

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Машиновикористання в землеробстві

доцент _____ Володимир КУВАЧОВ

“ ___ ” _____ 2021 року

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

на тему: **«УДОСКОНАЛЕННЯ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПО-
ВІДАЛЬНІСТЮ «ТК АГРОТРЕЙД» м. ХАРКІВ»**

31МЗД.043.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21МБ АІ спеці-
альності 208 Агроінженерія
за ОПП Агроінженерія

_____ Сергій МОЗГОВИЙ

Керівник ст. викл. _____

Консультант проф. _____

Нормоконтроль доц. _____ Тетяна ЧОРНА

Рецензент, інж. _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

**Мелітополь
2021**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Інститут, факультет МТ Кафедра Машиновикористання в землеробстві
Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 208 Агроінженерія
ОПП Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МВЗ

доцент Володимир КУВАЧОВ

“ ” 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВО

Мозговий Сергій Андрійович

1 Тема роботи: «Удосконалення сервісного обслуговування автомобілів в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «ТК Агротрейд» м. Харків»
керівник проекту

затверджена наказом ректора університету від “ 13 ” жовтня 2020 р. № 1428-С.

2 Строк подання здобувачем ВО роботи 06.02.2021 р.

3 Вихідні дані до роботи Практичні результати, Інформація з науково-практичних періодичних видань України, рекомендовані технологічні карти на вирощування сільськогосподарських культур на півдні України, нормативні документи тощо.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Проаналізувати актуальність теми роботи та проблеми, поставити задачі до виконання досліджень та/або розробки інновацій

2. Розробити для умов підприємства методика оцінки ефективності сервісного обслуговування автомобілів

3. Обґрунтувати технологію та технологічні процеси при сервісному обслуговуванні автомобілів в господарських умовах підприємства

4. Проаналізувати, обґрунтувати та розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

5. Оцінити економічну ефективність прийнятих рішень та інновацій

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслеників)

1. Аналіз сервісної мережі автомобілів

2. Стратегії сервісного обслуговування автомобілів

3. Результати аналізу усунених відмов

4. Вибір критеріїв діагностування

5. Вибір обладнання для сервісного обслуговування автомобілів

6. Розробка технології оцінки технічного стану двигунів

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	РОГАЧ Ю.П., професор		

7 Дата видачі завдання 13.10.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Стан проблеми та постановка задач дослідження	13.10.2020 р.- 12.11.2020 р.	
2	Розробка методики оцінки ефективності сервісного обслуговування автомобілів	13.11.2020 р.- 15.12.2021 р.	
3	Обґрунтування технологій сервісного обслуговування автомобілів	16.12.2021р. - 18.01.2021 р.	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	19.01.2021р. - 25.01.2021 р.	
5	Розробка рекомендацій та оцінка економічної ефективності впровадження результатів досліджень в виробництво	26.01.2021 р.- 01.02.2021 р.	

Здобувач ВО

Серій МОЗГОВИЙ

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

(ініціали та прізвище)

<i>№ рядка</i>	<i>Формат</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кількість аркушів</i>	<i>№ аркуша</i>	<i>Примітка</i>
	A4	31МЗД.043.000000ПЗ	Пояснювальна записка	86		
	A1	31МЗД.043.101000	Аналіз сервісної мережі автомобілів	1	1	
	A1	31МЗД.043.102000	Стратегії сервісного обслуговування автомобілів	1	2	
	A1	31МЗД.043.201000	Результати аналізу усунених відмов	1	3	
	A1	31МЗД.043.301000	Вибір критеріїв діагностування	1	4	
	A1	31МЗД.043.302000	Вибір обладнання для сервісного обслуговування автомобілів	1	5	
	A1	31МЗД.043.303000	Розробка технології оцінки технічного стану двигунів	1	6	

					31МЗД.043.000000ВДР			
<i>Зм.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Дипломна робота</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Мозговий</i>						1	1
<i>Перев.</i>						ТДАТУ, 2021		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 86 сторінок машинопису, 5 розділів, 14 таблиць, 16 рисунків, 35 джерел літератури.

Графічна частина роботи – 6 листів формату А1.

