

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ” 2023 р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітній рівень)

**тема роботи: «Обґрунтування параметрів технологічного процесу
відновлення робочих органів ґрунтообробних машин»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 22м-ім
освітньої програми магістр
спеціальності 208

«Агроінженерія»

ЛУКІЯНИК Анатолій Юрійович

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Петриченко Є. А.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма _____ магістр _____
Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія» _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ А.В. Войтік
“ ____ ” _____ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

студенту _____ **Лукіянику Анатолію Юрійовичу** _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Обґрунтування параметрів технологічного процесу відновлення робочих органів ґрунтообробних машин»

керівник роботи к.т.н., доцент Петриченко Є.А.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
“14” листопада 2023 р. № 01-06/261

2. Строк подання студентом роботи _____ 25.11.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: наявність ґрунтообробних машин у сільськогосподарських підприємствах України та особливості зношування їх робочих органів; літературні джерела.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

- проаналізувати науково-методичні засади проектування ТС відновлення технічного стану сільськогосподарської техніки і обґрунтувати потребу в їх розробленні та вдосконаленні для обґрунтування параметрів ТС відновлення РГМ;
- визначити і розкрити організаційні варіанти функціонування ТС відновлення РГМ та обґрунтувати з-поміж них раціональний і на цій підставі розробити алгоритм, комп'ютерну програму та статистичну імітаційну модель їх функціонування;
- розкрити процеси і закономірності формування потоку вимог на відновлення РГМ та функціонування ДВРГ;
- удосконалити метод узгодження параметрів технічного оснащення ДВРГ із характеристиками потоку РГМ на відновлення;
- дослідити показники зони дії ДВРГ, напрацювання на відмову РГМ та спрогнозувати характеристики потоку РГМ на відновлення в окремі календарні періоди функціонування ДВРГ;
- змодельовати функціонування ТС відновлення РГМ та встановити залежності її функціональних показників ефективності від характеристик програми відновлення РГМ на дільниці;

- визначити раціональні параметри ТС відновлення РГМ, впровадити результати дослідження у виробництво та оцінити очікуваний економічний ефект.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою дипломної роботи: мета і завдання дослідження; результати дослідження характеристик виробничих умов відновлення робочих органів ґрунтообробних машин; показники економічної ефективності.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Петриченко Є.А., доцент		

7. Дата видачі завдання 23 квітня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	30.04.2023 р.	
2.	Розділ 1.	14.05.2023 р.	
3.	Розділ 2.	28.05.2023 р.	
4.	Розділ 3.	11.06.2023 р.	
5.	Розділ 4.	25.06.2023 р.	
6.	Розділ 5.	24.09.2023 р.	
7.	Виконання ілюстративної частини роботи	23.10.2023 р.	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	25.11.2023 р.	

Студент _____
(підпис)

Лукіяник А.Ю. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Петриченко Є. А. _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Лукіяник А.Ю. Обґрунтування параметрів технологічного процесу відновлення робочих органів ґрунтообробних машин (Дипломна робота, Уманський національний університет садівництва, 2023: пояснювальна записка на 61 сторінці, у т.ч. 5 розділів, 11 рисунків, 5 таблиць, 30 джерел літератури).

Робота присвячена підвищенню ефективності технологічних процесів відновлення РГМ на підставі обґрунтування параметрів відповідних ТС та створення ДВРГ, що забезпечують виконання цих процесів із мінімальними питомими сукупними витратами енергії.

В роботі обґрунтовані параметри технологічних систем відновлення робочих органів ґрунтообробних машин та прогнозування показників енергетичної ефективності.

Для реалізації поставленої мети в першому розділі проведено аналіз технологій відновлення робочих органів ґрунтообробних машин.

В другому розділі проведено дослідження напрацювання на відмову робочих органів ґрунтообробних машин.

В третьому розділі досліджено залежність площ посівів сільськогосподарських культур від радіусу зони дії дільниці відновлення робочих органів ґрунтообробних машин. Отримані результати дослідження напрацювання на відмову робочих органів ґрунтообробних машин.

Розроблена аналітично-розрахункова частина з охорони праці.

Виконано економічне обґрунтування запропонованого удосконалення.

Ключові слова: ПАРАМЕТР, ТЕХНОЛОГІЯ, ҐРУНТООБРОБНА МАШИНА, РОБОЧИЙ ОРГАН, ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ВІДМОВА, РАЦІОНАЛЬНИЙ РАДІУС, НАПРАЦЮВАННЯ, РЕМОНТНА ДІЛЬНИЦЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ У ПРАКТИЦІ ТА ТЕОРІЇ.....	8
1.1 Наявність ґрунтообробних машин у сільськогосподарських підприємствах України та особливості зношування їх робочих органів.....	8
1.2 Стан організації ремонту ґрунтообробних машин, потреби та можливості заощадження ресурсів у технологічній системі.....	12
1.3.Аналіз технологій відновлення робочих органів ґрунтообробних машин....	16
Висновки по розділу.....	20
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	21
РОЗДІЛ 3 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	25
3.1 Результати дослідження характеристик виробничих умов відновлення робочих органів ґрунтообробних машин.....	25
3.2 Залежність площ посівів сільськогосподарських культур від радіусу зони дії ділянки відновлення робочих органів ґрунтообробних машин.....	27
3.3 Залежність кількості ґрунтообробних машин від радіусу зони дії ділянки відновлення робочих органів ґрунтообробних машин.....	30
3.4 Результати дослідження напрацювання на відмову робочих органів ґрунтообробних машин.....	33
Висновки по розділу.....	38
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	39
4.1 Нормативно-правове забезпечення.....	39
4.2 Шкідливі та небезпечні фактори виробничого процесу.....	39
4.2 Аналіз стану безпеки праці	41
4.3 Аналітично-розрахункова частина з охорони праці.....	42
4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	45
РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ.....	48
5.1 Визначення собівартості ремонту ґрунтообробного знаряддя	48
5.2 Розрахунок виробничої ціни відремонтованої сільськогосподарської машини.....	50
5.3 Інтегральна вартісна оцінка результатів впровадження інженерних рішень	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

ВСТУП

На даний час у сільськогосподарських товаровиробників (СГТ) України не вирішеною проблемою є ремонт менш складної сільськогосподарської техніки, до якої належать ґрунтообробні машини (плуги, культиватори, борони, лушпильники тощо). Зокрема, у більшості з них відновлення робочих органів ґрунтообробних машин (РГМ) відсутнє, або ж проводиться у ремонтних майстернях, де немає відповідного ремонтно-технологічного обладнання. Це у свою чергу призводить до порушення технологій відновлення РГМ та зниження їх ресурсу. Водночас, РГМ працюють у абразивному та корозійному середовищі, що призводить до їх зношування та зниження якості виконання ґрунтообробних операцій, а також зростання витрати пального. Одним із шляхів вирішення існуючої проблеми є відновлення РГМ. Завдяки цьому підвищується їх ресурс. Для відновлення РГМ слід створювати відповідні технологічні системи (ТС). У цьому разі виникає науково-практична задача узгодження параметрів технічного забезпечення діляниць відновлення робочих органів ґрунтообробних машин (ДВРГ) із характеристиками потоку вимог на відновлення цих деталей. Для її розв'язання слід розробити спеціальні методи, які б уможливили прогнозування потоку вимог на відновлення РГ та показників його обслуговування.

У роботі розкриваються науково-методичні засади розв'язання відповідної задачі, удосконалено метод та обґрунтовано раціональні параметри ТС відновлення РГМ, які забезпечують вимоги сільськогосподарських товаровиробників (СГТ) як до своєчасності, так і до ресурсоощадності відповідного процесу, що є актуальним як з наукової, так і з практичної точок зору.

Метою роботи є підвищення ефективності технологічних процесів відновлення РГМ на підставі обґрунтування параметрів відповідних ТС та створення ДВРГ, що забезпечують виконання цих процесів із мінімальними питомими сукупними витратами енергії.

Завдання дослідження:

- 1) проаналізувати науково-методичні засади проектування ТС відновлення технічного стану сільськогосподарської техніки і обґрунтувати потребу в їх розробленні та вдосконаленні для обґрунтування параметрів ТС відновлення РГМ;
- 2) означити і розкрити організаційні варіанти функціонування ТС відновлення РГМ та обґрунтувати з-поміж них раціональний і на цій підставі розробити алгоритм, комп'ютерну програму та статистичну імітаційну модель їх функціонування;
- 3) розкрити процеси і закономірності формування потоку вимог на відновлення РГМ та функціонування ДВРГ;
- 4) удосконалити метод узгодження параметрів технічного оснащення ДВРГ із характеристиками потоку РГМ на відновлення;
- 5) дослідити показники зони дії ДВРГ, напрацювання на відмову РГМ та спрогнозувати характеристики потоку РГМ на відновлення в окремі календарні періоди функціонування ДВРГ;
- 6) змодельовати функціонування ТС відновлення РГМ та встановити залежності її функціональних показників ефективності від характеристик програми відновлення РГМ на дільниці;
- 7) визначити раціональні параметри ТС відновлення РГМ, впровадити результати дослідження у виробництво та оцінити очікуваний економічний ефект.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ У ПРАКТИЦІ ТА ТЕОРІЇ

1.1. Наявність ґрунтообробних машин у сільськогосподарських підприємствах України та особливості зношування їх робочих органів

На даний час сільськогосподарське виробництво України перебуває у глибокій кризі. Результати цього кризового стану також і відчутні у одній із найважливіших галузей сільськогосподарського виробництва – рослинництві. Порушуються технології вирощування сільськогосподарських культур і, зокрема, обробітку ґрунту [1]. Це спричинено низкою чинників, з-поміж яких вагомими є фінансовий стан сільськогосподарських підприємств та відповідно можливість придбання ними сучасних ґрунтообробних машин.

Потреба у ґрунтообробних машинах для окремих сільськогосподарських підприємств та регіонів зумовлюється як обсягами посівів окремих сільськогосподарських культур, так і біологічними особливостями їх вирощування, що впливає на характер розташування кореневої маси у оброблюваному шарі ґрунту. При цьому існують обмеження у застосуванні окремих видів ґрунтообробної техніки для різновидів основного обробітку ґрунту [34]. Окрім того, різновид обробітку ґрунту під окрему сільськогосподарську культуру у сівозміні залежить від культури-попередника, що значною мірою впливає на ресурс ґрунтообробної техніки.

Стосовно сільськогосподарських підприємств Західного регіону України, то вони характеризуються малими площами ріллі та деградацією парку техніки, зокрема, ґрунтообробної [2]. Це у свою чергу призвело до зниження якості виконання ґрунтообробних робіт та розвинуло проблему забезпечення сільськогосподарських підприємств ґрунтообробною технікою.

На підставі даних [3] державної служби статистики України побудовано тенденції наявності (рис. 1.1) та купівлі (рис. 1.2) ґрунтообробної техніки сільськогосподарськими підприємствами.

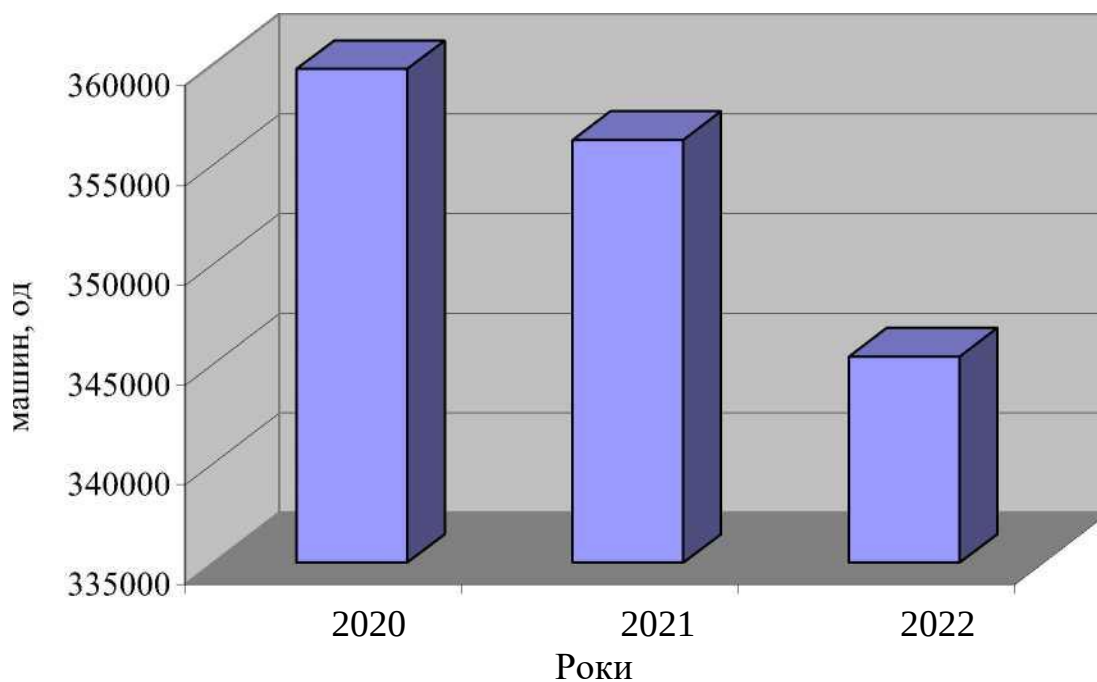


Рисунок 1.1 – Тенденції зміни наявності ґрунтообробної техніки у сільськогосподарських підприємствах України

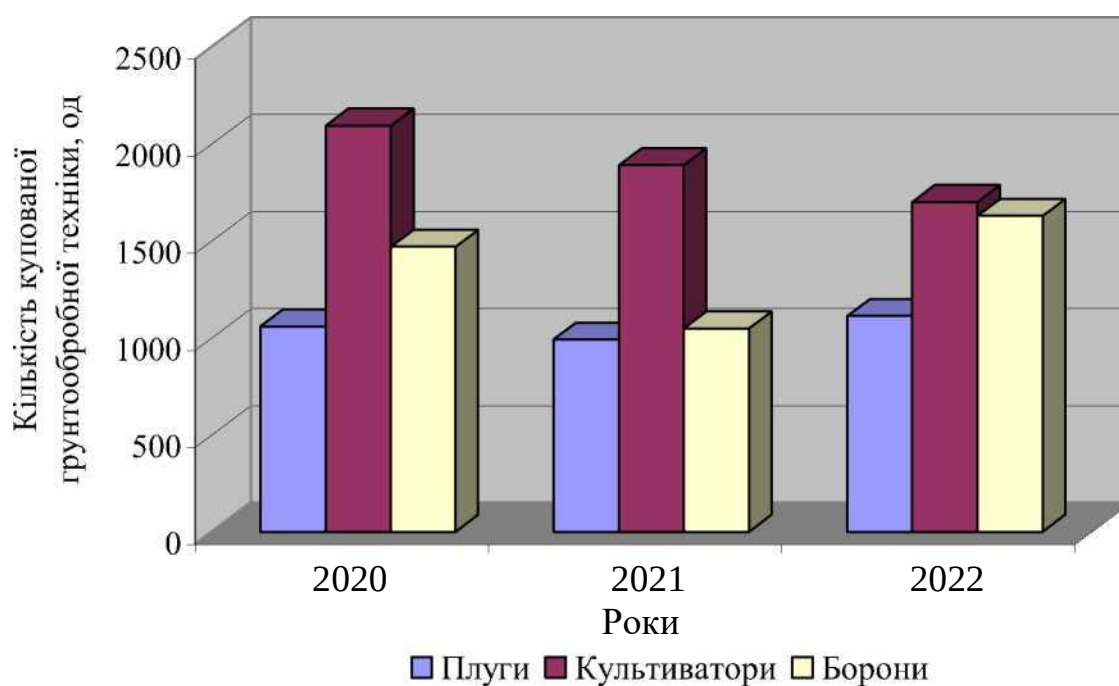


Рисунок 1.2 – Тенденції зміни кількості ґрунтообробної техніки, що закуповується сільськогосподарськими підприємствами України

Тенденції забезпечення сільськогосподарських підприємств ґрунтообробною технікою за 2020-2022 роки свідчать про те, що її кількість з

року у рік зменшується [3 – 5]. Водночас, за аналогічний період тенденції щодо закупівлі цієї техніки свідчать про те, що вони залежать від виду цієї техніки. Зокрема, за останні роки кількість куплених плугів зростає, культиваторів зменшується, а борін спадає у 2021 році, а у 2022 зростає.

