

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА АГРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

д.т.н., професор

_____ Костянтин ДЯДЮРА

«___» _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

Освітньої програми «Агроінженерія»

За спеціальністю 208 «Агроінженерія»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАШИН ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗБИРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ ВПРОВАДЖЕННЯМ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МЕТОДАМИ РЕЗЕРВУВАННЯ РЕСУРСІВ

Науковий керівник: к.т.н., доцент

_____ Дмитро ДОМУЩІ

Рецензент: к.т.н., доцент

_____ Ігор ШИПКО

Виконав здобувач денної форми навчання

Владислав КОВАЛЬ

*Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить
результати власних досліджень. Використання
ідей і текстів інших авторів має посилання
на відповідне джерело.*

_____ **Владислав КОВАЛЬ**

ОДЕСА – 2026

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет геодезії, землеустрою та агроінженерії
Кафедра Агроінженерії
Рівень вищої освіти другий магістерський
Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство
Спеціальність 208 Агроінженерія
Освітня програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Агроінженерії

_____ Костянтин ДЯДЮРА
« ____ » _____ 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

Владиславу КОВАЛЮ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Тема кваліфікаційної роботи:

«Дослідження працездатності машин технологічних збиральних комплексів
впровадженням технічного сервісу методами резервування ресурсів»
науковий керівник кваліфікаційної роботи:

к.т.н., доцент Дмитро ДОМУЩІ

(науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

затверджені наказом ректора Одеського державного аграрного університету №
116 від «27» червня 2025 р.

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи: 13 серпня 2026 року

3. Об'єкт дослідження: Сільськогосподарська техніка для збирання зернових колосових культур.

4. Предмет дослідження: Технологічні процеси збирання зернових колосових культур.

5.Перелік завдань, які потрібно розробити:

5.1. Теоретико-методичний розділ: 1.Аналіз виробничої діяльності аграрного підприємства. 2.Виконати теоретичні дослідження з аналізу методів експлуатаційного забезпечення працездатності машин технологічних збиральних комплексів. 3.Зробити імовірнісну оцінку стану машин основної ланки технологічного збирального комплексу. 4. Зробити обґрунтування механізму утворення потоку технічних відмов зернозбирального комбайна.5. Вибір схем і способів організації технічного сервісу машин технологічних збиральних комплексів.

5.2.Дослідницько-аналітичний розділ: 1. Зробити вибір, обґрунтування і визначення методів, об'єктів і умов проведення експериментальних досліджень. 2. Дослідити методику збору даних і визначення параметрів,

законів розподілу показників працездатності збиральної техніки. 3. Розробити методику визначення умов проведення збиральних робіт та обробітку експериментальних даних. 4. Представити результати визначення показників працездатності машин. 5. Зробити обґрунтування та впровадження технічного сервісу машин технологічних збиральних комплексів методами резервування ресурсів.

5.3.Проектно-рекомендаційний розділ: 1.Розробити рекомендації з раціональної організації технічного сервісу сільськогосподарської техніки. 2.Розробити заходи з охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях при використанні та технічному сервісі техніки машинного парку в умовах аграрного підприємства. 3.Розробити бізнес-план впровадження технічного сервісу машин технологічних збиральних комплексів .

6. Орієнтовний перелік графічного та табличного матеріалу:

6.1.До теоретико-методичного розділу: Аналіз виробничо-господарської діяльності аграрного підприємства. Графи ймовірнісних станів комбайнів й основні фактори що впливають на їх роботу. Інтенсивності переходу комбайнів в різні стани при їх використанні. Схема роботи і граф станів зернозбиральних комбайнів технологічних комплексів при ТС різними методами резервування. Теоретичні дослідження впровадження системи технічного сервісу сільськогосподарської техніки.

6.2.До дослідницько-аналітичного розділу: Аналіз ефективності функціонування технологічних збиральних комплексів. Структурна схема утворення технічної відмови збиральних машин. Основні параметри розподілів та гістограми показників працездатності машин технологічних збиральних комплексів. Основні параметри розподілів та гістограми умов проведення збиральних робіт.

6.3.До проектно-рекомендаційного розділу: Бізнес-план впровадження технічного сервісу машин технологічних збиральних комплексів.

7. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи : Річні фінансові звіти сільськогосподарського підприємства за останні роки. Структура посівних площ, сівозміни, склад машинно-тракторного парку сільськогосподарського підприємства. Структура матеріально-технічної бази з технічного обслуговування та ремонту техніки сільськогосподарського підприємства. Виробничі умови проведення збиральних робіт-відстані від матеріально-технічних баз резервування ресурсів різних рівнів. Технічний стан зернозбиральних комбайнів: наробіток на відмову, час відновлення працездатного стану.

8. Перелік публікацій за напрямом досліджень: Організація технічного сервісу машин в аграрному секторі.

9. Дата видачі завдання: «28» червня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Кількість кредитів		Примітка
1.	Визначення теми, об'єкта та предмета дослідження	Червень 2025	0,25		
2.	Отримання завдання і складання змісту (плану) кваліфікаційної роботи	Червень 2025	0,25		
3.	Складання календарного плану – графіку з підготовки кваліфікаційної роботи	Липень 2025	0,5		
4.	Написання першого (теоретико-методичного) розділу кваліфікаційної роботи	Вересень 2025	2,0		
5.	Вивчення матеріалів базових підприємств	Жовтень 2025	1,0		
6.	Написання другого (дослідницько-аналітичного) розділу кваліфікаційної роботи	Грудень 2025	2,0		
7.	Написання третього (проектно-розрахункового) розділу кваліфікаційної роботи	Березень 2026	3,0		
8.	Написання висновків, списку літератури	Квітень 2026	0,5		
9.	Перевірка кваліфікаційної роботи науковим керівником	Травень 2026			
10.	Доопрацювання роботи після зауважень наукового керівника	Червень 2026	0,5		
11.	Підготовка до захисту: доповідь, ілюстративний матеріал	Липень 2026	0,5		
12.	Подання кваліфікаційної роботи на кафедру	13 серпня 2026			
13.	Перевірка кваліфікаційної роботи на оригінальність	Серпень 2026			
14.	Попередній захист на кафедрі	Серпень 2026			
15.	Рецензування кваліфікаційної роботи	Серпень 2026			
16.	Захист кваліфікаційної роботи	27 серпня 2026	1,5		
	Загальна кількість		12		

Здобувач ОС «Магістр»

Науковий керівник

Гарант ОП

_____ Владислав КОВАЛЬ
підпис

_____ Дмитро ДОМУЩІ
підпис

_____ Анатолій ЯКОВЕНКО
підпис

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота «Дослідження працездатності машин технологічних збиральних комплексів впровадженням технічного сервісу методами резервування ресурсів» оформлена у виді пояснювальної записки обсягом 98 сторінок друкарського тексту.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з шістьох розділів:

У кваліфікаційній роботі зроблено огляд сучасних методів та технологій забезпечення працездатності та технічного сервісу сільськогосподарських машин. Представлені теоретичні дослідження організації ремонтно-технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів. Представлена методика та результати експериментальних і статистичних досліджень умов роботи і показників працездатності сільськогосподарських машин. Зроблено обґрунтування та впровадження способів організації технічного сервісу машин технологічних збиральних комплексів методами резервування ресурсів. Пропонуються заходи з охорони праці при використанні, технічному обслуговуванні та ремонті сільськогосподарських машин на збиранні зернових культур та заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях Розрахована економічна ефективність організації технічного сервісу машин технологічних збиральних комплексів методами резервування ресурсів.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЗБИРАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА МАШИНА, КОМБАЙН, ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ, ВІДМОВА, ВІДНОВЛЕННЯ, РЕЗЕРВУВАННЯ, ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС, РЕСУРС.

З М І С Т

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	2
РЕФЕРАТ.....	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА	13
1.1 Організаційно-економічна характеристика господарства.....	13
1.2 Розміри підприємства, спеціалізація і економічна ефективність сільськогосподарського виробництва.....	14
1.3 Аналіз складу машинно-тракторного та автомобільного парку.....	17
2 ОГЛЯД МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАШИН ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗБИРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ	18
2.1 Аналіз методів обґрунтування агротехнічних вимог на збирання врожаю зернових культур.....	18
2.2 Працездатність сучасної збиральної техніки та шляхи її підвищення	19
2.3 Аналіз методів експлуатаційного забезпечення працездатності машин технологічних збиральних комплексів	24
2.4 Мета і задачі дослідження.....	26
3 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗБИРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	28
3.1 3.1 Імовірнісна оцінка стану машин основної ланки технологічного збирального комплексу	28
3.2 Обґрунтування механізму утворення потоку технічних відмов зернозбирального комбайна.....	31

3.3	Вибір схем і способів організації технічного сервісу машин технологічних збиральних комплексів.....	34
4	МЕТОДИКА Й РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ТЕХНІКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗБИРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	41
4.1	Завдання й програма дослідження.....	41
4.2	Вибір і обґрунтування методів дослідження.....	42
4.3	Вибір і визначення об'єктів і умов проведення експериментальних досліджень.....	43
4.4	Методика збору даних надійності збиральної техніки	44
4.5	Методика визначення параметрів працездатності збиральної техніки	46
4.6	4.6 Методика визначення законів розподілу показників працездатності машин	46
4.7	Методика обробітку експериментальних даних.....	49
4.8	Методика визначення умов проведення збиральних робіт.....	53
4.9	Результати визначення показників працездатності машин	54
4.10	Обґрунтування та впровадження технічного сервісу машин технологічних збиральних комплексів методами резервування ресурсів	55
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	60
5.1	Охорона праці.....	60
5.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	69
6	БІЗНЕС-ПЛАН ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗБИРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ	74
6.1	Характеристика розробки.....	74
6.2	Оцінка ринку збуту.....	76
6.3	Конкуренція.....	76

6.4	Стратегія маркетингу.....	77
6.5	План виробництва.....	77
6.6	Юридичний план.....	78
6.7	Оцінка ризику і страхування.....	79
6.8	Фінансовий план.....	80
6.9	Стратегія фінансування.....	85
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	86
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	88

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЕС – атомна електростанція;
ЗК – зернозбиральний комбайн;
ЗЛ – збиральна ланка;
ЗТ – збиральна техніка;
ЗЧ – запасні частини (деталь, вузол, агрегат та ін.);
ІБР – імовірність безвідмовної роботи.
НААН – національна академія аграрних наук;
МТБ – матеріально-технічна база;
МТП – машинно-тракторний парк;
НС – незвичайні ситуації;
ОК – основний комбайн;
ПРМ – пересувні ремонтні майстерні;
ПР – поточний ремонт;
ПТО – пункт технічного обслуговування;
РК – резервний комбайн;
РОБ – ремонтно-обслуговуюча база;
РТО – ремонтно-технічне обслуговування;
ТЗ – транспортний засіб;
ТЗК – технологічний збиральний комплекс;
ТК – технологічний комплекс;
ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;
ТО – технічне обслуговування;
ТОР – технічне обслуговування та ремонт;
ТС – технічний сервіс;
ЦЗ – цивільний захист.

ВСТУП

Забезпечення працездатного стану машинно-тракторного парку сільськогосподарських підприємств є одним із основних напрямів підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Для вирішення цієї задачі необхідно мати потужний матеріально-технічний потенціал сільськогосподарської промисловості і матеріально-технічної бази сільгосппідприємств різних форм власності [1].

Найчастіше технології сільськогосподарського виробництва оцінювали за економічними показниками (приведені витрати, рентабельність тощо) і затратами праці. Проте в сучасних умовах цього замало, оскільки ці показники мають істотні коливання і визначаються політикою ціноутворення. Тому технологічні процеси і комплекси машин оцінюють враховуючи енергетичні затрати на виробництво кожного виду сільськогосподарської продукції. Це дає змогу оцінювати технології як ті, що застосовуються, так і нові, а також і їх перспективність з погляду енергетичної ефективності [2].

Для збирання всього вирощеного врожаю й зменшення втрат, збирання необхідно проводити в стислі агротехнічні строки. Досягти цього можна за допомогою раціональної організації збиральних робіт стосовно до природних і виробничих особливостей даної зони. Тривалість збирання залежить від наявності й стану збиральної техніки (ЗТ), транспортних засобів (ТЗ), організації роботи технологічних збиральних комплексів (ТЗК), погодних умов і інших факторів. Основні шляхи зниження витрат енергоносіїв є підтримання сільськогосподарської техніки в працездатному стані.

Правильна експлуатація, догляд і якісний технічний сервіс необхідні складові по збільшенню строку служби збиральної та іншої сільськогосподарської техніки. Крім того, ці складові являються факторами того, що сільськогосподарська техніка може бути задіяна в будь-який час з мінімальними простоями, які затримують процес виробництва.

У цей час на полях країни працює велика кількість збиральної техніки різного виробництва, серед них також працюють комбайни сімейства „ДОН”- «Дон-1500», «Дон-1500 Б», Дон-Лан „Акрос” („Вектор”). Складність конструкції ЗТ, напруженість і короткочасність їхньої роботи вимагає вживання ефективних заходів для забезпечення їхньої максимальної безвідмовності, вишукування основних шляхів підвищення ефективності технічного обслуговування й ремонту [10]. З питань, що стосується конструктивних особливостей комбайнів, прийомів роботи, регулювання й обслуговування, оцінки економічної ефективності роботи й деяким іншим за останні роки з'явилося багато публікацій, але по найважливішій проблемі - методам забезпечення надійної роботи комбайнів різних фірм виробників на збиранні інформації ще недостатньо. Особливо це помітно, по відмовах, пов'язаних із заміною деталі, що відмовила, або вузла, тому що численні простої комбайнів, що відмовили, часто пов'язані із тривалою доставкою до них запасних частин. У зв'язку із цим виникає необхідність визначити які деталі й вузли часто виходять із ладу, і в якій кількості необхідно їх резервувати на різних рівнях зберігання, що потрібно робити при експлуатації машини механізаторам, опираючись на результати наукових досліджень і передовий досвід. Рішення цих питань дозволить зменшити втрати часу на простої комбайнів при усуненні наслідків відмов, досягати найвищої продуктивності при найменших втратах зерна в різних умовах проведення збиральних робіт [8]. Розмаїтість машин в ТЗК, а також організаційних форм роботи в сполученні з різними умовами проведення збиральних робіт і обсягом виробництва зерна істотно

ускладнює рішення розглянутих завдань традиційними інженерними методами. Науково обґрунтоване рішення завдань можливо при використанні нових сучасних методів економіко-математичного моделювання на базі теоретичних основ дослідження операцій і системного підходу [28].

Нинішня ситуація у зерновиробництві обумовлює гостру потребу ефективного використання наявного парку збиральної техніки усіх сільськогосподарських товаровиробників.

Часткове вирішення даної проблеми можливо шляхом:

1) Дослідження забезпеченості необхідного технічного рівня та ефективності використання збиральної техніки.

2) Розробка та впровадження наукових методів контролю технічного стану збиральної техніки при виконанні технологічного процесу.

3) Оцінка економічної ефективності використання машин технологічних збиральних комплексів.

Тому дослідження працездатності машин технологічних збиральних комплексів впровадженням технічного сервісу методами резервування ресурсів з урахуванням зональних умов і оцінка ефективності їхньої роботи є актуальним науковим і практичним завданням.

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Організаційно-економічна характеристика господарства

Товариство з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Агрофірма Мар'янівська» Березівського району Одеської області створено в процесі постійного реформування колгоспу ім. 22 з'їзду КПСС.

Землекористування господарства знаходиться у с. Мар'янівка в 7 км від смт. Ширяєво, в 15 км від залізничної станції Затишся на півночі району та в 130 км від обласного центру – м. Одеса.

Землі підприємства розміщені на півночі Північно – степової підзони Степової зони Одеської області. За агрокліматичним районуванням області територія господарства відноситься до центрального досить теплого агрокліматичного району, який характеризується помірно – континентальним кліматом з сумою ефективних температур 2800-3050⁰ С. Тривалість безморозного періоду складає 265 днів, а вегетаційного – 185 днів. Середньорічна температура повітря +9,2⁰С. Перші заморозки починаються у третій декаді жовтня, а самі пізні весною бувають в кінці квітня і навіть в першій декаді травня. Абсолютний мінімум температури складає – 30⁰С. Середня температура повітря влітку +23⁰С. Річний максимум температури повітря становить +39⁰С. Зима характеризується помірно теплою погодою.

Таким чином, тепловий режим зони сприятливий для вирощування озимих, ярових зернових культур, кукурудзи, соняшника, ріпаку, кормових культур. Однак, недостатня кількість вологи є головним чинником, за якого знижується урожайність сільськогосподарських культур. За кількістю опадів землі товариства відноситься до району недостатньої зволоженості. Гідротермічний коефіцієнт становить 0,8. Сума опадів за рік складає 400 мм, за період з температурою вище 10⁰С - 250 мм.

Часто вони носять зливовий характер, волога засвоюється частково, друга частина втрачається у вигляді випаровування. В зимовий період випадає до 100 мм опадів, сніговий покрив не в усі роки стійкий, середня висота його складає 10 – 15 см (максимальна декадних висот 25 см). Тривалість періоду з стійким сніговим покривом 60 – 75 днів.

Недостатнє випадіння опадів доповнюється вітрами і суховіями на весні і влітку, серед яких переважають вітри південного та південно-західного напрямку, зимою - північного і північно-східного напрямку. Малосніжні зими і нестійкий сніговий покрив поряд з низькими температурами в окремі роки є однією з причин ушкодження та гибелі посівів озимих культур.

Рельєф території господарства являє слабо нахилену на південь рівнину з порівняно густою долино - балковою сіткою. Ґрунтовий покрив дуже неоднорідний. На території господарства переважають чорноземи мало гумусні потужні переважно тяжко суглинкові на лесових породах та чорноземи легко і середньо суглинкові на щільних глинах, які мають відносно високу родючість за умови достатнього зволоження.

1.2 Розміри підприємства, спеціалізація і економічна ефективність сільськогосподарського виробництва

Для ведення агарного виробництва ТОВ «Агрофірма Мар'янівська» у 2022-2024 р.р. орендувало в середньому 3017 га ріллі.

Протягом досліджуваного періоду площа землекористування підприємства збільшилась на 9,9% чи на 283 га.

Приватне підприємство характеризується матеріально-технічною базою сільськогосподарського виробництва, яка динамічно розвивається. Середньорічна вартість власних основних засобів у ТОВ «Агрофірма Мар'янівська» в середньому за останні три роки становила 5 млн. 420 тис. грн.. У 2024 р. порівняно з 2022 р. середньорічна вартість власних основних засобів збільшилась у господарстві в 1,9 р. і склала 7 млн. 148 тис. грн.

