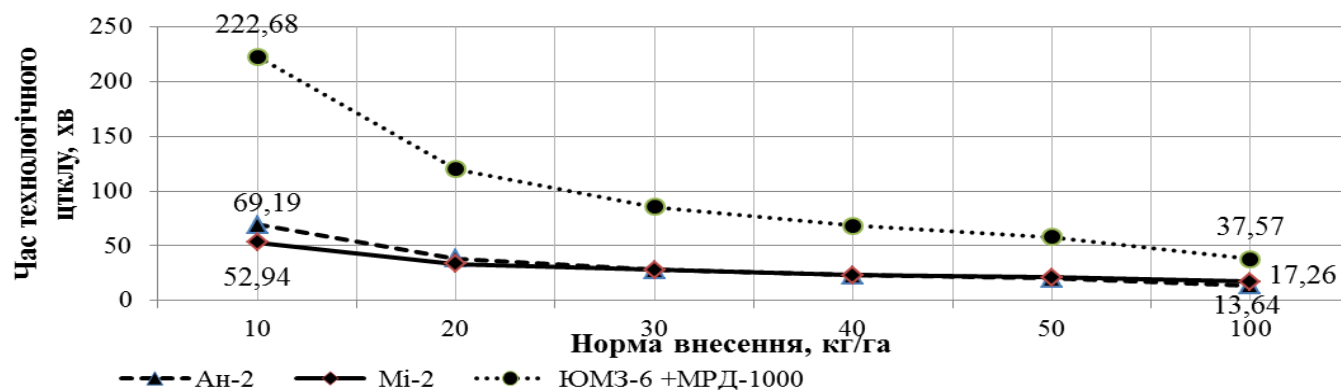


Рисунок 2 – Зміни тривалості часу технологічного циклу з довжиною гону 1 км залежно від норми внесення

У результаті дослідження продуктивності різних видів транспортних засобів (рис. 3) можна зробити висновки, що ПС Ан-2 при внесенні рідких мінеральних добрив найбільш ефективний, завдяки великому вмісту хімічного баку, раціональне завантаження якого становить 1250 л/га. Отже, за 1 год при нормі в 100 л/га і 1 км гону Ан-2 може підживити 54,97 га/год, Мі-2 – 20,85 га/год, ХІАТ-650СХ – 29,65 га/год. Якщо порівняти їх з наземними транспортними засобами, то бачимо, що ЮМЗ-6 +ОП 2000 продуктивність становить 5,16, а це в 10 разів менше від Ан-2, у 4 рази менше від Мі-2, у 5,7 раз менше від ХІАТ-650СХ і в 4,9 раз менше від Laser 3000.

