

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: „Обґрунтування структури інженерно технічної служби аграрного підприємства”

Виконав: студент 6 курсу групи Аін-61
Спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Барабаш Володимир Михайлович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Чухрай В.Є.
(Прізвище та ініціали)

Рецензенти: _____
(Прізвище та ініціали)

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Барабашу Володимир Михайловичу

1. Тема роботи: „Обґрунтування структури інженерно технічної служби аграрного підприємства”

Керівник роботи: Чухрай Володимир Євгенович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 12.09.2024 року № № 616/к-с

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 6.12.2024 року.

3. Вихідні дані: *Відомі методики оцінки ефективності використання тракторів та їх ремонту. Джерела інформації про номенклатуру тракторів аграрного сектору України, та ефективність їх використання та про структуру інженерно-технічної служби аграрних підприємств.*

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Аналіз відомих методик оцінки ефективності використання тракторів та їх ремонту

2. Коротка характеристика номенклатура тракторів аграрного сектору України

3. Розгляд структури часу простою машин з причини несправності

4. Варіанти оптимізації машиноремонтних процесів в господарствах АПК

5. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

Перелік графічного матеріалу (*слайди презентації*):

1-тема 2-мета роботи та завдання дослідження; 3 – умови дотримання строків виконання робіт; 4 – інформація про склад парку тракторів України; 5, 6 – переважачі моделі тракторів потужністю біля 100 к.с.; 7 – складові, що впливають на структуру процесів

ремонту; 8 – складові часу простою; 9 – структурно – логічна схема відповідного зв'язку окремих складників часу простою техніки; 10 – шляхи досягнення мети ремонтних втручань; 11 – структурно логічна схема варіантів досягнення мети ремонтних втручань; 12, 13, 14, 15 – результати обробки експериментальних даних; 16 - висновки

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 4	Чухрай В.Є. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
5	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 12.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Аналіз відомих методик оцінки ефективності використання тракторів та їх ремонту</i>	12.09.2024 – 26.09.2024	
2.	<i>Коротка характеристика номенклатура тракторів аграрного сектору України</i>	27.09.2024 – 10.10.2024	
3.	<i>Розгляд структури часу простою машин з причини несправності</i>	11.10.2024 – 31.10.2024	
4.	<i>Варіанти оптимізації машиноремонтних процесів в господарствах АПК</i>	1.11.2024 – 14.11.2024	
5.	<i>Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	15.11.2024 – 21.11.2024	
6.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	22.11.2024 – 6.12.2024	

Студент _____
(підпис)

Барабаш В. М.

Керівник роботи _____
(підпис)

Чухрай В.Є.

УДК: 631.629

Магістерська робота: 57 с. текст. част., 18 рис., 3 табл., 26 джерел.

Обґрунтування структури інженерно технічної служби аграрного підприємства

Барабаш В. М. Кафедра АтаТС імені професора Олександра Семковича.
– Дубляни, Львівський НУП, 2024.

Проведено аналіз відомих методик оцінки ефективності використання тракторів та їх ремонту, розглянуто чинники, що впливають на своєчасне виконання обсягів робіт основного сільськогосподарського виробництва.

Наведено коротку характеристику номенклатури тракторів аграрного сектору України, дана інформація про чисельний і марочний склад та основні характеристики найбільш масових і популярних моделей.

Розглянуто структуру часу простою машин з причини несправності, складові мети ремонтних втручань та шляхи її досягнення за умови різного технічного стану техніки внаслідок відмови. Розглянуто всі види варіантів усунення несправностей техніки.

Запропоновано методику дослідження тривалості простою машинно-тракторних агрегатів. Для оцінки ефективності ремонтної служби запропоновано використовувати коефіцієнт оперативності ремонту. Для визначення коефіцієнта оперативності ремонту враховується втрати часу на транспортування машини до ремонтної майстерні, очікування на комплектуючі, очікування на місце в ремонтній майстерні, на очікування мобільного підрозділу та час технологічних операцій повернення машини у працездатний стан.

Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІЗ ВІДОМИХ МЕТОДИК ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРІВ ТА ЇХ РЕМОНТУ	8
2 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА НОМЕНКЛАТУРА ТРАКТОРІВ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УРАЇНИ	17
3 РОЗГЛЯД СТРУКТУРИ ЧАСУ ПРОСТОЮ МАШИН З ПРИЧИНИ НЕСПРАВНОСТІ	31
4 ВАРІАНТИ ОПТИМІЗАЦІЇ МАШИНОРЕМОНТНИХ ПРОЦЕСІВ В ГОСПОДАРСТВАХ АПК	35
4.1. Аналіз складових часу простою машинно- тракторних агрегатів залежно від об'єктивних виробничих обставин	35
4.2. Методика дослідження тривалості простою машинно-тракторних агрегатів з експлуатації	38
4.3. Результати дослідження складових часу простою машинно-тракторних агрегатів	40
4.4 Варіанти структура інженерно-технічної служби аграрного підприємства	43
5 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	47
5.1. Моделювання процесів виникнення аварій і травм	47
5.2. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм	49
5.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях	51
ВИСНОВКИ	53
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	54
ДОДАТКИ	57

ВСТУП

Важливою проблемою для господарств агропромислового комплексу є дотримання оптимальних строків виконання технологічних операцій виробництва сільськогосподарської продукції. Наявність такої проблеми викликана тим, що реалізація процесів сільськогосподарського виробництва залежить від багатьох об'єктивних чинників, серед яких є: детерміновані (погодні умови та відмови техніки); сталі (рельєф полів, фізико-механічні властивості ґрунтів, геометрія полів). Переважно не змінюється спеціалізація виробництва, деякі зміни стосуються складу машинно-тракторного парку (МТП) і ремонтно-обслуговуючої бази (РОБ). У зв'язку із запровадженням сучасних інноваційних технологій і використанням нової техніки змінюються технологічні процеси механізованих та ремонтно-обслуговуючих робіт.

Перелічені чинники певною мірою впливають на своєчасне і якісне виконання технологічних операцій виробництва сільськогосподарської продукції. Причому важливе значення для дотримання оптимальних агротехнічних строків має продуктивність машинно-тракторних агрегатів, яка в основному залежить, за сприятливих погодних умов, від наявної техніки та ефективності їх використання. В свою чергу ефективність використання техніки залежить від їх технічного стану та оперативності усунення відмов у випадку їх настання.

Досягнути раціонального використання земель сільськогосподарського призначення можна лише за умови своєчасного, визначеного календарними строками, виконання технологічних операцій. Для цього потрібно мати відповідний машинно-тракторний парк і дієву систему технічного сервісу. Для забезпечення високого рівня технічної готовності та надійності машин агропромислового комплексу важливим завданням є скорочення часу їх простою в експлуатації. Це питання залишається актуальним через відсутність ефективної системи технічного обслуговування та ремонту, а також через брак

стратегії реформування та розвитку цих послуг. Окрім того, значна частина техніки, зокрема трактори, перейшли у власність фізичних осіб, які, як правило, не мають достатньої матеріально-технічної бази для проведення ремонтів і технічного обслуговування.

Загалом час простою техніки варто розглядати як суму таких компонентів: час, витрачений на виявлення причини несправності; час очікування, пов'язаний із передачею інформації; тривалість переміщення об'єкта ремонту; час на зміну позиції технічного обладнання; час на переміщення виконавців робіт; тривалість перебування техніки в технологічному циклі ремонту; час очікування, обумовлений режимом роботи учасників процесу (перерви протягом робочого дня, міжзмінні перерви, вихідні дні тощо); час очікування з технологічних, організаційних та кліматичних причин, які можуть траплятися і в комплексі.

Кожна складова часу простою машини з експлуатації може мати певну тривалість залежно від конкретної системи ремонту і усунення відмов.

На підставі викладеного вище можна сказати, що оптимізувати машиноремонтні процеси за критерієм їх тривалості можна багатьма варіантами залежно від конкретних виробничих умов, а отже актуальною є тема: “Обґрунтування структури інженерно технічної служби аграрного підприємства”.

Мета роботи: запропонувати варіанти структури інженерно технічної служби аграрного підприємства за критерієм мінімізації коефіцієнта оперативності ремонту.

Завдання досліджень:

1. Провести аналіз відомих методик оцінки ефективності використання тракторів та їх ремонту.
2. Навести коротку характеристика номенклатура тракторів аграрного сектору України.
3. Розглянути структуру тривалості простою машин з експлуатації.

4. Запропонувати структуру інженерно-технічної служби аграрного підприємства.

Об'єкт досліджень: машинно-тракторні агрегати які в процесі роботи перейшли з працездатного стану у непрацездатний.

Предмет досліджень: тривалість простою машинно-тракторних агрегатів з експлуатації для виконання ремонтних робіт ремонту залежно від структури інженерно-технічної служби аграрного підприємства.

1. АНАЛІЗ ВІДОМИХ МЕТОДИК ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРІВ ТА ЇХ РЕМОНТУ

На ефективність використання тракторів впливає багато факторів таких як: організація виробничого процесу; кліматичні умови; фаховий рівень підготовки механізаторів; технічний стан тракторів та діюча система їх ремонту.

Щоб уникнути негативного впливу ремонтних робіт та дотримання строків виконання операцій з виробництва основної продукції, необхідно дотриматися умови [14]:

$$t_{\text{дон}} \geq t_{\text{нр}}, \quad (1.1)$$

де $t_{\text{дон}}$ – необхідний резервний фонд часу робочого, год.;

$t_{\text{нр}}$ – час простою машинно-тракторного агрегату для його повернення в працездатний стан, год.

$$t_{\text{дон}} = t_{\text{рч}} - t_m, \quad (1.2)$$

де $t_{\text{рч}}$ – фонд робочого часу, що визначається за календарем у даному періоді, год.;

t_m – час, за який можна виконати плановий обсяг роботи, год.

Час $t_{\text{нр}}$ складається з наступних складових:

$$t_{\text{нр}} = t_o + t_{\text{лог}} + t_{\text{р\delta}}, \quad (1.3)$$

де t_o – час перебування агрегатів в очікуванні ремонтних втручань, год.;

$t_{\text{лог}}$ – час переміщення агрегатів та елементів техніки в зону виконання технологічних операцій ремонту, год.;

$t_{\text{р\delta}}$ – тривалість технологічного циклу ремонту, год.

Фонд робочого часу $t_{\text{рч}}$ може бути визначений з виразу:

$$t_{\text{рч}} = d_p t_{\text{зм}} \eta_{\text{зм}} \eta_{\text{кпу}}, \quad (1.4)$$

де d_p – кількість прийнятих робочих днів у визначеному календарному періоді;

$t_{зм}$ – час робочої зміни агрегатів, год.;

$\eta_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

$\eta_{кпу}$ – коефіцієнт який залежить від погодних умов, розраховується за формулою [14]:

$$\eta_{кпу} = \frac{d_{кпу}}{d_k}, \quad (1.5)$$

де $d_{кпу}$ – кількість днів в яких погодні умовами сприяють використанню техніки;

d_k – загальна кількість календарних днів в даному періоді.

Час, за який виконується заданий обсяг робіт t_m , можна визначити з виразу [16]:

$$t_m = \sum_{r=1}^P \frac{A_r}{\left(\sum_{i_r}^{K_r} W_{i_r}\right) \varepsilon_r}, \quad (1.6)$$

де A_r – запланований обсяг даного (r -го) виду робіт (за технологічними операціями), ум. ет. га;

W_{i_r} – продуктивність відповідних (i -их) агрегатів на виконанні певної (r -ої) технологічної операції, що може визначатись в ум. ет. га/год, або в мото-годинах;

k_r – коефіцієнт використання агрегатів в процесі виконання певної (r -ітої) технологічної операції:

$$k_r = \frac{N_n}{N_a}, \quad (1.7)$$

де N_n – кількість агрегатів, що виконують r -іту операцію;

N_a – кількість наявних справних агрегатів для виконання r -ітої операції.

Кількість різноманітних, одночасно виконуваних операцій обмежується складом агрегатів, а максимальна кількість можливих скомпонованих агрегатів визначається з виразу:

$$N_{agr} = K(2^m - 1), \quad (1.8)$$

де K – кількість наявних тракторів;

m – кількість наявних машин.

Фактично можлива кількість варіантів може бути набагато меншою $N_{МТА}$, обрахованої за допомогою формули (1.8), що пояснюється різним марочним складом тракторів та конструкціями комплектуваної техніки і кількістю знарядь і машин передбачених в даному машинно- тракторному агрегаті. Кожен машинно-тракторний агрегат, потрібно скомплектувати так, щоб він забезпечував використання максимальної продуктивності виконуваних технологічних операцій.