Середньооблікова кількість найманих працівників, зайнятих в сільськогосподарському виробництві у ТОВ «Агрофірма Мар'янівська» в 2022-2024 р.р. в середньому складала 50 осіб. У 2024 р. порівняно з 2022 р., їх чисельність зменшилася на 13,2%, чи на 7 осіб.

Капіталозабезпеченість сільськогосподарського виробництва власними основними засобами на 100 га с.-г. угідь за 2022-2024 р.р. в середньому становила 180 тис. грн. а капіталоозброєність праці – 108 тис. грн. на одного середньооблікового працівника зайнятого у с.-г. виробництві. У звітному році в порівнянні з 2022 р. капіталозабезпеченість виробництва підвищились у 1,7 р., а капіталоозброєність праці, внаслідок зменшення середньооблікової кількості працівників на збільшилась у 2,2 р. і становила 155 тис. грн. середньорічної вартості основних засобів на одного середньооблікового працівника зайнятого у сільськогосподарському виробництві. Дані показники вказують на відносно невисокий рівень капіталозабезпеченості та достатньо високий рівень капіталоозброєності праці у підприємстві.

Важливе місце в організаційно - економічній характеристиці підприємства займає його спеціалізація, яка визначається за структурою чистого доходу від реалізації с.-г. продукції.

У 2022-2024 р.р. найбільшу питому вагу у структурі чистого доходу від реалізації с.-г. продукції займали чисті грошові надходження від реалізації зерна – 40,9%, насіння соняшнику - 27,3%. Додатковими видами діяльності є виробництво продукції скотарства і насіння ріпаку, що займали відповідно 18,7%, у тому числі молоко – 11,9 та 10,7%.

Таким чином, ТОВ «Агрофірма Мар'янівська» має зерно-соняшниковий з розвиненим виробництвом продукції скотарства і насіння ріпаку виробничий напрямок діяльності.

Розглянемо фінансові результати та економічну ефективність с.-г. виробництва ТОВ «Агрофірма Мар'янівська» за 2022-2024 р.р. Збільшення обсягів виробництва і реалізації продукції основних видів та підвищення цін

їх продажу обумовило зростання чистого доходу товариства у 1,4 р. Більш високими темпами зростав чистий дохід від реалізації продукції рослинництва, а саме, майже у 1,5 р., головним чином, за рахунок збільшення обсягів продаж зерна. Чистий дохід від реалізації продукції тваринництва збільшився на 19,3%.

В середньому за останні три роки підприємство щорічно одержувало 12 млн. 922 тис. грн. чистого доходу, з якого найбільшу частку – 80,5 % складав чистий дохід від продажу продукції рослинництва. При цьому валовий прибуток підприємства в середньому складав 2 млн. 9 тис. грн.

У 2022-2024 р.р. в розрахунку на 100 га сільськогосподарських угідь було отримано в середньому 428 тис. грн. чистого доходу, у т. ч. в 2024 р. – 476 тис. грн., а валовий прибуток на 100 га сільськогосподарських угідь в середньому становив 67 тис. грн., у т.ч. у 2019 р. - 83 тис. грн.

У 2024 р. порівняно з 2022 р. економічна ефективність використання землі у господарстві зросла за виходом чистого доходу на 100 га с.-г. угідь у 1,3 р., по прибутковості основної діяльності, навпаки знизилась на 14,5%. Відносно високим порівняно з іншими підприємствами району у господарстві є показник капіталовіддачі, який в середньому за останні три роки склав 2,38 грн. чистого доходу на одну гривню середньорічної вартості основних засобів. За досліджуваний період капіталовіддача у ТОВ «Агрофірма Мар'янівська» знизилась е на 26,7%. Продуктивність праці у господарстві є однією з найкращих у районі і області і у 2022-2024 р.р. в середньому становила 258 тис. грн. чистого доходу на одного середньооблікового працівника зайнятого у с.-г. виробництві. За два останні роки вона зросла у 1,6 р.

Рентабельність основної діяльності в ТОВ «Агрофірма Мар'янівська» у досліджуваний період в середньому складала 18,4 %. Найвищою вона була у 2022 р. – 28,8 %, в тому числі рослинництва 21,1 %, а тваринництва 65,0 %, а у 2024 р. ці показники дещо знизились. Характерною особливістю даного підприємства є достатньо високий рівень рентабельності виробництва

продукції молочного скотарства, що забезпечило за останні три роки прибутковість тваринництва в середньому на рівні 52,7%.

1.3 Аналіз складу машинно-тракторного та автомобільного парку

Господарство характеризується достатньою матеріально – технічною базою. Склад машинно-тракторного парку - наявність автомобілів, тракторів, комбайнів та сільськогосподарських машин виробничого підрозділу сільськогосподарського підприємства представлено далі. Машинно-тракторний парк у 2024 р. налічував 26 тракторів, що на 4 од. більше ніж у 2022 році. Кількість комбайнів збільшилось з 12 од. до 15 од., а кількість автомобілів теж збільшилось з 24 од. до 28 од.. Іншою сільськогосподарською технікою господарство теж забезпечено, яку обновлює при необхідності на нові сучасні зразки. Відповідно стан МТП поліпшується і задовольняє сучасним вимогам аграрного виробництва.

Отже, у досліджуваній період у підприємстві в цілому спостерігається суттєве підвищення економічної ефективності використання землі і робочої сили, за виходом чистого доходу, але при цьому прибутковість основної діяльності і використання землі мали тенденцію зниження. Таким чином, можна вказати, що у господарстві існують значні резерви для поліпшення основної діяльності та зміцнення фінансово - економічного стану.

Висновки: Серед заходів направлених на підвищення рентабельності виробництва продукції важливим може бути зниження виробничих витрат, особливо витрат на технічний сервіс і ремонт техніки машинно-тракторного парку. Це забезпечить зниження собівартості механізованих робіт на вирощуванні сільськогосподарських культур і дозволить суттєво зменшити витрати на виробництво продукції у підприємстві та забезпечить його рентабельність.

2 ОГЛЯД МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАШИН ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗБИРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

2.1 Аналіз методів обґрунтування агротехнічних вимог на збирання врожаю зернових культур

При виконанні процесу збирання в оптимальні агротехнічні строки можна одержати максимальний урожай з найкращою якістю. Оптимальна тривалість виконання збиральних робіт може бути встановлена за економічними показниками з урахуванням технічного стану збиральної техніки. Питанням обґрунтування агротехнічних вимог до збирання присвячено наукові роботи [3,5,6,17,21,29].

Залежність урожайності зернових культур від строків виконання збирання добре вивчена в різних сільськогосподарських зонах. Так період, коли врожай зерна на корені мало змінюється, невеликий, у різних зонах України коливається від 6 до 10-12 днів. У дослідженнях [36] вказується, що втрати зерна різних сортів озимої пшениці при збиранні на 10-й день після настання повної спілості коливаються від 1 до 8 ц із 1 га, а при збиранні на 30-й день - від 3,2 до 12,6 ц. Запізнювання зі збиранням веде не тільки до зниження врожаю, але й до погіршення якості зерна.

Зниження врожаю при запізнюванні зі збиранням прийнято пояснювати втратами механічного порядку (опадання зерна на корені, втрати зерна й колосся при роботі ріжучого апарата, молотарки комбайна й т. п.). Величина

втрата урожаю залежить від багатьох причин: особливостей сорту, умов погоди, застосовуваної агротехніки, способів і часу збирання.

Відомо, що фактична динаміка збирання зернових культур значно відрізняється від нормативної.

Так при нормативній тривалості збирання в 10-12 днів, фактична тривалість збирання у два, а іноді й у три рази більше, тобто збільшується до 20- 30 днів. Про це вказують численні дослідження із цього питання [36].

Величини біологічних втрат говорять про те, що непомітні на перший погляд втрати здобувають масштабність при оцінці зернового виробництва господарства, району, а тим більше регіону. Виконання всіх польових робіт в оптимальний термін в умовах тільки Південної степової зони дозволить підвищити врожайність зернових культур у середньому на 30% [5].

У методиці досліджень [12] для визначення оптимальної тривалості збирання, критерієм оптимізації є приведені витрати. При цьому відомими є площа посіву, їхня врожайність, закупівельні ціни, тривалість зміни й коефіцієнти відрахувань на реновацію, поточні і капітальні ремонти. Крім того введені додаткові умови й обмеження.

Аналіз результатів дослідження з даного питання дозволяє зробити наступний висновок: обґрунтування технічного забезпечення процесу збирання повинне проводитися у взаємозв'язку з агротехнічними вимогами на збирання врожаю.

2.2 Працездатність сучасної збиральної техніки та шляхи її підвищення

Основні вимоги, які пред'являються до техніки - це її працездатність і економічність. Стосовно до сільськогосподарської техніки зазначені вимоги не менш важливі, а по частині надійності вище, ніж, наприклад, у промисловості. Недостатня надійність с.-г. техніки впливає на ефективність її

використання і є причиною значних втрат с.-г. продукції, як у період її вирощування й, особливо, збирання.

На сучасному етапі в вирішенні питань забезпечення надійності машин в експлуатації великий внесок внесли такі вчені, як: В.Я. Анилович, Л.В. Думенко К.М., Бойко А.І., Сидорчук О.В., Скібчик В.І., Днесь В.І., Домущі Д.П. і ін. [1,7,8, 27, 28,36,37,38].

У статті [7] відзначається, що підвищення коефіцієнта готовності зернозбиральних комбайнів на 10% забезпечує зниження потреб у них на 15%. Велике значення має рівень надійності агрегатів, що входять до складу технологічних комплексів. Надійність, зокрема, характеризується кількістю відмов з технічних причин і часом простоїв із цих причин. Дані показники є випадковими величинами й залежать від природно-кліматичних умов, терміну служби техніки, стану й організації ТО й ремонту, виду робіт і інших факторів.

Вивченням надійності зернових комбайнів займалися багато вчених [1,7,8,10,20,27,36,38]. У цих роботах підтверджується думка про низьку надійність зернозбиральних комбайнів. Сучасні комбайни мають зупинки через технічні несправності практично через кожні 5 т намолоту [7].

У розробленій моделі виникнення відмов [8] розглядає два види відмов. Перший пов'язаний з різними відхиленнями при виготовленні й ремонті, другий зв'язаний з випадковими факторами (влучення сторонніх предметів, тряска й т.п.). Імовірність появи першого виду відмов відповідає закону

Вейбулла, другого - експоненті, а ймовірність появи всіх відмов $P(t)$ визначається як:

$$P(t)=P_1(t) \cdot P_2(t), \quad (2.1)$$

де $P_1(t)$ - імовірність появи першого виду відмов;

$P_2(t)$ - імовірність появи другого виду відмов.

Багатофакторний кореляційний аналіз сезонній продуктивності (наробітку) W_c , га зернозбиральних комбайнів дозволяє виявленню наступній залежності [36]:

$$W_c=700,648-32,456x_1+1,654x_1^2+8,99x_2+0,212x_2^2-12,850x_3-16,007x_4, \quad (2.2)$$

де x_1 - термін служби комбайна в господарстві, рік;

x_2 - стаж роботи комбайнера за фахом, років;

x_3 - кількість відмов, од.;

x_4 - середній час відновлення працездатності, год.

Як видно із цієї залежності великий вплив на продуктивність зернозбирального комбайна мають: термін служби комбайна, кількість відмов і середній час відновлення працездатності.

Машинобудівники допускають методичні помилки при розробці вимог і нормативів надійності машин. Нормування безвідмовності агрегатів вони проводять без обліку відмов 1-ой групи складності, частка яких становить 51-66% від загального числа. У результаті чого штучно підвищується безвідмовність агрегатів на 50- 65%. Крім того, не враховується робота агрегатів у цілому, значимість робіт, необхідність дотримання оптимальних агротехнічних строків їхнього виконання [6].

В дослідженнях [4] відзначається, що час роботи машин носить випадковий характер не тільки між випадковими відмовами, але й між плановими технічними обслуговуваннями. Тому при визначенні показників експлуатаційної надійності більш правильно враховувати всі вимоги на

технічне обслуговування й планові, і відмови. Це дозволить повніше оцінити надійність машин.

Дослідження процесу виявлення й усунення відмов зернозбиральних комбайнів необхідно проводити за такими показниками [1], як: кількість випадків відмов у період збирання; трудомісткість відновлення працездатності машин; втрати робочого часу, викликані усуненням несправностей; витрати на усунення відмов, які розкладають по найбільш важливим позиціям, вузлам і агрегатам.

Дослідженням підвищення надійності й ефективного використання зернозбиральних комбайнів «Дон-1500» присвячені роботи А.Ш. Рабиновича, В.Н. Жданова, С.Б. Лепина, Э.В. Жалнина, Э.И. Липковича й інших учених. У зернозбиральних комбайнів «Дон-1500» і «Єнісей-1200» середній наробіток на відмову не перевищує 10-18 годин. Крім того, у міру збільшення загального наробітку комбайнів показники їхньої безвідмовності різко знижуються [7,8].

За даними досліджень [11] у період збиральних робіт у середньому 20% комбайнів простоюють із технічних причин, що приводить до подовження строку виконання збиральних робіт і викликає природні втрати врожаю на корені до 20- 36%.

Оптимізація показників надійності комбайнів «Дон-1500» розглядається в ряді робіт в основному, виходячи з витрат промисловості, необхідних для підвищення якості виготовлення комплектуючих виробів. Є роботи, в яких ураховується вплив технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів на показники безвідмовності.

Тим часом, цей напрямок дослідження, по підвищенню безвідмовності складних с/г машин (зернозбиральних комбайнів), не повністю досліджено.

Досвід практиків-механізаторів і проведені спеціальні дослідження науково - дослідними інститутами [11,15] показують, що експлуатаційними методами можна досягти значного підвищення безвідмовності машин. Дійсно,

60% відмов комбайнів «Дон-1500» поступові, назріваючі більш-менш тривалий час. Вони можуть бути виявлені й попереджені при передзбиральному контролі технічного стану комбайна або в збиральні дні при проведенні щозмінного, або періодичного обслуговування.

Розширення й поглиблення технічного обслуговування пов'язане зі збільшенням його трудомісткості, тобто вимагає додаткових витрат, які є в такий спосіб «ціною» досягнутого підвищення безвідмовності.

Досвід експлуатації зернозбиральних комбайнів типу «Дон» у складі технологічних комплексів (ТК) показує, що досягнення високих результатів може бути забезпечено тільки при правильній їхній експлуатації, своєчасному й з високою якістю проведення ТО й ремонту.

У дослідженнях [20] вказується, що в структурі грошових витрат на експлуатацію й ремонт зернозбиральних комбайнів у період збирання - витрати на вартість запасних частин становлять 50-60%. Несвоєчасна доставка запасних частин у період збирання викликає простої парку зернозбиральних комбайнів, перебої в ремонті й ТО.

У роботі [8] відзначається, що із загальних простоїв зернозбиральних комбайнів, які складають 32-35% часу роботи, на простої з технічних причин (несправностям) доводиться 17-20%. При цьому близько 60% відмов з технічних причин пов'язане із заміною деталі, що відмовила, або вузла. У такий спосіб можливість своєчасного усунення відмови збиральних машин пов'язана з наявністю в обслуговуючій системі запасної частини.

У розвинених капіталістичних країнах проблемі організації технічного сервісу складних сільськогосподарських машин приділяється велика увага [12]. Одна з головних причин, що може це пояснити полягає в тім, що ремонт і обслуговування машин дозволяє зберегти близько 60 % праці, яка використовується для їх виготовлення. А віддача від капіталу, вкладеного в ремонтно-обслуговуюче виробництво, приблизно в 2 рази вище, ніж від капіталу, вкладеного в основне виробництво машинобудівних заводів.

Технічне обслуговування (прості операції) комбайнів виконуються фермерами або в ремонтних майстернях. Ремонт комбайнів роблять фермери, дилери й фірми-виготовлювачі. У США й ряді європейських країн зростають обсяги ремонтних робіт, виконуваних на фермах [11]. У цих же роботах відзначається, що у випадку поломки важливого механізму в робочий сезон нова деталь доставляється по системі термінової поставки за 8-24 год., для цього використовується навіть повітряний транспорт. Спеціальне обслуговування в ході збиральних робіт проводиться обов'язково й іноді цілодобово.

Аналіз по розглянутому питанню показав, що наявні дослідження з надійності сучасних збиральних машин вимагають подальшої розробки стосовно до конкретних виробничих умов експлуатації. Більше половина відмов комбайнів з технічних причин пов'язане із заміною деталі, що відмовила, або вузла. Витрати часу на усунення наслідків відмов залежать від того, наскільки оперативне діє служба по усуненню відмов, по доставці деталей, що відмовили, і вузлів. У дослідженнях немає повних рекомендацій з організації доставки запасних частин до збиральної машини, що відмовила, з різних рівнів зберігання. Потрібне уточнення номенклатури й місць дислокації запасних частин з урахуванням можливостей як групової роботи збиральних машин (комбайнів) у складі ТК або збиральної ланки, так і одиночної роботи.

2.3 Аналіз методів експлуатаційного забезпечення працездатності машин технологічних збиральних комплексів

Технологічні комплекси представляють із себе складну систему групової роботи машин, об'єднаних єдиним технологічним процесом, тому їхня взаємодія необхідно розглядати з погляду системного методу дослідження.

При аналізі складних систем передбачається облік і оцінка великої кількості різноманітних по своїй природі факторів, тому складні системи

ділять на підсистеми (елементи), які одержують приватні рішення з урахуванням впливу на всю систему [8].

Випадковий характер тривалості операцій приводить до погіршення використання машин ТК. Велика кількість змінних некерованих факторів, що впливають на хід операцій, визначає імовірнісний характер процесу й не дозволяє домогтися постійної тривалості виконання робіт.

Питанням організації ремонтно-обслуговуючих баз (РОБ) і ремонтно-технічного забезпечення машин ТК присвячено наукові праці [7,10,20,23,24].

Темпи підвищення показників безвідмовності й ремонтпридатності сільськогосподарської техніки поки ще не задовольняють споживачів. Витрати на ТОР машин ростуть значно швидше, ніж продукція сільськогосподарського виробництва. На частку усунення наслідків відмов і поточних ремонтів доводиться до 65% від загальних витрат на підтримку машин у працездатному стані. Тому забезпечення необхідного рівня безвідмовності машин є першочерговим завданням.

Через те, що машини тривалий час простоюють через пошук необхідних запасних частин, їхньої доставки, відсутності в польових умовах спеціального устаткування для проведення ремонтних робіт, то із цього погляду виправдані всі заходи, відповідно до яких обслуговуючі ланки оснащують пересувними (мобільними) пунктами ТО, обмінним фондом запасних частин і резервними комбайнами.