На підставі рис.1.1 - 1.2 можна стверджувати, що у сільськогосподарських підприємствах України з року в рік як кількість наявної ґрунтообробної техніки, так і кількість її купівлі міняються.

Зокрема, науковці національного інституту стратегічних досліджень при президентіві України означили основні причини низького рівня матеріально-технічного забезпечення сільськогосподарських підприємств, до яких належать: 1) недостатність власних джерел фінансування техніко-технологічного переоснащення; 2) зростання цін на нову сільськогосподарську техніку; 3) зниження обсягів державної підтримки оновлення машино-тракторного парку за рахунок програми фінансового лізингу; 4) нерозвиненість вітчизняного сільськогосподарського машинобудування; 5) нерозвиненість практики спільного використання техніки сільськогосподарськими підприємствами [4].

Для своєчасного виконання ґрунтообробних та інших видів робіт у рослинництві створюються обслуговуючі кооперативи. На підставі даних Міністерства аграрної політики та продовольства України, станом на 1.01.2022 р. в Україні діяло 118 сільськогосподарських обслуговуючих кооперативів з обробітку землі (18,8 % загальної кількості кооперативів) [4]. Однак, такої кількості недостатньо для технологічного обслуговування рільництва. Їх створення гальмується через низку причин, з поміж яких слід відзначити відсутність ініціативи сільськогосподарських підприємств до спільного придбання ґрунтообробної техніки, недостатній рівень державної підтримки сільськогосподарських обслуговуючих кооперативів. Ці причини можна пояснити тим, що за останні роки державне фінансування сільськогосподарських обслуговуючих кооперативів майже відсутнє. Попри те, у бюджетній програмі «Державна підтримка сільськогосподарських обслуговуючих кооперативів» задекларовано, що таким кооперативам державою відшкодовується 90% вартості

придбання вітчизняної сільськогосподарської техніки.

Відомо [36], що Міністерство аграрної політики України зацікавлене в збільшенні обсягів та розширенні номенклатури виробництва вітчизняної ґрунтообробної техніки, що підтверджується збільшенням видатків бюджету для державних програм підтримки вітчизняних виробників та програм її придбання. Водночас, окремі машинобудівні заводи України до сьогодні виробляють ґрунтообробну техніку застарілих конструкцій, яка за технічним рівнем (досконалістю, надійністю, зносостійкістю РГМ тощо) відстає від кращих зарубіжних зразків на одне-два покоління [1]. Платоспроможні сільськогосподарські підприємства віддають перевагу іноземній ґрунтообробній техніці, що зумовлює зростання її імпорту.

Під час виконання ґрунтообробних робіт РГМ інтенсивно зношуються, що у свою чергу впливає на якість виконуваних ними робіт. Найбільше зношування відбувається у різальних кромках РГМ, що у свою чергу спричиняє збільшенню тягового опору та перевитрати палива ґрунтообробними агрегатами.

Загальновідомо, що РГМ працюють у важких умовах навантаження та абразивної дії ґрунту. Рівень зношення робочих органів ґрунтообробних машин залежить від обсягів фізичних фракцій ґрунту, розміру часток понад 0,01 мм. Найшвидше зношуються РГМ, які працюють на піщано-щебених ґрунтах (5–10 га на леміш), а найнижча інтенсивність зношування спостерігається на чорноземних та глинистих (25–30 га на леміш) [6].

Відомо [13], що основним чинником, який визначає абразивне зношування РГМ, є абразивні властивості ґрунтів. Цим автором було запропоновано коефіцієнти порівняльної зношувальної здатності різних

16 ґрунтів. Зокрема, вони мають наступні значення: глинистих ґрунтів – 1,0; пісчаних ґрунтів – 1,5; суглинкових ґрунтів – 1,9; супісчаних ґрунтів – 2,3.

Окрім того, у роботі [6] зазначається, що характер зношування РГ залежить від типів ґрунтів. Зокрема, у РГМ що працюють на глинистих і чорноземних ґрунтах, швидко затуплюється та зношується робоча кромка леза, водночас на пісчаних вона залишається більш загостреною, а зношення відбувається за їх

товщиною. Окрім того, у цій роботі зазначається, що на характер зношення РГМ впливає тиск ґрунту. Це відбувається завдяки тому, що питоме навантаження на лезо РГМ збільшується в напрямку до носка, інтенсивність зношення носка в декілька разів вища, ніж леза, як за шириною (під час роботи на чорноземах і глинистих ґрунтах), так і за товщиною (на піщаних ґрунтах).

Отже, на підставі вище викладеного можна стверджувати, що у сільськогосподарських підприємствах України як кількість ґрунтообробної техніки, так і обсяги її купівлі щороку міняються. Водночас, існує тенденція до зростання навантаження на ґрунтообробну техніку застарілих конструкцій. Для підтримання цієї техніки у справному стану існує потреба у ресурсозбереженні завдяки формуванню ТС відновлення РГМ на території окремих регіонів України. Зокрема, для умов Західного регіону України, який характеризується наявністю малих сільськогосподарських підприємств, існує потреба централізованого відновлення і зміцнення РГМ (лемешів плугів та лап культиваторів).

1.2. Стан організації ремонту ґрунтообробних машин, потреби та можливості заощадження ресурсів у технологічній системі

Сучасний технічний стан ґрунтообробної техніки сільськогосподарських підприємств характеризується низькою надійністю через їх старіння, несвоєчасне оновлення та відновлення технічного стану.

Водночас, система ремонту та відновлення цієї техніки в Україні функціонує не ефективно. Це пов'язано із тим, що переважна більшість ремонтних підприємств є приватними, або ж виконання ремонтно-обслуговуючих робіт для окремих видів техніки проводять її заводи-виготовлювачі. Приватники для збільшення прибутків спеціалізуються на обслуговуванні та ремонті складної сільськогосподарської техніки (тракторів, комбайнів тощо). Заводи-виготовлювачі проводять ремонтно-обслуговуючі роботи тільки для сільськогосподарської техніки, яку вони виробляють. При цьому, стосовно ремонтів, залишається поза увагою менш складна

сільськогосподарська техніка, до якої належать ґрунтообробні машини (плуги, культиватори, борони, лушпильники тощо).

На підставі аналізу літературних джерел щодо організації ремонту та відновлення технічного стану машин за кордоном можна сказати, що у країнах з розвинутою економікою реалізація техніки та її ремонт є нерозривними складовими системи технічного сервісу [7 – 9].

Система ремонтно-обслуговуючих робіт називається у Європі, США, Канаді – система обслуговування, а у Японії, Південній Кореї та інших азіатських країнах – система збереження [10]. Порядок виконання робіт з ТО, поточного і капітального ремонтів розробляється заводами-виготовлювачами устаткування. Цей порядок подається в інструкціях з експлуатації відповідних машин.

У роботі [10] зазначено, що у США існує система планово-попереджувального обслуговування техніки, яка передбачає утримання її у роботоздатному стані завдяки заміні будь-якого вузла та агрегату, який може відмовити. Окрім того, заводи-виготовлювачі резервують до 25% своїх виробничих потужностей для випуску запчастин. Виготовлення запчастин заохочується тим, що їх дозволяється продавати на 20-25% дорожче, ніж повнокомплектну техніку.

У японській системі забезпечення збереження обладнання передбачається, що усі роботи щодо заміни агрегатів, вузлів і деталей складної техніки по можливості слід проводити силами власного спеціально підготовленого персоналу. Також фахівці Японії і Південної Кореї вважають, що для значного збільшення прибутку від експлуатації обладнання необхідно, щоб ремонтно-відновне виробництво носило ритмічний (плановий) характер, як і основне виробництво [10].

Водночас у Німеччині спостерігається зниження обсягів реалізації нових сільськогосподарських машин та звуження дилерської мережі. Це відбувається на підставі зростання кількості фермерів, що надають перевагу ремонту техніки власними силами або за допомогою сторонніх організацій. Вибір організаційного варіанту ремонту техніки у власній майстерні та у дилера здійснюється на підставі

інформації про вартість ремонту, яка береться у загальних правилах ведення справ, що затверджені федеральним відомством з нагляду за діяльністю картелів [8, с.106].

У роботі [9, с.118] зазначається, що особливістю організації технічного сервісу техніки у розвинутих країнах є можливість прямого зв'язку сільськогосподарських підприємств із заводами-виробниками техніки. Стосовно запасних частин, то вони постачаються безпосередньо замовнику, без створення штучного дефіциту та виключення отримання надприбутків підприємствами технічного сервісу.

Як зазначалося вище, РГМ працюють у абразивному та корозійному середовищі, що призводить до їх зношування та відповідно до зниження якості виконання ґрунтообробних робіт. Переважна більшість сільськогосподарських підприємств має незадовільний фінансовий стан, що зумовлює пошук шляхів зменшення видатків на утримання та експлуатацію машин. Одним із таких шляхів є рециклінг РГМ завдяки відновленню їх ресурсу [6; 11].

Досить актуальними у аграрному виробництві України є проблеми ресурсовитрат. Одним із шляхів їх вирішення є збільшення терміну експлуатації сільськогосподарських машин та їх комплектуючих [12]. Враховуючи те, що обробіток ґрунту є найбільш енергоємним і витратним процесом, який відбувається у абразивному середовищі – ґрунті, відбувається зношування РГМ. Заміна РГМ на нові потребує значних витрат коштів. При цьому значна частка металу витрачається на виготовлення нових РГМ, а зношені переважно йдуть у брукт. Окремі вчені зазначають [12 – 14], що близько 90% РГМ можливо відновити, зміцнити та повторно використати, тим самим збільшивши їх терміни експлуатації.

Формування ТС відновлення РГМ у окремих регіонах України дасть можливість знизити ресурсовитрати у системі використання ґрунтообробної техніки за призначенням. Це дасть можливість сільськогосподарським підприємствам покращувати їх фінансовий стан завдяки зниженню ресурсовитрат на відновлення РГМ.

На підставі аналізу загальних залежностей показників ефективності виконання спеціалізованих ремонтів для техніки від їх концентрації можна зазначити, що заощадження ресурсів у технологічному процесі ремонту досягається за умови зростання концентрації виробництва [15, с.16]. Це дає можливість підвищити ефективність використання ремонтно-технологічного обладнання, підвищується продуктивність праці виконавців. Концентрація відновлення РГМ у ДВРГ попри зазначені переваги має недолік, який стосується зростання витрат ресурсів на доставку РГМ від сільськогосподарських підприємств до ДВРГ і у зворотному напрямі.

Однієї із складових зниження витрат ресурсів у ремонтному виробництві є покращення використання ремонтно-технологічного обладнання ремонтних підприємств [16]. У ТС відновлення РГМ покращити використання ремонтно-технологічного обладнання можна досягти знову ж таки завдяки концентрації його у ДВРГ, що у свою чергу забезпечить належну якість виконання відновлюваних робіт.

На даний час в Україні спостерігається тенденція зниження якості деталей РГМ, тому що їх виготовленням займаються підприємства, які раніше ніколи цим не займалися [12]. Під час виготовлення РГМ не дотримуються встановлених технологій їх виробництва, змінюючи

20 геометричні параметри деталей та їх фізико-механічні властивості. Це свідчить про те, що на ринку наявні нові РГМ, які не відповідають вимогам якості та відповідно мають знижений термін їх експлуатації. Усе вище сказане свідчить про те, що ресурс РГМ, які наявні на ринку України коливається у широких межах. Також ресурс вітчизняних РГМ є значно меншим (1,5...2,5 рази), у порівнянні із закордонними [12; 17; 18].

Отже, існуюча система ремонту сільськогосподарської техніки в Україні функціонує неефективно. Зокрема, відновлення РГМ відсутнє, або ж проводиться у ремонтних майстернях сільськогосподарських підприємств, де немає відповідного ремонтно-технологічного обладнання. Це у свою чергу призводить до порушення технологій відновлення, зниження його якості і, відповідно,

ресурсу відновлених РГМ. Спеціалізовані ремонтні підприємства займаються ремонтами складної сільськогосподарської техніки, а підприємства з відновлення РГМ відсутні. Враховуючи закордонний досвід організації виконання ремонтних робіт для сільськогосподарської техніки та проаналізовані можливості економії ресурсів можна стверджувати, що для вирішення існуючої проблеми відновлення РГМ у окремих регіонах України слід формувати відповідні ТС.

1.3. Аналіз технологій відновлення робочих органів ґрунтообробних машин

Існує декілька технологій відновлення РГМ, які залежать від технології їх виготовлення. Основними вітчизняними виробниками РГМ є ВАТ «Червона зірка» (м. Кіровоград), ТОВ НВП «БілоцерківМАЗ» (м. Біла Церква), ВАТ «Сімферопольський ремонтно-механічний завод», ПАТ «Уманьферммаш» (м. Умань), ТОВ НВФ «Дозатор» (Луганська обл., смт. Слов'яносербськ), ПП ВКФ «Велес-Агро» (м. Одеса). Вони використовують традиційну технологію виготовлення РГМ, яка передбачає використання середньо- та високовуглецевих сталей, що забезпечують експлуатаційні значення фізико-механічних властивостей після жорсткого гартування [19, с.140]. Окрім того, окремі із них для зміцнення РГМ та збільшення їх ресурсу замість об'ємного гартування використовують методи індукційного або плазмового наплавлення спеціальних зносостійких твердосплавних порошків [20, с.74].

Відомо [21], що найбільш розповсюдженим способом, який використовується в умовах сільськогосподарських підприємств для зміцнення РГМ є звичайне гартування середньовуглецевих, високовуглецевих та легованих сталей. Цей спосіб зміцнення РГМ забезпечує значно нижчу їх зносостійкість порівняно із зміцненими за допомогою спеціальних матеріалів. Ще одним із недоліків звичайного гартування є те, що на важких ґрунтах не виконується самозагострення РГМ, що значно збільшує тяговий опір та призводить до зростання витрат палива тракторами, що агрегатують ґрунтообробні машини.

На підставі аналізу низки робіт [11, 12, 13, 21; 22; 23; 19; 24; 18] можна сказати, що найбільш доцільним є використання електроерозійної технології відновлення РГМ, яка передбачає використання електричних розрядів для їх загострення та зміцнення. При цьому оброблювана поверхня РГМ має достатню глибину зміцнення та шорсткість, що забезпечують їх зносостійкість та самозагострення.