Мета роботи – розробити та обґрунтувати для умов підприємства технологію сервісного обслуговування автомобілів з метою скорочення витрат та зменшення витрат праці та шкідливих викидів при експлуатації автомобільного парку.

Об’єкт дослідження – об’єктом досліджень обрано процес технічного сервісу автомобілів.

Предмет досліджень – закономірності впливу діагностичних показників на раціональне використання автомобілів.

В роботі проведено аналіз технологій технічного сервісу автомобілів та існуючої дилерської мережі з метою виявлення нагальних проблем та обґрунтування актуальності досліджень.

Розроблена математична модель раціонального розподілу виконання робіт технічного обслуговування та поточного ремонту вантажних автомобілів між господарствами та станцією технічного обслуговування регіону, в залежності від “граничної” трудоємкості, в якій критерієм оптимізації прийнятий мінімум сумарних витрат на технічну експлуатацію автомобільного транспорту.

Розроблена рекомендація виробництву, щодо створеної техніко-технологічної системи організації ТО автотранспорту підприємств регіону.

Розроблено та обґрунтовано заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при технічному сервісі автомобілів.

Проведено техніко-економічну оцінку досліджень та інновацій у галузі технічного сервісу автомобілів.

Ключові слова: ОПТИМІЗАЦІЯ, ЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ, ТРУДОЄМКІСТЬ, ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ, АВТОМОБІЛЬНИЙ ПАРК, ВАНТАЖНІ АВТОМОБІЛІ, ТРАНСПОРТНІ ВИТРАТИ, ВІДКАЗИ, НАДІЙНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ	9
1.1 Характеристика ремонтно-обслуговуючої бази	9
1.2 Стан та шляхи вдосконалення організації ТО і ПР автомобілів	10
1.3 Аналіз форм організації ТО автомобілів	12
2 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ	17
2.1 Дослідження параметру потоку відказів	17
2.2 Дослідження можливості супутніх заїздів автомобілів на СТО	25
2.3 Метод розрахунку транспортних витрат в залежності від характеру відказів і способу транспортування	28
2.4 Дослідження впливу об'ємів робіт по ТО та ПР на СТО	32
3 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ	38
3.1 Загальні уявлення про технічну діагностику автомобілів	38
3.2 Вибір діагностичних параметрів	39
3.3 Визначення припустимого значення діагностичного параметра	41
3.4. Постановка діагнозу з комплексу діагностичних параметрів	45
3.5 Постановка діагнозу по методу послідовного аналізу	48
3.6 Розробка моделі оптимізації організаційних форм ТО автомобілів	52
3.7 Методика проведення експериментальних досліджень	60
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ....	66
4.1 Аналіз ступеню професійного ризику при проведенні стендових випробувань	66
4.2 Удосконалення планування і фінансування робіт і заходів щодо охорони праці	70
4.3 Інженерні розрахунки	74
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	76

5 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ТА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ В ВИРОБНИЦТВО	79
ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84

ВСТУП

Особливості організації технічного обслуговування автомобілів у сільському господарстві обумовлені специфікою сільськогосподарського виробництва.

Підвищення ефективності роботи автомобільного транспорту, економія всіх видів ресурсів, зниження шкідливого впливу на довкілля багато в чому залежить від технічного стану рухомого складу.

Треба також відмітити, що на підприємствах відсутня достатня кількість висококваліфікованих виконавців робіт ТО та ПР автомобілів. Ці роботи виконуються в основному водіями, які не можуть забезпечити якісне виконання технологічних процесів.

Особливості вантажообігу визначають використання в сільськогосподарських підприємствах різномарочного рухомого складу, в тому числі великої кількості спеціалізованих автомобілів різноманітного призначення (автомобілі – самоскиди, автомобілі – цистерни та інші).

Таким чином, при виборі форми організації, структурності служби та засобів обслуговування автомобілів необхідно враховувати підвищену частоту вимог на ТО та ПР, а також фактичний розподіл загального обсягу ремонту по видам робіт, який внаслідок особливих умов експлуатації автомобілів буде відрізнятися від розподілу, прийнятого при проектуванні та організації ТО та ПР автомобілів.