Академік Свирщевский Б.С. уперше запропонував застосувати в технічному обслуговуванні вузловий метод ремонту. Заміну запасних частин заздалегідь приготовленими вузлами, що вело до різкого скорочення часу на виконання ТО й сприяло підвищенню його якості.

Комп'ютеризація всіх розрахунків по плануванню ремонтно-обслуговуючих робіт позитивно позначається на загальній дисципліні їхнього виконання, сприяє підвищенню готовності машин і затвердженню авторитету інженерної служби, робота якої здобуває в значній мірі плановий характер.

Слід також зазначити, що загальної невідкладної комп'ютеризацією на всіх рівнях підлягають питання планування потреби виробництва, розподілу й обліку витрати запасних частин, що є головного складового цивілізованого технічного сервісу.

Питанням обґрунтування й впровадження раціональних засобів і методів ТОР машин присвячені численні дослідження вчених США, Канади, Англії, Німеччини й інших країн [8,15].

У всіх розглянутих роботах не враховуються вплив: рівня організації ремонтно-технічних впливів на показники роботи агрегатів; структури й состава технологічних формувань на розподіл ремонтних робіт між підрозділами РОБ, завантаження постів ремонтно-технічного обслуговування (РТО) й вікового состава машин на функціонування технологічних комплексів; резервування системи на потрібну потужність ланок РТО.

2.4 Мета і задачі дослідження

Аналіз показав, що більшість досліджень по розглянутій проблемі присвячена оцінці й нормуванню показників працездатності сільськогосподарських машин. Однак деякі важливі питання забезпечення працездатності ТЗК дотепер не одержали рішення. У науковій літературі мало публікацій по дослідженню працездатності зернозбиральних комбайнів різних виробників. Недостатньо освітлені питання використання цих машин в умовах реальної експлуатації. Також не завжди враховуються вимоги забезпечення надійності виконання технологічного процесу збирання в оптимальні агротехнічні терміни.

На підставі цього аналізу були визначені мета і основні завдання дослідження:

Мета дослідження: підвищення ефективності використання машин технологічних збиральних комплексів на основі удосконалення їх

технічного сервісу й підвищення працездатності з урахуванням наявності матеріальних ресурсів та умов їхньої експлуатації.

Для досягнення мети необхідно виконати такі завдання:

1.Зробити дослідження виробничих умов проведення збиральних робіт: відстаней від працюючих машин технологічних збиральних комплексів до складів з запасними частинами. Визначити стани збиральної техніки й основні фактори що впливають на їх роботу.

2.Визначити показники працездатності збиральної техніки: наробіток на відмову та час відновлення працездатного стану в умовах Одеської області.

3.Обґрунтувати схему організації робіт з технічного сервісу збиральної техніки для удосконалення технічного обслуговування та ремонту зернозбиральних комбайнів технологічних комплексів.

4.Розробити рекомендації з раціональної організації ремонтно-технічного обслуговування збиральної техніки з резервуванням ресурсів – машин, агрегатів та деталей.

3 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗБИРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

3.1 Імовірнісна оцінка стану машин основної ланки технологічного збирального комплексу

Робота зернозбирального комбайна (ЗК) є основної, хоча не є незалежною. Надійність робота ЗК забезпечується системою взаємодіючих ланок обслуговування процесу збирання. У виді того, що потоки вимог на обслуговування мають випадковий характер, а реалізація вимог на всі види обслуговування може здійснюватися різними засобами, з різною інтенсивністю, система удосконалення технічного сервісу ЗК в умовах збиральних робіт може бути віднесена до класу випадкових. Тому для обґрунтування показників використання ЗК доцільно використовувати аналітичні залежності теорії масового обслуговування й ланцюгів Маркова. В обслуговуючу підсистему надходить потік заявок, що характеризується параметром інтенсивності – λ_{ij} , якій представляє собою середнє число заявок в одиницю часу. Період часу від початку обслуговування заявки до моменту його завершення є часом обслуговування – $t_{обс}$. Величину, зворотну середнього часу обслуговування заявок, називають параметром обслуговування - λ_{ji} . Розглянемо ЗК як складну систему, стани якої представлені на листі 1 презентації.

Припускаємо потоки подій, що переводять систему (комбайн) зі стану в стан, найпростішими. У будь-який момент часу зміни ЗК може перебувати в одному зі станів: S_1 - комбайн справний, працює в загоні; S_2 -несправний, відбувається усунення технічних відмов; S_3 -виконує повороти, переїзди; S_4 -проводиться технологічне обслуговування; S_5 - виконується усунення технологічних відмов; S_6 - проводиться технічне обслуговування.

Імовірність того, що в момент $-,t''$ система перебуває в стані S_i ($i=1,2,3,4,5,6$) позначимо через $P_i(t)$. Ці стани особливі та утворюють повну групу

подій, їхні імовірнісні характеристики не міняються за час перебування ЗК в стані S_i . Очевидно, що для будь-якого моменту часу „ t ” сума ймовірностей станів $\sum_{i=1}^n P(t)$ дорівнює одиниці:

$$\sum_{i=1}^n P(t) = 1 \quad (3.1)$$

Завдання полягає в тім, щоб визначити ймовірності станів $P_i(t)$, як функції часу. Ці ймовірності задовольняють певного виду диференціальним рівнянням, так званим рівнянням Колмогорова [4].

Для розглянутої системи рівняння Колмогорова будуть мати вигляд:

$$\frac{dP_1}{dt} = (\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14} + \lambda_{15} + \lambda_{16})P_1 + \lambda_{21}P_2 + \lambda_{31}P_3 + \lambda_{41}P_4 + \lambda_{51}P_5 + \lambda_{61}P_6 \quad (3.2)$$

$$P_1\lambda_{1i} - P_i\lambda_{i1} \quad (3.3)$$

де $\lambda_{12}, \dots, \lambda_{16}$ - інтенсивності переходу зі стану S_1 –працездатного в стан S_j – непрацездатний (табл. 3.1);

$\lambda_{21}, \dots, \lambda_{61}$ - інтенсивності переходу зі стану S_j в стан S_1 ;

P_1 - імовірність того, що в момент „ t ” система перебуває в стані S_1 - працездатному;

P_2, P_3, P_4, P_5, P_6 - імовірність того, що в момент „ t ” система перебуває в стані S_j — непрацездатному;

λ_{1i} – інтенсивність переходу із працездатного стану в інші стани.

λ_{i1} - інтенсивність переходу із інших станів в працездатний стан.

Для урівноваженого режиму система рівнянь Колмогорова може бути представлена у вигляді алгебраїчних рівнянь:

$$-(\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14} + \lambda_{15} + \lambda_{16})P_1 + \lambda_{21}P_2 + \lambda_{31}P_3 + \lambda_{41}P_4 + \lambda_{51}P_5 + \lambda_{61}P_6 = 0 \quad (3.4)$$

$$P_1\lambda_{1i} - P_i\lambda_{i1} = 0 \quad (3.5)$$

Таблиця 3.1 Інтенсивності переходу зі стану S_i в стан S_j (λ_{ij})

Інтенсивність Переходу	Розрахункова формула	Примітки
Інтенсивність виникнення технічних відмов - λ_{12}	$\lambda_{12} = (T_{\text{бп}})^{-1}$	$T_{\text{бп}}$ - середній час безвідмовної роботи ЗК, год.
Інтенсивність переїздів з поля на поле - λ_{13}	$\lambda_{13} = \frac{W}{F}$	W- продуктивність ЗК, га/год; F-площа поля, га.
Інтенсивність технологічних обслуговувань - λ_{14}	$\lambda_{14} = \frac{3,6BV_p U}{\gamma K_3 V_0}$	U - урожайність, т/м ² ; V_p - робоча швидкість ЗК, м/с; В-ширина захвату жниварки, м; K_3 - коефіцієнт заповнення; γ - об'ємна маса, т/м ³ ; V_0 - обсяг технологічної ємності, м. ³
Інтенсивність виникнення технологічних відмов - λ_{15}	$\lambda_{15} = \frac{V_p}{L_{TO}}$	L_{TO} -відстань між технологічними відмовами, м
Інтенсивність технічних обслуговувань - λ_{16}	$\lambda_{16} = \sum_{n=1}^N (2\pi n \sigma)^{-1} \times \exp\left[-\frac{(T_{TO} - nT_{TO})^2}{(2n\sigma)}\right]$	n-порядковий номер ТО; (σ - середнє квадратичне відхилення; T_{TO} -середня періодичність ТО,(мото- година, т, га).

Інтенсивність переходу в працездатний стан λ_{ji} залежить від стану ЗК і знаходиться з вираження:

$$\lambda_{ji}=(T_j)^{-1}, \quad (3.6)$$

де T_j - середній час проведення j -го впливу.

З наведених залежностей видно, що щільності ймовірностей переходу є функціями різних факторів:

$\lambda_{21(12)}=f(T_v, L_{дзч}, T_{бр}...)$, $\lambda_{31(13)}=f(V_k, L_g, W,...)$; $\lambda_{41(14)}=f(L_{пер}, T_{роз}, U_o, U, W...)$; $\lambda_{51(15)}=f(T_{уто}, L_{то},...)$; $\lambda_{61(16)}=f(\text{види і стратегії РТО}, T_{то}...)$ і можуть бути визначені статично або експериментально.

Застосування системи рівнянь Колмогорова при визначенні ймовірностей стані ЗК характеризується такими особливостями: ураховуються тільки інтенсивності переходу, що зв'язують перший стан з іншими, що дозволить істотно спростити збір і систематизацію необхідної інформації; інтенсивності переходів λ_{ij} можуть бути визначені для різного терміну служби ЗК; технічне обслуговування враховується тільки таке, котре приводить до простоїв на цілу добу.

3.2 Обґрунтування механізму утворення потоку технічних відмов зернозбирального комбайна

Для обґрунтування механізму утворення потоку технічних відмов ЗК розглянемо його структурну схему, представивши її у вигляді «дерева» (листі 5 презентації). Така схематизація ЗК дозволить розглянути окремі підсистеми у вигляді ієрархічної структури й аналіз виникнення відмов зробити по окремим складовим «система - елемент».

Імовірність безвідмовної роботи для агрегатів комбайна можна розрахувати за допомогою системи рівнянь Колмогорова аналогічно формулі 3.6. При цьому необхідно виділити відповідні ймовірності станів знаходження комбайна в ремонті (відновленні), пов'язані з відмовою деталей конкретного

агрегату. Інтенсивності переходів для агрегатів розраховуються на підставі параметрів потоків відмов деталей [12]:

$$\lambda_{12}^i = \sum_{j=1}^Q \omega_{aj}(t) \quad (3.7)$$

де Q- число агрегатів, що вимагають розбирання для заміни деталі, що відмовила;

$\omega_{aj}(t)$ - параметр потоку відмов j-й деталі агрегату, що визначається по інтервалах наробітку:

$$\omega_{aj}(t) = \frac{\sum_{j=1}^m n_{ij}(t)}{N\Delta t}, \quad (3.8)$$

де $n_{ij}(t)$ - число відмов j-й деталі агрегату в i-тому інтервалі наробітку;

m- число деталей агрегату, у яких зафіксовані відмови, од.;

Δt - інтервал часу (наробітку), год.;

N- число агрегатів, що перебувають під спостереженням, од.

Технічні відмови (відмовивши деталі, вузли, агрегати) у стані S_2 відновлюються з певною інтенсивністю λ_{21} , що найчастіше визначається для ЗК по групах складності відмов.

Схема утворення технічної відмови включає ряд рівнів (листі 5 презентації). Ці рівні відповідно пов'язані з ремонтом жнивarki, молотарки, двигуна, силової передачі (ремені, ланцюги й т. п.), ходової частини, гідросистеми й системи керування.

Таким чином, починаючи з першого рівня рекурентне обчислюються характеристики надійності всіх елементів системи від агрегатів до найпростіших деталей. На кожному новому кроці нормування системою буде один з елементів більше високого ієрархічного рівня, надійність якого

визначена на попередньому кроці. Наприклад, на другому кроці підсистема буде «системою» по відношенню до елементів наступної підсистеми.

Імовірності стану системи на кожному рівні P_1^k можна одержати аналогічно (формула 2.6) при $t \rightarrow \infty$:

$$P_1^k = \left[\frac{1 + \sum_{a=1}^6 \lambda_{12}^k}{\lambda_{21}^k} \right]^{-1}, \quad (3.9)$$

Імовірність знаходження в стані P_2^k буде дорівнювати:

$$P_2^k = \frac{\lambda_{12}^k}{\lambda_{21}^k} P_1^k. \quad (3.10)$$

З формул (3.9) і (3.10) видно, що існує невизначена безліч λ , що забезпечує сталий потік відмов $\omega = \lambda T$ системи. Для усунення цієї невизначеності можна скористатися методом вагових коефіцієнтів [4]. Метод вагових коефіцієнтів дозволяє вирішити завдання нормування безвідмовності елементів системи для встановленого наробітку T , год. за умови, що потік відмов - λ є найпростішим із сумарною інтенсивністю:

$$\lambda = \sum_{k=1}^n \lambda_k \quad (3.11)$$

де λ_k - потік відмов від „к” до „n” випадків.

При цьому покладається, що всі складові $\lambda_k = \lambda W_k$ малі в порівнянні з λ , тобто в системі немає елементів, потоки відмов яких були б порівнянні по інтенсивності з потоком відмов всієї системи. Вагові коефіцієнти W_k ,

що враховують важливість або відносну значимість елементів у системі можна знайти по формулі:

$$W_k = \frac{S_k}{\sum_{k=1}^n S_k} = \frac{\lambda_k}{\sum \lambda_k}, \quad (3.12)$$

де S_k - оціночний показник для „ K ” елемента.

В якості показників S_k прийняті інтенсивності відмов λ_k , параметри яких визначаються експериментально. Такий підхід до оцінки станів ЗК указує на те, що при організації системи експлуатаційного забезпечення безвідмовної роботи ТК, необхідно враховувати наробіток (ресурс) до відмови й віковий состав комбайнів ТК. Результати розрахунків використовуються для прийняття управлінських рішень, пов'язаних з розробкою організаційно-технічних заходів, які спрямовані на досягнення заданих показників надійності і їхньої оптимізації.

3.3 Вибір схем і способів організації технічного сервісу машин технологічних збиральних комплексів

В умовах інтенсивної й напруженої роботи ТК на збиранні зернових культур, коли виробничі умови не допускають можливості зупиняти ЗК (надалі - агрегати) для профілактичних робіт, технічна експлуатація може бути організована по двох схемах. Профілактичні й ремонтні роботи проводять на резервних агрегатах у підготовчому циклі - перша схема, і в процесі їхньої роботи по мері виникнення в цьому необхідності - друга схема. Обидві схеми організації ремонтно-технічного обслуговування (РТО) для виконання збиральних робіт у строк повинні мати резервні агрегати (комбайні) (РК), у першому випадку - це холодне резервування (листі 3 презентації), а в другому – гаряче . При циклічній організації обслуговування профілактичні й ремонтні роботи проводять протягом підготовчого циклу - $t_{пц}$ на резервних агрегатах. У цей час інші агрегати працюють протягом часу - $t_{рц}$. При такій організації технічної експлуатації час відновлення відмов у робочому циклі скорочується до часу, необхідного на заміну агрегату, що відмовив, резервним. Тривала

відмова в цьому випадку можливий тільки при відсутності справних резервних агрегатів [4].

Середній час безвідмовної роботи комбайнів ТК - $t_{бр}$, год. якщо всі ЗК однаково надійні й мають показовий розподіл час відновлення, дорівнює [28]:

$$t_{бр} = \frac{\mu + 2\lambda}{\lambda^2} \quad (3.13)$$

де: μ - інтенсивність відновлення (ремонт) комбайна;

λ - інтенсивність відмов комбайна .

$$\mu = \frac{1}{t_{вп}} \quad (3.14)$$

де $t_{вп}$ – час відновлення працездатного стану комбайна, год..

$$\lambda = \frac{1}{t_{нв}} \quad (3.15)$$

де $t_{нв}$ – наробіток комбайна на відмову, год..

Для забезпечення безвідмовності роботи комбайнів ТК протягом всієї тривалості оптимального періоду збирання (напруженого)- $t_{опз}$ необхідно дотримувати умови: $t_{бр} \geq t_{опз}$.

Одним зі шляхів забезпечення цієї умови є скорочення часу простою ЗК, що відмовили і перебувають у ремонті, через вихід з ладу якого-небудь вузла або деталі (запасної частини - ЗЧ). Використовуючи РК і ЗЧ до них, які в розглянутому випадку будуть представляти роль, ковзуючих із дробовою

кратністю, найчастіше відновлюваного (ремонтного) резерву, час безвідмовної роботи ТК буде дорівнювати:

$$t_{\text{бр}} = \frac{\mu + 2m\lambda}{(m\lambda)^2}, \quad (3.16)$$

де m - кількість робочих елементів (ОК, деталей і вузлів) на один резервний (РК, запасні деталі й вузли).

Ремонтно-технічне обслуговування комбайнів ТК може бути організовано такими способами:

1) Пересувні ремонтні майстерні (ПРМ) перебувають на місці роботи ТК (з набором необхідної номенклатури й кількості ЗЧ).

2) ПРМ перебувають на стаціонарному пункті і, якщо буде потреба, виїжджають по виклику (ЗЧ перебувають на складі бригади або господарства).

3) Обслуговування організоване на стаціонарному пункті, куди надходить збиральна техніка на усунення несправностей (ЗЧ доставляються по необхідності з районного рівня).

У кожному з розглянутих способів час $t_{\text{обс}}$, год. необхідний для ремонтно-технічних впливів на ЗК буде розраховано таким шляхом:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{огл}} + t_{\text{в}}; \quad (3.17)$$

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{вик}} + t_{\text{рух}} + t_{\text{осн}} + t_{\text{в}}; \quad (3.28)$$

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{зрух}} + t_{\text{осн}} + t_{\text{зв}}, \quad (3.19)$$

де $t_{\text{огл}}$ - час огляду, год.;

$t_{\text{в}}$ - час відновлення (ремонту) відповідно в 1, 2 і 3 випадках, год.;

$t_{\text{вик}}$ - час виклику ПРМ до місця усунення несправностей, год.;

$t_{\text{рух}}$ - час руху ПРМ до місця усунення несправностей, год.;

$t_{\text{зрух}}$ - час руху збиральної техніки до майстерні й назад до поля, год..

$$t_{\text{2рух}} = 2L/V_{\text{прм}}, \quad (3.20)$$

де L - відстань від складу запчастин до поля, м;

$V_{\text{прм}}$ - середня швидкість руху ПРМ, км/год..

$$t_{\text{зрух}} = 2 L / V_k , \quad (3.21)$$

де V_k - швидкість руху комбайна, км/год.;

L - відстань від ПТО до поля, м.