У роботі [21] зазначається, що використання електроерозійного способу одночасного загострення та зміцнення РГМ із високовуглецевих сталей дає змогу без витрат спеціальних зміцнювальних матеріалів отримувати твердий шар на рівні 60–62 HRC завтовшки від 1 до 4 мм. Зміцнення РГМ електроерозійним способом, на відміну від звичайного гартування РГМ, забезпечує значно вищий їх ресурс та здійснюється самозагострення. Однак, до недоліків такого способу зміцнення РГМ слід віднести те, що його можна використовувати лише для зміцнення лезової їх частини. Решту місць інтенсивного зношування РГМ слід зміцнювати іншими способами за допомогою спеціальних матеріалів.

Окремі науковці [20; 25] пропонують використовувати лазерне зміцнення РГМ для збільшення їх ресурсу. Зокрема, порівнюючи з об'ємним гартуванням, лазерна термообробка дозволяє в 1,3–1,4 рази зменшити зношування відповідних поверхонь РГМ, а у порівнянні з базовою технологією індукційного наплавлення застосування лазерного наплавлення сплаву ПС-14-60 + 6%B4C дозволяє зменшити знос у 1,7–1,8 рази. Цей спосіб не використовується вітчизняними виробниками РГМ через те, що в основному вони виготовляються із сталі 65Г, а вплив лазерного наплавлення на цю марку сталі не досліджено, що затрудняє прогнозування їх ресурсу.

У роботі [12] запропоновано новий спосіб зміцнення поверхневого шару деталей (цементация методом електроерозійного легування), що дозволяє забезпечити необхідну якість поверхонь деталей машин, знизити трудомісткість. Електроерозійне легування проводилося на установках «ЕІЛ-8А» і «ЕІЛ-9» графітовим електродом марки ЕГ-4 в автоматизованому режимі у діапазоні енергій розряду від 0,6 до 6,8 Дж. Як матеріали катода, використовували армко-

залізо, 12X18H10T, 30X13, 40X та інші. Однак, запропонована технологія та устаткування мають обмежене використання і можуть використовуватися лише для зміцнення поверхонь деталей відцентрових компресорів.

Запропонований у роботі [24] спосіб електроерозійного зміцнення поверхні деталі передбачає використання імпульсного джерела струму, яке дає можливість отримати більшу частоту появи імпульсів та можливість регулювання їх тривалості. Окрім того, для наплавлення пропонують використовувати дискові електроди та аргон, що створює захисне середовище. Автори цього способу відновлення РГМ стверджують, що він дає можливість підвищити продуктивність виконання відновлюваних робіт та повністю відсутня похибка обробки від нерівномірного зносу електрода. Однак, використання цього способу відновлення РГМ потребує значних витрат коштів на дорогі електроди та потребу використовувати недешевий на сьогодні інертний газ – аргон.

Запропонована у роботах [29; 30] технологія відновлення РГМ передбачає використання «донорських вставок». Зокрема, зношена частина РГМ відрізається, а на її місце приварюється спеціальна вставка. Наступним кроком цієї технології відновлення РГМ є їх електроерозійне загострення та зміцнення. Вони виконуються завдяки проведенню наплавлення електродами Т-590 або порошковим дротом ПП-НП80Х20. Це забезпечує потрібну якість відновленої поверхні. Недоліком цієї технології відновлення РГМ є те, що збільшується витрата ресурсів на виконання додаткових операцій, які стосуються підготовки заготовок, відрізання зношеної частини РГМ та приварювання заготовок.

На підставі вище сказаного можна зробити висновок, що загострення та зміцнення лезової частини РГМ найефективніше проводити електроерозійним способом, що підтверджується висновками багатьох науковців [11 – 13; 18; 19; 21 – 24;]. Окрім того, для підвищення ресурсу РГМ на їх поверхню слід наносити зміцнювальні матеріали точковим електродуговим наплавленням. Перевагою зазначеного способу загострення та зміцнення лезової частини РГМ є те, що у ННЦ «ІМЕСГ» розроблено установку для електроерозійної обробки лезових РГМ [18; 21]. За допомогою цієї установки можна створити твердість РГМ в межах 58–

63 HRC, що у свою чергу забезпечить високий ресурс, їх самозагострення та відповідно якість виконання ґрунтообробних робіт, зменшення тягового опору та витрати пального. Окрім того, вартість відновлення РГМ є у два рази меншою порівняно із вартістю нових РГМ [21].

Висновки до розділу

1. Аналіз сучасного стану СГТ України та, зокрема, наявності та використання ґрунтообробної техніки свідчить про те, що її кількість та обсяги купівлі з року в рік зменшуються. Водночас, існує тенденція до зростання навантаження на ґрунтообробну техніку застарілих конструкцій. Основними причинами низького рівня матеріально-технічного забезпечення сільськогосподарських підприємств є недостатність власних джерел фінансування техніко-технічного переоснащення, зростання цін на нову сільськогосподарську техніку та зниження обсягів державної підтримки оновлення машино-тракторного парку за рахунок програми фінансового лізингу.

2. Існуюча система ремонту сільськогосподарської техніки в Україні функціонує неефективно. Зокрема, відновлення РГМ відсутнє або ж проводиться у ремонтних майстернях СГТ, де немає відповідного ремонтно-технологічного обладнання, що призводить до порушення технологій відновлення, зниження його якості і, відповідно, ресурсу відновлених РГМ. Спеціалізовані ремонтні підприємства займаються ремонтами складної сільськогосподарської техніки, а підприємства з відновлення РГМ відсутні. Враховуючи закордонний досвід організації виконання ремонтних робіт для сільськогосподарської техніки та результати аналізу способів ресурсозбереження, можна стверджувати, що для вирішення існуючої проблеми відновлення РГМ у окремих регіонах України слід формувати відповідні ТС.

3. В результаті аналізу існуючих способів загострення та зміцнення РГМ виявлено переваги та недоліки існуючих технологій відновлення їх ресурсу. Встановлено, що загострення та зміцнення лезової частини РГМ найефективніше

проводити електроерозійним способом із подальшим точковим електродуговим наплавленням, що підтверджується висновками багатьох вчених. Окрім того, перевагою зазначеного способу відновлення РГМ є те, що в ПрАТ «Уманьфермаш» розроблено установку для електроерозійної обробки лезових РГМ, що забезпечує високий їх ресурс, самозагострення, а вартість відновлення є у два рази меншою порівняно із вартістю нових РГМ.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

На підставі вище виконаного аналізу складових ТС відновлення РГМ можна зазначити, що ці системи належать до складних і мають специфічні особливості взаємодії між окремими підсистемами та зовнішнім середовищем. Зокрема, існує декілька складових ТС відновлення РГМ, параметри яких залежать від характеристик зовнішнього середовища. При цьому зовнішнє середовище характеризується сезонною циклічністю формування потоку вимог на відновлення РГМ, якому притаманна мінливість. У ТС відновлення РГМ відбувається множина технологічних процесів, які повторюються у часі. Відповідно до загальної теорії систем, їх дослідження можливе на основі застосування методів статистичного імітаційного моделювання. Імітаційне моделювання – це метод дослідження, який базується на тому, що система, яка вивчається, замінюється імітатором і з ним проводяться експерименти з метою отримання інформації про цю систему [26]. Воно є одним із різновидів математичного моделювання і передбачає логіко-математичний опис ТС відновлення РГМ, що у подальшому використовується для комп'ютерного експериментування з метою визначення раціональних параметрів ТС відновлення РГМ. Зокрема, для цього слід створити низку моделей, які відображатимуть особливості технологічних процесів ТС відновлення РГМ та виконати комп'ютерні експерименти для визначення її системних функціональних показників.

Статистичне імітаційне моделювання функціонування ТС відновлення РГМ виконується поетапно: 1) формулюється мета моделювання; 2) розробляється концептуальна модель; 3) проводиться підготовка початкових даних; 4) розробляється математична модель; 5) здійснюється вибір методу та засобів моделювання; 6) виконується розробка програмної моделі; 7) проводиться перевірка моделі на адекватність та її коригування; 8) плануються комп'ютерні експерименти з моделлю; 9) виконується моделювання; 10) проводиться аналіз

результатів моделювання та обґрунтовуються рішення.

Як уже зазналося вище, метою моделювання (дослідження) ТС відновлення РГМ є визначення таких її раціональних параметрів, за яких досягається екстремум функціональних показників ефективності відповідних технологічних процесів. Кількісно їх представляють як сумарні питомі енерговитрати (витрати енергії у технологічному процесі відновлення РГМ, на транспортування РГМ та створення і зберігання їх обмінного фонду) [15; 27]. При цьому мета моделювання ТС відновлення РГМ досягається завдяки пошуку компромісу між витратами енергії на транспортування РГМ та витратами енергії у технологічному процесі відновлення РГМ, а також на створення і зберігання їх обмінного фонду. Зазначені витрати енергії змінюються залежно від радіусу (R) зони дії ДВРГ і відповідно попиту (Λ) на відновлення РГМ та від кількісних значень параметрів (Z) ТС відновлення РГМ. Отже, для досягнення мети моделювання ТС відновлення РГМ слід створити таку її імітаційну модель, яка б давала змогу змінювати радіус (R) зони дії ДВРГ та параметри (Z) ТС відновлення РГМ.

Наступним етапом моделювання ТС відновлення РГМ є розроблення її концептуальної моделі. Це наукове питання нами розглянуто у п. 2.3 цієї роботи.

Початковими даними для дослідження ТС відновлення РГМ є характеристики регіону, у якому створюються ДВРГ. Зокрема, до цих характеристик належать структура землекористування та посівів сільськогосподарських культур, наявність ґрунтообробної техніки, технології виконання ґрунтообробних робіт, офіційні дані метеорологічних станцій, а також технології відновлення РГМ та норми часу на виконання окремих транспортних та технологічних операцій.

Під час розроблення математичної моделі ТС відновлення РГМ слід врахувати такі головні явища: 1) тривалість окремих періодів функціонування ДВРГ з року в рік є мінливою; 2) потреба у відновленні РГМ, яке здійснюється впродовж календарного року, залежить від їх напрацювання, що виконується впродовж двох періодів (весняного та осіннього) функціонування ДВРГ окремого календарного року; 3) стохастичність напрацювання РГМ; 4)

неоднаковість напрацювання нових та відновлених РГМ; 5) окремі РГМ відновлюються лише один раз і відповідно потік вимог має дві складові – зношені РГМ, які підлягають відновленню, та зношені РГМ, які потребують заміни на нові; 6) розосередженість зношених РГМ у просторі; 7) залежність середньої віддалі транспортування РГМ від ДВРГ до СГТ і у зворотньому напрямі від радіусу зони дії ДВРГ; 8) залежність витрати часу на доставку РГМ від ДВРГ до СГТ і у зворотньому напрямі від радіусу зони дії ДВРГ; 9) залежність тривалості виконання окремих технологічних операцій відновлення РГМ від їх марки та чисельності виконавців; 10) створення резервного фонду РГМ та дислокація транспортних засобів на ДВРГ для зниження ризику простоїв ґрунтообробної техніки через відсутність РГМ; 11) обмеженість кількості замовлень РГМ, що одночасно доставляються від ДВРГ до СГТ і у зворотньому напрямі за один виїзд; 12) інформованості ДВРГ про потребу заміни зношених РГМ в окремих СГТ, тощо.

На підставі зазначених явищ можна сказати, що під час розроблення математичної моделі ТС відновлення РГМ слід звернути увагу на те, що ця модель стосується багатьох її складових: 1) дії агрометеорологічних умов на тривалість періодів функціонування ДВРГ; 2) вплив радіусу дії ДВРГ на потік замовлень РГМ, що потребують відновлення; 3) часу появи замовлень на відновлення РГМ та їх видів (заміна зношених РГМ на відновлені або нові); 4) обсягів та тривалості транспортування РГМ від СГТ до ДВРГ і у зворотньому напрямі; 5) обсягів резервного фонду РГМ у ДВРГ; 6) обсягів та тривалості виконання окремих технологічних операцій відновлення РГМ за певні проміжки часу, тощо. Отже, математична модель функціонування ТС відновлення РГМ складається із множини моделей, які системно описують її складові.

Наступний етап дослідження ТС відновлення РГМ стосується вибору методів та засобів моделювання. Основним критерієм вибору методу моделювання ТС відновлення РГМ є адекватність відображення функціонування реальних процесів, що відбуваються у цій системі.

Враховуючи вищесказане, можна стверджувати, що таким методом є

статистичне імітаційне моделювання, використання якого дає можливість відобразити у моделі мінливий характер означених явищ та процесів.

Стосовно засобу моделювання, то ним обирається ПК як такий, що дає можливість виконувати статистичне імітаційне моделювання функціонування ТС відновлення РГМ для визначення її раціональних параметрів. Для цього слід розробити код комп'ютерної програми на одній із доступних для дослідника програмних мов. Для проведення дослідження ТС відновлення РГМ нами використано мову Pascal ABC.NET. Перед розробленням комп'ютерної програми створюється блок-схема статистичної імітаційної моделі функціонування ТС відновлення РГМ.

Перевірка достовірності результатів дослідження потребує виконання пробного моделювання функціонування ТС відновлення РГМ та їх аналізу. Невідповідність отриманих результатів реальним процесам, яка виявляється під час перевірки імітаційної моделі на адекватність, є підставою для її коригування.

Після досягнення відповідної адекватності імітаційної моделі розробляється план комп'ютерних експериментів, що відповідає меті та завданням дисертаційної роботи. Для моделювання функціонування ТС відновлення РГМ слід обґрунтувати обсяги репрезентативної вибірки отриманих результатів. Враховуючи те, що імітаційною моделлю ТС відновлення РГМ відтворюються мінливі явища та процеси, то результати моделювання подаються у вигляді статистичних рядів розподілу досліджуваних системних функціональних показників.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Результати дослідження характеристик виробничих умов відновлення робочих органів ґрунтообробних машин

Дослідження характеристик виробничих умов ТС відновлення РГМ розпочинали із збору інформації щодо наявності СГТ у Уманському районі Черкаської області та їх територіального розташування. Зокрема, до цих характеристик належать наявність та територіальне розташування СГТ, структура землекористування та посівів сільськогосподарських культур, наявність ґрунтообробної техніки.

Однією із характеристик виробничих умов, яка є основою визначення витрат на доставку РГМ від СГТ до ДВРГ і навпаки є середня віддаль їх транспортування. Для кількісного її визначення слід мати кількісне значення коефіцієнта кривизни доріг ($K_{\kappa\delta}$), який визначається за виразом (3.1) у наступній послідовності. На підставі інформації щодо наявності та територіального розташування СГТ у Уманському районі та використовуючи топографічну карту Черкаської області визначали відстані між СГТ і місцем розташування ДВРГ (сmt. Христинівка), які характеризуються відрізками прямих ліній (R), а також найкоротшим шляхом (l) із твердим покриттям.

На підставі отриманих даних встановлено, що коефіцієнт кривизни доріг ($K_{\kappa\delta}$) для умов Уманського району узгоджується теоретичним законом Вейбулла (рис. 3.1). Статистичні характеристики цього розподілу наведено в таблиці 3.1.