Складові частини втраченого робочого часу техніки можна відобразити у вигляді:

$$t_{втр} = t_{ком} + t_{нр}, \quad (1.9)$$

де $t_{ком}$ – час, втрачений через комунікаційні причини, год.;

$t_{нр}$ – час, втрачений через очікування ремонтних дій, год.

На підставі аналізу складових часу простою агрегатів $t_{нр}$, можна зробити висновок, що період очікування несправних агрегатів t_o залежатиме від моменту виникнення несправності, особливостей структури та організації роботи ремонтної служби підприємства, а також її від виробничих зв'язків з іншими підрозділами системи ремонту і матеріально-технічного постачання, та іншими структурами аграрного комплексу. Час перевезення $t_{мр}$ агрегатів, вузлів та інших складових частин техніки до місця де будуть виконуватися технологічні операції визначається середньою експлуатаційною швидкістю транспортних засобів в конкретних дорожніх умовах та відстанями перевезень. Цей показник може дорівнювати нулю, якщо відмова усувається безпосередньо на місці її виникнення. З метою мінімізації часу транспортування необхідно раціонально розмістити стаціонарні та мобільні підрозділи ремонтної бази на існуючій мережі доріг, якими передбачається

здійснювати перевезення. Для мінімізації часу транспортування потрібно, щоб стаціонарні і мобільні підрозділи ремонтної бази були раціонально розміщені на існуючій мережі доріг. Як критерій оцінки вдалого розміщення є сума відстаней від місць виникнення несправності техніки до місць ремонту в майстерні, або до підрозділів де ці несправності усуваються. Дослідивши на мінімум представлену нижче функцію можна встановити координати вдалого розміщення виробничих структур ремонтної бази [16]:

$$f(x, y) = n\sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} + m\sqrt{(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2} + Y, \quad (1.10)$$

де (x, y) – відповідно координати точки місця доцільного розташування підрозділу ремонтної бази;

$(x_i, y_i)_{i=1,2}$ – відповідно координати точок відмови агрегатів та перехресть транспортних мереж;

$n + m$ – кількість зон на території де відбувалися відмови, прийнятих до розрахунку;

Y – стала величина, що визначається наявною мережею доріг.

Тривалість знаходження агрегатів і їх складових елементів у технологічному процесі усунення відмов t_{pd} залежить від технічного стану машин, технологій, досвіду виконавців що виконують ремонтні роботи та їх технологічного оснащення. Також тривалість можна зменшити якщо є можливість залучити більше виконавців.

Розглядаючи складові наведені у виразі (1.1), можна відзначити, що для того щоб не мати проблем в напружені періоди виконання операцій вирощування сільськогосподарської продукції потрібно вживати заходи створення резерву часу t_{don} шляхом збільшуючи чисельність енергетичних засобів та застосовувати сучасні технології і технічні засоби ремонту, щоб зменшити часу простою агрегатів t_{np} .

На підставі розглянутого можна припустити, що ефективність використання техніки аграрних виробників в майбутньому буде залежати від динаміки розвитку системи технічного ремонту, структура якого буде формуватися на підставі кількісного і якісного складу машин та конкретних умов виробництва.

З метою визначення ефективності використання техніки і швидкості усунення несправностей протягом року проводився аналіз використання тракторів та усунення їх несправності. Такі дослідження велися впродовж багатьох років. При цьому досліджувалась група тракторів старих марок які довготривалий час використовувались в Україні.

За результатами досліджень визначались такі показники. Середній наробіток одного фізичного трактора [14]:

$$\overline{W}_c = A_t / K_c, \quad (1.11)$$

де A_t – сумарний наробіток тракторів за період t , ум. ет. га;

K_c – кількість фізичних за списком наявних тракторів, наявних в період t .

Середній наробіток одного трактора з числа тих, що працювали в досліджуваний період часу t :

$$\overline{W}_n = A_t / K_n, \quad (1.12)$$

де K_n – кількість наявних тракторів, які використовувались в період t .

Середнє денне напрацювання за один день згідно календаря:

$$\overline{W}_{kd} = A_t / d_k. \quad (1.13)$$

Середнє напрацювання за один відпрацьований день одного трактора з числа наявних:

$$\overline{W}_{пр д} = A_t / d_{pt}, \quad (1.14)$$

де d_{pt} – кількість відпрацьованих тракторами днів за період t .

Коефіцієнт використання календарного часу:

$$\eta_k = d_{pi} / d_{ki}, \quad (1.15)$$

де d_{pi} – кількість днів трактора в роботі за період t .

Коефіцієнт експлуатаційної працездатності тракторів [15]:

$$\eta_{mz} = \frac{d_k - d_{t_{\text{вук}}}}{d_k}, \quad (1.16)$$

де $d_{t_{\text{вук}}}$ – кількість днів перебування трактора у несправному стані.

Важливим показником є приведена трудомісткість ремонту Tq яку можна відобразити у чотирьох варіантах:

Перший – приведена трудомісткість ремонту на одиницю виконаної роботи [15]:

$$Tq_A = \frac{T_i}{A_i}, \quad (1.17)$$

де T_i – трудомісткість ремонту відповідного трактора за відповідний календарний період, люд.-год.;

A_i – наробіток певного конкретного трактора за відповідний період, ум. ет. га;

Другий – приведена трудомісткість ремонтних робіт на один день експлуатації певного трактора:

$$Tq_d = \frac{T_i}{d_{p_\mu}}, \quad (1.18)$$

Третій – узагальнена трудомісткість ремонту на один день простою даного трактора з експлуатації:

$$Tq_{\%o} = \frac{T_i}{d_{P_\mu}}, \quad (1.19)$$

де d_{p_μ} – кількість днів простою даного трактора через несправність;

Четвертий – приведена трудомісткість ремонту між настанням відмов, яку визначаємо з виразу:

$$Tq_n = \frac{T_i}{n}, \quad (1.20)$$

де n – кількість відмов трактора за даний період.

Коефіцієнт використання тракторів за працездатним станом описується виразом:

$$\eta_{cc} = \frac{d_{pi}}{d_{ci}}, \quad (1.21)$$

де d_{ci} - кількість днів перебування трактора в працездатному стані.

Коефіцієнт оперативності ремонтного втручання визнається із співвідношення:

$$\eta_{op} = \frac{T_i}{t_{вил}}. \quad (1.22)$$

В таблиці 1.1 подано результати розрахунків перелічених показників на підставі проведених досліджень. Слід відзначити, що склад досліджуваного парку тракторів налічував 14 одиниць, і до нього входили: МТЗ-80 – 5 шт., ПМЗ-6Л – 4 шт., Т-150К – 1 шт., Т-74 – 1 шт., Т-70С – 1 шт., Т-25 – 1 шт., Т-16М – 1 шт. [15].

Таблиця 1.1 – Показники ефективності використання тракторів та усунення їх відмов [15]

Показники та їх розмірність	Середнє значення за місяць	Сумарне значення за рік	Відношення <i>max/min</i>
$A_{сумарне}, у. е. га$	438,5	4823,8	14,8
$A_{МТЗ-80}, у. е. га$	212,55	2338	18,5
$A_{ПМЗ-6}, у. е. га$	92,60	1018,6	4,12
$A_{Т-150}, у. е. га$	50,94	560,37	2,44
$\overline{W}_{пр д з аг}, у. е. га / од. день роб.$	3,90		2,66
$\overline{W}_{пр д з МТЗ}, у. е. га / од. день роб.$	4,14		2,77
$\overline{W}_{пр д з ЮМЗ}, у. е. га / од. день роб.$	2,89		2,66
$\overline{W}_{пр д з Т-150}, у. е. га / од. день роб.$	10,37		2,42
$\overline{W}_{кд заг}, у. е. га / календ. день$	14,44		9,6
$\overline{W}_{n заг}, у. е. га / трактор$	51,3	564,5	3,81

$\overline{W}_{с заг, у. е. га/трактор}$	30,9	340,1	14,7
η_k , загальний	0,26		7,7
ε_r , загальний	0,60		6,6
η_{mg}	0,84		1,39
$N_{загальна, відмов}$	9	99	7,5
Tq_A , люд. – год./у. е. га	0,312		20,9
Tq_d , люд. – год./день роб. тр-ра	1,217		20,1
Tq_v , люд. – год./день простою	2,137		5,9
Tq_n , люд. – год./одну відмову	15,21		9,8
η_{cc}	0,31		8,1
η_{op}	0,305		5,2

З таблиці 1.1 видно, що за досліджуваний період було усунуто 99 відмов загальною трудомісткістю 1506,8 люд.-год. По місяцях року середня трудомісткість усунення однієї відмови лежала в межах від 2,61 до 25,76 люд.-год., причому сумарна трудомісткість усунення відмов тракторів МТЗ-80 становила 46 % від загальної, або 138,9 люд. на один трактор при сумарному напрацюванні тракторів МТЗ-80, яке становило 48,4% від загального, що свідчить про певну закономірність. Досить високі значення коефіцієнта готовності тракторів η_{mg} і досить низький коефіцієнт використання справного стану η_{cc} свідчать про те, що ефективність використання тракторів є низькою, а, отже, критичних ситуацій в напружені періоди через їх технічний стан не виникало.

Висновки.

Викладена методика заслуговує на увагу так як дає можливість зрозуміти всі варіанти оцінки ефективності використання тракторів та проведенню операцій з повернення їх працездатності. Проведення більш глибоких досліджень в даному напрямі дасть змогу визначити за якою закономірністю змінюються перелічені показники в залежності від конкретного складу парку тракторів та машин, що з ними агрегатуються, як

впливають природно-кліматичні умови та спеціалізація господарств та як працює інженерно технічна система. Також більш реальним і точним стане прогнозування оптимального використання МТП з врахуванням часу ремонтних втручань.

Оскільки більшість показників залежить від природно-кліматичних умов, спеціалізації виробництва і наявної матеріально-технічної бази, то дослідження повинні мати регіональний характер.

Даною методикою оцінки ефективності використання тракторів та їх ремонту доцільно користуватися всім формуванням агропромислового комплексу, так як вона дає змогу найбільш повного і об'єктивного аналізу процесів використання і ремонту машинно-тракторних агрегатів.

Звичайно, що номенклатура марок і моделей тракторів постійно оновлюється і змінюється їх чисельність. Однак дослідження можуть мати більш широкий спектр так як сучасні трактори оснащені засобами віддаленого (дистанційного) контролю і облік їх роботи і відмов можна буде фіксувати значно простіше.

2. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА НОМЕНКЛАТУРА ТРАКТОРІВ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УРАЇНИ

За даними Державної служби статистики за 2022 рік, у 2019 році в Україні налічувалось 130529 тракторів. В тому числі підприємствами аграрного сектору було придбано 2109 тракторів різної потужності, що становило на 996 одиниць менше, ніж було куплено у 2018 році. На підставі аналізу статистики, найбільше впродовж 2018 року в Україні було продано тракторів «Беларус» різної потужності, кількість яких становила 442 штуки. Друге місце зайняли трактори «John Deere» - відповідно 410 шт., а на третьому були трактори «New Holland» з чисельністю 248 шт. Значною популярністю користувались також трактори фірми «Case», яких було придбано 150 одиниць [26].

У львівській області кількість зареєстрованих тракторів складала на той час 2317 штук [26].

Слід зазначити що, при виборі тракторної техніки покупці орієнтувались не лише на марку трактора та її потужність, а й на оптимальне співвідношення ціни та якості. За цим показником абсолютним лідером був трактор «Беларус», потужністю до 100 кВт. Його середня вартість склала 474,4 тис. грн., що навіть було дешевше, ніж у 2018 році. Кількість таких тракторів придбаних у 2019 складала 254 шт. тобто 57,46% від кількості придбаних тракторів даної марки.

Вважається, що найбільш затребувані на українському аграрному ринку у сегменті сільськогосподарських тракторів такі, потужність двигунів яких коливається в межах 100 к. с. Потреба в них, згідно з оцінками спеціалістів, щороку становить близько 4000 машин по всій Україні. Тоді як вітчизняні тракторобудівники разом могли задовольняти цей попит лише до 5-10%. Тобто хоча цих тракторів потрібно у кількісному відношенні чимало, але саме таких на ринку все ще гостро не вистачало. Тому зрозуміло, що й у сегмент

тракторів потужністю в межах 80-120 к. с., дуже привабливий для численних фермерських господарств, зараз стараються увійти також американські, японські, німецькі, китайські виробники тракторів. Також і ще багато інших машинобудівних фірм, що виробляють техніку для аграрного сектору. Тому маємо дуже різноманітну номенклатуру тракторів і належну конкуренцію між фірмами постачальниками [3, 22, 26].