Припускаємо, що потік заявок на обслуговування обмежено числом агрегатів, що працюють на полях, і приймається Пуасоновским.

Оцінку способів організації РТО ТК проведемо за критерієм максимуму фактичної годинної продуктивності агрегатів W_{ϕ} , га/год, що визначається з виразу:

$$W_{\phi} = W_{\text{тех}} (1 - K_n) \rightarrow \max, \quad (3.22)$$

де $W_{\text{тех}}$ - годинна технічна продуктивність агрегатів, га/год;

K_n - коефіцієнт простою агрегатів, що залежить від кількості постів РТО, способу організації РТО й засобів, застосовуваних для технічного обслуговування агрегатів ТК.

Коефіцієнт простою можна також визначити й з вираження:

$$K_n = \frac{N_{oc} + N_e}{N} = \frac{\sum_{k=1}^N K P_k}{N}, \quad (3.23)$$

де N_{oc} - середнє число комбайнів, що перебувають у системі РТО (очікування обслуговування), од.;

N_b - середнє число комбайнів відновлених у системі РТО, од.;

N - середнє число комбайнів технологічного комплексу, од.

Середнє число комбайнів, які знаходяться в системі РТО визначаємо з вираження:

$$N_{oc} = \frac{1}{N} \sum_{k=r+1}^N \frac{(k-r) \lambda N \rho^k P_o}{r^{k-r} r \lambda (N-K)}, \quad (3.24)$$

де K - номер стану системи;

r - число обслуговуючих постів, од.;

ρ - параметр системи обслуговування.

Параметр системи обслуговування ρ визначається:

$$\rho = \lambda / \mu \quad (3.25)$$

Середній час $t_{обс}$, год. обслуговування комбайнів у системі РТО визначимо з вираження:

$$t_{обс} = \frac{N_{оч} + N_{е}}{\mu} \quad (3.26)$$

Середнє число вільних постів РТО $r_{вп}$, од. при постійному процесі обслуговування буде:

$$r_{ен} = \sum_{k=0}^{r-1} (r-k)P_k \quad (3.27)$$

При цьому коефіцієнт простою постів обслуговування $K_{пр}$ дорівнює:

$$K_{пр} = \frac{r_{св}}{r}, \quad (3.28)$$

Математичний опис процесів виникнення відмов з урахуванням відновлення й профілактики називають моделюванням надійності. Надійність будемо розглядати як складну властивість, що містить у собі безвідмовність, ремонтпридатність, довговічність і збереженість, тобто в певнім сполученні цих властивостей. При аналізі складних систем застосовується метод моделювання. Точність одержуваних рішень залежить від адекватності моделей і точності вихідної інформації. Практичні задачі, які пов'язані із забезпеченням безвідмовної роботи ЗК ТК при формуванні й експлуатації їх – вирішуються технічними рішеннями оптимізації з урахуванням різних способів забезпечення їхньої надійності.

Метод рішення задачі визначається з умов необхідності обліку великої кількості факторів: умов роботи машин, організації підготовки техніки до проведення збиральних робіт і усуненню відмов, рівня експлуатації й ін. Все це вимагає розгляду питань із позиції системного підходу. У більшості випадків деталі, вузли й агрегати (далі елементи) ЗК після відмови

відновлюються або замінюються резервними, що дозволяє відновити працездатність без тривалої втрати часу.

Відновлення й профілактичне обслуговування машин не виключають можливості відмов, але значно знижують їхню ймовірність, тобто підвищують надійність. Визначаючи надійність машин ТЗК із відновленням розглянемо його як складну систему, що складається із багатьох елементів. У загальному випадку робота збиральних машин в ТЗК можна представити у вигляді двох інтервалів, що чергуються: часу роботи t_{ij} і часу простоїв τ_{ij} . Робота ТЗК, що містить N ЗК і N_T транспортних засобів, будемо представляти як сукупність станів, що змінюються й чергуються в часі. При цьому можливі варіанти: коли в ТК працюють всі машини - продуктивність максимально можлива; комплекс працює зі зниженою ефективністю - частина машин несправна; комплекс повністю не працює - всі машини несправні.

Ефективність роботи ТЗК визначимо, оцінивши вплив відмов різних машин на ступінь реалізації їхньої продуктивності.

Представимо задачу оптимального резервування в такий спосіб. Нехай є система, що складається з N взаємонезалежних підсистем або елементів. Кожна підсистема сама по собі може представляти паралельне, послідовне або яке інше з'єднання однотипних елементів. Так, якщо говорити про забезпечення системи запасними елементами, то як підсистему можна розглядати ланку, що складається з однотипних агрегатів, заміна яких у випадку відмови здійснюється агрегатами того ж типу. Стосовно до агрегату як елементи можна розглядати складальні одиниці, вузли або окремі деталі й т. п. При допущенні про експонентний закон розподілу показників надійності ІБР ланки ЗК з X - резервними комбайнами (РК) при резервуванні дробовою кратністю для будь-якого значення m можна записати:

$$P_m(t) = e^{-\lambda t} \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!} \quad (3.29)$$

де $\lambda_0 = N_{\lambda i}$ - інтенсивність відмов.

Оцінимо вплив числа резервних комбайнів на готовність технологічних ланок (ТЛ) ТЗК. У загальному випадку будемо вважати, що ТЛ ефективно функціонує, якщо число несправних машин не перевищує числа резервних.

Відповідно до закону Пуассона ймовірність появи n відмов P_n , од. на інтервалі $[0; t]$ буде дорівнювати:

$$P_n = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n!} \quad (3.30)$$

У цьому випадку ТЛ буде працювати безвідмовно, якщо не відмовить жодна машина, якщо відмовить одна або дві й т. п. до X включно.

Висновки: Варіюючи кількістю постів РТО, резервних ЗК, способів організації ремонтно-технічних впливів і маючи необхідну кількість і номенклатуру ЗЧ на різних рівнях зберігання за викладеною методикою, можна одержати необхідне значення ймовірності простою ЗК або відповідне значення коефіцієнта простою.

4 МЕТОДИКА Й РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗБИРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

4.1 Завдання й програма дослідження

Відповідно до загального плану роботи передбачалося проведення експериментальних і статистичних досліджень із метою зниження втрат урожаю від простоїв збиральної техніки - комбайнів і підвищення ефективності технологічних комплексів.

Для рішення поставлених завдань необхідно мати велику кількість інформації, що характеризує рівень розвитку й надійність збиральної техніки залежно від зміни її техніко-економічних і якісних показників.

Деяка частина цієї інформації може бути отримана в результаті статистичної обробки результатів випробувань зернозбиральних комбайнів на машинно-іспитових станціях, даних науково-дослідних інститутів і окремих дослідників.

Для реалізації поставлених завдань розроблена програма експериментальних і статистичних досліджень, що включає наступні етапи:

1) Статистичні дослідження умов роботи, тривалості, частоти й часу усунення відмов зернозбиральних комбайнів.

2) Визначення показників надійності зернозбиральних комбайнів і найбільш імовірних причин простоїв машин по технічним причинам у різних виробничих умовах.

3) Виявлення номенклатури й кількості запасних деталей, необхідних на усунення відмов зернозбиральних комбайнів.

4) Статистична обробка отриманих даних.

4.2 Вибір і обґрунтування методів дослідження

При рішенні поставлених завдань як методи наукових досліджень використовувалися:

- 1) Аналіз передових виробничих показників; статистичні методи дослідження й обробки експериментальних даних.
- 2) Експериментальні дослідження роботи комбайнів ТК і ланок різного состава.
- 3) Математичне моделювання процесу удосконалення технічного сервісу комбайнів ТК на ЕОМ.

Характеристики комплексів можуть бути визначені різними методами. Значна інформація, що характеризує параметри комплексів і його систем і агрегатів, зібрана НДІ [15,32] і окремими авторами [7,8,28,36]. Цю інформацію можна використовувати для створення математичної моделі на етапі теоретичних досліджень.

Однак, використання цих даних для конкретної зони ускладнено, тому що вони не враховують всі особливості умов експлуатації в цих регіонах, наприклад півдня України. У зв'язку із цим потрібне проведення самостійних експериментальних досліджень і одержання достовірних значень параметрів, що більш точно характеризують випадкові процеси в системах ТК.

Із впровадженням у практику досліджень ЕОМ значно полегшене завдання визначення розрахункових значень необхідних параметрів. Метод статистичних випробувань дозволяє відтворення того або іншого процесу, що володіє властивостями, близькими до реального. Однак цей метод може бути застосований тільки тоді, коли відомі середні значення основних параметрів і фізична сутність процесів функціонування ТК у реальних умовах, що являє собою предмет самостійних досліджень.

Під час цих досліджень необхідно використовувати метод прямого збору даних. Цей метод може бути двох видів [11]: активного й пасивного експерименту.

Метод активного експерименту полягає в тому, що по спеціально створеній програмі досліджуваному об'єкту задають режим функціонування й спостерігають за його поведінкою, визначаючи необхідні характеристики.

Метод пасивного експерименту припускає спостереження за об'єктом, не змінюючи режимів функціонування. Широкому поширенню цього методу сприяє застосування ЕОМ для обробки результатів експерименту.

У зв'язку з вище викладеним у справжнім дослідженні застосуємо метод пасивного експерименту, при якому в організації технологічного процесу збирання зернових використовувався технологічний принцип виконання ремонтно-технічного обслуговування.

Експериментальні дослідження проводилися на основі ДСТУ 28055-80 «Методи експлуатаційно-технологічної оцінки», ДСТУ 20915-75 «Сільськогосподарська техніка. Методи визначення умов випробувань. Програма та методи випробувань», ДСТУ 28301-89 «Комбайни зернозбиральні. Методи випробувань», ОСТ 7081-81 «Машини зернозбиральні», РД 50-690-89 «Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними».

4.3 Вибір і визначення об'єктів і умов проведення експериментальних досліджень

Для проведення експериментальних досліджень у виробничих умовах необхідно вибрати технологічний комплекс, у якого виробничо-технічні показники близькі до показників даної зони. Об'єктами експериментальних досліджень були: зернозбиральні комбайни «Дон-1500 Б», жниварки ЖВН-6А-04, платформа-підбирач (Дон-1500).

Експериментальні дослідження проводилися в основному в господарствах Одеської області: СВК „Криничне”, ТОВ "Агрофірма „Дністровська”, СТОВ "Іва", ТОВ «Агрофірма Мар'янівська» та інших господарств. Основні виробничі умови цих господарств відповідали середнє статичним показникам регіону.

Для визначення умови регіону проводилося експертне опитування головних фахівців господарств. Результати опитування оброблялися за методикою даного розділу. При цьому визначалися основні статистичні показники:

1) Відстані доставки запасних частин при різних рівнях резервування.

2) Наявності зернозбиральних комбайнів у господарствах.

3) Кількості комбайнів, що працюють у ланці й комплексі.

При порівняльних випробуваннях різної організації ремонту комбайнів і резервування ЗЧ визначалися простої одного працюючого комбайна, простої комбайнів у ланці, простої комбайнів у комплексі, продуктивність зернозбиральних комбайнів.

4.4 Методика збору даних надійності збиральної техніки

Щоб одержати статистичну інформацію про зміну технічних станів ЗК, проводили хронометражні спостереження в період збирання зернових культур. З огляду на стан парку зернозбиральної техніки, під спостереження були взяті комбайни «Дон-1500», «Дон-1500Б» у кількості 54 одиниці.

Дослідження комбайнів у виробничих умовах проводилися за планами [NMT], [NMr] [38]. За цими планами одночасно досліджувалися-N комбайнів, після кожної відмови комбайни відновлювалися і їх знову включали в роботу-M, випробування велися до часу моменту-T, визначеного терміном проведення збиральних робіт відповідно до вимог. Обробка отриманої інформації проводилася

відповідно до вимог ГОСТа 27.503-81 і за методикою статистичної обробки експериментальних даних РТМ 44-62.

Показники, що характеризують надійність ЗК досліджувалися у звичайних умовах експлуатації відповідно до програми й методики експериментальних досліджень.

Чисельні значення показників, що характеризують надійність ЗК і збирального процесу в цілому, визначалися шляхом хронометражних спостережень - методом суцільним за часом і вибіркоvim по об'єктах.

При спостереженнях дотримувалися наступні умови:

1)Тривалість часу спостереження рівнялося тривалості часу роботи об'єкта;

2)Число збиральних і обслуговуючих машин у збиральному процесі на протязі зміни не мінялося;

3)Номенклатура й число резервуємих деталей залишалися однаковими й визначалися залежно від наявних даних по показниках безвідмовності ЗК;

4)Пересувний склад ТК повинен переміщатися разом з комплексом;

5)При доставці деталі, що відмовила, використовувалися однотипні обслуговуючі машини;

6)Зрівнювальні варіанти організації ремонту й резервування запасних частин досліджувалися в рівних умовах (площі полів, довжини гонів, відстаней до рівнів ремонту й зберігання ЗЧ і т.п.).

Для проведення імітаційного моделювання необхідно ряд гістограм, для побудови вхідного потоку вимог на усунення відмов з технічних причин. Для цього за кожною збиральною ланкою закріплювали спостерігача, що заздалегідь інструктував комбайнерів порядку заповнення спостережливих аркушів (додаток). Кожному комбайнерові перед зміною видавалися спостережливі аркуші, у випадку виникнення відмови комбайнер проставляв час виникнення відмови, назва необхідної ЗЧ, якщо вона потрібна для усунення

відмови, час вибуття за ЗЧ, час доставки ЗЧ, час початку усунення відмови, час усунення відмови.

4.5 Методика визначення параметрів працездатності збиральної техніки

Для виявлення параметрів надійності досліджуваних комбайнів застосовувався метод експертних оцінок [8]. Вірогідність групового експертного оцінювання залежить від загального числа експертів у групі, часткового состава різних фахівців у групі, від компетентності експертів у розглянутому питанні.

Як експертів виступали комбайнери. Збільшення кількості опитаних експертів приводить, як це треба з теорії обробки спостережень, до монотонного збування розміру можливостей помилки експертизи [11].

Проводилося опитування по резервуванню необхідних запасних частин на різних рівнях зберігання при різній організації збирального процесу (одиначна робота ЗК, робота в складі збиральної ланки й ТК) для різних умов проведення збиральних робіт (відстаней до складів зберігання ЗЧ, площі полів, довжини гонів і т. п.). Дані по опитуванню заповнювалися в опитні аркуші. Результати експертного опитування перевірялися при проведенні експериментальних досліджень.

4.6 Методика визначення законів розподілу показників працездатності машин

Вірогідність інформації про показники надійності комбайнів визначається правильно обраною кількістю досліджуваних агрегатів. Велика кількість узятих під спостереження об'єктів приведе до додаткових трудових і матеріальних витрат, і не завжди представляється можливим вчасно виконати запланований обсяг досліджень. При недостатній кількості об'єктів результати проведених

спостережень не будуть оцінювати надійність агрегатів з необхідною вірогідністю (точністю). Виходячи з економічної доцільності, необхідно встановити мінімально необхідне число досліджуваних об'єктів, що дозволяє одержати достовірну інформацію для оцінки надійності роботи комбайнів.

Оцінка здійснюється з довірчою ймовірністю - P і відносною помилкою - E середнього значення. Відносна помилка визначається зі співвідношення:

$$E = (t_v - t_{cp}) / t_{cp}, \quad (4.1)$$

де t_v - верхня однобічна довірча границя, год.;

t_{cp} - середнє значення показника, год..

При визначенні показників надійності відповідно до ДСТУ 17510 - 79 гранична відносна помилка середнього значення не повинна перевищувати 20 % ($E=0,20$).

Якщо відомо закон розподілу випадкової величини, то число об'єктів необхідних для проведення спостережень із даною вірогідністю результатів P визначається параметричним і непараметричним методами, якщо цей закон невідомий. При визначенні законів розподілу випадкових величин, що визначають мінливість показників надійності комбайнів (наробітку між відмовами, часу відновлення працездатності, і т. п.), вихідним є коефіцієнт варіації - v [13]. Його необхідно визначати по отриманим експериментальним даним. Залежно від коефіцієнта v визначаємо вид теоретичного закону розподілу, яким представляється можливим апроксимувати розподіл досліджуваної випадкової величини. Якщо коефіцієнт $v > 0,35$, вибираємо закон розподілу Вейбула (ЗРВ), при $v < 0,35$ - закон нормального розподілу. При $v = 1$ апроксимація отриманих експериментальних даних можлива експонентним законом розподілу.

Довірчу ймовірність P , тобто показник вірогідності значення певної випадкової величини, приймають рівної 0,80; 0,90; 0,95; 0,99 [11].

Приймаючи за гіпотезу закон експонентного розподілу досліджуваних випадкових величин (наробітку на відмову й часу відновлення працездатності зернозбиральних комбайнів), визначаємо необхідну кількість комбайнів N , од. при спостереженні по формулі [38]:

$$E + 1 = \frac{2N}{\chi^2_{1-P; 2N}} \quad (4.2)$$

де N - число спостережуваних комбайнів, од.;

χ^2 - квантиль розподілу хи -квадрат (величина табульована).

При значеннях $E=10\%$, $P=0,90$ кількість агрегатів, який необхідно поставити на дослідження, не менш $N = 200$ одиниць, а при $E = 20\%$ і $P=0,80$ - не менш $N = 27$ комбайнів.

Методика визначення середньостатистичних значень і законів розподілу показників надійності комбайнів полягала в наступному. Зі спостережливих аркушів, одержуваних при хронометражі працюючих комбайнів, послідовно визначалися періоди їхніх простоїв по технічним і технологічним неполадкам.

Наробіток на відмову визначалося часом безвідмовної роботи від її початку (після усунення відмови) до моменту часу настання чергової відмови. Зі спостережливих аркушів визначали час $t_1, t_2, \dots, t_n$, безвідмовної роботи комбайна й будували варіаційний ряд наробітку комбайна на відмову.

Варіаційний ряд часу відновлення працездатності комбайна одержували таким же шляхом. Всі значення часу відновлення працездатності розподілялися по інтервалах. Число інтервалів варіаційного ряду, величину інтервалу й щільність розподілу по ньому емпіричних даних визначалися за загальноприйнятою методикою [1].

Відповідність між передбачуваним теоретичним законом розподілу й отриманим за розглянутою методикою статистичним розподілом експериментальних даних перевірялося за критерієм згоди Пірсона-Р (χ^2) [36].