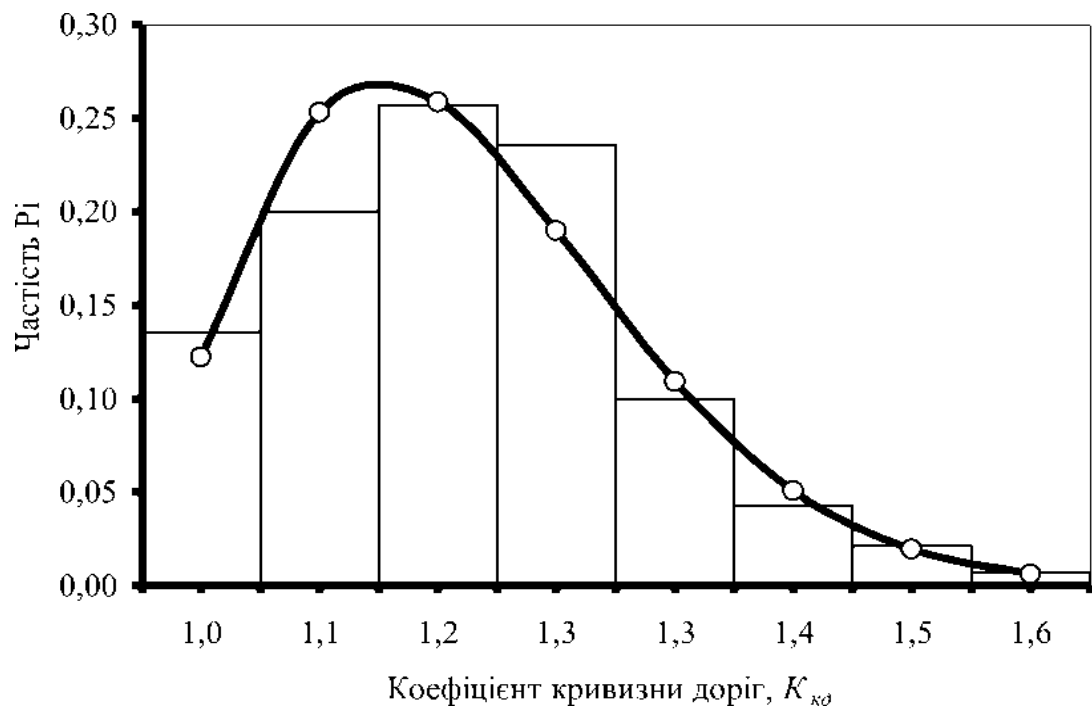


Рисунок 3.1 – Гістограма та теоретична крива розподілу коефіцієнта кривизни доріг для умов Уманського району

Таблиця 3.1 – Статистичні характеристики розподілу коефіцієнта кривизни доріг для умов Уманського району Черкаської області

Місце розташування ДВРГ	Величина вибірки	Значення		χ^2	Статистичні характеристики			
		min	max		$m(K_{кд})$	$D(K_{кд})$	$\sigma(K_{кд})$	$v(K_{кд})$
с.мт. Христинівка	140	1,01	1,60	3,62	1,21	0,012	0,11	0,551

Диференціальна функція статистичного розподілу коефіцієнта кривизни доріг для умов Жовківського району (рис. 4.1) має вигляд:

$$f(K_{кд}) = 0,438 \left(\frac{K_{кд} - 1,01}{0,225} \right)^{0,87} \times \exp \left[- \left(\frac{K_{кд} - 1,01}{0,225} \right)^{1,87} \right]. \quad (3.1)$$

Числовими характеристиками цього розподілу є математичне сподівання – 1,21, середньоквадратичне відхилення – 0,11. Межі коефіцієнта кривизни доріг для умов Жовківського району становлять 1,01–1,6.

У результаті виконання розрахунків за формулою (3.2) отримали кількісне значення середньої віддалі (l_{cp}^R) транспортування РГМ від СГТ до ДВРГ. На підставі отриманих даних побудовано залежність між радіусом дії ДВРГ і середньої віддалю (l_{cp}^R) транспортування РГМ від СГТ до ДВРГ, яка описується за формулою:

$$l_{cp}^R = 1,21 \cdot R \quad (3.2)$$

Отримані числові значення середньої віддалі (l_{cp}^R) транспортування РГМ від СГТ до ДВРГ залежно від радіусу (R) зони дії ДВРГ є основою для моделювання транспортних процесів.

3.2 Залежність площ посівів сільськогосподарських культур від радіусу зони дії ділянки відновлення робочих органів ґрунтообробних машин

Попит на відновлення РГМ залежить від площі ріллі у заданому радіусі (R) зони дії ДВРГ та наявності ґрунтообробних машин окремих марок. Для визначення площі ріллі у заданому радіусі (R) зони дії ДВРГ на підставі статистичних даних управління агропромислового комплексу Жовківської райдержадміністрації встановлено, що в Уманському районі загальна земельна площа становить $-S_{30} = 129,4$ тис.га, площа сільськогосподарських угідь $-S_{ce} = 84,7$ тис.га, площа ріллі - $S_p = 56,7$ тис.га та площа посівів - $S_n = 46,5$ тис.га. Використовуючи формули (3.7) визначено кількісне значення коефіцієнтів: сільськогосподарського освоєння - $k_0 = 0,65$, розораності - $k_p = 0,67$ та використання площі ріллі - $k_e = 0,82$. На підставі цих даних визначено площу ріллі та побудовано її зв'язок із радіусом (R) зони дії ДВРГ (рис. 3.2).

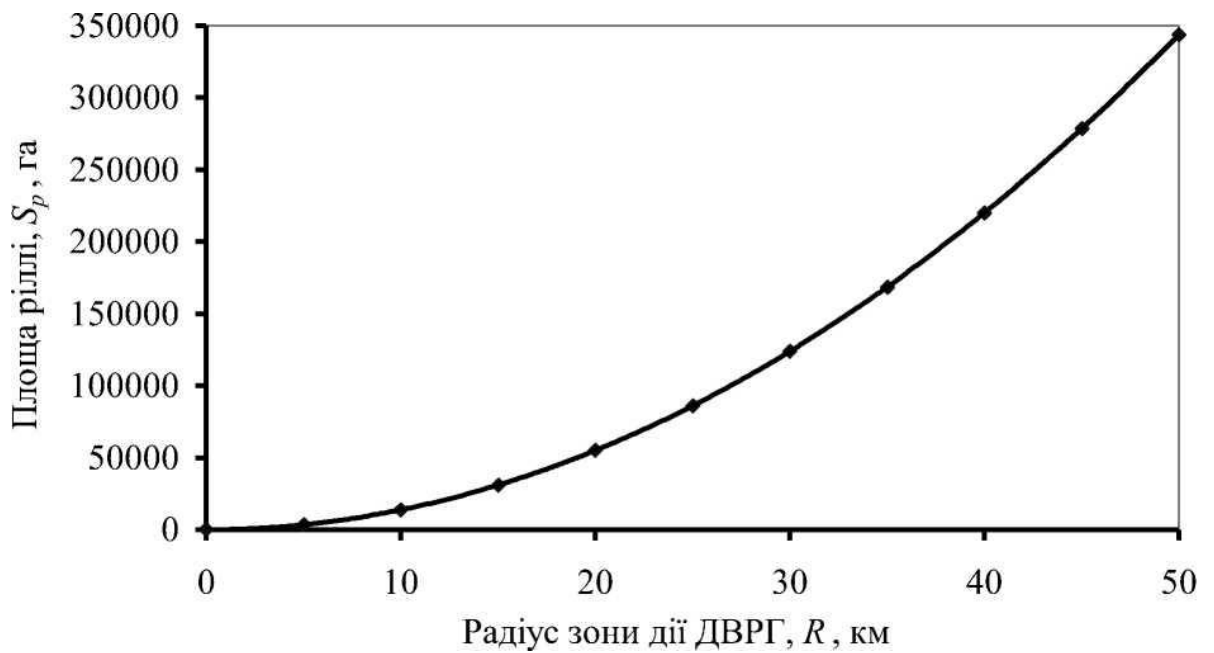


Рисунок 3.2 – Зв'язок між площею ріллі та радіусом зони дії ДВРГ

Зв'язок між площею ріллі (S_p) та радіусом (R) зони дії ДВРГ описується рівнянням:

$$S_p^R = 137,59 \cdot R^2 + 3 \cdot 10^{-11} \cdot R + 5 \cdot 10^{-10}, r = 0,97 \quad (3.3)$$

Отримана залежність (рис. 3.2) свідчить про те, що зі зростанням радіусу (R) зони дії ДВРГ пропорційно зростає площа ріллі (S_p).

Кореляційне відношення становить 0,97, що свідчить про сильний зв'язок між площею ріллі (S_p) та радіусом (R) зони дії ДВРГ.

На підставі аналізу площі ріллі (S_{pk}) у k -х господарствах Уманського району та площі посівів (S_{nik}) i -х видів сільськогосподарських культур у них виконано розрахунок умовної частки (P_i^n) площ посіву i -х видів (озимих, морозостійких, холодостійких та теплолюбних) сільськогосподарських культур.

Це дало можливість визначити площі посівів (S_{nik}) i -х видів сільськогосподарських культур та побудувати їх залежність від радіусу (R) зони дії ДВРГ (рис. 3.3).

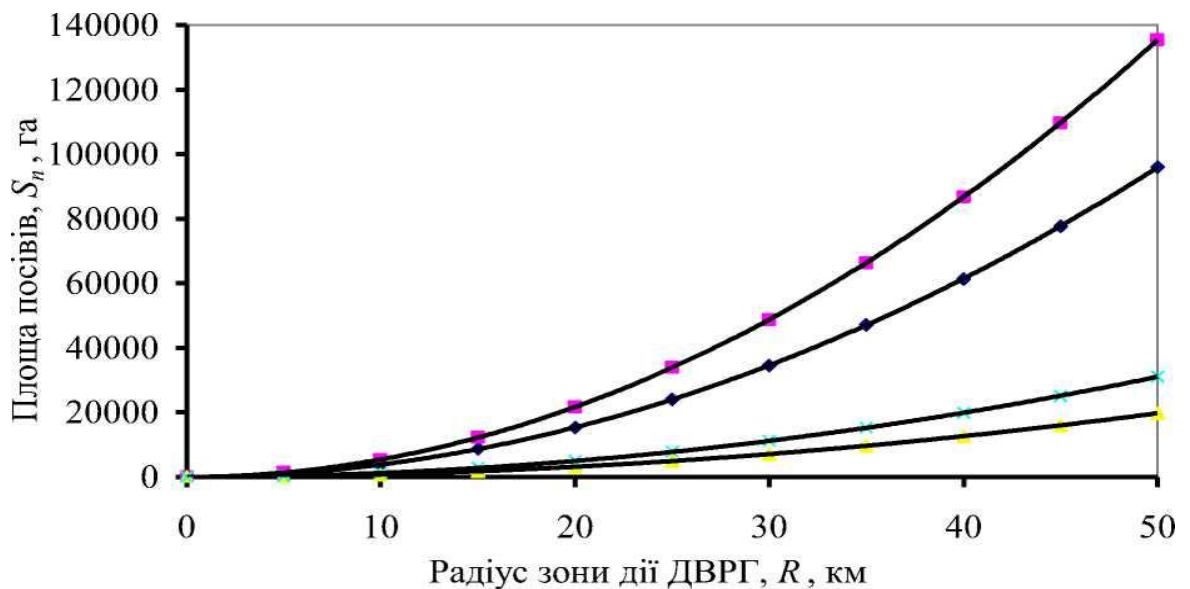


Рисунок 3.3 – Зв'язок між площами посівів окремих видів сільськогосподарських культур та радіусом зони дії ДВРГ

Зв'язок між площами посівів (S_{ni}) i -х видів сільськогосподарських та радіусом (R) зони дії ДВРГ описується рівняннями:

озимих

$$S_{noz}^R = 38,354 \cdot R^2 + 2 \cdot 10^{-10}, r = 0,99 \quad (3.4)$$

морозостійких

$$S_{nmo}^R = 54,161 \cdot R^2 + 2 \cdot 10^{-10}, r = 0,98 \quad (3.5)$$

холодостійких

$$S_{nho}^R = 7,898 \cdot R^2 + 3 \cdot 10^{-11}, r = 0,97 \quad (3.6)$$

теплолюбних

$$S_{nte}^R = 12,412 \cdot R^2 + 6 \cdot 10^{-11}, r = 0,99 \quad (3.7)$$

Отримана залежність (рис. 3.3) свідчить про те, що зі зростанням радіусу (R) зони дії ДВРГ пропорційно зростають площі посівів (S_{ni}) окремих видів сільськогосподарських. Кореляційне відношення становить 0,97-0,99, що свідчить про сильний зв'язок між площами посівів (S_{ni}) окремих видів сільськогосподарських та радіусом (R) зони дії ДВРГ.

3.3 Залежність кількості ґрунтообробних машин від радіусу зони дії ділянки відновлення робочих органів ґрунтообробних машин

На підставі статистичних даних управління агропромислового розвитку Жовківської райдержадміністрації визначили марковий склад та кількість ($N_{ГМ\gamma}$) ґрунтообробних машин γ -ї марки, які розосереджені у зоні дії ДВРГ (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Характеристики ґрунтообробних машин, які розосереджені у зоні дії ДВРГ

Показник	Плуги					Культиватори							
	ПЛН-3-35	ПЛН-5-35	ПЛН-9-35	Lemken	Kverneland RC100	КПС-4	КН-2,8	ПАУК-3,6	КРН – 4,2	КРН-5,6К	DF 5000 H	John Deere 2210	Фінішер F3X
Кількість РГМ, од	3	5	9	8	9	13	11	9	7	9	18	34	16
Продуктивність, га/год	0.73	1.6	3.15	3.8	2.7	3.5	3.2	2.8	3.1	5.4	9.6	8.8	8.4

На підставі отриманих даних визначили питому ($N_{ГМ\gamma}^n$) їх кількість, що припадає на 1 га ріллі та використовуючи формулу (3.4) визначили кількість ($N_{ГМ\gamma}^n$) ґрунтообробних машин γ -ї марки у заданому радіусі (R) зони дії ДВРГ.

Встановлено, що існує причинно-наслідковий зв'язок між площею ріллі (S_p^R) та кількістю ($N_{ГМ\gamma}^R$) ґрунтообробних машин γ -ї марки у заданому радіусі (R) зони дії ДВРГ. На підставі отриманих даних побудовано кореляційну залежність кількості плугів ($N_{пл\gamma}^R$) (рис. 3.4) та культиваторів ($N_{ку\gamma}^R$) (рис.3.5) γ -ї марки від радіусу (R) зони дії ДВРГ.