Зростання продажів в Україні тракторів європейського виробництва та в певній мірі американського і японського згодом зможуть дозволити собі по фінансовій спроможності середні та невеликі господарства. Звичайно, що основною перешкодою в оновленні парку тракторів на сьогодні є війна.

Українські аграрії зіткнулися з певними недоліками домінування білоруської техніки на ринку, зокрема через неодноразове підвищення, протягом останніх років, вартості білоруської продукції. В минулому Мінський тракторний завод оцінював свою продукцію в білоруських рублях, але потім почав фіксувати ціну у американських доларах. Це спричинило те, що перевага вартості білоруської техніки перед технікою з Європи та аналогами американськими, значно зменшилася, виходячи з сучасного фінансового стану у міжнародних відносинах.

Дніпропетровський «Південний машинобудівний завод» і його конструкторське бюро також багато років займалися так званим побічним продуктом таким як тролейбуси та трактори «ПМЗ» (раніше «ЮМЗ»). Трактор «ПМЗ-6» належить до серії універсальних колісних тракторів сільськогосподарського й промислового призначення, які випускалися «Південним машинобудівним заводом» ще з 1970 року.

Сьогодні, серед найпопулярніших і досі моделей, мабуть, варто назвати «ПМЗ 10280» з двигуном на 100 к. с. На рисунку 2.1 показано загальний вигляд трактора ПМЗ 10280.

Силовий блок це зазвичай двигуни Deutz, але можливе встановлення лінійки інших двигунів. Також трактори «ПМЗ» комплектували доволі

непоганими двигунами «Івеко», а також двигунами Д-245. Трансмісія і коробка передач даних тракторів в основному турецького виробництва.

Трактори ПМЗ додали в комфорті. Покращили кабіну елемент трактора, що найперше оцінює будь-який механізатор. Поставили двері збільшеного розміру, опукле вітрове скло. Оснастили робоче місце кондиціонером, системою для забезпечення мікроклімату в холодний період року, а також очищення повітря від пилу й створення надлишкового тиску з метою уникнення запахів, що можуть потрапляти з за меж кабіни.



Рисунок 2.1 Загальний вигляд трактора ПМЗ 10280.

Компанія New Holland («Нью Холанд») у цій популярній ніші теж вирішила ввести на наш ринок трактори приблизно такої ж потужності. Спочатку це були фермерські моделі TL 5040, TL 5050, TL 5060, що мають двигун на 80-100 к. с., і за виробничими параметрами прийнятні для дуже багатьох українських виробників сільськогосподарської продукції. Кабіни тракторів серії TL5000 оснащені скляними дверима й збільшеними вікнами з круговим оглядом. Характерний для тракторів New Holland є вузький і заокруглений капот, що дозволяє добре орієнтуватися навіть при складних маневрах із фронтальним оснащенням для навантаження. Наявність навантажувача дозволяє у великій мірі розширити можливі межі застосування. Зокрема, трактор можна використовувати на тваринницьких фермах для

піднімання, складання й перекладання тюків сінажу, або для очищення території та навантаження різних матеріалів на транспортні засоби.

Але, проводячи послідовну маркетингову політику (насамперед враховуючи податкові ризики), компанія New Holland найактивніше пропонує на ринку України інший трактор, а саме TD5.110 номінальною потужністю 110 к. с. із транспортною швидкістю 30 км/год, загальний вигляд якого показано на рисунку 2.2. Він «заточений» саме під український ринок. Наприклад, така важлива дрібниця: у тракторі встановлено передпусковий підігрівач, що особливо важливо для Сходу України, де морози іноді бувають і навесні, у розпал польових робіт.



Рисунок 2.2 Загальний вигляд трактора New Holland TD5.110

New Holland TD5.110 – одна з останніх моделей тракторів. В Україні працює два роки. Він комплектується 3,9-літровим двигуном із максимальним крутним моментом 430 Нм (при 1400 об./хв.). Вантажопідйомність заднього механізму – 3565 кг. Виробництво цього трактора налагоджене в Туреччині, що дозволило знизити його вартість порівняно з європейськими конкурентами [16].

Активно трактори такої ж потужності просуває в Україну також Китай. Наприклад, є вже на нашому ринку компанії Foton («Фотон»), Yto («Юто»), Xingtai («Сінтай»), Jinma («Джинма»), Chery («Чері») та ін. При цьому ціна їх

на 15-20% нижча, ніж навіть у вітчизняної техніки. Китайських тракторів зараз дуже багато працює й у Голландії, Великобританії, Польщі, Туреччині та Угорщині. Бо вони варті уваги: наприклад, корпорація УТО виготовляє трактори за інженерними кресленнями моделей корпорації Fiat. Ну, а технологічні лінії виробництва, імпортовані з Італії та Німеччини, дозволяють китайцям забезпечувати задовільну якість продукції. При цьому китайські трактори є недорогими, бо КНР для своєї техніки не імпортує ані металу, ані комплектуючих, уся сировинна база своя. Крім того не надто висока там заробітна плата робітникам – що є ще одним фактором здешевлення.



Рисунок 2.3 Загальний вигляд трактора УТО Х904

У цікавому сегменті потужності знаходиться, приміром, трактор УТО Х1004 із двигуном на 100 к. с. Є у цього виробника трохи потужніші, є менш потужні машини. Наприклад, тракторець УТО Х904 на 90 к. с., або УТО Х1304 на 130 к. с. Запчастини до китайських тракторів знайти й купити доволі нескладно: рекламні прайс-аркуші на них можна знайти навіть у регіональних обласних засобах інформації. До того ж, якщо брати марку УТО, скажімо, то в Україні у них є офіційний дилер – відома компанія АМАКО. Вона бере на себе ремонт і сервісні гарантії щодо цієї марки «китайців».

Зауважимо, що серед китайських виробників теж починає простежуватися тенденція: чим надійніший трактор, тим більше він

наближається за вартістю до «європейців». Ба більше: глобалізація призвела до того, що китайці починають розміщувати свої виробництва в Європі, а європейці (наприклад, фірма «Клаас») – навпаки, у Китаї. З цього приводу варто згадати й такий нюанс: компанія China YTO International (Китай) домовлялася також із дніпропетровським «Південмашем» про спільне виробництво тракторів.



Рисунок 2.4 Загальний вигляд трактора Massey Ferguson MF 410

Відома й надійна марка тракторів Massey Ferguson («Массей Фергюсон» США) має взагалі-то європейське походження, хоча нині продається під прикриттям бренду AGCO (США). Компанія Massey Ferguson володіє багатьма патентами у сфері сільськогосподарського машинобудування. Наприклад, саме її конструкторам належить винахід задньої три-точкової навіски для тракторів, яка зараз широко застосовується багатьма машинобудівниками.

Найбільш популярні моделі: 8700 S, 7600, 6700 S, 5600. Ці трактори є надійними і мають довговічні двигуни, що робить їх затребуваними на середніх і великих господарствах. Massey Ferguson також представляв новинку: трактори серії MF 400 Xtra. Найближчі до цієї потужності у сегменті, який найбільш популярним: MF 455 Xtra з мотором на 100 к. с. та MF 470 Xtra потужністю 120 к. с.

Запропонований Україні колісний Massey Ferguson серії 400 Xtra розроблено корпорацією AGCO для аграрних господарств змішаного типу: він підходить для усіляких робіт у полі, а також для тваринницьких ферм. Максимальна вантажопідйомність його навіски більша, ніж у багатьох конкурентів у цьому сегменті і становить 3200 кг. Однак оскільки виробляється цей трактор у Бразилії, то навряд чи вартість Massey Ferguson Xtra буде дуже вже конкурентною через значні витрати на транспортування, хоча якості він належної, і мати такий не відмовився б жоден фермер.

У цікавому для України діапазоні вироблялися, трактори «Кий-14820» потужністю 80 к. с., «Кий 14108» з двигуном на 105 к. с. та «Кий-20122» на 120 к. с. Вони здатні виконувати увесь традиційний спектр сільськогосподарських робіт, в агрегуванні з начіпними, пів-начіпними і причіпними сільськогосподарськими машинами та знаряддями, а також використовуватися на транспортних роботах із причепами або ж напівпричепами [19, 20,21,26].



Рисунок 2.5 Загальний вигляд трактора Кий 14820

Київське підприємство «Укравтозапчастина» в 2012 році викупило Ніжинський завод сільськогосподарського машинобудування, і невдовзі з'явилися оновлені трактори кількох моделей «Кий». Вони відрізняються від

прототипів «МТЗ» дещо покращеним екстер'єром, пластиковим капотом двигуна і конструкцією облицюванням кабіни.

Конкурентною перевагою «Кія» над іншими продавцями була певний час можливість отримання державної компенсації вартості техніки так як це вітчизняний виробник. Однак в майбутньому на Ніжинському заводі планувалось розпочати вузлове складання не лише «МТЗ», а й хороших перспективних італійських тракторів «Ландіні» [19, 20,21,26].



Рисунок 2.6 Загальний вигляд трактора Landini Mythos 110

Італійська компанія «Ландіні» (Landini) є відомим виробником сільськогосподарських колісних, а також гусеничних тракторів, яка була заснована ще 1884 року. Ці трактори масово виробляють на трьох заводах концерну в Італії, а ще у Німеччині, Південній Африці, Франції, США й Канаді. Вузловий монтаж скоро обіцяють поставити на конвеєр і у Ніжині.

У цікавому для України діапазоні, можна назвати наступні моделі тракторів: Landini Mythos 90, який оснащений мотором на 90 к. с., Landini 9880 потужністю 98 к. с. та Landini Mythos 110 з двигуном на 110 к. с. Зокрема, підходить під ці параметри й серія тракторів Landini Powerfarm, бо теж «вписується» у той-таки діапазон 80-110 к. с. Наприклад, модель Landini Powerfarm 90 має потужність 90 к. с., Landini Powerfarm 100 – відповідно 92 к. с., а трактор Landini Powerfarm 110 оснащений двигуном на 107 к. с. [19, 20,21].

Трактори Landini Powerfarm комплектуються 4,4-літровими двигунами Perkins; оснащені повним приводом. Коробка перемикання передач – механічна 24/12. Вантажопідйомність – до 4350 кг. Велику увагу компанія Landini приділяє якості продукції. Кожна машина, що зійшла з конвеєра, проходить багатоступеневу перевірку [19, 20,21,26].

Загально відомо, що належну популярність в Україні досягла американські компанії Джон Дір. Вона спромоглася на наших торгових майданчиках реалізувати близько 34 відсотків завдяки продажу тракторів цієї марки. У цьому сегменті вдало спрацювали дилери компанії, продумавши усі аспекти лізингових програм. Головне в цьому успіх досягнуто завдяки великій лінійці техніки з різними техніко-економічними показниками, причому головну роль відігравала потужність двигунів.

Трактори Джон Дір завжди відзначалися значною роллю у всіх класах потужності. Причому спостерігається значна потреба вживаних тракторів John Deere на ринках машин, що були у використанні (понад 50% нашого ринку складають трактори, що були у використанні). Найбільше нас цікавлять, переважно такі моделі: JD 6210 оснащений двигуном на 90 к. с.; JD 6310 з двигуном, що має потужність 100 к. с., а трактори JD 6410 і JD 6510, які мають двигуни потужністю 104 к. с. та потужністю 105 к. с. [22,26]



Рисунок 2.7 Загальний вигляд трактора JD 6310

Трактори цього діапазону потужності мають дві схеми виконання тягових мостів. Приводяться в дію «рідними» дизельними двигунами з турбіною, мають рідинне охолодження, яке виробляється самою компанією John Deere. У них висока паливна економічність й незначний викид відпрацьованих газів. Також є зручною для операторів герметично добре захищена кабіна трактора, ергономічна, звукоізолювана, з кондиціонером, має обігрівач і крісло з багатьма регулюваннями. Дані трактори обладнані моніторами системи контролю й сигналізації, укомплектовані світловим й іншим устаткуванням для роботи в нічний час на всіх польових роботах. На замовлення трактори John Deere поставляються з паливним баками оснащеними системою для підігріву палива [18, 23].