4.7 Методика обробітку експериментальних даних

Обробка результатів експериментальних досліджень виконувалася в наступній послідовності:

- 1) за досвідченим даними будувалися експериментальні гістограми;
- 2) визначалися параметри емпіричного розподілу;
- 3) висувалася гіпотеза про функцію досліджуваної величини, виходячи з виду експериментальної кривої й значень її параметрів;
- 4) проводилося вирівнювання експериментальної кривої по прийнятих теоретичних кривих;
- 5) емпіричні й теоретичні криві рівнялися по одному із критеріїв згоди.

Значення середнє арифметичних вибірок варіюють навколо середньої арифметичної сукупності - $\bar{x}$. Ця варіація може бути обмірювана своїм середньоквадратичним відхиленням σ_x [11].

Якщо $x_1; x_2; x_3 \dots, x_n$ - реалізація випадкової величини - x , то обсяг реалізації утворить послідовність, що називається вихідної.

Для побудови гістограм визначали розмах R , м;год.:

$$R = X_{\max} - X_{\min}, \quad (4.3)$$

де $X_{\max}$ - максимальне значення вимірювальної величини, м;год.;

$X_{\min}$ - мінімальне значення вимірювальної величини, м;год.

Величина інтервалу ΔX вибиралася по можливості постійної для інтервалів, тому що в протилежному випадку при розрахунку середнього значення виникнуть труднощі. Вибір інтервалу залежить від обсягу

«n» вимірів, від розмаху й від мети статистичного дослідження.

Рекомендується визначати кількість інтервалів по формулі:

$$K < 5\ln n \quad (4.4)$$

де K- кількість інтервалів, од.;

n-кількість вимірів, шт.

Кількість інтервалів можна визначити й по спрощеній формулі:

$$K = \sqrt{n} \quad (4.5)$$

Одержавши кількість інтервалів, маючи розмах визначалася величина інтервалу. Для цього використовувалося співвідношення:

$$\Delta x = \frac{R}{K} \quad (4.6)$$

У кожному інтервалі підраховували кількість випадків, що відбулися (наприклад, число відмов або відновлень працездатності ЗК, що ставляться до кожного інтервалу) і визначали статистичну щільність розподілу емпіричних даних (наприклад, часу безвідмовної роботи комбайна або часу відновлення його працездатності):

$$f(x_i) = \Delta n_i / (\Delta x \cdot n), \quad (4.7)$$

де Δn_i - число випадків, що потрапили в i-й інтервал.

Визначивши щільності ймовірності досліджуваних показників, у кожному інтервалі варіаційного ряду, будували гістограми (листи 7,8,10 презентаційної частини роботи).

Для цього на кожному інтервалі (на графіку по осі абсцис) розташовували стовпець, висота якого визначалася значенням щільності ймовірності показника в даному інтервалі. З'єднавши ламаною лінією середини вершин всіх стовпців, одержували статистичний розподіл щільності ймовірності досліджуваної величини, що дозволяє судити про характер мінливості досліджуваного показника.

Основні характеристики випадкових величин визначалися по наступних формулах:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} ; \quad (4.8)$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n} , \quad (4.9)$$

де $\bar{X}$ - середня арифметична розподілу (математичне очікування),
м;год.;

D- дисперсія;

n- обсяг вибірки, од..

Середнє квадратичне відхилення результатів окремого спостереження σ і коефіцієнт варіації ν визначаємо:

$$\sigma = \sqrt{D} \quad (4.10)$$

$$\nu = \frac{\sigma}{\bar{X}} \quad (4.11)$$

Асиметрія a_3 і ексцес a_4 визначалися з виражень:

$$a_3 = \frac{m_3}{\sigma^3} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{n \times \sigma^3} , \quad (4.12)$$

$$a_4 = \frac{m_4}{\sigma^4} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{n \times \sigma^4} , \quad (4.13)$$

де m_3 - показник асиметрії; m_4 - показник ексцесу.

Абсолютна S_x , відсотки і відносна S'_x , відсотки помилки вибіркової середньої:

$$S_x = \frac{\sigma}{n} ; \quad (4.14)$$

$$S'_x = \frac{S_x}{\bar{X}} 100 \quad (4.15)$$

Апроксимація емпіричних залежностей проводилася по методу найменших квадратів згідно [11].

Показники надійності комбайнів є незалежними величинами. Тому відповідність між обраним (припускаємо) теоретичним законом розподілу й досліджуваною емпіричною залежністю перевірялося за допомогою критерію згоди Пірсона $P(\chi^2)$. Уважається, що емпірична крива погодиться з теоретичної кривої розподілу, якщо ймовірність згоди $P(\chi^2) > 0,05$.

Обчислення критерію проводилася для кожного інтервалу частот

по формулі:

$$\chi_i^2 = \frac{(m_i - m_i^o)^2}{m_i^o}, \quad (4.16)$$

де m_i - емпіричне значення частот в i -тім інтервалі, од.;

m_i^o - теоретичне значення частот (випадків), що повинне потрапити в i -й інтервал, од.;

n' - число дослідів, од..

Теоретичне значення частот (випадків) m_i^o , од., що повинне потрапити в i -й інтервал:

$$m_i^o = n' \cdot P_i, \quad (4.17)$$

де P_i - теоретична ймовірність влучення випадкової величини в i -й інтервал.

Підсумовуючи значення χ_i^2 по всіх інтервалах, одержували сумарну величину міри розподілу χ^2 . Значення χ^2 при роботі різних груп комбайнів залежить від параметра J , який має назву - число ступенів волі. Число ступенів волі при цьому рівнялося:

$$J = j - q - 1, \quad (4.18)$$

де j - число порівнюваних частот (інтервалів), од.;

q - число параметрів теоретичної функції розподілу, од..

Знаючи сумарну величину χ^2 і число ступенів волі по таблицях значення функції хі-квадрат [17] визначали найближче значення критерію Пірсона $P(\chi^2)$. Якщо $P(\chi^2) > 0,05$, то можна вважати, що

прийнятий теоретичний розподіл не суперечить отриманим експериментальним даним. Обробка результатів експериментальних і статистичних даних виконувалися за викладеною методикою на ЕОМ за допомогою стандартних програм математичного забезпечення обчислювальних машин. Отримані в результаті статистичної обробки дані й залежності використовувалися для реалізації математичної моделі.

4.8 Методика визначення умов проведення збиральних робіт

Метою експериментальних досліджень було одержання необхідної вихідної інформації для удосконалення технічного сервісу комбайнів ТК для збирання зернових культур.

Для визначення умов проведення збиральних робіт, проводився збір необхідних даних по господарствах Одеської області. У результаті статистичної обробки цих даних за вище викладеною методикою розраховувалися і будувалися розподіли: відстаней доставки запасних частин зрізних рівнів резервування.

На основі отриманих даних побудовані гістограми цих розподілів, які накреслені та представлені в листі 10 презентації кваліфікаційної роботи.

Основні параметри отриманих експериментальних кривих наведені в листі 9 презентації. З аналізу даних основних параметрів розподілу і експериментальних кривих видно, що середня відстань доставки запасних частин зі складу ТЗК дорівнює в середньому - 1,20 км, зі складу бригади, господарства - 3,92 і 7,63 км відповідно, а зі складу районного рівня - 22,70 км.

Дані цих відстаней використовувалися при визначенні тривалості доставки запасних частин з різних рівнів їхнього резервування.

Інші отримані дані за умовами проведення збиральних робіт використані в математичній моделі удосконалення технічного сервісу комбайнів технологічних комплексів.

4.9 Результати визначення показників працездатності машин

Для визначення показників працездатності ЗК «Дон-1500», «Дон-1500Б» проводилися хронометражні спостереження за методикою викладеної вище. У результаті статистичної обробки даних цих спостережень розраховувалися і будувалися розподіли: наробітку на відмову - t_0 , год. і часу відновлення працездатного стану - t_v , год по технологічних і технічних причинах із заміною запасної частини.

На основі наявних даних побудовані гістограми цих розподілів, які представлені в листі 7 презентації кваліфікаційної роботи. Основні параметри отриманих експериментальних кривих наведені в листі 6 презентації.

По виду експериментальних кривих і статистичних параметрів розподілів показників надійності видно, що дані випадкові величини розподіляються за експонентним законом, правильність цього припущення перевірялося за критерієм згоди Пирсона $P(\chi^2)$.

З аналізу даних основних параметрів розподілів і експериментальних кривих видно, що середнє значення наробітку на відмову по технологічних і технічних причинах склало 4,10 год., тобто, приблизно, дві відмови за зміну, а з технічних причин із заміною ЗЧ-10,50 год.- одна відмова за зміну. Середній час відновлення працездатного стану розподілилося в такий спосіб - 0,25 і 3,2 год./відмова відповідно, з яких 2,1 год. доводиться на очікування доставки ЗЧ.

4.10 Обґрунтування та впровадження технічного сервісу машин технологічних збиральних комплексів методами резервування ресурсів

Ефективність функціонування ТК тісно пов'язана з параметрами системи ремонтно-технічного обслуговування й оцінка по них дозволить визначити найкраще організаційне рішення.

Збільшення числа обслуговуючих постів (фахівців-ремонтників)-г, а також кількості резервних комбайнів РК - x_p на ефективність використання ЗК - N ЗТК впливає неоднозначно. Наприклад, при $r=1$, $N=6$ введення одного резервного комбайна приводить до збільшення коефіцієнта використання ТК від 35 % до 65%, а збільшення резервних комбайнів до 2-х збільшить коефіцієнт використання всього на 5%. Така ж ситуація спостерігається при збільшенні числа обслуговуючих постів. Це вказує на те, що більше одного поста РТО при роботі ЗТК, що складається з 6-8 комбайнів, створювати неефективно, а збільшення кількості резервних комбайнів більше одного на ефективність використання того ж комплексу істотно не впливає, при цьому будуть збільшуватися тільки витрати й собівартість виробленої продукції.

Витрати часу на усунення наслідків відмов залежать від того, наскільки оперативне діє служба по усуненню відмов і доставки деталей, що відмовили, вузлів і агрегатів. Наявність запасних частин на самому ЗК або в безпосередній близькості від нього значно скорочує втрати часу на усунення відмов.

За результатами експериментальних досліджень було встановлено, що сумарний час очікування запасних частин і ремонту на 60 комбайнів дорівнює 2620 год., на одну відмову цей час буде рівнятися 2 годинам. За весь сезон роботи на один комбайн доводиться 24 відмови із заміною ЗЧ, тоді на доставку ЗЧ при існуючій організації зберігання й доставки їх, витрачається - $T_d = 48$ години.

Аналізуючи розподіл відмов по групах складності, 24 відмови на один ЗК будуть розподілені в такий спосіб: 1 група складності - 19,70

відмов (82 %); 2 група складності - 3,82 відмови (16 %); 3 група складності - 0,48 відмови (2 %).

Для оперативної доставки затребуваних ЗЧ пропонуються наступні варіанти зберігання ЗЧ: ЗЧ відмов 1-ої групи складності зберігати на самому комбайні або в безпосередній близькості від працюючих ЗК-пересувний склад ТК; ЗЧ відмов другої групи складності - на складі бригади або господарства; ЗЧ відмов третьої групи складності - на складі районного рівня.

Використовуючи результати експериментальних досліджень визначаємо час по доставці ЗЧ із різних рівнів зберігання:

1) Визначення часу на доставку ЗЧ зі складу ЗТК- $T_{дк}$, год.:

$$T_{д1} = T_{рух1} + T_{в1}, \quad (4.1)$$

де $T_{рух1}$ - часу руху транспортного засобу (ТЗ), год.;

$T_{в1}$ - час видачі ЗЧ зі складу, год.

$$T_{рух1} = L_{д1} / V_{д1}, \quad (4.2)$$

де $L_{д1}$ - середня відстань доставки ЗЧ, км; ($L_{д1} = 1,2$ км);

$V_{д1}$ - середня швидкість руху ТС по доставці ЗЧ, км/год.;

($V_{д1} = 15$ км/год).

Визначення часу руху ТС : $T_{рух1} = 1,2 / 15 = 0,1$ год.;

Тоді час доставки ЗЧ для однієї відмови буде:

$$T_{д1} = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ год.};$$

Визначення часу на доставку ЗЧ- T_1 , год. для всіх відмов першої групи складності:

$$T_1 = T_{дк1} \cdot n_{від1}, \quad (4.3)$$

де $n_{від1}$ - всі відмови першої групи складності, од.

$$T_1 = 0,15 \cdot 18,5 = 2,8 \text{ год.}$$

2) Визначення часу доставки ЗЧ зі складу бригади або господарства - $T_{д2}$, год.:

$$T_{д2} = T_{рух2} + T_{в2}, \quad (4.4)$$

де $T_{рух2}$ - часу руху транспортного засобу (ТЗ), год.;

$T_{в2}$ - час видачі ЗЧ зі складу, год.

$$T_{рух2} = L_{д2} / V_{д2} , \quad (4.5)$$

де $V_{д2}$ - середня швидкість руху ТС по доставці ЗЧ, км/год.

($V_{д2}=22$ км/год);

$L_{д2}$ - середня відстань доставки ЗЧ, км.

$$L_{д2} = L_{дб2} + L_{дг2} \quad (4.6)$$

де $L_{дб2}$ - середня відстань доставки ЗЧ зі складу бригади, км;

$L_{дг2}$ -середня відстань доставки ЗЧ зі складу господарства, км.

$$L_{д2} = (3,92 + 7,63) / 2 = 5,8 \text{ км.}$$

$$T_{дв2} = 5,8 / 22 = 0,3 \text{ год.}$$

Приймемо умову, що при зажаданні ЗЧ на складі завжди є ТС, тоді:

$$T_{в2} = 0,1 \text{ год.}$$

$$\text{Тоді: } T_{д2} = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ год.}$$

Визначення часу на доставку ЗЧ для всіх відмов 2-ой групи складності - T_2 , год.:

$$T_2 = T_{дк2} \cdot n_{від2}, \quad (4.19)$$

де $n_{від2}$ - всі відмови другої групи складності, од..

$$T_2 = 0,4 \cdot 2,83 = 1,13 \text{ год.}$$

3)Визначення часу на доставку ЗЧ зі складу районного рівня -

$T_{д3}$, год.:

$$T_{д3} = T_{рух3} + T_{в3}, \quad (4.20)$$

де $T_{рух3}$ - часу руху транспортного засобу (ТЗ), год.;

$T_{в3}$ - час видачі ЗЧ зі складу, год.

$$T_{рух3} = L_{д3} / V_{д3} , \quad (4.21)$$

де $L_{д3}$ - середня відстань доставки ЗЧ, км;

$V_{д3}$ - середня швидкість руху ТЗ по доставці ЗЧ, км/год.;

$V_{д3}=30$ км/год.(рух по ґрунтовій дорозі, зупинки й т.п.).

$$L_{д3} = L_{дг3} + L_{др3} \text{ км,} \quad (4.22)$$

де $L_{др3}$ - середня відстань доставки ЗЧ зі складу районного рівня, км;
(відстань $L_{др3}=22,69$ км визначалося до складу господарства).

$$L_{д3}=22,7+7,6=30,3 \text{ км}$$

$$T_{д3}=30,3/30=1,0 \text{ год.}$$

ЗЧ доставляються ТЗ господарства, тобто вони будуть рухатися до складу в одну сторону й в зворотній біг, тоді: $T_d = 1,01 \cdot 2 = 2,0$ год.

Час видачі ЗЧ зі складу, год. - $T_v = 0,7$ год.,

Тоді: $T_{д3} = 2,0 + 0,7 = 2,7$ год..

Визначення часу на доставку ЗЧ для всіх відмов 3-ої групи складності - T_3 , год:.

$$T_3 = T_{дк3} \cdot n_{від3}, \quad (4.23)$$

де $n_{від3}$ - всі відмови 3-ої групи складності, од..

$$T_3 = 2,7 \cdot 0,5 = 1,35 \text{ год.}$$

4)Визначення загального часу $T_{д заг}$, год. на доставку ЗЧ із всіх рівнів зберігання:

$$T_{д заг} = T_1 + T_2 + T_3. \quad (4.24)$$

$$T_{д заг} = 2,8 + 1,13 + 1,35 = 5,28 \text{ год.}$$

5) Визначення різниці в часі ΔT , год. при існуючій і пропонованій організації резервування й доставки запасних частин:

$$\Delta T = T_{дзч} - T_{д заг}, \quad (4.25)$$

$$\Delta T = 48 - 5,28 = 42,72 \text{ год..}$$

6)Визначення часу $\Delta T_{дн}$, дні на яке скоротиться тривалість збирання:

$$\Delta T_{дн} = T / T_{дн} \text{ дні.}, \quad (4.26)$$

де $T_{дн}$ - денний наробіток на один ЗК, год..

$$\Delta T_{дн} = 42,72/12 = 3,56 = 3 - 4 \text{ дні.}$$

Висновки: Зменшення тривалості збирання зернових на 3-4 дні при впровадженні пропонованої організації технічного сервісу резервування й доставки запасних частин, дозволить одержати додаткову продукцію врожаю зернових культур за рахунок зниження втрат зернової продукції.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

Поліпшення умов праці і підвищення її безпеки безпосередньо впливають на зниження виробничого травматизму, професійних захворювань, збереження здоров'я працюючих з одночасним зниженням затрат на оплату пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах. Тому основними задачами з охорони праці (ОП) є створення здорових і безпечних умов праці, ліквідація травматизму і проф. захворювань на виробництві. ОП є важливим завданням керівника господарства, головних спеціалістів, керівників виробничих ділянок підрозділів [25].

Для вирішення завдань з ОП в господарстві існує система управління охороною праці. До управляючого органу системи управління охороною праці належать керівник та інженер з охорони праці, як основний координатор всієї роботи з охорони праці. До виконавчого органу належать головні спеціалісти, завідувачі відділами та окремі працівники господарства.

Керівник підприємства несе персональну відповідальність за організацію і стан охорони праці в господарстві. Він своїм наказом щорічно призначає відповідальних за охорону праці. Інженер з охорон праці організовує і координує роботи з охорони праці в підрозділах і контролює їх виконання.

Також керівник господарства зобов'язаний періодично бувати на робочих місцях, знати травмонебезпечні ділянки, місця можливого виникнення небезпеки, їх характер з метою розробки та прийняття ефективних заходів по їх попередженню [26].

В господарстві виконується типові положення про навчання з ОП. Інженер з охорони праці проводить вступний інструктаж.