Залежності кількості ($N_{пл\gamma}^R$) плугів окремих марок від радіусу (R) зони дії

ДВРГ описуються рівняннями:

ПЛН-3-35

$$N_{nl1}^R = 9,95 \cdot 10^{-2} \cdot R^2 - 3 \cdot 10^{-14} \cdot R + 5 \cdot 10^{-13}, r = 0,97 \quad (3.8)$$

ПЛН-5-35

$$N_{nl2}^R = 6,31 \cdot 10^{-2} \cdot R^2 + 2 \cdot 10^{-13}, r = 0,99 \quad (3.9)$$

ПЛН-9-35

$$N_{nl3}^R = 2,18 \cdot 10^{-2} \cdot R^2 + 9 \cdot 10^{-14}, r = 0,98 \quad (3.10)$$

Lemken

$$N_{nl4}^R = 1,46 \cdot 10^{-2} \cdot R^2 - 4 \cdot 10^{-15} \cdot R + 6 \cdot 10^{-14}, r = 0,99 \quad (3.11)$$

Kverneland RC100

$$N_{nl5}^R = 9,7 \cdot 10^{-3} \cdot R^2 + 2 \cdot 10^{-15} \cdot R + 4 \cdot 10^{-14}, r = 0,97 \quad (3.12)$$

Залежності кількості (N_{nly}^R) культиваторів окремих марок від радіусу (R) зони дії ДВРГ описуються рівняннями:

КПС-4

$$N_{кл1}^R = 5,34 \cdot 10^{-2} \cdot R^2 + 2 \cdot 10^{-13}, r = 0,99 \quad (3.13)$$

КН-2,8

$$N_{кл2}^R = 3,15 \cdot 10^{-2} \cdot R^2 + 1 \cdot 10^{-13}, r = 0,98 \quad (3.14)$$

ПАУК-3,6

$$N_{кл2}^R = 3,4 \cdot 10^{-2} \cdot R^2 + 6 \cdot 10^{-14}, r = 0,97 \quad (3.15)$$

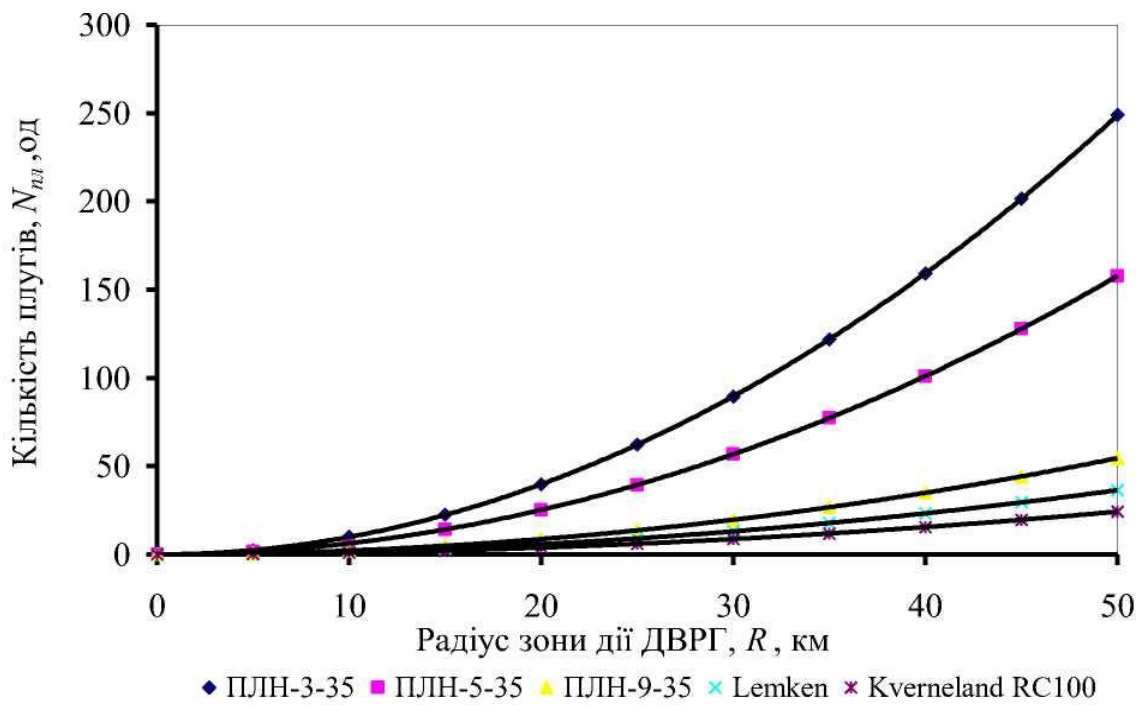


Рисунок 3.4 - Залежність кількості ($N_{пл}^R$) плугів окремих марок від радіусу (R) зони дії ДВРГ

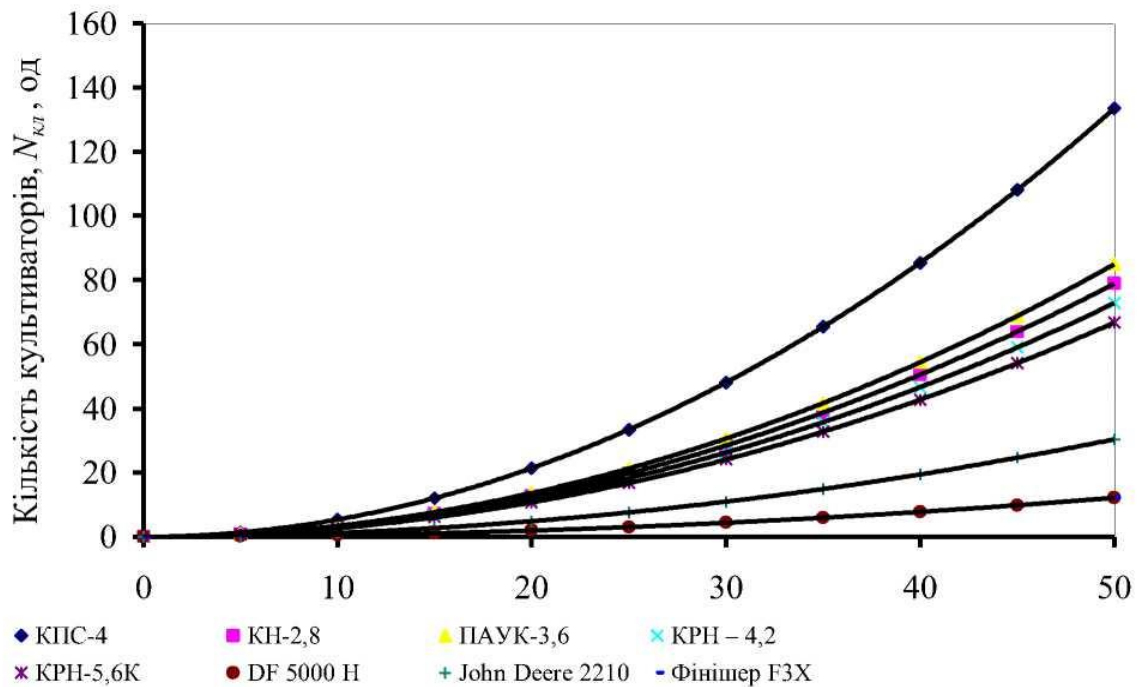


Рис. 3.5 - Залежність кількості ($N_{клу}^R$) культиваторів окремих марок від радіусу (R) зони дії ДВРГ

КРН - 4,2

$$N_{кл4}^R = 2,91 \cdot 10^{-2} \cdot R^2 + 7 \cdot 10^{-15} \cdot R + 1 \cdot 10^{-13}, r = 0,99 \quad (3.16)$$

КРН - 5,6

$$N_{кл5}^R = 2,67 \cdot 10^{-2} \cdot R^2 + 1 \cdot 10^{-13}, r = 0,97 \quad (3.17)$$

DF 5000 H, Фінішер F3X

$$N_{кл6}^R = 1,21 \cdot 10^{-3} \cdot R^2 + 4 \cdot 10^{-15}, r = 0,99 \quad (3.18)$$

John Deere 2210

$$N_{кл7}^R = 4,9 \cdot 10^{-3} \cdot R^2 + 9 \cdot 10^{-16} \cdot R + 2 \cdot 10^{-14}, r = 0,99 \quad (3.19)$$

Отримані залежності (рис. 3.4-3.5) свідчать про те, що зі зростанням радіусу (R) зони дії ДВРГ пропорційно зростає кількість плугів ($N_{пл\gamma}^R$) та культиваторів ($N_{кл\gamma}^R$) окремих марок, які потребують відновлення РГМ у ДВРГ. Кореляційне відношення становить 0,97-0,99, що свідчить про сильний зв'язок між кількістю ($N_{ГМ\gamma}^R$) ґрунтообробних машин γ -ї марки та радіусом (R) зони дії ДВРГ.

Отримані дані щодо площ посівів ($S_{пik}$) i -х видів сільськогосподарських культур, технологій обробітку ґрунту, кількості ($N_{ГМ\gamma}$), маркового складу та продуктивності ґрунтообробних машин γ - х марок, які розосереджені у зоні дії ДВРГ є основою для моделювання їх функціонування для визначення питомого обсягу ґрунтообробних робіт, що припадає на один РГМ γ - х марок ґрунтообробних машин.

3.4 Результати дослідження напрацювання на відмову робочих органів ґрунтообробних машин

Дослідження напрацювання на відмову РГМ проводили на підставі протоколів їх випробувань, що здійснювалися у Львівській філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого (сmt. Магерів, Жовківський район) та опитування експертів за

методикою, яка подана вище. Зокрема, за цією методикою досліджено напрацювання на відмову нових вітчизняних лемешів плугів та лап культиваторів. За результатами опрацювання протоколів випробувань окремих РГМ та анкет опитування експертів у СГТ Уманського району було встановлено, що напрацювання окремих РГМ є мінливим. Це зумовило використання для обробки отриманих даних методів математичної статистики.

На основі математичного опрацювання отриманих статистичних даних встановили, що напрацювання на відмову нових вітчизняних лемешів плугів ($H_{лв}$) (рис. 3.6) та лап культиваторів ($H_{кв}$) (рис. 3.7) відображаються теоретичним законом розподілу Вейбулла з такими статистичними параметрами: 1) оцінками математичного сподівання - $\bar{M}(H_{лв}) = 28,93га$, $\bar{M}(H_{кв}) = 14,46га$; оцінками середньоквадратичного відхилення- $\bar{\sigma}[H_{лв}] = 6,05га$; $\bar{\sigma}[H_{кв}] = 2.17га$.

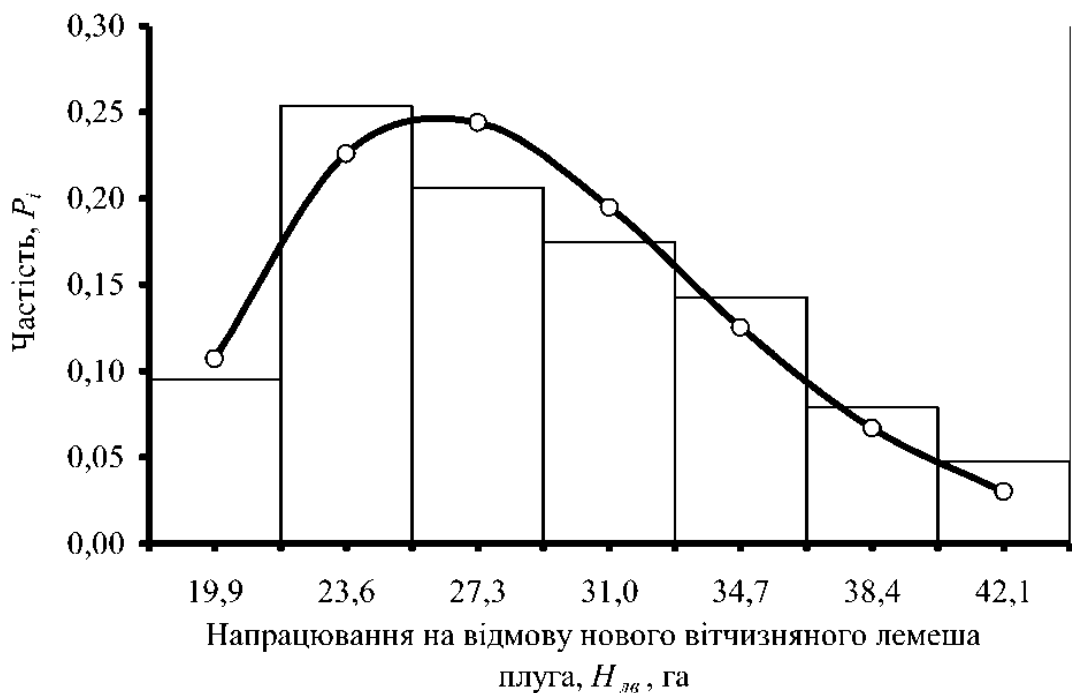


Рисунок 3.6 - Гістограма (1) та теоретична крива (2) розподілу напрацювання на відмову нових вітчизняних лемешів плугів ($H_{лв}$)

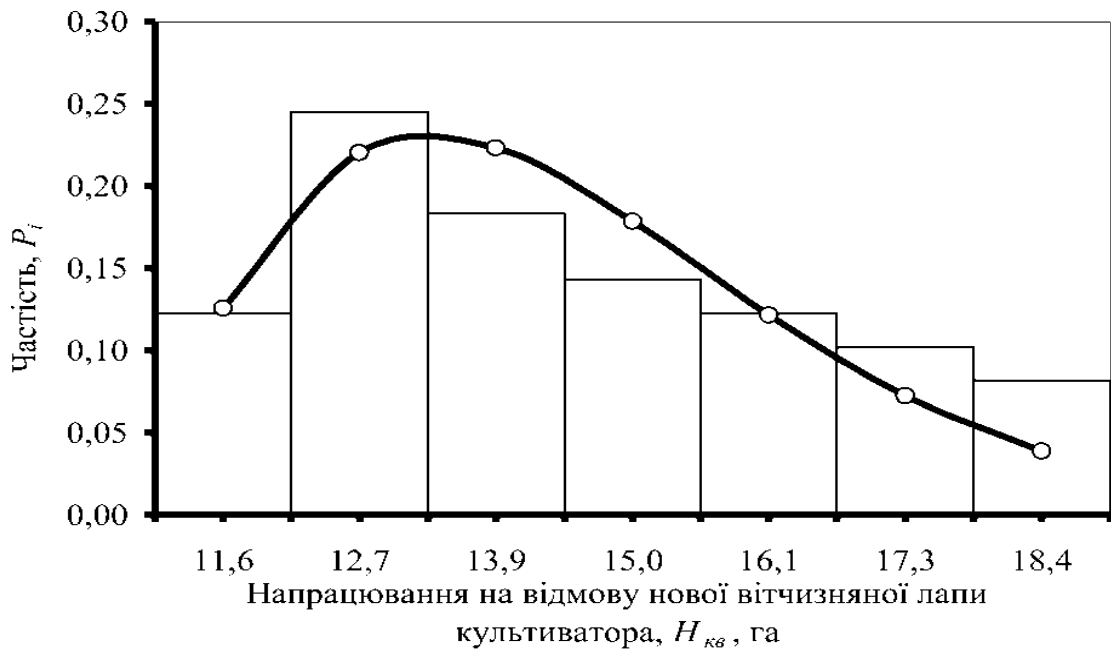


Рисунок 3.7 – Гістограма (1) та теоретична крива (2) розподілу
напрацювання на відмову нових вітчизняних
лап культиваторів ($H_{кв}$)

Отримані статистичні характеристики уможливили обґрунтування (оцінення) параметрів зміщення, форми і масштабу відповідних теоретичних розподілів, диференціальна функція густини яких записується відповідними рівняннями (рис. 3.6-3.7):

$$f(H_{лв}) = 0,151 \left(\frac{H_{лв} - 18}{12,316} \right)^{0,861} \times \exp \left[- \left(\frac{(H_{лв} - 18)}{12,316} \right)^{1,861} \right] \quad (3.20)$$

$$f(H_{кв}) = 0,438 \left(\frac{H_{кв} - 11}{3,883} \right)^{0,701} \times \exp \left[- \left(\frac{(H_{кв} - 11)}{3,833} \right)^{1,701} \right] \quad (3.21)$$

Значення критерію згоди χ^2 Пірсона для розподілів напрацювання на відмову нових вітчизняних лемешів плугів ($H_{лв}$) та лап культиваторів ($H_{кв}$) відповідно становить $1,733 < 6,251$ та $3,752 < 6,251$, що свідчить про відповідність

гіпотези теоретичному закону Вейбулла.