В недавньому минулому дніпропетровський «Агро-Союз» презентував аграріям сільськогосподарський трактор Kubota M9540 потужністю 95 к. с., загальний вигляд якого показано на рисунку 2.8. Трактори Kubota в Україні поки що масово не продаються. Наразі «Агро-Союз» разом із японцями вивчають попит на техніку, аби поставляти на український ринок саме ті моделі й в такому виконанні, які б забезпечили максимальне задоволення виробничих потреб українських аграріїв. У рамках цієї програми декільком господарствам передані трактори Kubota різних модифікацій для випробувань в умовах нашої непростой дійсності [22,26].



Рисунок 2.8 Загальний вигляд трактора Kubota M9540

Машинобудівне підприємство Kubota Corporation заснована в 1890 році й по сьогодні є одним із провідних світових брендів, має власне високотехнологічне конструкторське бюро, де ведеться постійна розробка нових моделей й удосконалювання існуючих з урахуванням запитів споживачів. Ця японська компанія є світовим лідером з виробництва компактних тракторців потужністю до 100 к. с. Трактори Kubota (Японія) – техніка преміум-сегменту, широко відома в США, та багатьох країнах Західної Європи а також Азії [18, 22].

Значним недоліком цієї техніки є її висока, порівняно з конкурентами, ціна. Але зрозуміло, що транспортувати трактори з Японії – це чималі транспортні витрати. Однак якість сама себе оправдовує і коштує дорого, а марка тракторів Kubota – найвища японська якість і прекрасна надійність. Ця техніка служить дуже довго і дозволить її власникам відчутно заощадити на запчастинах.

Заслужують значної уваги корейські трактори Kioti – надійні, добре підходять для сільськогосподарських, комунальних і ландшафтних робіт. Щоправда, вони невеликі. Якщо для деяких виробників 100 к. с. – це мінімальна планка потужності, то для Kioti вона є найвищою.



Рисунок 2.9 Загальний вигляд трактора Kioti DK904

Трактор DK904 Kioti, наприклад, оснащений двигуном Perkins потужністю 90 к. с. Він 4-циліндровий дизельний, із рідинним охолодженням. Паливний бак максимальною ємністю 125 л дозволить працювати без перерви на дозаправлення протягом 8 годин. Трактор є повнопривідним (4x4): всі чотири колеса ведучі, тож відрізняється гарною маневреністю. Кількість передач: 16 вперед і 16 назад. Вантажопідйомність 2400 кг. Корєць DK904 справляється з будь-якими завданнями в сільському господарстві, це чудовий помічник для фермера або садовласника [18, 20,21,26].

Трактор має високі експлуатаційні характеристики, не потребує значних витрат на технічне обслуговування. Безпека використання в умовах складних дорожніх та польових умов роботи забезпечується системою автоматичного включення повного приводу при гальмуванні. Зручне розташування важелів, регульоване комфортабельне сидіння й гідравлічний підсилювач керма роблять керування простим і зручним, знижуючи втомлюваність водія при роботі у будь яких умовах. Ця модель трактора має комфортабельну кабіну, яка в стандартній комплектації оснащена системою кондиціонування й опалення; має панорамне скло, що відкриває широкий огляд для водія попереду, позаду й на усі боки.

Також є наявні в Україні трактори під брендом AGCO, що виробляються Фінляндією. Це маневрені трактори «Вальтра» (Valtra.), що неодноразово зарекомендували себе у Європі як добротні трактори загального призначення, зручні також для роботи в садах, на транспортних роботах, а також для обслуговування ферм. Вони успішно реалізуються на північноєвропейських і скандинавських ринках.

Трактори Valtra включають також машини потужність яких сягає до 100 к. с. Серед них трактор моделі Valtra N92H (рисунок 2.10) та трактор Valtra A93H+Q46 двигун якого має потужність 102 к. с. серед них є також трактор моделі Valtra N101H оснащений двигуном потужністю 110 к. с. характерним для цих тракторів є забезпечення операторові підвищеного комфорту. Дизайн

кабіни трактора відповідає вимогам ергономіки, має хороший огляд, кондиціонер, зручна для агрегатування з різними знаряддями [18, 20,21,25].



Рисунок 2.10 Загальний вигляд трактора Valtra N92H

Останніми роками значно розширив свою присутність на українському ринку німецький бренд Claas. Найбільш популярні моделі: Axion 800 із двигуном потужністю до 233 к. с. (рисунок 2.11), Axion 900 які відомі потужними двигунами, технологіями автоматизації і високою продуктивністю, що робить їх популярними серед великих агрохолдингів. В сегменті для великих аграрних підприємств особливою увагою користуються трактори потужністю 300 – 400 к.с.



Рисунок 2.10 Загальний вигляд трактора AXION 800

Значний парк в Україні складають трактори фірми Case IH, які відзначаються високою потужністю, ефективністю паливного використання та адаптованістю для роботи в різних умовах. Серед цих тракторів популярним є моделі: Magnum, Puma, Maxxum, Quadtrac.

Високотехнологічні машини з системами точного землеробства та економічними двигунами марки *Fendt*. Серед них популярні моделі: 900 Vario, 1000 Vario, які мають хорошу репутацію завдяки інноваційним технологіям та створенням належного комфорту для оператора.

Висновки.

З 2022 року в Україні діє воєнний стан і інформація про наявність енергетичних засобів і зокрема тракторів є закритою. Тому доступні дані є в останньому доступному державному статистичному звіті за 2022 рік

Наведена вище коротка характеристика номенклатури тракторів аграрного сектору України вказує на те, що він є дуже різноманітним за марками і моделями.

Також велика різниця між наявними тракторами за потужністю двигунів.

Основною особливістю парку тракторів аграрного сектору є також те, що більшу частку складають трактори вік яких перевищує 15 років і та більше.

3. РОЗГЛЯД СТРУКТУРИ ЧАСУ ПРОСТОЮ МАШИН З ПРИЧИНИ НЕСПРАВНОСТІ

Аналізуючи структурно-логічну схему взаємних зв'язків основних факторів, що формують технологічний процес ремонту машин, варто зазначити наступне:

- конструкція машини та її технічний стан є визначальними для формування технологічного процесу ремонту, так як впливають на вибір технологічних операцій і послідовність їх виконання;
- місце виконання ремонтних втручань визначається конкретною виробничою ситуацією та наявністю відповідного технологічного обладнання і це може бути як стаціонарна ремонтна майстерня, так і мобільна, залежно від умов і потреб, тобто конкретної ситуації;
- кваліфікація та кількість фахівців безпосередньо впливають на тривалість простою техніки та якість виконаного ремонту. навіть за однакових технічних умов, рівень підготовки виконавців є визначальним і може суттєво змінювати ефективність і якість ремонтного процесу.

У ремонтному виробництві для усунення аналогічних відмов машин, агрегатів, вузлів та механізмів можуть застосовуватися різні структури технологічних процесів. Це залежить від:

- мети ремонтних втручань (поточний чи капітальний ремонт).
- конструктивних особливостей машини.
- технічного стану обладнання.
- місця виникнення та усунення несправності.
- організації виробництва та діючої системи технічного сервісу.
- рівня кваліфікації виконавців робіт.

Одним із найбільш важливих завдань оптимізації процесів ремонту машин та мінімізації тривалості їх простою є детальний аналіз чинників, що формують ремонтні процеси, та розробка методик їх оптимізації. Це дозволить підвищити ефективність ремонтних робіт і забезпечити максимальну готовність техніки до експлуатації.

Час простою вилучення машинно-тракторного агрегату з експлуатації (ТВЕ) потрібно розглядати як поточний час, і визначати його з виразу [11]:

$$T_a = \mathcal{C}_{\phi\psi} - \mathcal{C}_{\psi\psi}, \text{ год} \quad (3.1)$$

де $\mathcal{C}_{\phi\psi}$ – поточний час початку використання машинно-тракторного агрегату після усунення несправності (відмови);

$\mathcal{C}_{\psi\psi}$ – поточний час настання несправності (відмови);

Час простою машини (ТВМЕ) складається з таких компонентів:

- час, витрачений на виявлення причини несправності (ТППВ):.
- час, протягом якого здійснюється обмін інформацією між учасниками процесу (ТОП):.
- час, необхідний для переміщення об'єкта ремонту до відповідного місця(ТЗПОР):.
- час потрібний для налаштування або переміщення обладнання (ТЗПТЗ):
- час, витрачений працівниками на переміщення до місця виконання робіт(ТЗПВР):.
- загальний час, протягом якого об'єкт знаходиться в процесі ремонту(ТТЦ):.
- Час, що включає перерви під час робочого дня, зміни, вихідні дні тощо (ТОРР):
- час простою, спричинений технологічними затримками (ТОТ):
- час простою, обумовлений організаційними факторами (ТОО):
- час, протягом якого робота призупинена через погодні умови (ТОКУ):

На рисунку 3.1 показано структурно – логічну схему відповідного зв'язку окремих складників часу простою техніки.

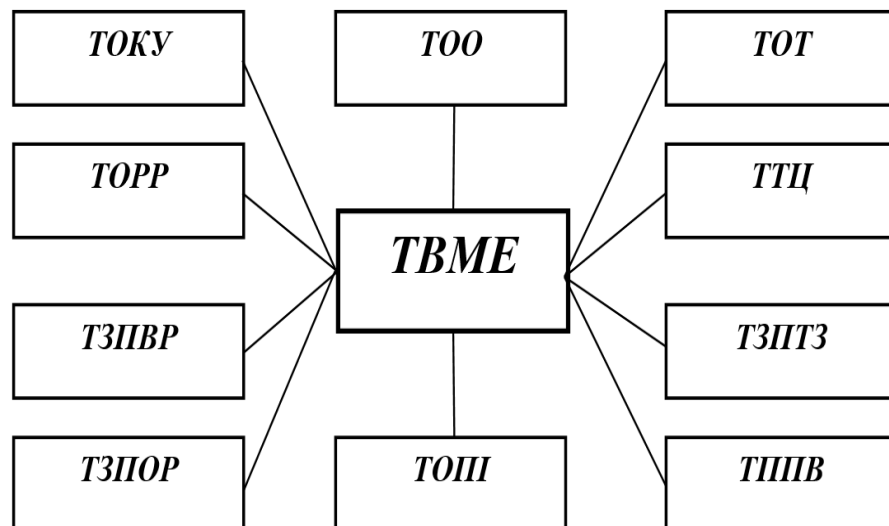


Рисунок 3.1 Структурно – логічна схема відповідного зв'язку окремих складників часу простою техніки.

Допустимий час простою машини (ТВМЕ) залежить від конкретних виробничих умов і цілей ремонтних заходів, таких як:

- Усунення відмови (несправності) (УВ): негайне виконання ремонтних робіт у разі відсутності резервної машини.
- Відновлення ресурсу об'єкта ремонту (ПРОР): планування ремонтних робіт на зручний період.
- Поновлення техніко-економічних показників техніки (ПТЕП): планування ремонтних робіт на вигідний час.

Для досягнення мети ремонтних втручань можна виконувати наступні дії:

- Виконання регулювальних робіт (ВРР)
- Виконання налагоджувальних випробувальних операцій (ВВРН)
- Заміни лише однієї з деталей (ЗД)
- Заміни кількох деталей (ЗДД)
- Заміни складальної одиниці машини (ЗСО)
- Заміни певного механізму (ЗМ)
- Заміни певного вузла (ЗВ)
- Заміни складного агрегату (ЗА)

- Комбінації перелічених (складових) дій у певному поєднанні.

Таким чином, вибір конкретних заходів залежить від характеру несправності та виробничих потреб.

На рисунку 3.2 подано структурно –логічну схему варіантів досягнення мети ремонтних втручань [11,14].

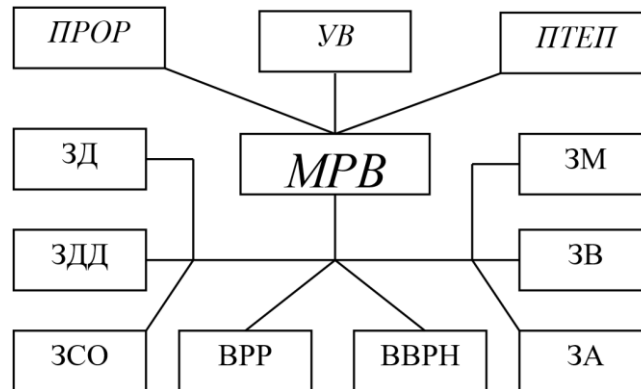


Рисунок 3.2 Структурно логічна схема варіантів досягнення мети ремонтних втручань

Висновки.