Вступний інструктаж з питань ОП проводиться з усіма працівниками, щойно прийнятими на роботу, незалежно від їхньої освіти та стажу роботи; з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства. Запис про проведення вступного інструктажу робиться у спеціальному журналі, а також у документі про прийняття працівника на роботу. Перед початком робіт працівники проходять первинний інструктаж, а що пізніше – повторний інструктаж. Якщо потрібно виконувати інші роботи, то керівник проводить цільовий інструктаж. Усі види інструктажів, крім вступного, проводять безпосередні керівники робіт.

В господарстві проводиться пропаганда ОП. В різних підрозділах знаходяться стенди з ОП, транслуються відеофільми, читаються лекції з ОП, обладнуються куточки з ОП.

Відповідно до конституції України тривалість робочого часу не більше 40 годин на тиждень. Нормування тривалості робочого часу здійснюється державою за участю профспілок. При шестиденному робочому тижню з одним вихідним днем тривалість робочої зміни становить 7 годин. Для осіб, що працюють у шкідливих умовах праці – не більш як 36 годин на тиждень, що регулюється спеціальною інструкцією. Вагітні, матері, які годують немовлят або мають дітей віком до одного року, не залучаються у нічний та понадурочний час. До роботи зі шкідливими речовинами не допускаються особи молодше 18 років, вагітні і жінки, що годують дітей, а також особи, які мають медичні протипоказання і не знайомі з правилами безпеки. До всіх видів робіт, пов'язаних з пестицидами і мінеральними добривами, повинні допускатися працівники тільки по наряду-допуску, а самі роботи реєструватися в спеціальному журналі [25].

В господарстві є санітарно-побутові установи: гардеробні, душові, умивальні кімнати, медпункти.

В останні роки випущено велику кількість нормативних актів, що визначають обов'язки роботодавців та установ охорони здоров'я щодо

надання медичної допомоги працівникам шкідливих виробництв. В даний час періодичні медичні огляди проводяться силами територіальних лікувально-профілактичних установ. Режим праці і відпочинку – це встановлені для кожного виду робіт порядок чергування періодів роботи і відпочинку та їх тривалість. При виборі оптимального режиму праці та відпочинку потрібний комплексний соціально-економічний підхід. Робітники господарства перед прийняттям на роботу проходять медогляд і в подальшому щоквартально. Всі робітники обов'язково проходять обстеження на туберкульоз [26].

В господарстві дотримуються оптимального режиму праці та відпочинку, робота організується з обов'язковою перервою на обід протягом 40 хвилин.

На весь період роботи за кожним працівником закріплюється комплект засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), який повинен включати спецодяг, спецвзуття, протигаз або респіратор, захисні окуляри, рукавиці. До респіраторів і протигазів видаються змінні коробки і патрони. Вибір ЗІЗ повинен здійснюватися з урахуванням властивостей пестицидів і мінеральних добрив, умов праці та особистих даних працівника. ЗІЗ зберігають в спеціально виділених чистих, сухих приміщеннях в окремих персональних шафах [25].

Про нещасний випадок, внаслідок якого працівник згідно із медичним висновком втратив працездатність на один день і більше або виникла необхідність перевести його на іншу, легшу роботу терміном не менш, як на один день, складається акт за формою Н-1. правила надання першої медичної допомоги, правила особистої гігієни.

У склад комісії по розслідуванню простого нещасного випадку входить інженер з охорони праці, керівник структурного підрозділу, де стався НВ, представник профспілкової організації, представник Фонду соціального страхування від НВ [26].

При використанні та проведенні технічного сервісу машинно-тракторного парку виконується велика кількість різноманітних робіт: очищення і миття машин від бруду і пилу; заправка картерів, баків і інших

заправ очних ємностей машин паливно-мастильними матеріалами, технічними рідинами та іншими матеріалами; відкручення і затягування різних з'єднань вузлів і механізмів; зварювальні роботи при ремонті і обслуговуванні відновних вузлів і деталей машин; регулювання механізмів і вузлів; знімання і встановлення різних деталей і вузлів машин.

При виконанні цих та інших робіт використовується велика кількість різноманітних засобів, обладнання, інструмента і матеріалів, очисні машини, заправочні агрегати і установки, ремонтне і діагностичне обладнання, токарні, свердлильні, фрезерувальні, точильні і інші станки, зварювальне обладнання, великий асортимент слюсарного інструмента, технічні рідини, паливо і мастильні матеріали і т. п.

Робочі, що поступають на ремонтне підприємство, повинні отримати інструктаж по загальних правилах з охорони праці, а також пройти перевірку знань і навиків роботи. Робочий повинен виконувати тільки ту роботу, яка доручена йому майстром або начальником цеху. Перед початком роботи робочий повинен надіти спецодяг і головний убір. Одяг повинен бути застебнута на всі гудзики. Робочий, приступаючи до виконання певних операцій, зобов'язаний перевірити наявність і справність захисних огорож, пристосувань, а також надійність кріплення заземлюючих провідників. Вантажі вагою більше 20 кг дозволяється піднімати тільки підйомними механізмами із застосуванням спеціальних захоплень. Підйом вантажу повинен проводитися тільки вертикально. Робочому забороняється стосуватися електропроводки і корпусів працюючих двигунів, стояти під вантажем і на шляху його переміщення. Палити в цеху і на робочому місці. Палити можна тільки в спеціально відведеному для цього місці. Робочий інструмент повинен забезпечувати безпеку робіт.

Пристрої (патрони, планшайби, хомути і ін.), що обертаються, повинні мати гладкі зовнішні поверхні. Пристосування для закріплення робочого інструменту на свердлувальних верстатах повинні забезпечувати надійний затиск, точне центрування інструменту і не повинні мати виступаючих частин.

Робоче місце потрібно утримувати в чистоті і порядку. Для інструмента відповідно до його призначення передбачаються спеціальні шафи з полками й шухлядами, етажерки, а для оброблюваних деталей - стелажі висотою не більше 1,5 м. При необхідності робоче місце оснащується підйомно-транспортними пристроями, стендами, верстатами й іншим устаткуванням. На холодну підлогу встановлюють дерев'яні настили.

Інструмент повинний бути справним і зручним для користування. Ударний інструмент не повинний мати тріщин і забоїв. Ручки молотків, кувалд виготовляються овальної форми, з м'яких порід дерева.

Електроінструмент повинний мати заземлення, надійну ізоляцію корпусу і проводів. Пнемо інструмент повинний мати надійне з'єднання зі шлангом, по якому подається повітря. Спеціальні знімачі не повинні мати тріщин, деформованих ділянок, зірване чи зім'яте різьблення.

Заборонено працювати на несправному устаткуванні чи при відсутності на ньому надійного огородження обертових механізмів, та вузлів що рухаються. Встановлювати, і знімати інструмент і оброблювану деталь, вузол можна лише при повній зупинці верстата (стенда, установки).

Оброблювану деталь у кондукторах, у слюсарних тисках чи в інших пристосуваннях треба закріплювати міцно болтами, що виключить їхнє зрушення чи переміщення.

Особливу увагу варто звернути на експлуатацію абразивних кругів заточувальних і обдирних верстатів. Дуже важливо дотримувати розмір зазору між підручником і кругом. Круг повинен бути відбалансованим. Натискати на круг при обробці деталі потрібно рівномірно. Працювати обов'язково в окулярах, якщо немає на верстаті прозорого захисного козирка.

Особливу загрозу являє собою небезпечна зона, де можливий захват одягу або волься робочим рухомими частинами обладнання. Так, велика кількість НВ здійснюється при захваті не заправленому одягу в момент наближення до неогороженої рухомої деталі машин і механізмів.

Огородження і захисні пристрої повинні забезпечувати надійний захист працюючих безпосередньо на даному робочому місці від відлітаючих часток оброблюваних деталей, і у випадку поломки механізму, що огорожується, а також від можливого влучення частин тіла в небезпечні місця для ремонту тракторів, сільськогосподарських машин, ремонтно-технологічного устаткування.

Електрозварювальні роботи необхідно виконувати відповідно до вимог ГОСТ 12.3.003—86. Електрозварник і підручні робітники повинні користуватися захисними щитками або масками зі склом, яке не пропускає ультрафіолетових променів. Перед ремонтом і технічним обслуговування електрозварювальні установки треба від'єднати від живильної електромережі. Під час дощу або снігу забороняється виконувати електрозварювальні роботи на відкритому повітрі.

При технічному обслуговуванні техніки МТП дотримуються таких заходів: технічне обслуговування проводять на пунктах технічного обслуговування техніки; під колеса підставляють підкладки; рухомі агрегати і деталі фіксують; очистку від бруду і мийку техніки виконують в рукавицях; для захисту очей використовують окуляри; при роботі під технікою в інших умовах – аварійних, стелють на землю брезент або кладуть дошки.

При обслуговуванні акумуляторів спочатку очищають вентиляційні отвори в пробках елементів. Електроліт відбирають і доливають за допомогою гумової грушки. Технічні засоби необхідно обладнати вогнегасниками, які б знаходилися в легкодоступному місці і легко знімалися.

Заборонено: використовувати замість домкратів інші предмети (цеглу, каміння, дошки), які не забезпечують надійного кріплення автомобіля в вивішеному стані; курити і використовувати відкритий вогонь при роботі з нафтопродуктами; проводити технічне обслуговування і ремонт під проводами повітряних ліній електропередач.

Недопустимо виконувати роботи по ТО і ремонту при підтіканні палива, олива і води. При попаданні масла на гальмівні поверхні гальм, необхідно

розібрати і прочистити. При доливанні води в радіатор під час роботи, кришку радіатора необхідно відкривати в рукавицях бережно для запобігання опіку паром.

Заборонено: знаходитись в зоні технічного обслуговування техніки людям, які не пов'язані з виконанням технологічного процесу; палити під час заправки паливом; працювати при ненадійному кріпленні деталей, огорож, ланцюгових і пасових передач, обертових шківів.

При виконанні робіт по технічному обслуговуванню і ремонту техніки виникає такий шкідливий фактор, як загазованість, з яким треба боротися, бо він може привести до захворювання органів дихання, щитовидної залози та інші. Для цього потрібно використовувати в майстерні систему вентиляції. Освітлення повинне забезпечувати чітку видимість ділень на контрольно-вимірювальних пристроях і приладах, а також поверхонь оброблюваних деталей. Одним з основних заходів по зниженню виробничого травматизму, зменшенню кількості порушень вимог з охорони праці є розробка інструкцій з охорони праці при виконанні тих чи інших робіт.

Інструкція з охорони праці при технічному сервісі машин технологічних збиральних комплексів

1 Загальні положення

1.1 До роботи допускаються особи, які пройшли вступний та первинний інструктаж. До роботи з електричними і пневматичними інструментами допускаються особи, які знають їх будову та правила користуванням.

1.2 Працювати з електроінструментом дозволяється тільки в гумових рукавичках, стоячі на гумову килимку.

1.3 Ремонт, регулювання, обслуговування агрегатів проводять тільки при їх повній обстановці з непрацюючим двигуном.

1.4 Особи, яких допустили до роботи, повинні дотримуватись правил внутрішнього розпорядку роботи майстерні.

1.5 Забороняється паління у невстановлених місцях і розпивання спиртних напоїв під час робочого дня.

1.6 Кожен робітник, який працює оператором на машині пов'язаний з рухом і її обслуговуванням повинен витримати іспити:

- а) по правилам механічної експлуатації;
- б) по правилам техніки безпеки;
- в) по посадовій інструкції;
- г) по правилам внутрішнього розпорядку.

1.7 Робітники повинні суворо дотримуватися даної інструкції і несуть відповідальність за недотримання правил з охорони праці.

2 Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1 Перед початком роботи при використанні підйомно-транспортного обладнання робочий повинен впевнитись в його надійності, перевірити роботу обладнання без вантажу, впевнитись у його справній роботі без заїдань і ривків.

2.2 Не можна піднімати вантаж, який перевищує вантажопідйомність механізму. Необхідно перевірити роботу обладнання з вантажем.

2.3 Важливою умовою безпечної роботи є справність інструменту. Не можна відкручувати гайки і болти ключами, які не відповідають їхньому розміру, подовжувати ключ іншим ключем або трубою.

2.4 Перед зрізуванням головок болтів або гайок газовими приладами з машин знімають паливні баки, деталі системи живлення, мащення і акумуляторні батареї.

2.5 Усі обертові частини стендів повинні бути огороженні, а самі стенди заземленні.

2.6 Перед пуском стенда перевіряють надійність кріплення агрегату, приєднання шлангів і трубопроводів, а також справність і надійність огорожень.

3 Вимоги безпеки під час роботи

3.1 Випрасовувати і запресовувати втулки, кільця підшипників, підшипники та інші деталі з нерухомими посадками треба тільки за допомогою універсальних або спеціальних знімачів, пристроїв і пресів.

3.2 Під час роботи підйомно-транспортного обладнання необхідно чітко і добре зрівноважувати вантаж, слідкувати за його надійним закріпленням. Встановлювати знімач або пристрій, потрібно стежити за надійністю захвату деталі.

3.3 Під час продування деталей і агрегатів стиснутим повітрям надівають захисні окуляри, повітряний струмінь спрямовують від себе.

3.4 При використанні для вулканізації шин пари стежать за надійністю з'єднань та справністю трубопроводів і шлангів.

3.5 Під час обкатки двигунів забороняється проводити регулювання на працюючому двигуні, за винятком регулювань карбюраторів і кута випередження запалювання на карбюраторному двигуні.

3.6 При випробуванні паливних насосів і форсунок слід застосовувати пристрої, що не допускають розпилення і забруднення навколишнього середовища парами палива.

4 Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1 Після закінчення використання підйомно-транспортного обладнання забороняється ставити агрегати на підлогу і закріплювати їх випадковими предметами.

4.2 Необхідно відімкнути живлення електрообладнання, а штепсельну вилку і встановити в такому місці, де вона не була б доступна при випаданні опадів.

4.3 Пил, що виділяється при роботах, видаляють спеціальними пиłosосами, оснащеними пило збірниками. Пил із верстатів, столів і стін видаляють вологою ганчіркою, а з пиловловлюючих установок, повітроводів і вентиляторів – пиłosосами промислового типу.

5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

5.1 При виникненні аварійних ситуацій, які призвели до нещасних випадків, необхідно припинити роботу, повідомити про це начальника майстерні, надати першу допомогу потерпілому і при необхідності відвезти його в медичний заклад.

Аналізуючи умови праці робітників господарства і дотримання правил безпеки при експлуатації та ремонту машинно-тракторного парку необхідно зробити такі висновки: в господарстві існують випадки недотримання правил і норм з охорони праці при використанні і виконанні технічного обслуговування і ремонту техніки.

Висновки: Для поліпшення умов праці і підвищення рівня безпеки працівників ремонтної майстерні машинно-тракторного парку пропоную:

1. Якісне проведення планових інструктажів з охорони праці.
2. Суворого виконання правил безпеки при ремонті вузлів складної техніки.
3. Використовування справного обладнання та пристроїв, при виконанні робіт по ремонту і технічному обслуговуванні сільськогосподарської техніки.
4. Дотримання інструкцій на виконання ремонтних робіт та робіт по обслуговуванню техніки.

Виконання запропонованих заходів і вимог інструкції з охорони праці при ремонтних роботах складної техніки усунуть негативний вплив небезпечних факторів та покращать умови праці робітників і посилять їх безпеку.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Забезпечення стійкості роботи об'єктів народного господарства в умовах НС являється однією із основних задач ЦЗ.

- Стійкість роботи об'єкта – це здатність його в НС випускати продукцію в за плановому обсязі, необхідної номенклатури і в відповідній якості, а

у випадку впливу на об'єкт вражаючих факторів, стихійних лих та виробничих аварій – швидко відновлювати своє виробництво [30].

На стійкість функціонування об'єкта впливають такі фактори:

- розміщення об'єкту відповідно великих міст, хімічної промисловості, АЕС, воєнних об'єктів, великих гідротехнічних споруд тощо;
- технологія виробництва;
- природно-кліматичні умови;
- здатність об'єктів протистояти НС;
- здатність систем забезпечення життєдіяльністю;
- стійкість управління виробництвом і ЦЗ;
- наявність командно-керуючого складу ЦЗ об'єкту і населення;
- масштаби і ступень вражаючої дії аварії, катастрофи. стихійного лиха [26 с.31].

Більш підготовленими до стійкості роботи будуть ті об'єкти, які реально оцінюють небезпечні фактори, їх несприятливий вплив на виробництво і розробляють заходи по їх ліквідації.

Надзвичайна ситуація – це порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинена катастрофою, стихійним лихом, аварією, епідемією, великою пожежею, застосуванням засобів ураження, що призвели або можуть призвести до матеріальних і людських втрат [26 с.11].

Надзвичайні ситуації природного характеру – небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, зміна стану повітряного басейна, природні пожежі, масове ураження водних ресурсів та біосфери, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин.

Поширеними в даному регіоні НС можуть бути: землетрус, урагани, зливи, ожеледь, заметілі, град.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру: неспровоковані вибухи чи загрози, аварії з викидами (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, транспортні аварії (катастрофи), пожежі, раптове руйнування споруд та будівель, аварії на спорудах життєзабезпечення і інженерних мережах, гідродинамічних аваріях тощо.

Всі перераховані події негативно впливають на роботу господарства, а саме: руйнують будівлі, зривають дахи, обривають лінії електропередач і зв'язку, розмивають дороги і мости.

Для ліквідації їх наслідків потребується великі матеріальні та фінансові затрати та затрати людських ресурсів.

Найбільш вірогідною НС – може бути землетрус, для чого і проведемо розрахунок стійкості автотракторного парку (АТП) в умовах впливу землетрусу.

Товариство з обмеженою відповідальністю (ТОВ) сільськогосподарське підприємств – «Агрофірма Мар'янівська» Ширяївського району Одеської області знаходиться у с. Мар'янівка в 7 км від районного центру – смт. Ширяєво, в 15 км від залізничної станції Затишся на півночі району та в 130 км від обласного центру – м. Одеса.

Землі підприємства розміщені на півночі Північно – степової підзони Степової зони Одеської області. Підприємство спеціалізується на виробництві зернових культур, соняшнику, молока і м'яса. Площа сільськогосподарських угідь, що складає тільки рілля – 3142 га. Середньорічна чисельність працюючих в с.-г. виробництві - 46 осіб. Склад автотракторного парку (АТП) налічує 26 тракторів, 15 комбайна, 28 автомобілів.

Оцінка стійкості автотракторного парку в умовах впливу землетрусу

АТП розташовано в двохповерховому будинку. Будова не сейсмостійка, цегляна, без каркасна з перекриттям із залізобетонних елементів. На об'єкті працює 36 осіб. Приміщення оснащені персональними електронно-

обчислювальними машинами (ПЕОМ) з іншою периферією (факси, ксерокси і іншим обладнанням). Найбільш небезпечним вражаючим фактором є землетрус.