Враховуючи те [18], що відновлені за інноваційною технологією вітчизняні РГМ мають ресурс орієнтовно у 2,1...2,3 рази вищий в порівнянні з ресурсом вітчизняних РГМ, та рівний ресурсу іноземних РГМ, нами на підставі опитування експертів стосовно ресурсу іноземних РГМ визначено розподіли та статистичні характеристики напрацювання на відмову відновлених лемешів плугів ($H_{лз}$) та лап культиваторів ($H_{кз}$).

Це дало змогу визначити числові характеристики, а також обґрунтувати теоретичний закон розподілу напрацювання на відмову відновлених лемешів плугів ($H_{лз}$) та лап культиваторів ($H_{кз}$) (рис. 3.8-3.9), який узгоджується за трипараметричним законом розподілу Вейбулла, диференціальна функція густини якого відповідно має вигляд:

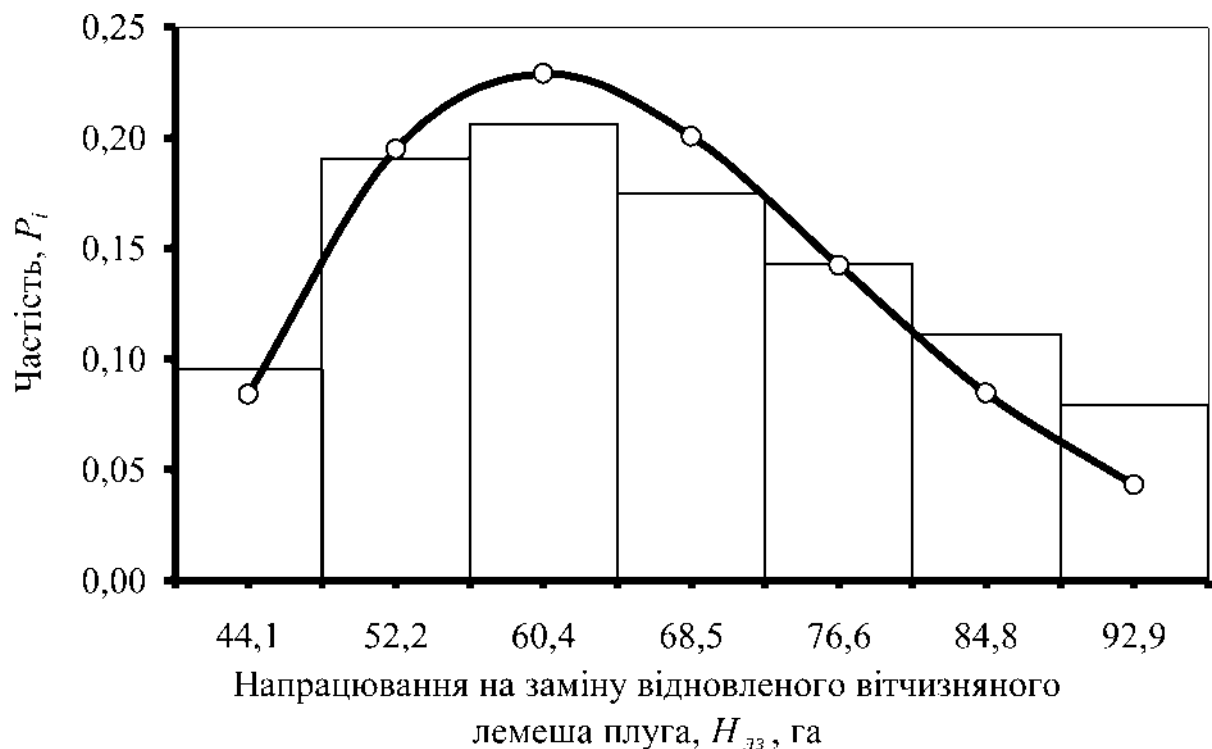


Рисунок 3.8 – Гістограма (1) та теоретична крива (2) розподілу напрацювання на відмову відновлених лемешів плугів ($H_{лз}$)

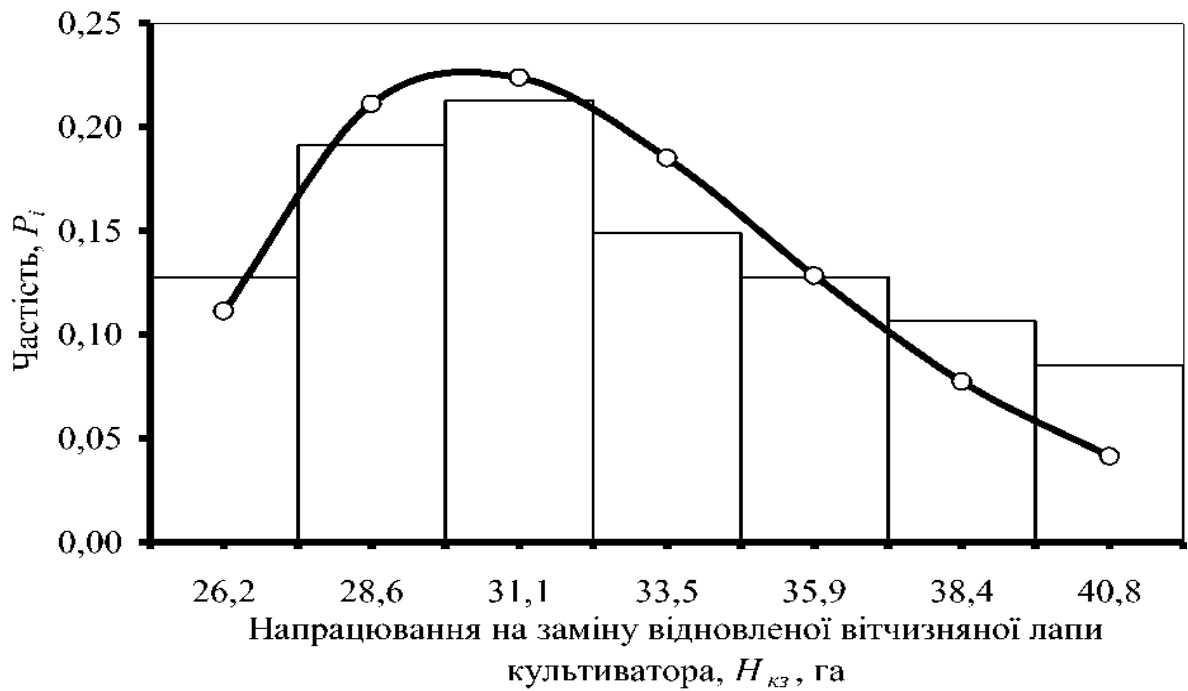


Рисунок 3.9 – Гістограма (1) та теоретична крива (2) розподілу
напрацювання на відмову відновлених лап культиваторів ($H_{к3}$)

$$f(H_{лз}) = 0,064 \left(\frac{H_{лз} - 40}{29,646} \right)^{0,912} \times \exp \left[- \left(\frac{(H_{лз} - 0,05)}{29,646} \right)^{1,912} \right], \quad (3.22)$$

$$f(H_{кз}) = 0,207 \left(\frac{H_{кз} - 25}{8,503} \right)^{0,758} \times \exp \left[- \left(\frac{(H_{кз} - 25)}{8,503} \right)^{1,758} \right] \quad (3.23)$$

Статистичні характеристики розподілів напрацювання на відмову відновлених лемешів плугів ($H_{лз}$) та лап культиваторів ($H_{кз}$) відповідно мають такі значення: оцінки математичного сподівання - $\bar{M}[H_{лз}] = 66,3 \text{ га}$ та $\bar{M}[H_{кз}] = 32,57 \text{ га}$; оцінки середньоквадратичного відхилення - $\bar{\sigma}[H_{лз}] = 14,23 \text{ га}$ та $\bar{\sigma}[H_{кз}] = 4,41$. Значення критерію згоди χ^2 Пірсона відповідно становить $3,606 < 4,6$, що свідчить про відповідність гіпотези теоретичному закону Вейбулла. Отримані числові значення напрацювання РГМ, а саме на відмову нових лемешів плугів ($H_{лв}$) і лап культиваторів ($H_{кв}$), на заміну відновлених лемешів плугів ($H_{лз}$) та лап культиваторів ($H_{кз}$) є основою для моделювання потоку вимог

на відновлення РГМ, яким враховується ймовірний характер предметної складової ТС відновлення РГМ.

Висновки до розділу

1. На підставі звітної документації управління агропромислового комплексу Жовківської райдержадміністрації встановлено залежності характеристик виробничих умов (наявності та територіальне розташування СГТ, структури землекористування та посівів сільськогосподарських культур, наявності ґрунтообробної техніки та її марковий склад) від характеристик виробничих планів (радіусу зони дії ДВРГ). Отримані залежності є основою прогнозування потоку вимог на відновлення РГМ.

2. На основі експертних оцінок встановлено, що напрацювання на відмову нових вітчизняних лемешів плугів ($H_{лв}$) (рис. 3.6) та лап культиваторів ($H_{кв}$) (рис. 3.7) відображаються теоретичним законом розподілу Вейбулла з такими статистичними параметрами: 1) оцінками математичного сподівання $\bar{M}[H_{лв}] = 28,93га$, $\bar{M}[H_{кв}] = 14,46га$ оцінками середньоквадратичного відхилення $\bar{\sigma}[H_{лв}] = 6,05га$, $\bar{\sigma}[H_{кв}] = 2,17га$. Напрацювання на відмову відновлених лемешів плугів ($H_{лз}$) (рис. 3.8) та лап культиваторів ($H_{кз}$) (рис. 3.9) відповідно мають такі значення: оцінки математичного сподівання - $\bar{M}[H_{лз}] = 66,3га$ та $\bar{M}[H_{кз}] = 32,57га$; оцінки середньоквадратичного відхилення - $\bar{\sigma}[H_{лз}] = 14,23га$ та $\bar{\sigma}[H_{кз}] = 4,41га$.

3. На підставі аналізу комплектів документів групового технологічного процесу відновлення та зміцнення долотоподібних лемешів плугів і лап культиваторів встановлено кількісне значення трудомісткості виконання окремих відновлюваних робіт на ДВРГ, які використовуються для імітаційного моделювання функціонування відповідної ТС.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Нормативно-правове забезпечення

Нормативними документами, що регламентують безпеку виробничих процесів при ремонті машин і обладнання, слід вважати [28]:

- 1) НПАОП 4.01-1.01-01. Правила безпеки при ремонті та технічному обслуговуванню машин та устаткування в системі АПК;
- 2) Стандарти, які визначають вимоги безпеки до організації робочих місць;
- 3) НПАОП 0.00-1.03-03. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних машин;
- 4) НПАОП 0.00-1.07-04. Правила будови і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів;
- 5) НПАОП 0.00-4.02-02. Положення про прийняття в експлуатацію виробничих об'єктів;
- 6) Стандарти пожежної безпеки в Україні;
- 7) Стандарти з технічної експлуатації електрообладнання. Основними нормативними документами, які встановлюють вимоги безпеки до елементів конструкцій, обладнання і робочих місць є ГОСТ 12.2.003 та ГОСТ 12.2.061.

Правильний вибір принципів дії, безпечних елементів конструкції, виробничого обладнання, конструктивних схем, а також використання у конструкції засобів захисту і механізації забезпечує безпека цього обладнання [28].

4.2 Шкідливі та небезпечні фактори виробничого процесу

Шкідливі та небезпечні фактори виробничого процесу, які спостерігаються при виконанні робіт в майстерні наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Небезпечні і шкідливі фактори в ремонтній майстерні

Найменування операцій	Найменування факторів (ГОСТ 12.0.003)							
	Рухливі механізми, машини	Рухливі частини обладнання	Гострі кромки	Підвищена запиленість	Вибухонебезпека	Підвищена температура поверхні обладнання	Пожежна безпека	Шкідливі виділення
Зовнішня очистка і мийка	+	-	+	+		-	-	-
Розбирання на вузли	++	+	+	-	-	-	-	-
Очистка вузлів	+	-	-	-	-	-	+	+
Розбирання на деталі	+	-	+	-	-	-	-	-
Очистка деталей	+	+	+	-	-	-	+	+
Дефектація	-	-	+	-	-	-	-	-
Ремонт	+	++	++	+	-	++	+	++
Комплектація	+	+	+	-	-	-	-	-
Складання	+	+	+	-	-	-	-	-
Обкатка, випробування	+	-	-	+	+	-	-	+

Умовні позначення: "-" - відсутній фактор; "+" - фактор існує; "++" інтенсивний.

4.3 Аналіз стану безпеки праці

Аналізуючи стан охорони праці та навколишнього середовища слід відмітити, що цим питанням в господарстві приділяється недостатня кількість уваги, але деяка робота у цьому напрямку проводиться.

Під час аналізу діяльності господарства встановлено, що в господарстві створена служба охорони праці на підприємстві, яка діє. Вона займається впровадженням СУОП (системи управління охорони праці), яка створена на папері, але не діє на місцях. Всі працівники господарства застраховані згідно положення про загальнообов'язкове соціальне страхування.

В господарстві контроль за дотриманням законодавства в галузі охорони праці займається провідний спеціаліст з охорони праці. Трудовий колектив і профспілковий комітет питаннями охорони праці не займається. В господарстві не впроваджено трьохступеневий громадсько-адміністративний контроль. Це є недолік господарства.

В господарстві проводиться навчання з охорони праці, проводяться всі інструктажі, вони реєструються. Працює ряд комісій: комісія з перевірки знань охорони праці, комісія по розслідуванню нещасних випадків, комісія трудового колективу. Це є нормативом роботи служби охорони праці.

До недоліків слід віднести слабе забезпечення робочих місць нормативною документацією, інструкціями, правилами, плакатами та іншим. Робочі місця організовані з порушенням основних вимог наукової організації праці (НОП). Перед допуском працівників до виконання робіт з ним проводять стажування, працівник, як правило, на протязі десяти днів працює дублером з кваліфікованим працівником.

Територія підприємства та окремих його ділянок не забезпечено знаннями безпеки та сигнальними кольорами. Слід зазначити, що споруди морально застарілі і не мають естетичного вигляду, потребують косметичного ремонту. Виробнича естетика в господарстві знаходиться на низькому рівні. Всі роботи виконуються на існуючих ділянках, які ремонтуються дуже рідко.

На підприємстві діє профспілковий комітет. Але його значення та вага не значні, оскільки господарство перебуває як і багато інших господарств в умовах нестабільності.