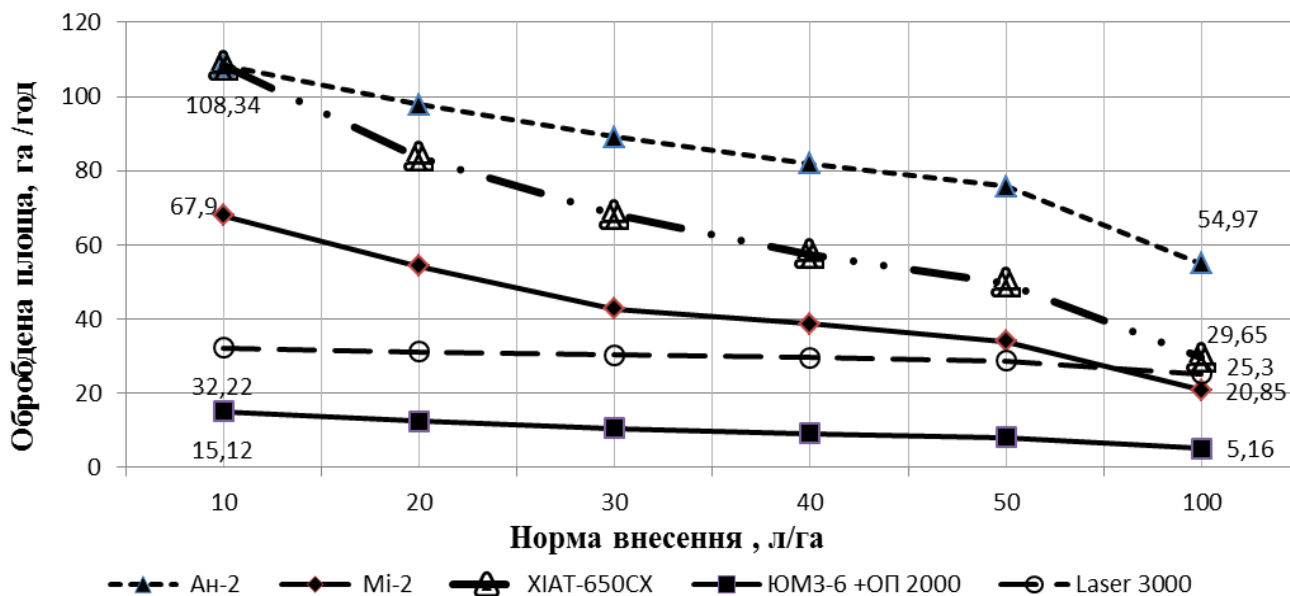


Рисунок 3 – Зміни продуктивності при внесенні робочих розчинів з довжиною гону 1 км залежно від норми внесення

Аналіз результатів виконання десикації при нормі внесення робочого розчину 5 л/га показав, що розмір обробленої площі (продуктивність оброблення) становить Ан-2 – 114,58 га/год, що у 16,53 раз більше ніж ЮМЗ-6 +ОП 2000 і у 3,5 раз Laser 3000. Продуктивність ПС XIAT-650CX становить 127,1 га/год, що 1,1 раз більше ніж Ан-2, у 1,6 раз ніж Мі-2, у 18,36 раз ніж ЮМЗ-6 +ОП 2000, 3,9 раз ніж Laser 3000 (рис. 4).

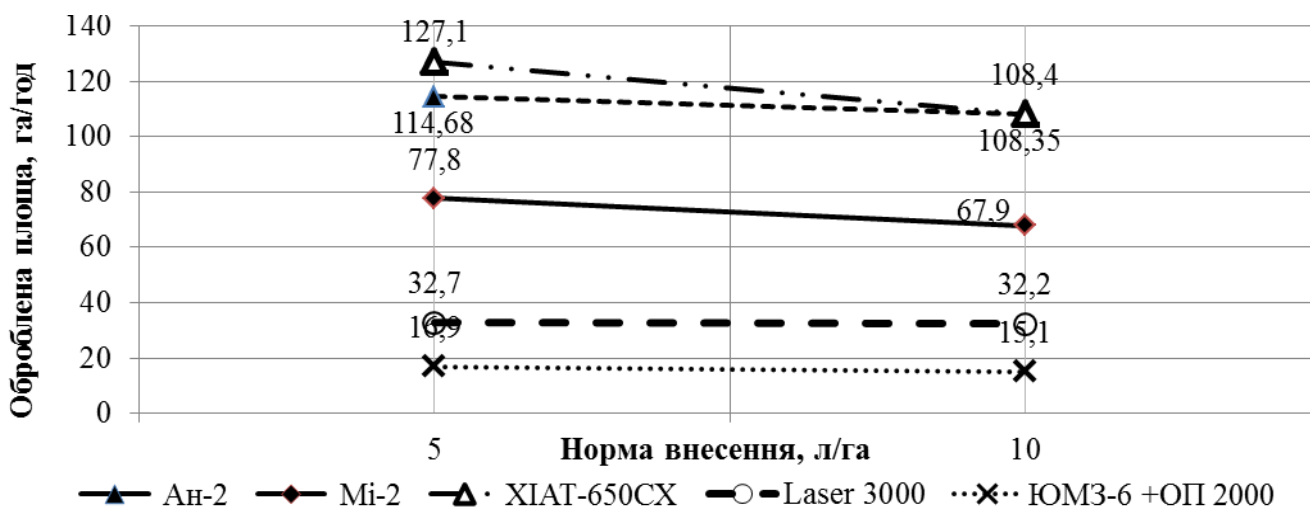


Рисунок 4 – Зміни продуктивності під час виконання десикації з нормою внесення 5–10 л/га та довжиною гону 1 км

Результати дослідження впливу експлуатаційних параметрів, довжини гону поля та норми внесення добрив на собівартість оброблення 1 га наведені в табл. 2. Проведено розрахунки собівартості для авіаційних і наземних транспортних засобів під час виконання робіт з внесення мінеральних добрив у рідкому та твердому станах, хімічного захисту рослин у період вегетації та десикації культур.