Розглядаючи час простою машин і варіанти досягнення мети ремонтних робіт використовуючи наведені структурно-логічні схеми, власники і користувачі машин та підрозділи технічного сервісу зможуть координувати свої взаємні стосунки і вибирати оптимальні схеми технологічних процесів ліквідації несправностей, поновлення ресурсу, поновлення техніко-економічних показників та інших робіт з ремонту і обслуговування техніки. Наступний розгляд процесів простою машин з використанням структурно-логічних схем які враховують різні чинники і їх взаємні зв'язки дозволить розробити методіку проектування і вибору оптимальних схем технологічних процесів ремонту машин, застосування якої на практиці дасть змогу мінімізувати час простою, а отже підвищиться ефективність використання матеріально-технічної бази, трудових і земельних ресурсів.

4. ВАРІАНТИ ОПТИМІЗАЦІЇ МАШИНОРЕМОНТНИХ ПРОЦЕСІВ В ГОСПОДАРСТВАХ АПК

4.1. Аналіз складових часу простою машинно-тракторних агрегатів залежно від об'єктивних виробничих обставин

Структура тривалості простою машин може бути різною, залежно від конкретного випадку, і може включати наступні складові часу:

- пошук причини відмови оператором T_1 ;
- виконання допоміжних робіт (зливання мастил та інших експлуатаційних матеріалів, виведення агрегату з робочої зони та інше T_2 ;
- передача інформації підрозділу інженерно-технічного служби (ПТС) про настання відмови T_3 ;
- часи переїзду мобільного підрозділу до машини, що відмовила T_4 ;
- переміщення до машин, що відмовила мобільного підрозділу технічного сервісу (МПТС) T_5 ;
- пошук відмови працівниками МПТС. Залежно від складності відмови і наявності технічних засобів в МПТС тривалість простою машини з експлуатації може мати наступні складові часу T_6 ;
- доставка потрібних інструментів, пристроїв та іншого технологічного оснащення до машини;
- демонтаж з машин складальних одиниць (СО), вузлів (В), механізмів (М) та деталей (Д) T_7 ;
- транспортування демонтованих агрегатів, вузлів та механізмів, деталей до зони їх відновлення і ремонту T_8 ;
- доставка машини інженерно-технічного комплексу (ПТС) T_9 ;
- перебування агрегату та/або його складових частин (агрегатів, вузлів та механізмів) в технологічному процесі ремонту або відновлення T_{10} ;

- транспортування *складових елементів і комплектуючих* до агрегату T_{11} ;
- монтаж складових елементів T_{12} ;
- підготовка агрегату до введення в експлуатацію (регулювання, заправлення експлуатаційними матеріалами та інші ремонтні операції) T_{13} ;
- транспортування агрегату на місце попередньої роботи T_{14} .

В таблиці 4.1 показано варіанти часу простою агрегатів залежно від об'єктивних виробничих обставин

Таблиця 4.1 – Варіанти часу простою агрегатів залежно від об'єктивних виробничих обставин [14, 16].

Складові тривалості	Деякі варіанти структури ТВМЕ														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T_1	•		•		•	•	•		•	•	•		•	•	•
T_2							•		•				•	•	•
T_3		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
T_4		•			•			•	•			•	•	•	•
T_5								•	•				•	•	•
T_6							•					•	•	•	•
T_7						•				•	•	•	•	•	•
T_8											•	•	•	•	•
T_9			•	•										•	•
T_{10}	•	•	•	•	•		•		•		•		•	•	•
T_{11}						•				•	•	•	•	•	•
T_{12}						•				•	•	•	•	•	•
T_{13}										•	•	•	•	•	•
T_{14}			•	•											•

Перший варіант має місце у якщо оператор може самостійно знайти причину відмови, та маючи потрібні матеріали, деталі та інструменти усуває

несправність. Другий варіант це коли оператор агрегату не може знайти причину несправності, а передає інформацію диспетчеру, до агрегату скеровується *МПТС* який усуває несправність. Третій варіант це коли оператор виявляє причину несправності і своїм ходом доставляє агрегат до *ПТС*, де несправність усувається і агрегат власним ходом повертається на місце основної роботи. Четвертий це коли оператор не може виявити причину відмови і передає інформацію *ПТС*, а потім до агрегату прибуває *МПТС* і несправність усувається його працівниками. Шостий варіант – оператор агрегату визначає причину відмови і передає про неї інформацію *ПТС*, виконує певні ремонтні операції, а після доставки йому потрібних комплектуючих завершує ремонт. Сьомий варіант – оператор визначає причину несправності, здійснює підготовчі роботи, повідомляє службу *ПТС*, і очікує коли до місця настання відмови привезуть потрібні інструменти і оснащення для усунення несправності.

Звичайно, що у сьомому варіанті зміст робіт виконаних оператором агрегату може бути доповнений роботами працівників пункту технічного сервісу або мобільного, підрозділу. Значення будуть мати також особливості зв'язку, оснащення мобільного підрозділу, компетентність всіх задіяних в процесі виконавців.

У всіх наступних варіантах тривалість повернення несправної машини в експлуатацію, буде залежати від реальної виробничої ситуації. відображені під пунктами 8-15. Наприклад, у варіанті 13 мають місце усі складові за винятком транспортування несправної машини. У варіант 14 не має складової транспортування до місця попередньої роботи машини, так як через вона вже не потрібна для виконання даної роботи.

Розгляд і використання даної схеми більш детально дасть можливість чіткіше відобразити складові структури процесу ремонтних дій відносно місця виконання робіт, послідовності виконання операцій, їх змісту та тривалості. Таким чином, структура тривалості простою техніки може відображатися

багатьма варіантами і залежить від мети ремонтних робіт та певної виробничої ситуації. Використовуючи розглянуту структурно-логічну модель мети ремонтних робіт, можна координувати зв'язки між окремими підрозділами основного інженерно-технічного комплексу, використовуючи раціональні схеми процесів усунення випадкових відмов та інших ремонтних дій.

Розгляд складових елементів простою машинно-тракторних агрегатів дасть можливість сформулювати вимоги до ремонтних майстерень і мобільних підрозділів ремонту, правильно підібрати для них технологічне оснащення, та фахово підготувати операторів машин і персонал технічного сервісу, організувати систему телекомунікації та інформації. Належна увага приділена даним питанням має забезпечити ефективність технологічних процесів ремонту машин, мінімізацію простою машин у несправному стані.

4.2. Методика дослідження тривалості простою машинно-тракторних агрегатів

Для визначення коефіцієнту оперативності ремонту η_{op} наведеного в першому розділі роботи у формулі (1.22) всі досліджувані машинно-тракторні агрегати були оснащені картками реєстрації часу простою в непрацездатному стані. В картках фіксувалася дата і поточний час настання відмови наприклад: $Ч_{не}$ 25 вересня 15:50 (15год 50 хв) та повернення машини в експлуатацію $Ч_{не}$, 3 жовтня 12:40 (12год 40 хв).

В даному дослідженні для порівняння коефіцієнту оперативності ремонту η_{op} було прийнято середнє значення часу технологічного процесу ремонту, тобто часу ремонтних дій $t_{pd} = 380$ хв.

Розглянемо наступний випадок як приклад. Тривалість простою визначалась за наступною методикою. Приймався восьми годинний робочий день і вихідні суботу та неділю. Тоді згідно з календарем на 2024 рік час простою захопив 8 робочих днів з яких 6 повних ($8*6=48$ год = 2880 хв). Якщо

робочий день починається з 8 години ранку і триває до 17 години то в перший день настання відмови агрегат не допрацював 1 год 10 хв, тобто 70 хв, а в день введення в експлуатацію втратив 4 год 40 хв, тобто 280 хв. Тоді можемо записати вираз для розрахунку тривалості простою агрегату з експлуатації:

$$t_{np} = t_{np. н.в.} + t_{p.з.} * d_{p.к.} + t_{np. в.е.}, \text{ хв} \quad (4.1)$$

де $t_{np. н.в.}$ – робочий час втрачений в день настання відмови,

$t_{p.з.}$ – тривалість робочої зміни, $t_{p.з.} = 480$ хв,

$d_{p.к.}$ – кількість повних робочих днів простою агрегату з експлуатації.

$t_{np. в.е.}$ – робочий час втрачений в день введення агрегату в експлуатацію після усунення відмови.

Для наведеного вище прикладу тривалість простою з експлуатації буде становити:

$$t_{np} = 70 + 480 * 6 + 280 = 3230 \text{ хв}$$

Якщо тривалість виконання технологічних операцій усунення відмови становила $t_{pд} = 145$ хв, а решту часу займали складові наведені в таблиці 4.1, то коефіцієнт оперативності ремонту можна записати у наступному вигляді:

$$\eta_{op} = t_{pд} / (t_{np} - t_{pд}) \quad (4.2)$$

Для даного прикладу:

$$\eta_{op} = 145 / (3230 - 145) = 145 / 3085 = 0,047$$

Різницю між часом простою агрегату з експлуатації і тривалістю виконання технологічних операцій можна вважати втраченим часом $t_{вmp}$ і можна записати вираз:

$$t_{вmp} = t_{np} - t_{pд}, \text{ хв} \quad (4.3)$$

Тоді вираз (4.2) можна записати у вигляді:

$$\eta_{op} = t_{pд} / t_{вmp} \quad (4.4)$$

Крім того на кожний трактор і самохідні комбайни заводились паспорти в яких була інформація про час введення машини в експлуатацію та її наробіток з початку використання, а також інформація про дати настання відмов. На кожне ремонтне втручання вказувалась його ймовірна причина,

фіксувався перелік використаних комплектуючих, час та трудомісткість виконаних ремонтних операцій.

В таблиці 4.2 наведено приклад заповнення картки реєстрації часу усунення відмов

Таблиця 4.2 – Приклад заповнення фрагменту картки реєстрації часу усунення відмов

Час настання відмови, $Ч_{не}$	Час повернення в експлуатацію, $Ч_{пе}$	Тривалість виконання технологічних операцій ремонту	Інші складові тривалості простою з експлуатації
25 вересня 15:50	3 жовтня 12:40	Заміна прокладки головки блока двигуна 2 год 25 хв (145 хв)	Транспортування трактора в майстерню 1 год 15хв (75 хв); Очікування на місце в майстерні 4 год 20 хв (260 хв); Очікування на доставку прокладки 47 год 20 хв (2840 хв); Повернення трактора на місце незавершеної роботи 55 хв

4.3. Результати дослідження складових часу простою машинно-тракторних агрегатів

Для аналізу бралися наведені нижче складові:

t_{empT} – втрати часу на транспортування до ремонтної майстерні, хв;

t_{empK} – втрати часу очікування на комплектуючих, хв;

$t_{pдM}$ – втрати часу очікування місця в ремонтній майстерні, хв;

$t_{empМП}$ – втрати часу на очікування мобільного підрозділу, хв.

Результати досліджень складових часу простою машинно-тракторних агрегатів наведені в додатках (таблиці А1).