Господарство дбає про забезпечення безпеки виробничого процесу, придбає засоби індивідуального захисту, спецодяг та впроваджує колективні засоби захисту (опалення, вентиляція).

Більшість шкідливих видів робіт виконується без особливої уваги роботодавця. Ці робочі місця не атестовані і до кінця не відомо які шкідливі фактори. Не всі робочі місця добре освітлені; опалення в задовільному стані, кондиціонування відсутнє.

В широкому асортименті використано технічні засоби захисту працюючих: кожухи, огорожі, блокуючі засоби, гальмівні засоби, щити. Для захисту від дії електричного струму в господарстві використано заземлення та занулення.

З метою запобігання масовим інфекційним захворюванням в господарстві перед прийняттям на роботу та періодично в процесі роботи, згідно графіка лікарні, проводяться медичні огляди. Для працівників які працюють з отрутохімікатами медогляди проводяться також перед роботою.

На структурних підрозділах працівників забезпечено побутовими приміщеннями з банею та душем, але якість цих споруд морально застаріла і потребує ремонту. В господарстві не проводиться інформування працівників.

В цілому, аналізуючи стан охорони праці підприємства, можна сказати, що він знаходиться на задовільному рівні, є великий обсяг роботи по покращенню стану охорони праці.

4.4 Аналітично-розрахункова частина з охорони праці

Розрахунок освітлення ділянки по ремонту сільськогосподарських машин [28].

Природне освітлення розраховується за формулою:

$$e_{\min} = \frac{100 \cdot S_0 \cdot \tau \cdot r}{S_n \cdot \eta \cdot k_{зд} \cdot k_3}, \quad (4.1)$$

де S_0 , S_n - площа вікна і підлоги приміщення відповідно, m^2 ;

τ - загальний коефіцієнт світлопропускання, який визначається за формулою:

$$\tau = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4. \quad (4.2)$$

де τ_1 - коефіцієнт світлопропускання матеріалу (для одинарного скла $\tau_1 = 0,8$; для подвійного скла $\tau_1 = 0,9$);

τ_2 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в переплетах світлопройому (для дерев'яних і сталевих спарених рам $\tau_2 = 0,7$; для подвійних роздільних $\tau_2 = 0,6$);

τ_3 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях (при боковому освітленні $\tau_3 = 1$);

τ_4 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях (для прибираючих регулюємих жалюзі $\tau_4 = 1$, для стаціонарних горизонтальних $\tau_4 = 0,65$, для вертикальних $\tau_4 = 0,75$);

γ - коефіцієнт, що враховує підвищення КПО від відбитого світла ($\gamma = 1,5$ для бокового двохстороннього освітлення, $\gamma = 3,0$ для бокового одностороннього освітлення);

η - світлова характеристика вікна (визначається за табл. П.4.7);

$k_{зд}$ - коефіцієнт, що враховує затемнення вікон протистоячим будинком ($k_{зд} = 1,2; 1,4; 1,7$), причому чим вище поверховість і менша відстань між будинками, тим більше $k_{зд}$);

k_3 - коефіцієнт запасу (для запилених приміщень $k_3 = 1,5$; для приміщень з кількістю пилу менше 1 мг/м^3 – $k_3 = 1,3$);

Якщо отримане при розрахунку етіп більше нормативного значення КПО або дорівнює йому, обраного з урахуванням точності виконуваних робіт, можна

зробити висновок про достатність природного освітлення на даному робочому місці.

$$\tau = 0,9 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,63$$

$$e_{\min} = \frac{100 \cdot 3 \cdot 0,63 \cdot 3}{72 \cdot 15 \cdot 1,2 \cdot 1,5} = 0,29 < [1,5]$$

Показник освітленості значно менше нормативного, тому необхідно розрахувати штучне освітлення.

Розрахуємо необхідну кількість світильників:

$$N = \frac{100 \cdot S \cdot z \cdot k_3 \cdot e_n}{\Phi \cdot n \cdot \eta}, \quad (4.3)$$

де Φ - світловий потік однієї лампи, лм;

E_n - нормативний показник освітленості, лм;

n - кількість ламп в одному світильнику, шт.,

η - коефіцієнт використання світлового потоку, %;

S - площа приміщення, м²;

z - коефіцієнт мінімальної освітленості (для люмінесцентних ламп $z = 1,1$; для ламп розжарювання $z = 1,15$); k_3 - коефіцієнт запасу.

$$N = \frac{100 \cdot 72 \cdot 1,1 \cdot 1,5 \cdot 300}{3500 \cdot 2 \cdot 28} = 18 \text{ шт.}$$

Розрахунок вентиляції зварювальної дільниці [29].

Для того щоб обрати систему вентиляції необхідно розрахувати коефіцієнт кратності повітрообміну, год⁻¹ :

$$k = \frac{L}{V_n}, \quad (4.4)$$

де L - повітрообмін в приміщенні, м³/год;

V_n - внутрішній об'єм приміщення, м³.

При $k < 3$ год⁻¹ рекомендується природна вентиляція, при $k = 3 \dots 5$ год⁻¹ штучну вентиляцію, при $k > 5$ год⁻¹ - штучну вентиляцію з підігрівом приточного повітря.

Повітрообмін, необхідний для зниження концентрації шкідливих речовин, що виділяються під час зварювання, до гранично допустимого значення, визначають по формулі:

$$L = \frac{G}{g_{гдж}}, \quad (4.5)$$

де G - максимальна кількість шкідливих речовин, мг/год;

$g_{гдж}$ - гранично допустима концентрація шкідливих речовин в повітрі, мг/м³,

$g_{гдж} = 0,1 \dots 1,0$ [19].

$$L = \frac{230}{0,5} = 460 \frac{\text{мг}}{\text{год}}.$$

$$k = \frac{460}{115} = 4$$

Для даної ділянки приймається штучна вентиляція.

4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

У вітчизняну практику введений один з найбільш важливих елементів регулювання промислової безпеки - процедура декларування промислової безпеки небезпечних виробничих об'єктів, ознаки яких визначені Законом України «Про

промислову безпеку небезпечних виробничих об'єктів». Декларування безпеки промислового об'єкта, діяльність якого пов'язана з підвищеною небезпекою виробництва, здійснюється з метою забезпечення контролю за дотриманням заходів безпеки, оцінки достатності і ефективності заходів щодо попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій на промисловому об'єкті.

Декларація безпеки промислового об'єкта є документом, у якому відбиті характер і масштаби небезпек на промисловому об'єкті, результати оцінки ризику можливих аварій і розроблені заходи щодо забезпечення промислової безпеки та готовності до дій у техногенних надзвичайних ситуаціях.

Декларація розробляється для проєктованих і діючих промислових об'єктів. Декларація безпеки повинна характеризувати безпеку промислового виробництва на етапах його введення в експлуатацію, експлуатації і виведення з експлуатації.

Обов'язковому декларуванню безпеки підлягають проєктовані і діючі:

- 1) промислові об'єкти, що мають у складі особливо небезпечні виробництва;
- 2) гідротехнічні спорудження, хвостосховища і шламонакопичувачі 1-го, 2-го і 3-го класів, на яких можливі гідродинамічні аварії.

Віднесення до особливо небезпечних виробництв, що підлягають декларуванню безпеки промисловий об'єкт ґрунтується:

- 1) на величині граничних кількостей потенційно-небезпечних речовин, певних для конкретних речовин або різних категорій речовин;
- 2) на кількості потенційно-небезпечної речовини, що знаходиться на промисловому об'єкті.

Граничні кількості можуть бути зменшені, якщо:

- відстань від промислового об'єкта до селищної зони становить менше 500м;
- поблизу промислового об'єкта перебувають місця великого скупчення людей (стадіони, кінотеатри, лікарні та ін.);
- на відстані менше 500 м перебувають транспортні розв'язки;

- є інші територіальні особливості, що впливають на безпеку.

Експертизі промислової безпеки підлягають:

1) проєктна документація на будівництво, розширення, реконструкцію, технічне переозброєння, консервацію і ліквідацію небезпечного виробничого об'єкта (НВО);

2) будинки і споруди на НВО;

3) технічні пристрої, застосовувані на НВО;

4) декларації промислової безпеки і інших документів, пов'язаних з експлуатацією НВО;

5) плани локалізації та ліквідації аварійних ситуацій на вибухонебезпечних, пожежонебезпечних і хімічно небезпечних виробничих об'єктах.

Висновки по розділу: Визначені шкідливі та небезпечні фактори під час виробничого процесу й порядок їх усунення. Розрахована освітленість, яка показала, що необхідно 18 світильників і застосування примусової вентиляції на зварювальній ділянці. Надані правила поведінки в надзвичайних ситуаціях.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ

5.1 Визначення собівартості ремонту ґрунтообробного знаряддя

Розрахунок проводимо для технологічного процесу ремонту плуга ПЛН-5-35, всі інші розрахунки проводимо аналогічно та заносимо дані в таблицю 5.1.

Повна планова собівартість ремонту плуга ПЛН-5-35 визначається [30]:

$$C_n = C_{zn} + C_{pm} + C_{zc} + C_{nak}, \quad (5.1)$$

де C_{zn} - повна заробітна плата виробничих робітників, грн;

C_{zc} - вартість запасних частин, грн ($C_{zc}=3000$ грн);

C_{pm} - вартість ремонтних матеріалів, грн ($C_{pm}=800$ грн).

$$C_{zn} = C_{осн} + C_{дод} + C_{від}, \quad (5.2)$$

де $C_{осн}$ - основна зарплата виробничих робітників, грн;

$C_{дод}$ - додаткова зарплата, грн.

$$C_{осн} = 0,01 \cdot T \cdot C_q \quad (5.3)$$

де $T_{мз}$ - трудомісткість ремонту сїялки;

C_q - годинна тарифна ставка при виконанні робіт з ремонту плуга ПЛН- 5-35.

$$C_{осн} = 0,01 \cdot 15,33 \cdot 2500 = 383,25 \text{ грн.}$$

Додаткова зарплата приймається в розмірі 20% від основної.

$$C_{дод} = 0,2 \cdot 383,25 = 76,65 \text{ грн.}$$

Відрахування від заробітної плати $V_{зп}$, грн. на соціальне страхування, у пенсійний фонд та у фонд на випадок безробіття визначається у відсотках від суми основної та додаткової зарплат [30]:

$$C_{від} = 0,01 \cdot P_1 \cdot (C_{осн} + C_{дод}), \quad (5.4)$$

де P_1 - відсоток відрахувань, % ($P_1 = 36,7\%$).

$$\begin{aligned} C_{від} &= 0,01 \cdot 36,7 \cdot (383,25 + 76,65) = 168,78 \text{ грн.} \\ C_{зн} &= 383,25 + 76,65 + 168,78 = 628,68 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Непрямі (накладні) витрати $C_{нак}$, грн складаються з витрат, які потрібні для функціонування виробництва (експлуатація обладнання, заробітна плата ІТР, службовців, охорону праці, енергопостачання, транспорт тощо). Для розрахунків приймаються у відсотках від основної зарплати [30]:

$$C_{нак} = 0,01 \cdot P_2 \cdot C_{осн}, \quad (5.5)$$

де P_2 - відсоток непрямих витрат (для навчальних цілей приймається значення $P_2 = 250\%$)

$$C_{нак} = 0,01 \cdot 250 \cdot 383,25 = 958,13 \text{ грн.}$$

Таким чином планова собівартість ремонту плуга ПЛН-5-35:

$$C_n = 628,68 + 3000 + 800 + 958,13 = 5386,81 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1 - Результати розрахунків

Тип сільськогосподарської машини	Повна зарплата робітників $C_{зп}$, грн.	Вартість запасних частин $C_{зч}$, грн.	Вартість ремонтних матеріалів $C_{рм}$, грн.	Непрямі витрати $C_{нак}$, грн.	Собівартість ремонту $C_{п}$, грн.
Плуги	628,68	3000	800	958,13	5386,81
Луцильники	1198,94	5000	2000	1827,2	10026,14
Борони дис.	885,79	4000	1500	1350	7735,79
Борони зуб.	140,09	350	80	213,49	783,58
Катки	257,34	3800	1700	1019,79	6677,13
Зчіпки борін	1036,18	3500	2200	1579,16	8315,34
Культиватори	959,97	6500	2700	1463,02	11623

5.2 Розрахунок виробничої ціни відремонтованої сільськогосподарської машини

Економічну доцільність ремонту при проектуванні технологічного процесу ремонту сільськогосподарських машин пропонується оцінювати через розрахунок виробничої ціни відремонтованої машини. Виробнича ціна машини забезпечує достатній для функціонування виробництва рівень рентабельності (рекомендований рівень рентабельності у проєкті -20- 30%).

Розрахунок проводимо для технологічного процесу ремонту плуга ПЛН-5-35 всі інші розрахунки проводимо аналогічно та заносимо дані в таблицю 5.2

Виробничу ціну Ц, грн. розраховується по за формулою [30]:

$$Ц = (C_B + \frac{П_{РЕН} \cdot C_B}{100}) \cdot (1 + \frac{П_{ПДВ}}{100}), \quad (5.6)$$

де C_B - собівартість ремонту машини, грн.

$\Pi_{\text{РЕН}}$ - відсоток запланованої рентабельності ремонтної продукції

($\Pi_{\text{РЕН}} = 10-20\%$);

$\Pi_{\text{ПДВ}}$ - відсоток податку на додану вартість ($\Pi_{\text{ПДВ}} = 10\%$)

$$Ц = (5386,81 + \frac{10 \cdot 5386,81}{100}) \cdot (1 + \frac{10}{100}) = 6518 \text{ грн}$$

5.3 Інтегральна вартісна оцінка результатів впровадження інженерних рішень

При аналізі господарчої діяльності ремонтно-обслуговуючої майстерні було виявлено, що його виробнича потужність використовується не в повному обсязі.

Для виходу на проектну потужність інженерною службою пропонується організувати в майстерні роботу дільниці по ремонту сільськогосподарських машин. Реалізація цієї пропозиції передбачає перепланування виробничої площі підприємства, придбання додаткового технологічного обладнання, розробку та впровадження в виробництво нових технологічних процесів, заходів з організації праці тощо. На це необхідні грошові витрати (додаткові капітальні вкладення) [30]:

$$K = \frac{T}{300} \cdot 2888 + B_o, \quad (5.7)$$

де T - загальна трудомісткість, люд.год.;

B_o - вартість нового обладнання, грн.

$$K = \frac{9007}{300} \cdot 2888 + 382800 = 469507 \text{ грн.}$$

Для виконання нижче приведених розрахунків використовуємо формули,

які взяті з методичних рекомендацій: «Інтегральна вартісна оцінка результатів впровадження інноваційних рішень».

Розрахунок проводимо для технологічного процесу ремонту плугів, всі інші розрахунки проводимо аналогічно та заносимо дані в таблицю 5.2

Запланований розмір річної програми ремонтів плугів діляниці складає $\Delta N = 90$ шт.

Прогнозована собівартість ремонту машини за запропонованою технологією на даному підприємстві складе грн. $C_v = 5386,81$ грн. Середня ринкова ціна реалізації відремонтованого плуга $\Pi = 6,5$ тис. грн.

Вихідні дані:

$\Delta N = 90$ шт.; $\Pi = 6518$ грн.; $C_v = 5386,81$ грн.; $K = 469507$ грн.