Таблиця 2 – Вплив експлуатаційних параметрів, довжини гону поля та норми внесення робочих речовин на собівартість оброблення 1 га

Довжина гону поля, м	Норма внесення добрив, кг/га						
	5	10	20	30	40	50	100
Ан-2							
600	142,44	147,83	158,59	169,37	180,14	190,91	244,77
800	112,4	117,79	128,56	139,33	150,10	160,87	214,74
1000	94,38	99,76	110,54	121,31	132,08	142,85	196,71
Mi-2							
600	122,29	135,407	161,638	187,87	214,1	240,33	371,49
800	102,92	116,037	142,268	190,579	194,73	220,96	352,11
1000	91,29	104,415	130,646	165,926	183,11	209,34	340,49
ХІАТ-650СХ							
600	64,45	72,48	88,54	104,59	120,66	136,72	217,03
800	53,18	61,21	77,27	93,33	109,39	125,45	205,76
1000	46,42	54,45	70,51	86,57	102,63	118,69	198,99
ЮМЗ-6 +ОП 2000							
600	462,27	513,27	615,27	717,27	819,27	921,27	1431,267
800	439,12	490,12	592,12	694,12	796,12	898,12	1408,119
1000	425,23	476,23	578,23	680,23	782,23	884,23	1394,23
Laser 3000							
600	739,09	749	768,84	788,67	808,5	828,34	927,5
800	678,32	688,24	708,07	727,90	747,74	767,57	866,74
1000	641,86	651,78	671,61	691,45	711,28	731,11	830,28

Розроблені рекомендації щодо використання наземних та авіаційних транспортних засобів залежно від видів культур і технологічних операцій, дозволяють зробити альтернативний вибір транспортних засобів з урахуванням техніко-експлуатаційних параметрів у вегетаційний період вирощування.

### ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішене актуальне науково-практичне завдання з удосконалення транспортно-технологічного процесу для забезпечення вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням наземних та авіаційних транспортних засобів в умовах сучасної ресурсозберігаючої No-Till технології. Отримані результати є однією з перших спроб забезпечення належного рівня ефективності функціонування транспортно-технологічного процесу для

забезпечення вирощування сільськогосподарських культур на основі раціонального використання транспортно-виробничих ресурсів.

Проведені теоретичні та числові експериментальні дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. Проаналізовано сучасні методи роботи транспортно-технологічного процесу забезпечення вирощування сільськогосподарських культур наземними та авіаційними транспортними засобами та сформоване авторське визначення «інтегрованої транспортної системи аграрного комплексу» залежно від технології вирощування, виконуваних операцій, видів культур. Аналіз структури транспортних засобів, які забезпечують технологічний процес вирощування зернових культур, показав, що лєвова частина оброблення площі посївїв виконується наземними транспортними засобами. Що стосується авіаційного методу, то частка його коливається в межах вїд 3 % до 8 %, а це свїдчить про недостатню увагу щодо ефективностї його використання. Саме авіаційний транспорт може сприяти впровадженню новїтнїх ресурсозберїгаючих No-Till технологїй. У результатї проведеного дослідження статистичної залежностї змїни рївня врожайностї вїд рївня застосування авіаційного методу оброблення за допомогою регресїйного аналізу пїдтверджено, що їснує кореляцїйна залежнїсть рївня урожайностї вїд кїлькостї обробленої площї авіацїйним способом. Отриманї результати проведеного аналізу показали, що в областях, де бїльший рївень застосування авіацїйного способу оброблення спостерїгається вищий рївень урожайностї.