Оцінку стійкості проводимо у такій послідовності:

1. Визначаємо максимальну бальність землетрусу, яка може бути для об'єкту. Об'єкт знаходиться в північній частині Одеської області, де може бути землетрус силою до 7 балів, $\delta_{\text{МАКС}} = 7$ балів.
2. Визначаємо межу стійкості будинку (таблиця 15) [26]: $\delta_{\text{ЛИМІТ}} = 6$ балів.
3. Порівнюємо межу стійкості будинку з максимальним значенням уражаючого фактора: $\delta_{\text{ЛИМІТ}} = 6 \text{ балів} < \delta_{\text{МАКС}} = 7 \text{ балів}$.

Це означає, що об'єкт в цілому не стійкий до землетрусу в 7 балів.

4. Визначаємо ступінь можливих руйнувань і втрат (таблиця 11) [26]. Будинок отримує середні руйнування із втратами до 45%.

Людські втрати визначаємо по таблиці 12 [26].

Загальні втрати людей – 11% (4 робітника), із них:

- безповоротні втрати – 3% (1 робітник);
- санітарні втрати – 8% (3 робітника).

Можна допустити, що ПЕОМ і інша оргтехніка теж будуть мати втрати до 45%.

5. Визначимо стійкість роботи АТП $C_{\text{ОРГ}}$ по формулі:

$$C_{\text{ОРГ}} = 1 - K_{\text{ВТРАТ}} : 100, \quad (4.1)$$

де $K_{\text{ВТРАТ}}$ - коефіцієнт втрат, відсотки.

Отже, $C_{\text{ОРГ}} = 1 - 45 : 100 = 0,55$.

Висновки та пропозиції: стійкість роботи АТП до землетрусу можна вважати задовільною. АТП може виконувати роботи після проведення певних відновлювальних робіт.

Пропозиції щодо підвищення стійкості роботи АТП в умовах землетрусу:

- розміщувати приміщення, в яких працюють робітники, потрібно на нижніх поверхах будівель;

- мати резервне джерело електроенергії відповідної потужності;
- мати запаси води для побутових і технічних потреб;
- в підвалах створити запас ПЕОМ і іншої оргтехніки;
- для ліквідації наслідків землетрусу потрібно мати резерв будівельних матеріалів.

6 БІЗНЕС-ПЛАН ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗБИРАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

Резюме

Предметом розробки бізнес-плану є – впровадження методів технічного сервісу технологічних комплексів для збирання зернових культур.

Продукт проекту - надання послуг по проведенню робіт при ремонті і технічному обслуговуванню зернозбиральних комбайнів при збиранні зернових культур на площі 2 750,00 га.

Покупець – Сільськогосподарські підприємства Одеської області.

Сума кредиту – 3 460 480,00грн.

Економічний ефект – 1 988 750,62грн.

Термін окупності – 1,74 років.

Термін погашення кредиту - три роки.

6.1 Характеристика розробки

Мета нашої розробки – впровадження системи ремонту та технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів, яка включає в собі проведення періодичних видів обслуговування – ТО-1; ТО-2; після сезонного ТО, поточного ремонту з використанням пересувних ремонтно- діагностичних агрегатів та методів резервування агрегатів та запасних частин з при збирання зернових культур на земельній площі 2 185,00 га.

Пересувний ремонтно-діагностичний агрегат застосовують для проведення комплексу складних і працемістких робіт по технічному обслуговуванню та діагностуванню комбайнів. Основні роботи, котрі проводять при ТО та діагностиці: мийно–очисні, регулювальні, кріпильні, заправні, зварювальні, токарні, діагносту вальні та ін. Своєчасна перевірка машини дозволяє виявити несправності та усунути їх.

Пересувні засоби також дозволяють з меншими затратами праці і грошових витрат замінити деталі та вузли техніки. Несвоєчасна перевірка техніки на надійність може спричинити вихід з ладу інших вузлів та спричинити простій техніки і затримати виконання технологічних операцій – збирання зернових.

Актуальність розробки – використання технології проведення технічного обслуговування та усунення відмов комбайнів у складі технологічних комплексів для збирання зернових культур з використанням пересувних ремонтно-діагностичних агрегатів та методів резервування запасних частин на різних рівнях дає значну економію матеріальних витрат підприємства, зменшує термін збирання урожаю і його втрат, а також підвищує надійність техніки. Технологічна розробка проекту не є новинкою на ринку, так як в багатьох господарствах є власні пересувні ремонтно-діагностичні агрегати, але не використовуються методи резервування агрегатів та запасних частин, та дотримання технології проведення технічного обслуговування техніки не завжди виконується. Тому необхідно, щоб ці послуги в проектуємому господарстві були якісними ніж за попередні роки, а також по собівартості дешевшими ніж в інших господарствах сільськогосподарських підприємств.

Необхідно також відзначити, що більшість техніки у всіх сільськогосподарських підприємствах морально та фізично застаріла, тому пріоритетним напрямком всіх підприємств є поновлення засобів виробництва, зокрема технологічних комплексів для збирання зернових культур.

В наш час при обґрунтуванні технічного сервісу збирально-транспортного комплексу слід зосередити увагу на тому, що в деяких районах створюються машино - технологічні станції, які надають всі послуги по збиранню сільськогосподарських культур. Тому необхідно, щоб ці послуги в нашому господарстві були дешевими ніж у інших сільськогосподарських підприємств, які надають послуги по збиранню сільськогосподарських культур.

6.2 Оцінка ринку збуту

Впровадження системи ремонту та технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів розробляється для господарств Одеської області: СВК „Криничне” Болградського району, ТОВ "Агрофірма „Дністровська” Арциського району, СТОВ "Іва" Роздільнянського району, ТОВ «Агрофірма Мар'янівська» Ширяївського району та інших господарств, тобто головним покупцем будуть дані підприємства. Але беручи до уваги те, що ні всі господарства сільськогосподарських підприємств мають сучасне обладнання і виконують технологію технічного обслуговування техніки, наше господарство зможе надавати свої послуги по виконанню цих робіт іншим господарствам, розташованим на невеликій відстані, приблизно 10-20 км. Це може скоротити термін окупності капіталовкладень для впровадження пропонуємої технології і знизити собівартість пропонуємих послуг.

Також беручи до уваги те що, не всі господарства мають збиральну техніку в потрібній кількості, наш збирально-транспортний комплекс зможе надавати послуги і іншим підприємствам, після закінчення робіт в своєму господарстві. Ця кількість послуг може бути великою беручи до уваги те, що збирання зернових культур повинні проводитись в оптимальні агротехнічні строки. Але на практиці не всі господарства в змозі дотримуватись цих строків і саме вони є потенційними покупцями.

6.3 Конкуренція

Головними конкурентами при наданні послуг по організації технології технічного обслуговування та ремонту зернозбиральних комбайнів у складі технологічних комплексів для збирання зернових культур є підприємства технічного сервісу МТП, які розташовані в основному у великих містах. Перевагою господарств є те, що вони знаходиться в сільській місцевості в невеликій відстані від м. Одеса, де і розташовані основні об'єкти надання послуг.

Головними конкурентами при надані послуг по збиранню сільськогосподарських культур є інші підприємства та фірми з парком зернозбиральних комбайнів. Перевагою нашого господарства є більша якість послуг, яка впливає, що вся зернозбиральна техніка –комбайні буде надійною та утримання її буде дешевше, так як вона складається з марок техніки, яка вже використовувалась раніше. Отже з конкуренцією господарства буде стикатися тільки при надані послуг на сторону, тобто іншим сільськогосподарським підприємствам.

6.4 Стратегія маркетингу

Маркетинг в наших господарствах при даній розробці буде використовуватись тільки при надані послуг іншим господарствам та населенню. В такому випадку наші послуги будуть рекламуватись такими способами: а) дзвінками керівникам господарств, які є потенційними покупцями; б)друкуватися об'яви в районній та обласній газетах – „Слава хліборобу” та „Одеські вісті”. Вартість оголошення – 340 грн; в) розвішування об'яв по навколишнім селам.

При насичені ринку послуг, господарства можуть знижувати реалізаційні ціни на той чи інший вид послуг виходячи з більш низькою собівартості за рахунок надійності техніки. В цьому ж випадку перевага буде надаватись сезонним контрактам, який в себе включає весь комплекс послуг по технічного сервісу і збиранню зернових культур. В такому випадку буде плануватись система знижок.

6.5 План виробництва

По даній дипломній роботі для впровадження системи ремонту та технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів треба виконувати роботи з ТО-1, ТО-2, після сезонного ТО, поточного ремонту і діагностуванню з використанням пересувних ремонтно-діагностичних агрегатів та методів резервування агрегатів та запасних частин на різних рівнях при збирання зернових культур. Для резервування і зберігання запасних частин будуть використовуватись три рівня – перший – пересувний склад технологічного

комплексу, другий – склад відділення (бригади), третій – склад господарства. Для технологічних комплексів для яких виконується розробка у складі пересувних ремонтно-діагностичних агрегатів буде працювати два робітника: майстер-наладчик і майстер-діагност. На кожному складі буде працювати по одному комірнику. Необхідно також придбати і змонтувати обладнання для складів - полиці. Розмір витрат на придбання, технічне обслуговування і амортизацію обладнання приведено в таблиці 6.1.

Також для проектуемого нового складу збирально-транспортного комплексу треба придбати чотири зернозбиральні комбайна Дон-1500Б, які вже були в експлуатації - 2015 року виробництва з ціною одного комбайна – 865 120 грн, так як ціна нових комбайнів дуже висока, а данні комбайни по середньому терміну використання такі, як і у господарствах. Вони купляються як резервні комбайни з ціллю підвищення надійності технологічних комплексів методом гарячого резервування.. Цю техніку можливо придбати як в кредит, так і за повну ціну. Такі фірми як “АгроСоюз”, “ДонСнаб”, “Ростсельмаш” надають послуги на придбання бувшій в експлуатації і нової сільськогосподарської техніки.

6.6 Юридичний план

Структура технологічних комплексів та система ТО та ремонту зернозбиральних комбайнів буде створюватись на базі досліджуємих підприємств, тому вся структура управління, яка склалася на даному підприємстві буде відноситись і до нашої розробки. При реалізації послуг іншим підприємствам буде отримувати прибуток, який буде відноситись до підприємства, яке надає послуги.

Також збирально-транспортний комплекс є структурним підрозділом сільськогосподарського підприємства. Отже система управління та організація виробництва буде повністю відповідати стандартам, які закріплені в установчому договорі. Також слід приділити увагу організації збиральне - транспортного комплексу на госпрозрахунковій основі, при якій галузь рослинництва буде купувати послуги в даному підрозділі.

6.7 Оцінка ризику і страхування

Великих ризиків для втілення і успішної роботи спроектованої технології технічного обслуговування та ремонту зернозбиральних комбайнів господарства не так багато. Це полягає в тому, що такі якісні послуги в цьому напрямку господарства саме виконують на своїй території і для свого господарства, які будуть окупуватися і фінансуватися за рахунок коштів підприємства, отримуваних, як за послуги по виконанню робіт по збиранню зернових культур так і на сторону іншим підприємствам,

Одним з головних ризиків в сільському господарстві південного регіону України є погані кліматичні умови, тобто регіон відноситься до зони ризикового землеробства, але цей ризик не залежить від того своя техніка використовується в господарстві чи купуються послуги інших господарств, при чому наявність свого надійного збирального - транспортного комплексу сприятливо позначиться на проведенні збиральних робіт. Отже вони будуть проводитись не тільки більш якісно, але і в оптимальні агротехнічні строки.

Висока собівартість деяких операцій, як збирання врожаю, підбір та обмолот валків також буде перекриватись оптимальними агротехнічними строками при яких втрати врожаю мінімальні (таблиця 6.1) та наданню послуг іншим сільськогосподарським господарствам.

Таблиця 6.1 Втрати врожаю зернових від терміну збирання

Кількість днів	Відсоток втрат	Термін збирання, дні		Планова врожайність, ц/га	Кількість га збирання за 1 день		Втрати всього, ц	
		до	після		до	після	до	після
		9,17	6,55	42,00	300,00	420,00		
5	2,30	5,00	5,00		300,00	420,00	1 449,00	2 028,60
10	10,10	5,00	1,55		300,00	420,00	6 363,00	2 757,30
15	27,50	5,00			300,00	420,00	17 325,00	0,00
Всього							25 137,00	4 785,90

Головним ризиком можуть бути підвищення цін на паливно-мастильні матеріали, запасні частини, тощо. З цими ризиками господарство може боротися шляхом створення страхового фонду паливно-мастильних матеріалів та запасних частин, страхування від цих ризиків в страхових агентствах та інше.

6.8 Фінансовий план

При впровадженні технології технічного сервісу зернозбиральних комбайнів господарство зможе економічно виграти за рахунок зменшення витрат на ТО і ремонт (з 20% до 10%) [2].

У цьому підрозділі розробляють фінансові документи для обґрунтованого варіанту технології шляхом узагальнення матеріалу усіх попередніх розділів і представлення їх у вартісному вираженні. Такими основними фінансовими документами є:

- прогноз обсягів (реалізації) технічних обслуговувань;
- калькуляція повної собівартості (продукції) услуг;
- баланс грошових витрат і надходжень;

термін окупності капіталовкладення або кредиту із визначенням точки беззбитковості виробництва.

Калькуляція собівартості пропонуємих услуг складається для кожного виду технічного обслуговування машин і ремонту з урахуванням по за виробничих витрат та ринкових цін.

Так як головним покупцем збирально-транспортного комплексу є сільськогосподарські підприємства, всі розрахунки проводились виходячи з цього. Іншими видами послуг є польові роботи (збирання врожаю та інші).

Повна собівартість C_{Π} , грн. містить виробничу собівартість, поза виробничі витрати та податок на землю:

$$C_{\Pi} = C_{\text{в}} + C_{\text{пв}} + C_{\text{з}}, \text{ грн}, \quad (6.1)$$

де $C_{\text{в}}$ – виробнича собівартість вибраного варіанту технології, грн.;

$C_{пв}$ – Поза виробничі витрати на збут продукції та інші непередбачені статті витрат, грн. ;

C_3 - податок на землю, грн.;

Поза виробничі витрати розраховують за наступною формулою (6.2) і розподіляють пропорційне між виробничими собі вартостями окремих видів продукції :

$$C_{пв} = \frac{C_v \cdot K_{поз.в}}{100}, \quad (6.2)$$

де $K_{поз.в}$ – відсоток на поза виробничі витрати від виробничої собівартості ($K_{поз.в} = 3...6\%$)[15].

C_3 – $П_3$ – податок на землю, *грн.* розраховують за формулою:

$$C_3 = П_3 = \frac{SB_{3М} K_{3П}}{100}, \text{ грн}, \quad (6.3)$$

де $K_{3П}$ – ставка фіксованого податку на землю від її вартості ($K_{3П} = 0,5\%$) [15];

$B_{3М}$ – вартість землі, грн./га.

Повна собівартість одиниці продукції (послуг) $C_{по}$, грн /га, дорівнює:

$$C_{по} = \frac{C_{п}}{n}, \text{ грн} / \text{т}, \quad (6.4)$$

де n – загальний обсяг продукції, робіт, за обліковий період, т, га.

Баланс грошових витрат і надходжень

Цей документ дозволяє оцінити, скільки грошей необхідно вкласти в проект у розбивці за часом, тобто до початку реалізації проекту і в процесі виробництва. Головна задача балансу – перевірити синхронність надходження і витрат коштів. Задача цього документу – показати, як буде формуватися і змінюватись прибуток.

Прогноз грошових надходжень на перші два-три роки роботи виконують без врахування доходів від реалізації основних фондів, що вибули, по акціях та інших, тобто розглядають ситуацію, коли доход D , грн.

формується тільки за рахунок виручки від реалізації основної продукції або послуг, тобто [12]:

$$D = B = C_e \cdot n, \quad (6.5)$$

де B – виручка від реалізації продукції або послуг, *грн.*;

C_e – відпускна ціна — ціна реалізації одиниці продукції або послуги, *грн.*;

n – загальний вихід продукції або послуг, m , га, од.

Прибуток Π , *грн.* дорівнює:

$$\Pi = B - C_{no} \quad (6.6)$$

Рівень рентабельності виробництва P , відсотки визначається :

$$P = \frac{\Pi}{C} \times 100\%, \quad (6.7)$$

Термін окупності капіталовкладень T , років визначається :

$$T = K_K / \Pi, \quad (6.8)$$

де K_K – капіталовкладення, *грн.*

Термін повернення кредиту T_{KP} , років визначається :

$$T_{KP} = K_{KP} / a \Pi, \quad (6.9)$$

де K_{KP} – сума кредиту з урахуванням відсотків за користування ним, *грн.*;

a – коефіцієнт, який враховує долю прибутку, що витрачається на погашення кредиту: $0 < a \leq 1$; при $a = 1$ весь прибуток витрачається на погашення кредиту в термін T .

Розрахунок економічної ефективності удосконалення технічного сервісу зернозбиральних комбайнів приведений в таблиці 6.3.

Розглядаючи дану таблицю не можна не помітити те, що собівартість майже всіх робіт є нижчою ніж ціна, яка склалася на ринку. В цілому ж економічний ефект від впровадження системи ремонту та технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів буде в розмірі 1 988 750,62 грн.

Показник точки беззбитковості дозволяє визначити обсяг продукції, суми надходжень від реалізації якої дорівнюватимуть сумі всіх витрат на виробництво та реалізацію. За допомогою такого показника можна спрогнозувати, яку кількість послуг (зібраних га площі зернових культур) потрібно реалізувати для того, щоб технологічний комплекс вийшов на беззбитковий рівень роботи.

Для розрахунку точки беззбитковості потрібно всі витрати по реалізації виробництва розбити на постійні та змінні. До змінних витрат відносять ті, що залежать (пропорційно збільшуються або зменшуються) від обсягів виробництва. До постійних витрат відносять витрати, що залишаються незмінними незалежно від обсягів послуг (виробництва продукції). Розрахунок рівня беззбитковості можна проводити двома методами: математичним та графічним. *Математичний метод* дозволяє зробити розрахунок швидше, його доцільно застосовувати при необхідності визначення рівня беззбитковості для багатьох варіантів.