Нерівномірність пробігу автомобіля по порі року обумовлює нерівномірність витрат на ТО та ПР. Тому організація обслуговування автотранспорту в сільському господарстві повинна передбачати наявність резерву засобів обслуговування засобів обслуговування та його використання під час найбільшого навантаження.

Для досягнення поставленої мети треба вирішити такі задачі: розробити методику оптимального розподілу об'ємів робіт з ТО та ПР між СТО та господарствами; обґрунтувати: раціональний розподіл об'єму цих робіт та рекомендації по організації ТО та ПР.

1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Характеристика ремонтно-обслуговуючої бази

Ремонтно-обслуговуюча база (РОБ) переважної більшості господарств організована по типу В [10]. Так якщо підприємства невеликі за розмірами, то всі підрозділи знаходяться в одному господарському центрі, де базується вся техніка. На центральній станції зосереджується весь комплекс споруд РОБ, включаючи центральну ремонтну майстерню, машинний двір, майданчики для стоянки машин, нафтосклад. Вся техніка зберігається на центральному машинному дворі.

Обладнання в майстернях господарств застаріле, його кількісний і якісний склад не відповідає табелю обладнання типових проектів. В майстернях немає всіх необхідних виробничих ділянок і постів. Майже у всіх майстернях відсутні пости зовнішнього миття, не виконується очищення відпрацьованої миючої рідини.

Автомобільні гаражі в господарствах побудовані за типовими проектами, а в більшості господарств являють собою будівлі, що переобладнані з колишніх складських приміщень. В гаражах відсутні умови для комплексного ТО і ПР автомобілів. Їх оснащення включає до 20 найменувань нескладного обладнання і пристроїв, які тільки в певній мірі можуть задовольнити потреби у виконанні регламентних робіт ТО-1. Для виконання діагностування, проведення ТО-2 і основного об'єму робіт ПР майже відсутні обладнання, інструменти, прилади і пристрої.

Для прикладу візьмемо автомобільний гараж ТОВ «ТК Агротрейд». На його території розташовані критий навіс на 10 автомобілів, відкритий майданчик для зберігання техніки та три автомобільні бокси з підсобними приміщеннями, де виконуються роботи по ТО та ПР. два бокси обладнані оглядовими канавами та кранбалкою. Оснащення гаража включає до 15 найменувань нескладного обладнання для виконання ТО та до 10 найменувань обладнання для проведення ПР. в гаражі повністю відсутні засоби механізації, такі як: гайковерти, підіймачі та інше.

Подібний стан до описаного має місце в більшості інших господарств.

Враховуючи всі перераховані фактори, слід відмітити, що матеріально-технічна база господарств регіону не може забезпечити комплексне обслуговування

автомобілів і не дозволяє виконати в повному об'ємі всі операції їх ТО і ремонту. Тому питання покращення роботи автомобільного транспорту в сільському господарстві і вдосконалення організації його ТО і ремонту є актуальним.

1.2 Стан та шляхи вдосконалення організації ТО і ПР автомобілів

На даний час в країні склалася і функціонує система ТО і ремонту машин, що регламентує види, періодичність цих робіт.

Для підтримання і відновлення працездатності машин, що втрачається в процесі їх експлуатації, системою ТО і Р техніки для вантажних автомобілів передбачені такі елементи: щоденне технічне обслуговування (ЩТО), технічні обслуговування (ТО-1, ТО-2), сезонні обслуговування (СО), поточні та капітальний ремонт (ПР, КР). [10]

Характеристика РОБ підприємств харківщини подана в попередньому пункті, а відносно стану організації ТО і ремонту вантажних автомобілів в районі слід сказати наступне.

В Харкові недостатньо розвинуті підприємства РОБ другого рівня по ТО і ремонту вантажних автомобілів, зокрема в районі немає станції ТО. При такому стані майже всі ремонтно-обслуговуючі дії по вантажних автомобілях виконуються господарствах.

Звісно, при нинішньому стані матеріально-технічної бази господарств ці підрозділи не в змозі забезпечити на належному рівні комплексне виконання операцій ТО і ремонту вантажних автомобілів. Крім того при існуючій організації ТО і ремонту неможливо досягти високої їх якості у зв'язку з малими партіями машин, що ремонтуються, недосконалістю та несвоєчасністю постачання підприємств якісними запасними частинами і комплектуючими та іншими причинами.