2. Удосконалено метод визначення показникїв ефективностї функцїонування транспортних засобїв для забезпечення технологїчного процесу вирощування сїльськогосподарських культур на основї визначення технологїчного циклу повїтряних суден при виконаннї агроавіацїйних робїт, який на вїдмїну вїд ранїше вїдомих, враховує час запуску двигуна та вирулювання на старт, час пїдрулювання для завантаження робочою речовиною, а також удосконалено визначення собївартостї льотної години, що дає можливїсть досягти бїльш точної оцїнки грошового еквівалента межї беззбитковостї використання повїтряних суден та прийняття рїшення щодо встановлення тарифу на агроавіацїйне оброблення сїльськогосподарських угїдїв.

3. Розроблено математичну модель аналізу використання транспортно-виробничого комплексу для забезпечення вирощування сїльськогосподарських культур в окремому господарствї, застосування якої дозволить у процесї органїзацїї та ведення сїльськогосподарського виробництва приймати своєчаснї обґрунтованї управлїнські рїшення з метою отримання максимального прибутку. На основї використання розробленої математичної моделї проведенонї дослідження можливого розв'язку рїзних задач за рїзних значень фїксованих та змїнних параметрїв, що дало можливїсть дослідити, як впливають змїни цих параметрїв на оптимальний розв'язок та величину прибутку. Визначено «базовий» варїант, який складався з



повного забезпечення ресурсами для всіх культур при використанні No-till технології на всіх (100 %) запланованих площах, та досягнуто планову врожайність, яка є максимальною в даній моделі. За цим варіантом сума доходу становила 53,36 млн. грн, витрати 16,73 млн. грн та прибуток 36,63 млн. грн. Отримані результати порівнювалися з результатами розрахунків при інших співвідношеннях обсягів ресурсів: за відсутності авіаційних операцій, зменшення доступного обсягу людино-годин працівників при достатньому обсязі льотних годин та зменшенні ресурсу часу використання тракторів, комбайнів та машин. Результати порівняння вказують на те, що No-till технології є найменш ресурсовитратними щодо використання наземних транспортних засобів.

4. Розроблені рекомендації щодо використання наземних та авіаційних транспортних засобів залежно від видів культур і технологічних операцій, дозволяють зробити альтернативний вибір транспортних засобів з урахуванням техніко-експлуатаційних параметрів у вегетаційний період вирощування. Дані рекомендації містять технологічні операції та схеми технологічних ліній при внесенні агрохімікатів, захисту рослин та десикації за допомогою наземних та авіаційних транспортних засобів.

В результаті проведених розрахунків досягнутий практичний ефект, який полягав в отриманні рішень щодо можливих варіантів вибору транспортно-виробничого комплексу, та дозволив збільшити прибуток підприємства ПСП «Яна Плюс» на 10,5 %, а у ООО ЛАТАГРОІНВЕСТ на 526,6 га соняшника дав можливість зменшити втрати врожаю при десикації на 13 % або на 970 грн/га.

5. Результати дисертаційного досліджень прийняті до використання (впровадження) в практичній діяльності ПСП «Яна Плюс», ООО ЛАТАГРОІНВЕСТ, авіакомпанії спеціального призначення «Конкордавіа», а також у навчальному процесі Національного авіаційного університету.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Статті у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:**

1. Пронь С. В. Організаційно-правові засади формування технології застосування надлегких повітряних суден при виконанні агроавіаційних робіт. *Наукоємні технології*. 2013. № 3 (19). С. 341–344. ISSN 2219-8342. *Видання входить до наукометричних баз даних: Simle Search Metadata (SSM), Research Bible, Sjournals Index, The Vernadsky National Library of Ukraine, Universal Impact Factor, Google Scholar, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Beardslee Library Journals.*

2. Pron S., Mnatskanov R., Lahutochkin V. Analysis of the volume of agricultural and aviation works in Ukraine. ISSN 2219-8342. *Наукоємні технології*. 2013. № 4 (20). С. 451–457. *Видання входить до наукометричних баз даних: Simle Search Metadata (SSM), Research Bible, Sjournals Index, The Vernadsky National Library of Ukraine,*

*Universal Impact Factor, Google Scholar, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), Beardslee Library Journals.*