Обчислення точки беззбитковості T_6 , послуг (зібраних га площі зернових культур), тис. грн. виконується за формулою [22]:

$$T_6 = \frac{B_n}{Ц_B - B_{зм}}, \quad (6.10)$$

- де B_n – постійні витрати на одиницю обслуговування (продукції) – разові затрати групи Б [15] та сума поверненого щорічного кредиту або щорічної частки капіталовкладень, *грн.*;
- $B_{зм} = A$ – змінні витрати на одиницю послуг (продукції), що містять поточні і разові витрати - прямі експлуатаційні витрати та витрати технологічних матеріалів, *грн.*.

$Ц_B$ – ціна виручки (продукції) або від надання послуг по виконанню робіт при збиранні сільськогосподарських культур, *грн.* (таблиця 6.3).

За постійні витрати беремо: суму поверненого щорічного кредиту (4 млн 706 тис. 252,80 грн /3 роки = 1 млн.568 тис. 750,93 грн.); річні витрати на

амортизацію – 1 млн.384 тис.192 грн.; річні витрати на ремонт і технічне обслуговування –1 млн. 331 тис. 722,36 грн. (таблиця 6.2).

Тоді постійні витрати - $B_{\Pi} = 1 \text{ млн. } 568 \text{ тис. } 750,93 + 1 \text{ млн. } 384 \text{ тис. } 192 + 1 \text{ млн. } 331 \text{ тис. } 722,36 = 4 \text{ млн. } 284 \text{ тис. } 665,29 \text{ грн.}$

$C_{\text{в}} = 805,50 \text{ грн.}$ – ціна - собівартість збирання зернових до впровадження системи ремонту та технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів, грн/га; $B_{\text{зм}} = 765,22 \text{ грн.}$ – виробнича собівартість 1 га, грн. після впровадження системи ремонту та технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів. Тоді точка беззбитковості розраховується, як:

$T_{\text{б}} = [4284665,29 / (805,50 - 765,22) + (1988750,62 / 6300)] = 12037,26 \text{ га збирання зернових культур.}$

Графічний метод полягає в графічному розміщенні в системі координат наступних показників: обсяг зібраних зернових культур в одиницях вимірювання – га – по осі абсцис, виручка від надання послуг (реалізації продукції) та витрати на виробництво – по осі ординат, тис. грн (листі 14 презентації). Лінія загальних витрат $B_{\text{зв}}$, грн. будується на підставі рівняння [22]:

$$B_{\text{зв}} = B_{\Pi} + B_{\text{зм}} n \quad (6.11)$$

$B_{\text{зм}} = 12037,26 \cdot 765,22 = 9 \text{ млн. } 211 \text{ тис. } 157,67 \text{ грн.}$

На підставі аналізу даних графіку (листі 14 презентації) зробимо загальний висновок, що при збиранні 12037,26 га зернових культур ТЗК стає прибутковим.

Таблиця 6.2 Розрахунок економічної ефективності удосконалення ТС
зернозбиральних комбайнів при збиранні зернових культур

Показники	Існуючі	Проектуємо	Відхилення (+,-)
1	2	3	4
Обсяг робіт в господарстві, га	2 750,00	2 750,00	0,00
Кількість комбайнів, од.	12,00	16,00	4,00
в т. ч.: основні	12,00	12,00	0,00
резервні		4,00	4,00
Продуктивність 1 комбайну за добу, га	25,00	26,25	1,25
в т.ч.: основного	25,00	25,00	0,00
резервного		30,00	30,00
Продуктивність всіх комбайнів за добу, га	300,00	420,00	120,00
в т.ч.: основних	300,00	300,00	0,00
резервних	0,00	120,00	120,00
Кількість днів збирання в своєму господарстві, дні	9,17	6,55	-2,62
Кількість днів всього, дні	15,00	15,00	0,00
Кількість днів збирання в інших господарствах, дні	5,83	8,45	2,62
Кількість зібраних га в інших господарствах, га	1 750,00	3 550,00	1 800,00
Кількість зібраних га всього, га	4 500,00	6 300,00	1 800,00
Працемісткість на весь обсяг робіт, люд.-год.	150,00	150,00	0,00
Кількість обслуговуючого персоналу, люд.	24	32	8,00
Витрати праці всього, люд-год.	3 600,00	4 800,00	1 200,00
Тарифний розряд з оплати праці:	5,00	5,00	
Годинна тарифна ставка, грн.	53,87	53,87	0,00
Оплата праці по тарифу - всього, грн.	193 932,00	258 576,00	64 644,00
Витрати на оплату праці з нарахуваннями, грн.	265 221,40	353 628,54	88 407,13
Норма витрат пального, кг/га	20,00	19,50	-0,50
Потреба пального на весь обсяг робіт, кг	55 000,00	53 625,00	-1 375,00
Комплексна ціна пального, грн./кг	26,00	26,00	0,00

Продовження таблиці 6.3

1	2	3	4
Витрати на пальне - всього, грн.	1 430 000,00	1 394 250,00	-35 750,00
Балансова вартість 1 комбайну, грн.	865 120,00	865 120,00	
Балансова вартість комбайнів всього, грн.	10 381 440,00	13 841 920,00	3 460 480,00
Норма амортизації, відсотки	10,00	10,00	0,00
Витрати на амортизацію всього, грн.	1 038 144,00	1 384 192,00	346 048,00
Норма витрат на ПР, ТО та зберігання, відсотки	6,00	6,00	0,00
Витрати на ПР, ТО та зберігання всього, грн.	622 886,40	830 515,20	207 628,80
Всього додаткових витрат на технічний сервіс, грн		501 207,16	501 207,16
Всього витрат на організацію ремонту та технічного обслуговування, грн.	622 886,40	1 331 722,36	708 835,96
Всього прямих витрат, грн.	3 356 251,80	4 463 792,90	1 107 541,10
Загально виробничі витрати, грн.	268 500,14	357 103,43	88 603,29
Всього витрат, грн.	3 624 751,95	4 820 896,33	1 196 144,38
Виробнича собівартість 1 га, грн.	805,50	765,22	-40,28
Витрати на збір продукції в своєму господарстві, грн.	2 215 126,19	2 104 359,51	-110 766,68
Витрати на збір продукції в інших господарствах, грн.	1 409 625,76	2 716 536,82	1 306 911,06
Ціна збирання в інших господарствах, грн/га	1 550,00	1 550,00	0,00
Виручка від збирання в інших господарствах, грн.	2 712 500,00	5 502 500,00	2 790 000,00
Прибуток від збирання врожаю в інших господарствах, грн.	1 302 874,24	2 785 963,18	1 483 088,94
Врожайність на кореню в своєму господарстві, ц/га	42,00	42,00	0,00
Кількість втрат в своєму господарстві, ц	25 137,00	4 785,90	-20 351,10
Собівартість 1 ц зерна, грн.	19,18	18,22	-0,96
Вартість втрат зерна, грн.	482 092,01	87 197,01	-394 895,00
Економічний ефект, грн.	-	1 988 750,62	-
Капітальні вкладення, грн.	-	3 460 480,00	-
Термін окупності, років	-	1,74	-

6.9 Стратегія фінансування

Необхідні кошти в розмірі 3 460 480,00 гривень планується взяти в банку в кредит.

Таблиця 6.3. Заява на одержання кредиту

Сума кредиту	3 460 480,00 грн.
Бажаний відсоток	18 %
Термін погашення кредиту	3 роки
Погашення кредиту	Раз на рік
Джерело виплат	Прибуток від реалізації продукції
Гарантії	Майно підприємства

Таблиця 6.4 Графік погашення кредиту

Період сплати	Періодичність	Сума основного боргу, грн..	До виплати, грн..	Плата за кредит, грн..	Разом до виплати, грн..	Загальна економія, грн..
1	раз на рік	3 460 480,00	1 153 493,33	622 886,40	1 776 379,73	1 988 750,62
2	раз на рік	2 306 986,67	1 153 493,33	415 257,60	1 568 750,93	1 988 750,62
3	раз на рік	1 153 493,33	1 153 493,33	207 628,80	1 361 122,13	1 988 750,62
Всього			3 460 480,00	1 245 772,80	4 706 252,80	5 966 251,86

Висновки: За результатами розрахунків кошти планується віддати за 3 роки головним чином за рахунок економії послуг порівняно з цінами інших сільськогосподарських підприємств.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Зроблений аналіз експлуатаційного та технічного забезпечення надійності зернозбиральних комбайнів при збиранні зернових культур показав, що існуючі методи організації технологічного процесу збирання не забезпечують необхідного рівня безвідмовної роботи та працездатності зернозбиральних комбайнів. Простої збиральних машин по організаційних і технологічних причинах досягають біля 30...35% змінного часу роботи.
2. Експериментально встановлено, що в типовому господарстві Одеської області: середня відстань доставки запасних частин при зберіганні в складі ТЗК складає 1,20 км, відділення - 3,92 км, господарства - 7,63 км і в районі - 22,70 км; простої комбайнів з технічних причин становлять 3,2 год. змінного часу.
3. Встановлено, що для зернозбиральних комбайнів в умовах регіону середній наробіток на відмову рівняється 4,04 год., а середній час відновлення працездатного стану - 1,05 год. При цьому відмови з технічних причин, усунення яких пов'язане із заміною вузла або деталі, становлять 60...70% від загального їхнього числа; відновлення працездатного стану-3,3 год./відмову, з яких 2,0 год. доводиться на доставку запасної частини. Встановлено, що від загальної кількості відмов, що усуваються із заміною запасної частини відмови І групи складності становлять 82 %, II-16% і III-2 %. При цьому середній наробіток на відмову склала 10,5 год.,
4. Розроблено модель системи удосконалення технічного сервісу комбайнів технологічних комплексів на збиранні зернових для забезпечення їх надійності, що дозволяє: визначати раціональні варіанти резервування машин і запасних частин та обґрунтовувати методи організації технічного сервісу.

5. При реалізації системи удосконалення технічного сервісу зернозбиральних комбайнів ТЗК продуктивність комбайнів, у порівнянні з існуючими, збільшується на 15-20%, а економічна ефективність впровадження технологічних комплексів на збиранні зернових на площі 2 750,00 га складає 1 млн. 988 тис. 750,62 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аніловіч В.Я., Карпов В.Г. Забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. К.: Техніка, 1989. 125 с.
2. Вітвіцький В.В., Босий М.А. Економічні аспекти визначення витрат на експлуатацію сільськогосподарської техніки. *Продуктивність агропромислового виробництва*. 2007. №6. С. 89 – 93.
3. Домущі Д.П. Методи обґрунтування оптимальної тривалості збирання урожаю зернових культур. *Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки*. Одеса: ОДАУ, 2014. № 74. С.64 – 68.
4. Домущі Дмитро. Модель експлуатаційного забезпечення збиральних комплексів з урахуванням резервування та відновлення працездатності машин. *Збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції “Інноваційні технології в аграрному секторі: тенденції та напрямки-2026” (наукове електронне видання)* 20-21 травня 2026 р. Одеса: Одеський державний аграрний університет, 2026. С. 226-231.
5. Домущі Д.П., Новаковський М.А. Особливості організації технологічного процесу збирання зернових культур. *Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки*. Одеса: 2013. № 65. С.157–161.
6. Домущі Дмитро, Савченко Олег, Конєв Сергій. Алгоритм моделювання оптимізації технологічного процесу збирання зернових колосових культур. *Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції “Інноваційні технології в аграрному секторі: тенденції та напрямки-2025” (наукове електронне видання)* 21-22 травня 2025 р. Одеса: Одеський державний аграрний університет, 2025. С. 176-180.

7. Думенко К.М., Бойко А.І. Вплив ефективності сфери технічного обслуговування на встановлення функцій готовності та відновлення зернозбиральної техніки. *Техніка і технології АПК. Вип. 1 (16)*. 2011. С. 11–14.
8. Думенко К.М. Дослідження надійності зернозбиральних комбайнів. *Сільськогосподарські машини. Луцьк: ЛНТУ, 2010. Вип. 20. С. 68 – 78.*
9. Економічний довідник аграрника / В.І. Дробот, Г.І. Зуб, П.М. Кононенко та ін. ; ред. Ю.Я. Лузан, П.Т. Саблук. К.: Преса України, 2003. 800 с.
10. Коваль В., Домуші Д., Устюянов П. Організація технічного сервісу машин в аграрному секторі. Актуальні аспекти розвитку науки і освіти: збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців, 2-3 жовтня 2025р., Одеса: Одеський державний аграрний університет, 2025. С. 146-149. <https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2025/11/Zbirnyk-V-Mizhn-konf-2-3.10.25-ODAU.pdf>
11. Метод обґрунтування параметрів збирально-транспортних комплексів/Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик та ін.. *Механізація та електрифікація сільського господарства: ННЦ «ІМЕСГ»: загальнодерж. наук зб.. Глеваха, 2015. Вип. №1 (100). С. 224 – 234.*
12. Інженерний менеджмент: навчальний посібник. І.І. Мельник, І.Г. Тивоненко, С.Г. Фришев та ін. ; ред. І.І. Мельник. Вінниця: Нова книга, 2007. 536 с.
13. Марченко В. В. Механізація технологічних процесів у рослинництві : навчальний посібник. К.: Кондор, 2007. 334 с.
14. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолост та ін.; ред. В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний. К.: Урожай, 1996. 382 с.
15. Машини для збирання зернових та технічних культур: посібник/ ред. В.І. Кравчук, Ю.Ф. Мельник. К.: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. 296 с.
16. Методичні рекомендації до виконання випускних кваліфікаційних робіт/ І.В. Малецька та ін. Одеса: ОДАУ, 2021. 50 с.

17. Множина основних подій та особливості їх планування у проектах збирання ранніх зернових культур/ Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик та ін.. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук зб. Глевах, 2011. Вип.95. С.375 – 374.*
18. Нелеп В.М. Планування на аграрному підприємстві: *підручник.*/ К.: КНЕУ, 2004. 495 с.
19. Нормативи витрат живої та уречевленої праці на виробництво зернових культур / В.В. Вітвицький, П.М. Музика, М.Ф. Кисляченко, І.В. Лобастов. К.: НДІ "Украгропромпродуктивність", 2010. 352 с. (*Б-ка спеціаліста АПК "Економічні нормативи"*).
20. Основні напрями забезпечення працездатного стану техніки машинно-тракторного парку аграрних підприємств / Устиянов П. Д., Домуці Д. П., Супрунюк В. П., Гуславський А.В. *Актуальні аспекти розвитку науки і освіти: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців (Одеса, 08-09 грудня 2022 р.). Одеський державний аграрний університет.* Одеса: ОДАУ, 2022. С.309 – 313.
21. Павлівський В.М., Нагірний Ю.П., Мельник І.І. Проектування технологічних систем рослинництва. Тернопіль: Збруч, 2003. 264 с.
22. Практикум з інженерного менеджменту / І.І. Мельник, Я.М. Михайлович, С.М. Бондар, Р.В. Шатров ; ред. І.І. Мельник. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2009. 121 с.
23. Ремонт тракторів і автомобілів : *навчальний посібник : у 2-х кн. Кн.1.* Д. П. Домуці , А. М. Яковенко, П. І. Осадчук та ін. . Одеса : ТЕС, 2020. 191 с.
24. Ремонт тракторів і автомобілів : *навчальний посібник : у 2-х кн. Кн.2.* Д. П. Домуці , А. М. Яковенко, П.Д. Устиянов та ін. . Одеса : ТЕС, 2024. 181 с.

25. Саун М.М., В.Ф. Нагорнюк. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур : *навчальний посібник*. Одеса: ВМВ, 2009. 184 с.
26. Саун М.М., Нагорнюк В.Ф. Методичні вказівки до написання розділу “Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях” в дипломних роботах студентів ОКР «Спеціаліст», «Магістр». Одеса: ОДАУ, 2011. 39 с.
27. Сидорчук О.В., Скібчик В.І. Планування потреби у технічному забезпеченні проєктів збирання зернових, олійних та бобових культур. *Східно-європейській журнал передових технологій*. 2013. №1/10(61). С. 76-79. РИНЦ: <https://elibralli.ru/item.asp?id=19067373>. WorldCad:
28. Скібчик В.І., Днесь В.І. Визначення обсягів втрат вирощеного вражаю зернових культур за різних параметрів технічного оснащення їх збирання та післязбиральної обробки зерна. *Технології АПК XXI століття: проблеми і перспективи розвитку: Зб. матер. междунар. науч.–практ. конф. (13-14 квітня м. Ніжин).* – Ніжин, 2017. С. 157–159.
29. Сосновська О.О., Ярошенко П.П., Іванюка М.В. Техніко-економічне обґрунтування господарських рішень в рослинництві: *навчальний посібник*. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.
30. Стеблюк М.І. Цивільна оборона: *навчальний посібник*. К.: Кондор, 2003. 455 с.
31. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / ред. Д.І. Мазоренко, Г.Є. Мазнєв. Х: ХНТУСГ, 2006. 725 с.
32. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на збиранні сільськогосподарських культур / В.В. Вітвіцький, І.М. Демчак, В.С. Пивоваров та ін. К.: НДІ „Укргропромпродуктивність”, 2005. 544 с.
33. Управління інженерною діяльністю виробничих і сервісних підприємств АПК : *навчальний посібник* / Г.М. Калетнік, В.Д. Войтюк, С.М. Бондар та ін. К.: Хай-Тек Прес, 2010. 448 с.

- 34.Яковенко А.М. Двозмінка для механізаторів: *монографія*. Одеса: Бондаренко М.О. 2024. 216 с.
- 35.Ясинський В.В., Гайдей О.О. Бізнес-планування: теорія і практика: *навчальний посібник*. К.: Каравела, 2004. 232 с.
- 36.Domushchi Dmytro, Enakiev Yuriy, Elenov Blagoj (2025). Methods for operational support of the reliability of complex technological and technical systems in grain harvesting. *The V international scientific and practical conference of academic staff and young researchers “Current issues in the development of science and education”*, 2-3 october 2025, Odesa. OSAU,125-129.
- 37.Domushchi D. A., Y. I. Enakiev, P. I. Osadchuk. (2026). Technical and energy assessment of the efficiency of the operational reliability assurance system of technological complexes. *Proceedings of the scientific forum with international participation “Ecology and agrotechnologies – fundamental science and practical realization”*, 05.12.2025. Volume 7. Sofia, Bulgaria, 2026. 152-158.
- 38.Domushchi D. A., Ustuyanov A. D., Maletin A. V., Osadchuk P. I., Enakiev Y. I. (2024). Analysis of the reliability of machines for the harvesting and transport complex and justification of the requirements for their reservation. *Proceedings of the scientific forum with international participation “Ecology and agrotechnologies – fundamental science and practical realization”*, 05.12.2023, Sofia, 2024. Volume 5, 285–290.