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування законів розподілу часу простоїв техніки з різних причин наведено в додатках (таблиці Б1, Б2, Б3, та Б4)

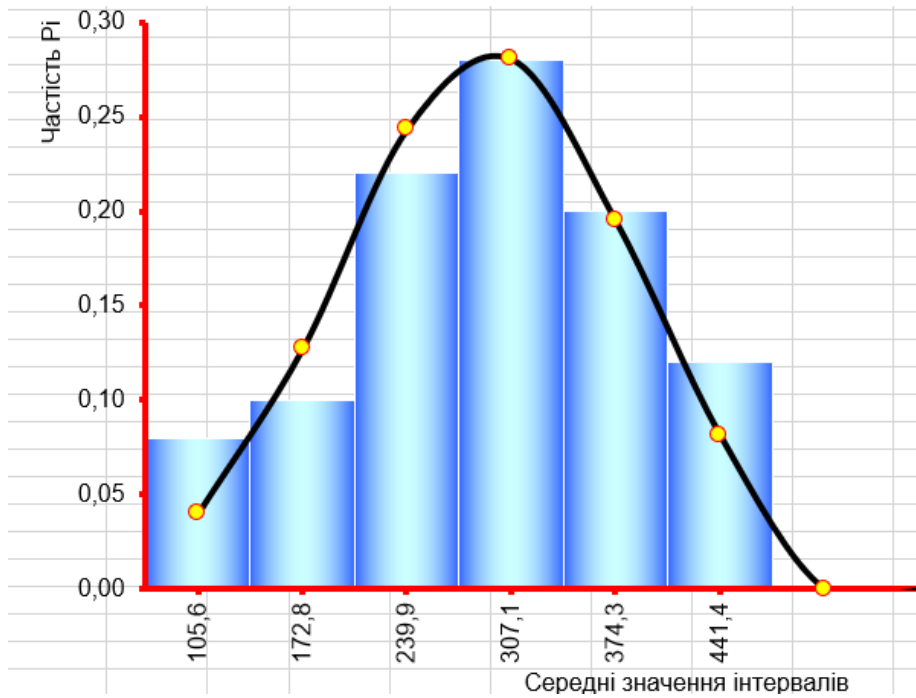


Рисунок 4.1 Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу втрати часу $t_{впрТ}$ – на транспортування техніки до ремонтної майстерні

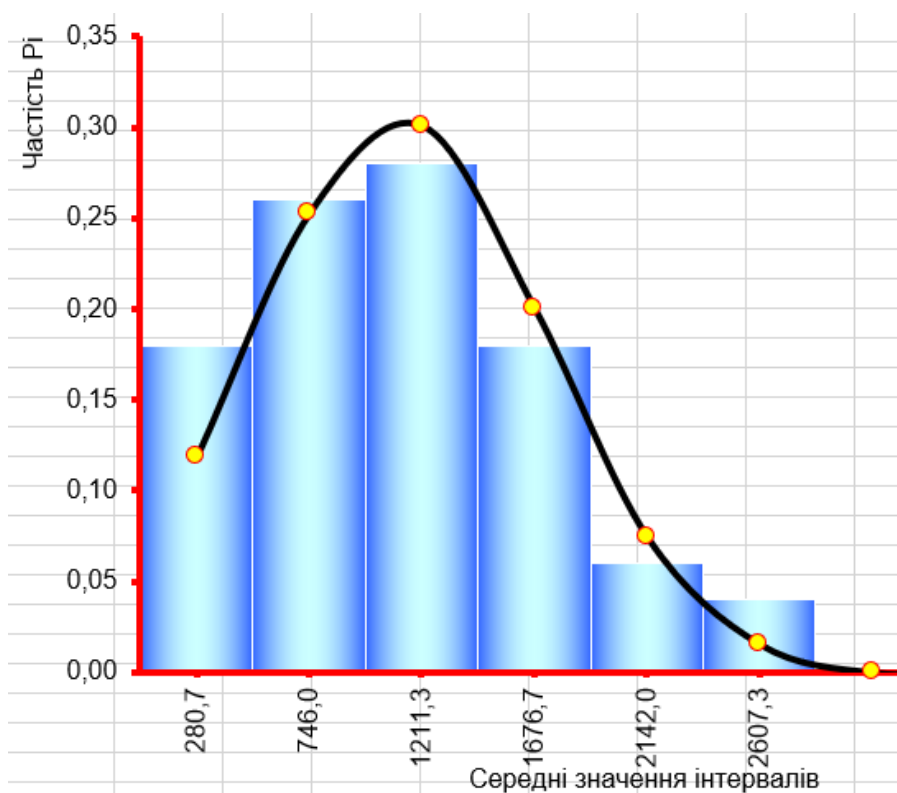


Рисунок 4.2 Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу втрати часу $t_{впрК}$ – на очікування комплектуючих

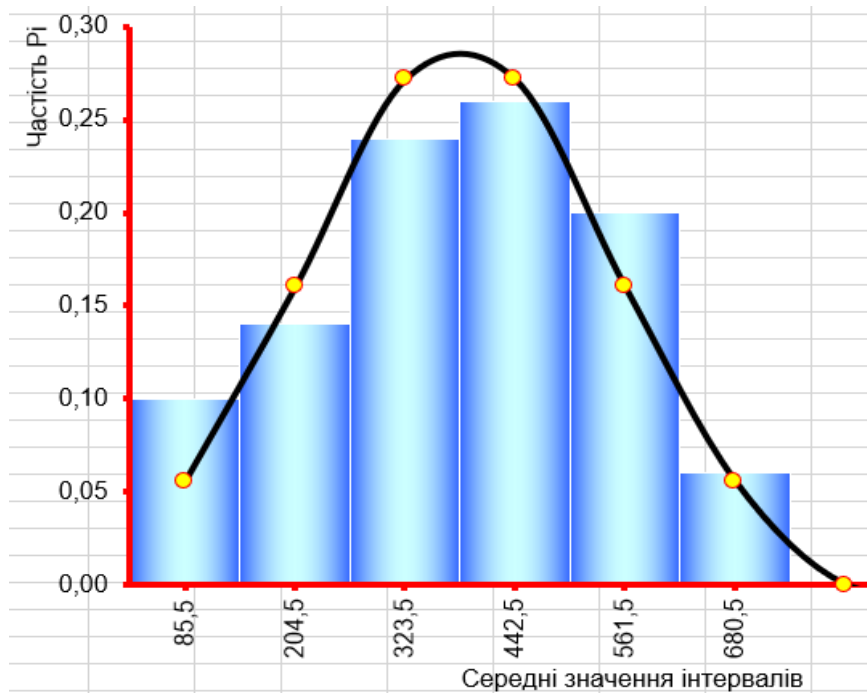


Рисунок 4.3 Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу втрати часу $t_{pдM}$ – на очікування місця в майстерні

Втрати часу на очікування місця в ремонтній майстерні знаходились в межах від 26 хв до 740 хв, при середньому значенні 381 хв

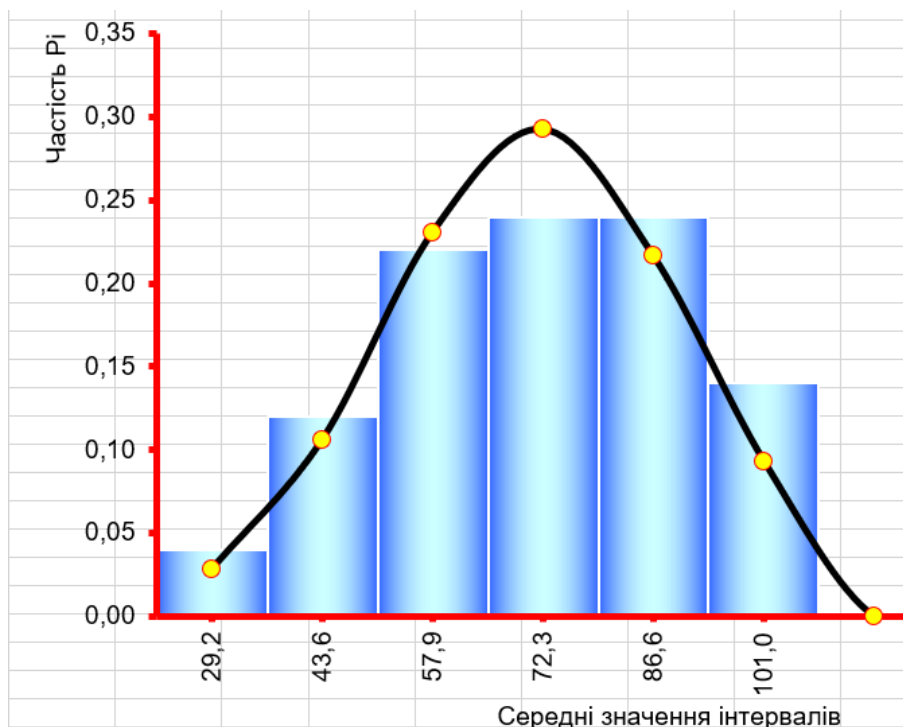


Рисунок 4.4 Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу втрати часу $t_{вmpМП}$ – на очікування мобільного підрозділу

Втрати часу на очікування мобільного підрозділу знаходились в межах від 14 хв до 118 хв, при середньому значенні 79 хв.

4.4 Варіанти структура інженерно-технічної служби аграрного підприємства

Для забезпечення ефективного використання техніки у великих аграрних підприємствах інженерно-технічна служба мала б мати перелічені нижче підрозділи і посади:

1. *Головний інженер* – керує наявною інженерно-технічною службою, несе відповідальність за стан техніки безпеки, за технічне забезпечення, нормативну та технологічну документацію, планування навчання та атестації працівників, організацію роботи ремонтних підрозділів, контроль якості виконання робіт з ремонту та обслуговування техніки.

2. *Відділ використання та ремонту техніки:*

- Начальник відділу несе відповідальність за загальне управління відділом, організацію роботи з використання, обслуговування та усунення відмов самохідних машин, обладнання та сільськогосподарської техніки.

- Інженери-механіки – слідкують за належним використанням техніки, здійснюють контроль за її технічного стану, систематично виконують її діагностику, планують роботи з поновлення ресурсу техніки та забезпечують координацію і керівництво ремонтними процесами.

- Керівники ремонтних підрозділів (майстерень, бригад, ланок) – координують ремонтні підрозділи, сприяють забезпеченню інструментами, пристроями, витратними та ремонтними матеріалами, контролюють якість виконання ремонтних робіт.

3. *Відділ енергетичного забезпечення:*

- Начальник відділу – несе відповідальність за належний стан електрообладнання, облік використовуваної електроенергії, мережі енергозабезпечення, організовує обслуговування і ремонт електроустановок.

- Енергетики – планують проводять планове обслуговування, контролюють технічний стан електричного обладнання та усувають несправності, реалізують заходи забезпечення надійність електричних систем.

4. *Відділ інновацій та автоматизації*

- Інженери з механізації і автоматизації працездатних процесів та цифрових технологій, які повинні впроваджувати інноваційні технології, займатися налаштуванням автоматизованих систем управління.

- Спеціалісти з телеметрії та моніторингу які повинні займатися дистанційним контролем стану техніки, аналізом даних, використанням телеметрії в агротехніці.

5. *Складська служба*

- Завідувач складу – відповідає за забезпечення запасними частинами та матеріалами для ремонту та обслуговування техніки.

- Комірники – ведуть облік поступлень і видачі на складі, забезпечують своєчасну видачу запчастин і матеріалів на запит інженерно-технічної служби.

6. *Відділ охорони праці та техніки безпеки*

- Інженери з охорони праці – забезпечують дотримання техніки безпеки на підприємстві, проводять навчання персоналу з охорони праці.

- Інспектори з техніки безпеки – здійснюють контроль за виконанням правил охорони праці на виробництві.

Крім того структура інженерно-технічної служби може змінюватись в залежності від розміру аграрного підприємства, його спеціалізації та особливо від матеріально технічних можливостей.

Для оперативного вчасного усунення відмов доцільно створювати і використовувати мобільні підрозділи. Потребу в них можна визначити на основі кількох основних чинників:

1. *Розміру і територіальної розгалуженості підприємства.*

2. *Інтенсивність використання техніки.* Чим більше техніки використовується, має значне напруження, та чим інтенсивніше вона експлуатується впродовж календарного часу, тим частіше виникатимуть несправності і відмови, особливо в напружені періоди посівної або збору врожаю. Така ситуація підвищує потребу в мобільних ремонтних підрозділах для швидкого усунення відмов без транспортування техніки до майстерні.

3. *Типу техніки та складності її обслуговування.* Складні та високотехнологічні машини, які потребують спеціалізованого обслуговування, можуть потребувати частого ремонту в польових умовах. Наявність мобільних підрозділів із необхідними інструментами та запчастинами забезпечить зменшення часу простою.

4. *Доступність стаціонарної ремонтної інфраструктури.* Якщо у віддалених виробничих зонах немає доступу до стаціонарних ремонтних майстерень або потрібних запчастин, мобільні підрозділи зможуть забезпечити усунення відмов на місці їх настання, що значно оптимізує роботу.

5. *Аналіз простоїв та витрат на транспортування техніки.* Підприємство може оцінити, як часто та з якими витратами транспортує техніку для ремонту в майстерню. Якщо затрати на транспортування та втрачений час високі, мобільні підрозділи можуть стати основним економічно обґрунтованим рішенням.

Велике значення для стабільного якісного функціонування інженерно-технічної служби має кадровий потенціал. Потрібна достатня кількість кваліфікованих механіків та інженерів, які можуть обслуговувати мобільні підрозділи.