3. Пронь С. В. Оцінка ефективності виконання агроавіаційних робіт. *Nowoczesna edukacja*: зб. наук. праць. Польща, 2016. Вип. 1 (5). С. 141–145. ISSN 2450–3800. *Видання входить до наукометричних баз даних: Google Scholar, Polish Scholarly Bibliography, eLibrary.ru, DOAJ, Index Copernicus, DRJI.*

4. Пронь С. В., Суворова Н. О. Перспективи застосування безпілотних повітряних суден при спостереженні та патрулюванні лісового господарства. *International scientific and practical conference "World science"*. 2017. № 12(28). Р 29–34. ISSN 2413-1032. *Видання входить до наукометричних баз даних: Index Copernicus (ICV 2017: 79.17), Google Scholar (h-index - 9), academia.edu.*

#### **Статті в наукових фахових виданнях:**

5. Рибальченко О. С., Пронь С. В., Юрашук О. А. Нові технічні засоби проведення АХР. *Збірник наукових праць НАУ «Наука і молодь»*. 2008, № 8. С 4.

6. Пронь С. В., Лагутчкін В. П., Мнацаканов Р. Г. Аналіз ринку агроавіаційних робіт в Україні. *Проблеми підвищення ефективності інфраструктури*: зб. наук. праць. Київ: НАУ, 2012. Вип. 33. С. 150–159.

7. Пронь С. В. Основи формування інтегрованої транспортної системи вирощування зернових культур. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ: НТУ, 2016. Вип. 96. С. 192-199.

8. Пронь С. В., Висоцька І. І., Соловійова О. О. Моделювання виконання аграрних робіт з урахуванням транспортної складової. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. Київ: НТУ, 2017. Вип. 100. С. 331–340.

#### **Опубліковані праці апробаційного характеру:**

9. Пронь С. В., Ненюхіна Н. О. Місце авіації при застосуванні No-till технології в сільському господарстві України. *VII науково-практична конференція «Проблеми організації авіаційних перевезень та застосування авіації в галузях економіки»*: тези доповідей. Київ, 2010. С. 54–56.

10. Пронь С. В., Ненюхіна Н. О. Економічні переваги авіаобприскування перед авіаобпиленням. *Всеукраїнська науково-практична конференція для студентів та молодих вчених «Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами»*: тези доповідей. Київ, 2010. С. 8–9.

11. Пронь С. В., Карпенко М. Ю. Порівняння авіаційного та наземного способів підвищення урожайності сільськогосподарських культур. *X науково-практична конференція молодих вчених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки»*: тези доповідей. Київ, 2010. С. 4.

12. Пронь С. В. Роль агроавіаційних робіт в системі No-till технологій. *Всеукраїнська наук.-практ. конференція «Проблеми управління економічним потенціалом регіонів»*: тези доповідей. Запоріжжя, 2011. С. 87–89.

13. Пронь С. В. Дотримання технологій та підбір техніки – успіх захисту рослин. *VIII науково-практична конференція «Проблеми організації авіаційних перевезень та застосування авіації в галузях економіки»*: тези доповідей. Київ, 2011. С. 42–43.

14. Пронь С. В., Комісаренко Л. О. Авіаційне розселення трихограми за допомогою літака Ан-2. *VIII науково-практична конференція «Проблеми організації авіаційних перевезень та застосування авіації в галузях економіки»*: тези доповідей. Київ, 2011. С. 44–45.

15. Пронь С. В., Костюк М. В. Перспективні методи підвищення якості технологічного процесу агроавіаційних робіт. *VIII науково-практична конференція «Проблеми організації авіаційних перевезень та застосування авіації в галузях економіки»*: тези доповідей. Київ, 2011. С. 46–47.

16. Пронь С. В. Процес формування агроавіаційних технологій при використанні надлегких повітряних суден [Електронний ресурс]. *Міжнародна наук. практи. інтернет-конференція «Стратегія антикризового управління і економічного зростання національного виробництва»*: тези доповідей. Чернівці, 2012. С. 180–184. Режим доступу: [www: stelmaschuk.info](http://www.stelmaschuk.info).

17. Пронь С. В., Бузовецька К. А. Оптимізація авіаційного внесення агрохімікатів. *I міжнародна науково-практична конференція «Проблеми організації авіаційних перевезень та застосування авіації в галузях економіки»*: тези доповідей. Київ, 2012. С. 79–82.