Для визначення величини очікуваних щорічних грошових надходжень застосовується така формула:

$$P_t = \Delta N \cdot \Pi \quad (5.8)$$

де ΔN - кількість додатково виробленої продукції на підприємстві, шт.;

Π - ціна реалізації додаткової продукції, грн..

$$P_t = 90 \cdot 6518 = 586623,61 \text{ грн.}$$

Поточні витрати складаються з собівартості виробництва додаткової продукції та визначаються за формулою [30]:

$$\Pi = \Delta N \cdot C_v, \quad (5.9)$$

де C_v - цехова собівартість додаткової продукції, грн.

$$\Pi = 90 \cdot 5386,81 = 484812,9 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.2 - Результати розрахунків

Назва машини	Виробнича ціна Ц, тис. грн.	Собівартість ремонту С _в , тис. грн.	Кількість машин N шт.	Очікувані щорічні грошові надходження Р _t тис. грн..	Поточні витрати П, тис. грн.
Плуги	6,5	5,4	90	586,6	484,81
Луцильники	12,1	10	21	254,1	210
Борони диск.	9,36	7,74	36	336,96	278,64
Борони зубові	0,95	0,78	144	136,8	106,7
Катки	8,08	6,68	15	121,2	100,2
Зчіпки борін	10,06	8,32	18	181,08	149,76
Культиватори	14,06	11,62	217	3051,02	2521,54
Всього				4667,76	3851,64

Необхідно враховувати фактор часу α_i , коефіцієнт якого визначаємо за формулою [30]:

$$\alpha_i = (1 + E_n)^{t_p - t} \quad (5.10)$$

де E_n - норматив ефективності капітальних вкладень ($E_n = 0,1$);

t_p - розрахунковий рік;

t - рік, витрати і результати якого зводяться до розрахункового року.

$$\alpha_i = (1 + 0,1)^{1-0} = 1,1$$

Підсумковий розмір витрат на реалізацію рішень цієї роботи в розрахунковому році визначається за формулою [30]:

$$B_i = K + P_i \cdot \alpha_i \quad (5.11)$$

де K - одночасні витрати при розробці і впровадженні заходів, які пропонуються (додаткові капітальні вкладення), грн;

Π_i - поточні витрати при використанні запропонованих заходів, грн.

$$B_i = 469,507 + 3851,64 \cdot 1,1 = 4706,31 \text{ тис.грн}$$

Вартісна оцінка результатів дорівнює грошовим надходженням від реалізації рішень, які пропонуються, з урахуванням фактору часу:

$$P_i = P_t \cdot \alpha_i, \quad (5.12)$$

де P_t - вартісна оцінка основних результатів, грн;

α_i - коефіцієнт, який враховує фактор часу.

$$P_i = 4667,76 \cdot 1,0 = 4667,76 \text{ тис.грн}$$

Розрахунок економічної ефективності від реалізації інноваційних рішень можна визначити за формулою [30]:

$$E_p = P_i - B_i, \quad (5.13)$$

де E_p - інтегральне значення економічного ефекту від реалізації проектних рішень, грн.;

P_i - вартісна оцінка результатів від реалізації проектних рішень з урахуванням фактору часу, грн.;

B_i - вартісна оцінка витрат на реалізацію проектних рішень з урахуванням фактору часу, грн.

$$E_{p_1} = 4667,76 - 4706,31 = -38,55 \text{ тис.грн.}$$

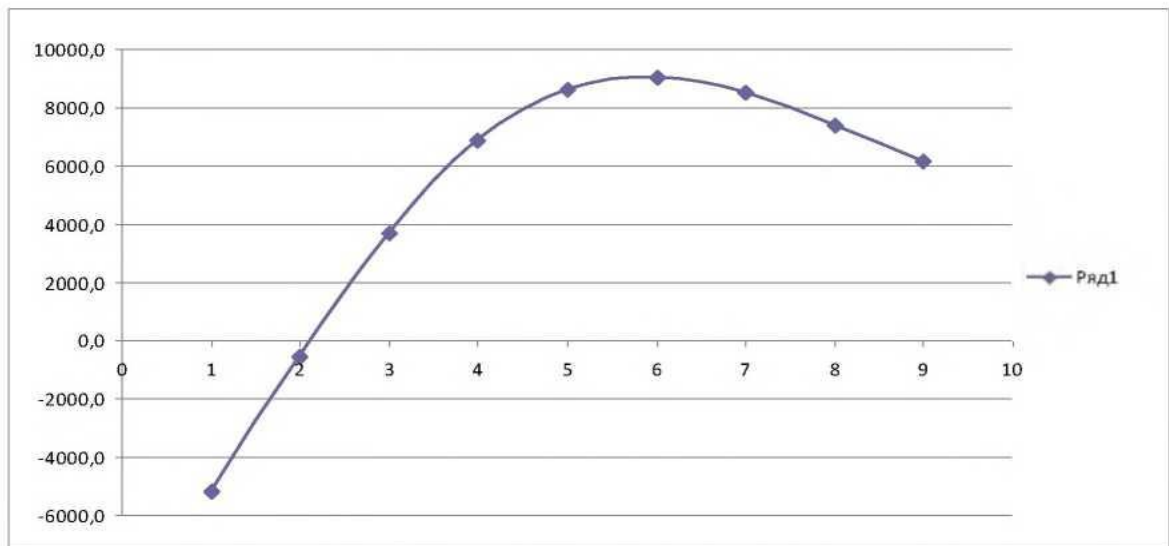


Рисунок 5.1 - Розрахунок річного економічного ефекту

Висновок: Аналіз виконаних розрахунків показує, що додаткові грошові вкладення в розмірі 469 тис.грн, запропонована в роботі реконструкція та переоснащення дозволить окупити себе через 1,1 року після впровадження. Найбільший ефект буде досягнуто в 2026 році в розмірі 9045 тис. грн, в зв'язку з виникненням нових методів і технологій ремонту подальший ефект буде знижуватись.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі вирішено науково-прикладне інженерне завдання обґрунтування параметрів технологічних систем відновлення робочих органів ґрунтообробних машин та прогнозування показників енергетичної ефективності. Одержано такі підсумкові висновки та практичні результати:

1. Аналіз чинних науково-методичних засад проектування технологічних систем відновлення технічного стану сільськогосподарських машин та їх складових свідчить про їх недосконалість. Зокрема, їх неможливо використовувати для обґрунтування параметрів технологічних систем відновлення робочих органів ґрунтообробних машин через неврахування сезонного характеру використання техніки та формування потоку вимог на відновлення цих органів.

2. Означення та розкриття організаційних варіантів функціонування транспортно-складської інфраструктури технологічних систем відновлення робочих органів ґрунтообробних машин дало змогу обґрунтувати з поміж них раціональний, яким передбачається, що при ділянці відновлення робочих органів ґрунтообробних машин формується як їх резервний фонд, так і створюється парк транспорту для швидкого реагування на замовлення сільськогосподарських підприємств. За цього варіанта забезпечується належна своєчасність заміни робочих органів та економія ресурсів.

3. Розкриття процесу формування потоку вимог на відновлення робочих органів ґрунтообробних машин, який враховує сезонність та стохастичність їх використання у рілних процесах, а також ймовірний характер технічного ресурсу, дає змогу моделювати цей потік, прогнозувати його характеристики та визначати тривалість періодів функціонування ділянки відновлення робочих органів ґрунтообробних машин упродовж календарного року та інтенсивність надходження замовлень на відновлення цих деталей у кожному з них.

4. Енергетичне оцінення функціональних показників транспортних процесів та процесів відновлення робочих органів ґрунтообробних машин для заданих

характеристик виробничого плану та технічного оснащення дало змогу встановити, що раціональний радіус зони дії дільниці для організаційних варіантів її функціонування без виготовлення вставок є в межах – $R_{opt} = 24...37$ км. (див. рис. 9) та із виготовленням вставок – $R_{opt} 25...37 =$ км. Відповідно для цих варіантів значення продуктивності дільниці відновлення робочих органів ґрунтообробних машин лежить у межах – 73...157 та 80...176 ум. комплектів. Потреба у виконавцях відповідно становить 2 особи, а кількість РТО та втомобілів ЗАЗ Lanos Pick-up залишається незмінною ($N_r = 1$ од.) для обидвох варіантів. Впровадження результатів виконаного дослідження у практику дає підстави стверджувати про їх економічну ефективність.

5. З метою зниження травматизму і захворювань в роботі наведені вимоги безпеки до виконання ремонтних робіт, організації робочих місць. Виконані розрахунки освітлення дільниці ремонту сільськогосподарських машин та вентиляції зварювальної дільниці.

6. Енергетичне оцінення функціональних показників транспортних процесів та процесів відновлення робочих органів ґрунтообробних машин для заданих характеристик виробничого плану та технічного оснащення дало змогу встановити, що раціональний радіус зони дії дільниці для організаційних варіантів її функціонування без виготовлення вставок є в межах – $R_{opt} = 24...37$ км. (див. рис. 9) та із виготовленням вставок – $R_{opt} 25...37 =$ км. Відповідно для цих варіантів значення продуктивності дільниці відновлення робочих органів ґрунтообробних машин лежить у межах – 73...157 та 80...176 ум. комплектів. Потреба у виконавцях відповідно становить 2 особи, а кількість РТО та втомобілів ЗАЗ Lanos Pick-up залишається незмінною ($N_r = 1$ од.) для обидвох варіантів. Впровадження результатів виконаного дослідження у практику дає підстави стверджувати про їх економічну ефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Забезпечення агрофірм сучасною ґрунтообробною технікою та ефективність її використання // Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=2582&number=83>.
2. Луб П.М. Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / П. М. Луб. – Львів., 2006. – 23 с.
3. Статистичний бюлетень «Купівля матеріально-технічних ресурсів для виробничих потреб сільськогосподарськими підприємствами» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua/>
4. Механізми поліпшення техніко-технологічного забезпечення сільськогосподарського виробництва в Україні : Аналітична записка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1260/>
5. Могилова М.М. Матеріально-технічне забезпечення аграрної галузі / М.М. Могилова, Я.К. Білоусько, Г.М. Підлісецький // Економіка АПК. – 2013. – №2. – С. 61-67.
6. Василенко М. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=4063>.
7. Ринок сільськогосподарської техніки: проблеми становлення / Яковенко В. П., Білоусько Я. К., Підлісецький Г. М. та ін., за ред. Г. М. Підлісецького. – К.: ННЦ ІАЕ, 2005. – 220 с.
8. Сатир Л.М. Організаційні засади формування дилерської мережі по реалізації матеріально-технічних ресурсів для сільськогосподарських підприємств / Л.М. Сатир // Сталий розвиток економіки : економіка та управління підприємствами. – 2013. – №1. Вип. 18. – С. 106-109.

9. Шкляр В. Б. Становлення і розвиток ринку матеріально- технічних засобів в аграрному виробництві / В. Б. Шкляр // Економіка АПК. – 2003. - №5. – С. 117-121.

10. Система технічного обслуговування і ремонту автомобілів http://mnvk-rizhavska.at.ua/publ/avtosprava/budova_i_oe_avtomobilja/sistema_tekhnichnogo_obsługovuvannja_i_remontu_avtomobiliv/7-1-0-85

11. Відновлення працездатності робочих органів ґрунтообробної техніки / С. Карабінюш, Є. Костюк, А. Новицький, В. Окаянюк // Агроексперт: практичний посібник аграрія. – 2011. – № 10. – С. 58–62.

12. Денисенко М.Л. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин з використанням точкового зміцнення / М. Л. Денисенко, В. І. Рубльов // Науковий вісник НУБІП України : Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – 2011, випуск 24, ч.ІІ. – С.28-35.

13. Денисенко М.І. Підвищення експлуатаційної надійності деталей робочих органів ґрунтообробних машин / Денисенко М.І., Войтюк В.Д. // Науковий вісник НУБІП України. – 2011, Вип. 166. (1) – С. 175–183.

14. Зазимко О. Методи оцінки надійності деталей сільськогосподарських машин / О. Зазимко, Н. Костецька // Техніко- технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Збірник наукових праць УкрНДІПВТ. – Дослідницьке, 2004. – Вип. 7 (21). – С. 343 – 348.

15. Сенчук С. Р. Організаційно-технологічні принципи створення ресурсоощадної системи ремонту дизельних двигунів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 08.06.1 «Економіка підприємства і організація виробництва» / С. Р. Сенчук – Львів., 1998. – 18 с.

16. Флис І.М. Сумісність технологічних процесів поточного ремонту різномарочних двигунів / І.М. Флис // Пр. Львів. с.-г. ін-ту, – Львів, 1992. С.40-47.

17. Легкодух Н.Ф. Аналіз показників надійності техніки вітчизняного виробництва для обробітку ґрунту / Легкодух Н.Ф., Кучеренко В. Г., Савицька О. М. // Вісник Харківського НТУСГ ім. П. Василенка : Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва – Випуск 80. – Харків, 2009. – С. 46 – 52.

18. Установка для заострення та зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин // Режим доступу :http://nnc-imesg.gov.ua/service/ind_140u_11.html

19. Лапенко Т.Г. Відновлення деталей сільськогосподарських машин / Т.Г. Лапенко, Є.Я. Прасолов // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – № 2, 2011. – С. 140-144.

20. Ковальчук Ю.О. Застосування лазерного зміцнення сталі 65Г для підвищення зносостійкості робочих органів ґрунтообробних знарядь / Ю.О. Ковальчук, В.В. Кравченко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація, 2012. – Вип. 25. – ч.І. – С. 74-80.

21. Василенко М.О. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних сільськогосподарських агрегатів / М.О. Василенко // Матеріали Міжнародного науково-практичного форуму «Теорія і практика розвитку АПК». – Львів, 2006. С. 324–328.

22. Василенко М.О. Відновлення лемешів плугів із застосуванням електроерозійного способу для їх заострення та зміцнення / Василенко М.О., Чернявський О.О. // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2001. – Вип. 85. – С. 262-264.

23. Карабиньош С. Відновлення працездатності ґрунтообробних машин / С. Карабиньош, А. Новицький, М. Басилкевич // Пропозиція. – 2012. – № 2. – С. 116-118.

24. Патент № 54961 від 25.11.2010 року, бюл. № 22. Спосіб електроерозійного зміцнення поверхні деталі. Гапоненко О.А., Прасолов Є.Я.,

Лапенко Г.О., Галич О.А., Костоглод К.Д., Карабаш Л.В., Кусов.

25. Бобрицький В.М. Підвищення зносостійкості різальних елементів робочих органів ґрунтообробних машин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.04 «Тертя та зношування в машинах» / В.М. Бобрицький. – К., 2007. – 20 с.

26. Імітаційне моделювання - Вікіпедія [Електронний ресурс].- Режим доступу: http://uk.wikipedia.org/wiki/Імітаційне_моделювання.

27. Бернштейн Д.Б. Оцінка можливості самозагострювання ґрунторіжучих елементів при абразивному зношуванні / Д.Б. Бернштейн // Трактори та сільгоспмашини. – 1985. – № 6. – С. 15–19.

28. Лехман С. Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві [Лехман С. Д. – К.: Урожай, 1990. - 286 с.

29. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, Вентиляція та Кондиціювання. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013 – 179 с.

30. Економіка ремонтного підприємства. Підручник / за ред. В.К.Аветісяна. – Харків: ХНТУСГ, 2005. – 389 с.