Щоб обґрунтувати доцільність виконання ремонтних робіт в зоні використання техніки чи доставки машини в ремонтну майстерню інженерно-технічного комплексу, потрібно врахувати наступні аспекти:

1. *Характер відмови та її складність.*
2. *Наявність мобільного ремонтного підрозділу.*
3. *Витрати на транспортування..*
4. *Час простою.* Ремонт у полі дозволяє мінімізувати час простою техніки, оскільки немає необхідності витратити час на транспортування.
5. *Доступність запасних частин та інструментів.* Звичайно, що у випадку несприятливих погодних умов (дощ, сніг, сильний вітер), ремонт на полі може бути небезпечним або неможливим. В таких ситуаціях краще доставити машину в майстерню.

Обґрунтування рішення має базуватися на порівнянні витрат і потенційних втрат часу від простою. Для цього можна використовувати методи оцінки вартості та тривалості ремонту з урахуванням часу, що потрібен для транспортування техніки, та можливих ризиків.

Висновки.

Структура інженерно-технічної служби має бути сформована виходячи з максимальної оперативності проведення операцій повернення техніки у справний і працездатний стан.

Особлива роль в цьому належить диспетчерській службі та мобільним підрозділам ремонту.

Завдяки диспетчерській службі в комплексі з мобільним підрозділом ремонту господарство може забезпечити безперервність та ефективність виконання польових робіт, скоротити простої, покращити координацію та контролювати витрати і підвищувати загальну ефективність діяльності господарства.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Моделювання процесів виникнення аварій і травм

Для моделювання виникнення аварій і травм при роботі із установкою для дослідження процесу ремонту машин застосуємо метод логічного моделювання процесів формування виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків [5].

Побудуємо логіко-імітаційну модель травм при роботі із установкою для дослідження процесу розбирання і складання техніки (рис.5.1).

При роботі із установкою для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів найнебезпечнішим явищем є ураження електричним струмом. Приймаючи подію «ураження» як головну і зв'язуючи цю подію шляхом логічного аналізу з наступною подією, що обумовлює її виникнення за допомогою логічних операторів "І", "АБО" та інших, приходимо до кінцевих подій, з яких і починає формуватися головна подія: «ураження». За своєю формою така модель нагадує крону дерева, тому вона і одержала назву «дерево відмов і помилок». Кінцеві події називають базовими [5, 7].

Як правило, побудова моделі починається з головної події - ураження електричним струмом, а наступні розміщують зверху вниз, аж до базових подій (рисунок 5.1.). Кожен блок рисунка, позначений відповідним номером, що означає подію (у загальному вигляді) або окремий етап побудови моделі:

- відмова (травма) системи - головна подія;
- послідовність подій, що призводять до відмови системи;
- послідовність подій зображується за допомогою логічних операторів "І", "АБО" та інших;
- прямокутник - подія, що виникає як результат дії символу-оператора;
- базові події зображають у вигляді кружечків із написами в середині, вони є межею аналізу побудованої моделі ("дерева помилок");

- ромб - нерозкрита подія (подія, яка вимагає проведення відповідних досліджень).

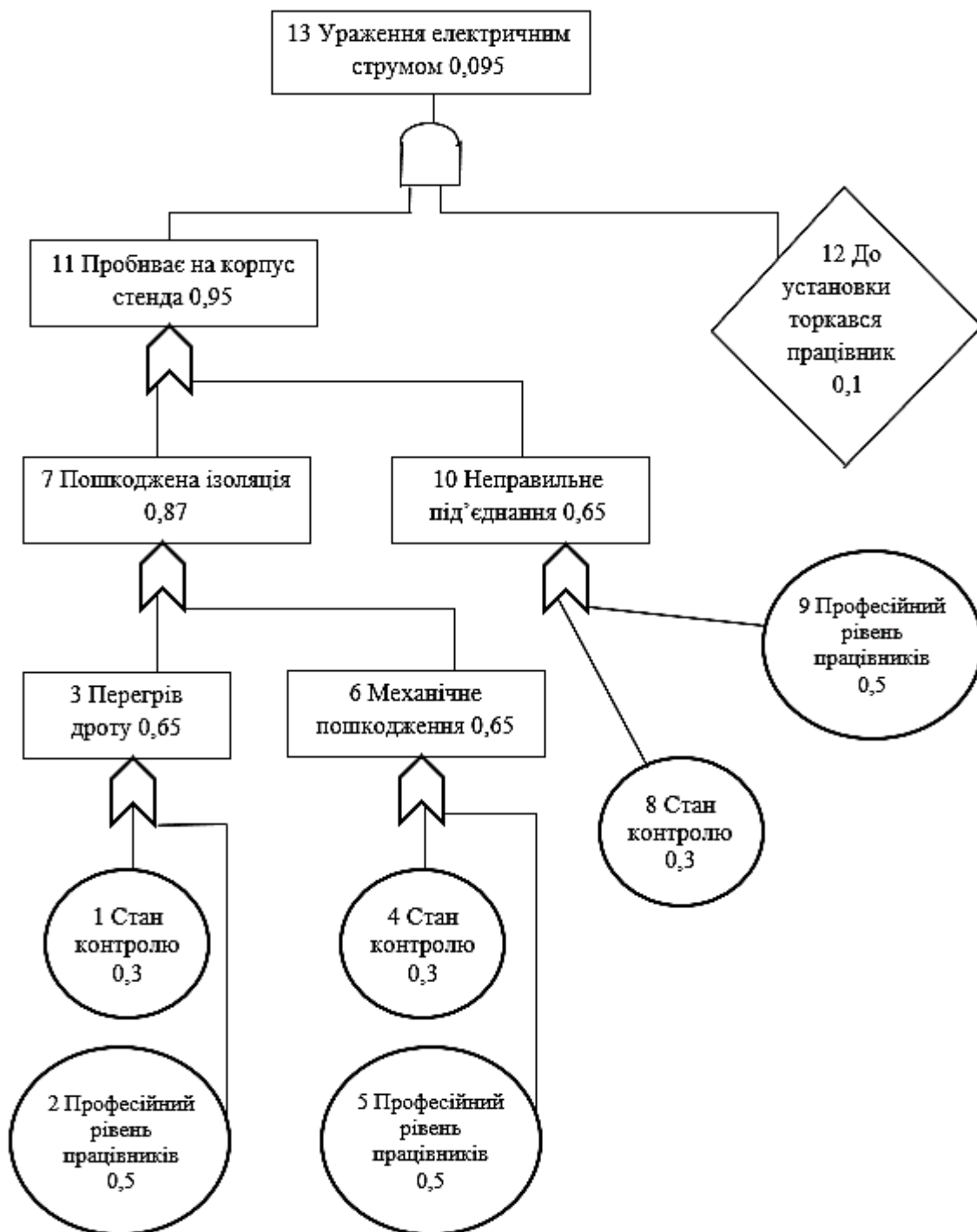


Рисунок 5.1. – Логіко – імітаційна модель процесу виникнення травми у працюючого при роботі з обладнанням для дослідження процесу ремонту техніки:

1,2,3...,12,13 – номери подій; 0,3; 0,5... - ймовірності подій. Контроль за станом ізоляції силового дроту, базова подія 2 – «професійний рівень» це

неправильний розрахунок діаметру дроту при конструюванні стенда. Базова подія 4 – «стан контролю» для події 6 – «механічне пошкодження» це контроль за станом ізоляції силового дроту, базова подія 5 - для події 6 це буде професійність проведених робіт в зоні силового кабелю і можливість його пошкодити. Базова подія 8 – «стан контролю» для події 10 – «неправильне під'єднання» це контроль за станом стенда (ЩТО), базова подія 9 «проф. рівень» для події 10 - не проведення правильного включення стенда працівником.

5.2. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм

Методикою оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію (показника) рівня небезпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварій або травм залежно від досліджуваного явища [5, 7].

Для оцінки рівня небезпеки установки для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів можна застосувати метод обчислення ймовірності виникнення будь-якого випадкового явища, який широко застосовують в закордонній інженерній практиці [5].

Ймовірність базових подій визначаємо за даними виробництва. Наприклад, базова подія «стан контролю з охорони праці». Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (%) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об'єкті. Якщо приймемо, що такий рівень контролю становить 30 %, то ймовірність відповідно дорівнює 0,3. При відсутності контролю ймовірність «не здійснення контролю» становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то ймовірність дорівнює 0.

Для базових подій 1; 4; 8 «стан контролю» ймовірність приймаємо 0,3, для базових подій 2; 5; 9 «професійний рівень» ймовірність приймаємо 0,5.

На цьому можна вважати, що дана модель (рис.5.1.) підготовлена до математичної обробки. Для виконання математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логіко-імітаційної моделі застосовують формули.

Для проведення обчислень ймовірності травми використовуємо логіко-імітаційну модель процесу її формування.

1. Ймовірність події P_3 :

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2, \quad (5.1)$$

Умовно приймаємо, що ймовірність базових подій $P_1 = 0,3$, а $P_2 = 0,5$.

Підставивши дані ймовірностей базових подій, одержимо:

$$P_3 = 0,3 + 0,5 - 0,3 \cdot 0,5 = 0,65$$

Слід зауважити, що обчислення ймовірностей випадкових подій проводяться відповідно до положень булевої алгебри.

Аналогічно обчислюємо ймовірність інших подій залежно від їх номера.

$$P_6 = P_4 + P_5 - P_4 \cdot P_5 = 0,65; \quad (5.2)$$

$$P_7 = P_3 + P_6 - P_3 \cdot P_6 = 0,87; \quad (5.3)$$

$$P_{10} = P_8 + P_9 - P_8 \cdot P_9 = 0,65; \quad (5.4)$$

$$P_{11} = P_7 + P_{10} - P_7 \cdot P_{10} = 0,95; \quad (5.5)$$

$$P_{13} = P_{11} \cdot P_{12} = 0,095. \quad (5.6)$$

Таким чином, на робочому місці під час роботи установки для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів при наявності тих недоліків з охорони праці, які відображені у базових подіях на 100 таких місць, можна очікувати 9,5 травми. Звичайно це значення заокруглюємо до цілого числа так як кожна травма це є одне ціле і відповідно отримаємо 10 травм з базових подій охорони праці на 100 робочих місць.

На даному робочому місці можуть бути й інші недоліки, які призведуть до травми з інших причин. Але складовими причинами іншої травми також

можуть бути такі недоліки, як не ефективний контроль чи низький професійний рівень знань працюючих. Тоді треба побудувати значно складнішу модель і відповідно при обчисленні цієї моделі з врахуванням всіх факторів отримаємо результат.

5.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Для запобігання виникненню пожеж кожен працівник зобов'язаний суворо дотримуватись встановлених правил щодо їх попередження як у побуті, так і на підприємствах та в інших місцях [5, 7].

На об'єктах народного господарства, з урахуванням виробничих умов, встановлюється протипожежний режим і розробляються інструкції як для всього об'єкта, так і для окремих цехів, дільниць, бригад. Ефективним засобом гасіння загорянь є вогнегасник. Потрібно знати, що для гасіння вогню не завжди можна користуватися водою. Не можна направляти водяний струмінь на електропровід, що горить, або на електрообладнання, бо людину може вразити струм, оскільки вода є провідником.

У задимлене приміщення слід заходити обов'язково удвох, йти, тримаючись за стіни, щоб не втратити орієнтир. Працювати в ізольованих або фільтрувальних протигазах, але з гопкалітовим патроном. Двері в палаюче приміщення відкривати обережно і користуватися ними як прикриттям. Людей із задимленого, палаючого приміщення вивести назовні, попередньо накинувши їм на голову вологу тканину або одяг.

В разі виникнення виробничої аварії начальник цивільної оборони об'єкта терміново організовує оповіщення керівництва і всіх працівників підприємства про небезпеку. Якщо трапилося витікання СДОР, то оповіщується також населення, яке мешкає поблизу об'єкта і в напрямі об'єкта і в напрямі можливого поширення отруйних газів. Населення повинно слухати повідомлення штабу ЦО і діяти за його вказівкою. Організовується розвідка,

яка встановлює місце аварії, вид СДОР, ступінь зараження території та повітря, стан людей у зоні зараження, кордони зон забруднення, напрям і швидкість вітру в приземному шарі, напрям поширення зараженого повітря. Уражених після надання їм допомоги доставляють у незаражений район, а в разі необхідності — до лікувального закладу.