18. Пронь С. В., Комісаренко Л. О. Шляхи підвищення ефективності застосування агроавіаційних робіт. *I міжнародна науково-практична конференція «Проблеми організації авіаційних перевезень та застосування авіації в галузях економіки»*: тези доповідей. Київ, 2012. С. 83–85.

19. Пронь С. В., Бузовецька К. А. Сучасний парк повітряних суден, що виконує авіаційні роботи у сільському та лісовому господарстві. *XIII науково-практична конференція молодих учених і студентів*: тези доповідей. Київ, 2013. С. 439.

20. Пронь С. В., Кравчук В. П. Авіаційне внесення гербіцидів на посівах с/г культур. *XIII науково-практична конференція молодих учених і студентів*: тези доповідей. Київ, 2013. С. 441.

21. Пронь С. В., Лагуточкін В. П. Аналіз сезонності та обсяг виконання агроавіаційних робіт в Україні. *II міжнародна науково-практична конференція «Проблеми організації авіаційних перевезень та застосування авіації в галузях економіки»*: тези доповідей. Київ, 2013. Том 1. С. 62–66.

22. Пронь С. В., Герасименко І. М. Авіаційно-хімічні роботи в сільському господарстві в системі авіаційних робіт. *Наук.-практи. конф. «Інноваційні економічні технології для розвитку підприємств, регіонів»*: тези доповідей. Дніпропетровськ, 2014. Ч. 2. С. 27–28.

23. Пронь С. В., Мнацаканов Р. Г., Паянок А. М. Вплив атмосферних умов при виконанні агроавіаційних робіт. *Міжнародна науково-практична конференція «Пріоритетні наукові напрями та найважливіші проблеми: від теорії до практики»*: тези доповідей. Одеса, 2017. С. 147–148.

24. Пронь С. В., Паянок А. М. Організація агроавіаційних робіт при внесенні агрохімікатів. *Міжнародна науково-практична конференція «Пріоритетні наукові напрями та найважливіші проблеми: від теорії до практики»*: тези доповідей. Одеса, 2017. С. 158–160.

25. Пронь С. В. Ефективність застосування наземної та авіаційної техніки при внесенні твердих мінеральних добрив. *XVIII науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки»*: тези доповідей. Київ, 2018. С. 6–7.

26. Pron S., Solovyova O. Application of certain Human Factors criteria to the actual aircraft maintenance engineers operational duties in aviation transport. *The Eighth World Congress "AVIATION IN THE XXI-st CENTURY" – "Safety in Aviation and Space Technologies"*. Kyiv, 2018. P. 12.63-12.65.

#### **Опубліковані праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:**

27. Пронь С. В., Босий М. А. Рекомендації аналізу доцільності застосування легких літаків для виконання сільськогосподарських робіт. Розробити технологічний процес захисту та підживлення рослин на прикладі використання спеціалізованого літака вітчизняного виробництва ХІАТ-650СХ (33.01.00.21П): *звіт про НДР № 0111U003652*. Глевах: ННЦ ІМЕСГ, 2012. Розд. 2. Дод. В.

28. Пронь С. В., Висоцька І. І. Теоретичні аспекти поняття транспортної системи аграрних робіт. *Молодий вчений*. 2016. № 4 (31). С. 252–256.

#### **АНОТАЦІЯ**

**Пронь С. В. Удосконалення транспортно-технологічного процесу для забезпечення вирощування сільськогосподарських культур – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи». – Національний транспортний університет МОН України, Київ, 2019.

Дисертаційну роботу присвячено удосконаленню транспортно-технологічного процесу для забезпечення вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням технологій і виду культур на основі раціонального використання транспортно-виробничих ресурсів.

Розроблено математичну модель аналізу використання транспортно-виробничого комплексу під час вирощування сільськогосподарських культур як складної динамічної системи, що дозволяє комплексно зробити вибір наземних та

авіаційних транспортних засобів, залежно від параметрів технологій вирощування та видів культур. Застосування цієї моделі дозволить у процесі організації та ведення сільськогосподарського виробництва приймати своєчасні обґрунтовані управлінські рішення з метою отримання максимального прибутку.

Удосконалено метод визначення показників ефективності функціонування транспортних засобів для забезпечення технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур на основі визначення технологічного циклу повітряних суден під час виконання агроавіаційних робіт та удосконалено визначення собівартості льотної години, що дає можливість досягти більш точної оцінки грошового еквівалента межі безбитковості використання повітряних суден та прийняття рішення щодо встановлення тарифу на агроавіаційне оброблення сільськогосподарських угідь.

Розроблені рекомендації щодо використання наземних та авіаційних транспортних засобів залежно від видів культур і технологічних операцій, дозволяють зробити альтернативний вибір наземних чи авіаційних транспортних засобів з урахуванням техніко-експлуатаційних параметрів у вегетаційний період вирощування.

**Ключові слова:** транспортно-технологічний процес, наземні та авіаційні транспортні засоби, агроавіаційні роботи, No-till технологія, авіакомпанія спеціального призначення.

## АННОТАЦІЯ

**Пронь С. В. Усовершенствование транспортно-технологического процесса для обеспечения выращивания сельскохозяйственных культур.** – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 «Транспортные системы». – Национальный транспортный университет МОН Украины, Киев, 2019.

Диссертационная работа посвящена совершенствованию транспортно-технологического процесса для обеспечения выращивания сельскохозяйственных культур с учетом технологий и вида культур на основе рационального использования транспортно-производственных ресурсов.

Разработана математическая модель анализа использования транспортно-производственного комплекса при выращивании сельскохозяйственных культур как сложная динамическая система, позволяющая комплексно сделать выбор наземных и авиационных транспортных средств, в зависимости от параметров технологий выращивания и видов культур. Применение данной модели позволит в процессе организации и ведения сельскохозяйственного производства принимать своевременные обоснованные управленческие решения с целью получения максимальной прибыли.

Усовершенствован метод определения показателей эффективности функционирования транспортных средств для обеспечения технологического

процесса выращивания сельскохозяйственных культур на основе определения оценки экономической целесообразности использования воздушных судов а также себестоимости летного часа при выполнении агроавиационных работ, это дает возможность достижения более точной оценки денежного эквивалента предела безубыточности и принятия решения по установлению тарифа на агроавиационную обработку сельскохозяйственных угодий.

Разработаны рекомендации по использованию наземных и авиационных транспортных средств в зависимости от видов культур и технологических операций, позволяют сделать альтернативный выбор наземных или авиационных транспортных средств с учетом эксплуатационных параметров в вегетационный период выращивания.

**Ключевые слова:** транспортно-технологический процесс, наземные и авиационные транспортные средства, агроавиационные работы, No-till технология, авиакомпания специального назначения.

### ABSTRACT

**Pron S. V. Improvement of the transport-technological process for the provision of agricultural crops cultivation.** – Accepted as a monograph.

Dissertation for obtaining the degree of Candidate of Technical Sciences on the Speciality 05.22.01 «Transport systems» – National transport university of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2019.

The thesis is devoted to the improvement of the transport and technological process to ensure the cultivation of crops, taking into account technologies and the type of crops based on the rational use of the transport and production resources.

A mathematical model has been developed for analyzing the use of the transport and production complex for growing crops, as a complex dynamic system that allows us to make a choice of land and air transport vehicles, depending on the parameters of growing technologies and types of crops. The use of which will allow in the process of organizing and conducting agricultural production to make timely informed management decisions with the aim of the obtaining maximum profit.

Improved methods for determining the performance of vehicles to ensure the technological process of growing crops on the basis of assessing the economic feasibility of using aircraft and determining the cost of flight hours when performing agroaviacin work, allows for a more accurate assessment of the monetary equivalent of break-even and making decisions on setting tariffs on agroaviation treatment agricultural land.

Recommendations on the use of land and air transport vehicles depending on the cultivation technology have been developed, which, unlike the existing ones, allow for an alternative choice of land or air transport vehicles taking into account the operating parameters during the growing season.

**Keywords:** transport and technological process, ground and air transport vehicles, agroaviation works, No-till technology, special purpose airline.