Дії населення при радіоактивному забрудненні місцевості. Радіоактивне зараженою може виявитися місцевість не тільки після ядерного вибуху, а й внаслідок аварії на атомній електростанції, на інших об'єктах, що виробляють або використовують розщеплені матеріали. Характерна особливість радіоактивного зараження місцевості після ядерного вибуху — швидкий спад рівнів радіації через безперервний розпад радіоактивних речовин. Так, через 7 годин після вибуху рівень радіації на місцевості зменшується у 10 разів, через добу — приблизно у 40 разів, через 49 годин — у 100 разів. У тих населених пунктах і районах, де виявлено радіоактивне зараження, усі мешканці повинні надягнути респіратори, протипилові тканинні маски, ватно-марлеві пов'язки або протигази, взяти документи, запас їжі і води, медикаменти, предмети першої необхідності й піти до захисної споруди.

Виведення населення у безпечні місця проводиться організовано, з урахуванням обстановки. Із службових приміщень і житлових будинків треба виходити швидко, не заважаючи іншим.

Дії населення під час землетрусу. Якщо сильні підземні поштовхи застали вас на вулиці, слід якнайдалі відійти від будинків. Не можна залишатися поблизу об'єктів, що мають легкозаймисті і сильнодіючі отруйні речовини, на мостах і шляхопроводах. Не можна триматися за високі стовпи і паркани, ховатись на нижніх поверхах і в підвальних приміщеннях будинків. Усі транспортні засоби зупиняються, пасажирів залишають їх і відходять на безпечну відстань. Особливу організованість слід проявити, виходячи з вокзалів, театрів, магазинів.

ВИСНОВКИ

1. Зважаючи на те, що номенклатура марок і моделей тракторів постійно оновлюється і змінюється їх чисельність. Однак дослідження можуть мати більш широкий спектр так як сучасні трактори оснащені засобами віддаленого (дистанційного) контролю і облік їх роботи і відмов можна буде фіксувати значно простіше.

2. Наведена вище коротка характеристика номенклатури тракторів аграрного сектору України вказує на те, що він є дуже різноманітним за марками і моделями і з основною особливістю, що значну частку складають трактори вік яких перевищує 15 років.

3. використання структурно-логічних схем які враховують різні чинники та їх взаємні зв'язки дозволить розробити методикку проектування і вибору оптимальних схем технологічних процесів ремонту машин, застосування яких на практиці дасть змогу мінімізувати час простою техніки , а отже підвищить ефективність використання матеріально-технічної бази, трудових і земельних ресурсів.

4. Структура інженерно-технічної служби має бути сформована виходячи з максимальної оперативності проведення операцій повернення техніки у справний і працездатний стан.

Проведені дослідження і практика сучасних агрофірм свідчать про особливу користь від використання диспетчерської служби та мобільних підрозділів ремонту.

5. Особливу увагу варто приділяти диспетчерській службі в комплексі з мобільним підрозділом ремонту, що може забезпечити безперервність та оперативність виконання польових робіт, скоротити простої, покращити загальну координацію та контроль витрат господарства.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Адамчук В. В. Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарської техніки / В. В. Адамчук, Г. Л. Баранов, О. С. Барановський. Київ. Аграрна наука, 2004. 396 с.
2. Василенко В.О., Олійник О.І. Управління технічним обслуговуванням та ремонтом машин. Харків: ХНАУ, 2019. 310 с.
3. Волошина А. А., Панченко А. І. Сучасні трактори сільськогосподарського призначення. Закордонні трактори: посібник. Мелітополь : Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2018. 600 с.
4. Герасимов І.П., Четвериков С.А. Організація технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки. Київ: Вища школа, 2017. 320 с
5. Жирецький В.Ц., Джигирей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. - Львів: Афіша, 2000. 349 с
6. Панченко А.І. Сучасні трактори сільськогосподарського призначення. Закордонні трактори: посібник / А.А. Волошина, А.І. Панченко. – Мелітополь: Видавничо- поліграфічний центр «Люкс», 2018. 600 с.
7. Сидоренко В.Г. Організація і технологія технічного обслуговування машинно-тракторного парку. Київ: АгроОсвіта, 2018. 284 с.
8. Сидорчук О.В., Кабар В.М. Ідентифікація та кількісне оцінення ризику складових предметної групи чинників у проекті механізованого хімічного захисту рослин обприскуванням // Вісн. Львів. держ. аграр. ун-ту: Агроінженерні дослідження. 2007. №11. С. 8-15.
9. Чухрай В., Кулинич І. Мінімізація тривалості складання різьбових з'єднань // Вісн. Тернопільського держ. техн. ун-ту ім. І. Полюя 2009. №1. С.88-93.

10. Чухрай В.Є. Моделювання процесів розбирання і складання об'єктів ремонту // Вісн. Львів. держ. аграр. ун-ту: Агроінженерні дослідження. 2005. №9. С.326-343.
11. Чухрай В.Є. Організаційно-технологічні схеми усунення відмов техніки аграрних підприємств // Вісник Львівського нац. аграрного ун-ту: Агроінженерні дослідження. 2009. № 3. Т.2. Львів, 2009. С. 253 - 262
12. Чухрай В.Є. Визначення кількості можливих варіантів послідовностей виконання операцій розбирання об'єкта ремонту/Інженерія аграрного виробництва у вимірах бережливості. Колективна монографія / За ред. О.Д.Семковича, О.В.Сидорчука, І.М. Флиса, С.Й.Ковалишина. Львів: Львів. держ. аграр. університет. 2006. С. 267-290
13. Чухрай В.Є. Структурно-логічний аналіз процесів ремонту машин // Теорія і практика розвитку АПК: Міжнародний наук.-практ. Форум, 19-20 вересня 2006 р. Т. 2. - Львів: Львів. держ. аграр. ун-ту, 2006. С. 349-352
14. Чухрай В.Є. Структурування тривалості вилучення машин з експлуатації // Вісн. Львів. держ. аграр. ун-ту: Агроінженерні дослідження 2007. №11. С.21-26.
15. Чухрай В.Є., Остапук Г.І. Дослідження мало ресурсних спряжень тракторів // Вісник ЛДАУ. Агроінженерні дослідження. Львів, 2000. №2.-С. 139-142.
16. Чухрай В.Є., Остапук Г.І., Чухрай Н.В. Новочасні підстави машиноремонтних втручань у господарствах // Вісн. Львів. держ. аграр. ун-ту: Агроінженерні дослідження. 2000. №4. С.208-216.
17. Яропуд В. М., Твердохліб І. В., Спірін А. В. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві : навч. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2020. 308 с.
18. Grisso, Robert, and Edward A. Power and Machinery Management in Agriculture. Cengage Learning, 2011. 468 с.

19. Hunt, Donnell. Farm Power and Machinery Management. Waveland Press, 2008. 377 с.
20. Rotz, Clarence A. Analysis of Machinery Costs in Agriculture. Elsevier, 2019. 214 с.
21. Singh, Gajendra, and John F. Reid. Machinery Management: Principles and Applications for Field Operations. Springer, 2015. 238 с.
22. Навчальні матеріали онлайн. Український ринок тракторів: підсумки 2013 року 08.05.2014: веб-сайт. URL: <http://agravery.com/ua/tehnika/show/ukrainskij-rinok-traktoriv-pidsumki> 2013-року (дата звернення 05.01.23).
23. Навчальні матеріали онлайн. Magnum™ AFS Connect™ Series | Tractors - Case IH. веб-сайт. URL: <https://www.caseih.com/apac/ru-ru/products/tractors/magnum-afs-connect-series> (дата звернення 14.12.22).
24. Навчальні матеріали онлайн. Трактори Case Puma 140 – 225 к. с.: веб-сайт. URL: https://assets.cnhindustrial.com/caseih/APAC/APACASSETS/Brochure/Tractors/16MEAC0002COM_Puma_Series_rus%20layout.pdf (дата звернення 19.12.22). Навчальні матеріали онлайн. Керівництво з експлуатації тракторів Case IH серії Magnum 225, 250, 280 і 310: веб-сайт. URL : <https://www.twirpx.com/file/821827/> (дата звернення 22.12.22).
25. Навчальні матеріали онлайн. Керівництво з експлуатації тракторів Case Puma 165, 180, 195, 210 і 225: вебсайт. URL: <https://wimanual.com/shop/case-ih-puma-165-225-cvx-service-manual>
26. https://ukrstat.gov.ua/suya/st_zvit/2023/02/st_zv_nayavn_sg_teh.pdf. Стандартний звіт з якості державного статистичного спостереження "Наявність сільськогосподарської техніки" 2.03.07.16. Рішення Комісії з питань удосконалення методології та звітної документації (протокол від 30.12.2022 № КПУМ/33-22)

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу тривалості t_1 структурної схеми процесу КК

№	Униз	Уверх	У _i	М(i)	P _i	У _i *P _i	(У _i -У _c) ² *P _i	f(y)
1	3024,0	3323,3	3173,7	17	0,347	1101,068	56397,352	0,001166
2	3323,3	3622,7	3473,0	13	0,265	921,408	2861,298	0,001044
3	3622,7	3922,0	3772,3	10	0,204	769,864	7798,694	0,000643
4	3922,0	4221,3	4071,7	5	0,102	415,476	24984,000	0,000332
5	4221,3	4520,7	4371,0	2	0,041	178,408	25741,783	0,000152
6	4520,7	4820,0	4670,3	2	0,041	190,626	48804,288	0,000063
				49	1	3576,850	166587,415	

Закон розподілу - *Вейбулла*

Математичне сподівання	У _c	3576,850	Число ступенів вільності	<i>r</i>
Дисперсія	<i>D</i>	166587,415	Рівень значимості	α
Серед.-квадр. відхилення	σ	408,151	Хі-квадрат розрахункове	X^2
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0,738	Хі-квадрат табличное	$(X^*)^2$
Параметр мірила	<i>a</i>	604,464	Коефіцієнт	<i>Kb</i>
Параметр форми	<i>b</i>	1,371	Коефіцієнт	<i>Cb</i>
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>

Таблиця А.2 Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу тривалості t_2 структурної схеми процесу ККГ

№	Униз	Уверх	У _i	М(i)	P _i	У _i *P _i	(У _i -У _c) ² *P _i	f(y)
1	2873,0	3045,8	2959,4	6	0,122	362,378	16161,902	0,000497
2	3045,8	3218,7	3132,3	11	0,224	703,158	8144,173	0,001232
3	3218,7	3391,5	3305,1	14	0,286	944,310	88,866	0,001733
4	3391,5	3564,3	3477,9	10	0,204	709,779	4915,550	0,001383
5	3564,3	3737,2	3650,8	6	0,122	447,031	13176,010	0,000626
6	3737,2	3910,0	3823,6	2	0,041	156,065	10239,375	0,000161
				49	1	3322,719	52725,876	

Закон розподілу - *Нормальний*

Математичне сподівання	У _c	3322,719	Число ступенів вільності	<i>r</i>
Дисперсія	<i>D</i>	52725,876	Рівень значимості	α
Серед.-квадр. відхилення	σ	229,621	Хі-квадрат розрахункове	X^2
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0,511	Хі-квадрат табличное	$(X^*)^2$
Параметр мірила	<i>a</i>	507,589	Коефіцієнт	<i>Kb</i>
Параметр форми	<i>b</i>	2,044	Коефіцієнт	<i>Cb</i>
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>

Таблиця А.3 Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу тривалості t_3 структурної схеми процесу ККГПО

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі-Ус)^2*Рі	f(y)
1	2384,0	2584,3	2484,2	9	0,184	456,276	21150,317	0,000903
2	2584,3	2784,7	2684,5	13	0,265	712,214	5126,481	0,001648
3	2784,7	2985,0	2884,8	16	0,327	941,986	1228,063	0,001366
4	2985,0	3185,3	3085,2	7	0,143	440,738	9780,841	0,000750
5	3185,3	3385,7	3285,5	3	0,061	201,153	13067,615	0,000298
6	3385,7	3586,0	3485,8	1	0,020	71,139	8952,580	0,000089
				49	1	2823,507	59305,898	

Закон розподілу - *Вейбулла*

Математичне сподівання	Y_c	2823,507	Число ступенів вільності	r
Дисперсія	D	59305,898	Рівень значимості	α
Серед.-квадр. відхилення	σ	243,528	Хі-квадрат розрахункове	X^2
Коефіцієнт варіації	v	0,554	Хі-квадрат табличне	$(X^*)^2$
Параметр мірила	a	494,923	Коефіцієнт	Kb
Параметр форми	b	1,860	Коефіцієнт	Cb
			Коефіцієнт	b/a