Тому підсумовуючи вище сказане, можна безсумнівно стверджувати, що організація ТО і ремонту автомобілів в Харківській області вимагає якнайшвидшого вдосконалення.

На сучасному етапі розвитку сільського господарства РОБ підприємств різних рівнів слід розглядати як єдиний комплекс, що вирішує задачі підтримання і відно-

влення працездатного та справного стану машин і обладнання сільського виробництва. [10]

Звичайно, переорієнтація економічної політики України на введення ринкових відносин і розвиток різних форм власності в усіх галузях народного господарства неминуче зумовлюють зміни і в організації існуючої РОБ, в технології виробництва, ремонту і обслуговування техніки. Для суттєвого підвищення рівня її ТО та ремонту виявилися необхідними щонайменше дві умови: по-перше, ТО і ремонт повинні розглядатися не як щось другорядне, а як невід'ємна частина, певна стадія процесу механізації сільськогосподарського виробництва; по-друге, взаємовідносини між виробником та споживачем техніки повинні будуватися на основі пріоритетності споживача. [18]

Потрібно зауважити, що при організації і проектуванні ремонтно-обслуговуючих підприємств виникають певні труднощі у зв'язку із специфічними особливостями сільськогосподарського виробництва: велика різноманітність та неоднакова складність конструкції машин, сезонність завантаження, важкі умови роботи та інше.

Вивчення причин виникнення технічних несправностей дозволило встановити, що 40-50% поточних ремонтів відбувається через незадовільне і несвоєчасне проведення технічного обслуговування автомобілів. [14] Тому зниження затрат на їх утримання і покращення експлуатаційних показників в значній мірі залежить від організації технічного обслуговування автомобілів.

Намагання виконувати всі операції ТО і Р автомобілів в невеликих майстернях призводить до перевитрати запасних частин, значного зниження продуктивності праці і погіршення якості робіт. Будівництво гаражів, де можна виконувати весь комплекс робіт по експлуатації, збереженню, ТО і ПР автомобілів пов'язане з великими матеріальними затратами. Проводячи дослідження по СТО та господарствам можна побачити, що продуктивність праці робітників ремонтних підприємств втричі більше ніж в господарствах.

Таким чином, намагання виконувати ТО і ремонт автомобілів в майстернях сільгосппідприємств приносить значні збитки.

Централізоване технічне обслуговування автомобілів може бути організовано на СТО. В цьому випадку кожне господарство буде мати можливість ремонтувати машини централізовано, а в господарстві мати не комплексний гараж, де можна виконувати найменш трудомісткі види ТО.

Експериментальні дослідження, які проводились в сільгоспідприємствах Полісся, довели, що для автопарків з рівнем централізації ТО і ПР від 0 до 0,9 наробіток на відказ знаходився в межах 50...4200 км, а тривалість ПР – 5...42 години. [7]

Виконані водіями роботи по усуненню відказів і несправностей автомобілів на лінії склали 10...14% числа вимог на ПР. Решта ПР вимагали стаціонарних умов. При порівнянні наробітку на відказ в автопарках з різною дольовою участю СТО автомобілів встановлено його зростання від 720 км при децентралізованому обслуговуванні до 1210 км при рівні централізації $K_{ц} = 0,9$ в результаті підвищення якості ТО і ПР на СТО. При цьому встановлено, що наробіток на відказ пропорційний числу несправностей, що усувається за один заїзд на ПР. При децентралізованому обслуговуванні – це число складає 1,4, а при зростанні дольової участі СТО зростає до 2...2,2. При централізації ТО і ПР в результаті зростання наробітку на відказ автомобілів річні втрати від відказів на лінії зменшуються на 30...40%.

Підводячи підсумок, можна зробити висновок, що для автопарків господарств регіону доцільно централізувати виконання поглибленого діагностування, ТО-2, роботи по заміні агрегатів капітально відремонтованими, поточному ремонту агрегатів зі зняттям з автомобіля, а також ремонтні роботи, які вимагають складного контрольно-вимірювального обладнання.

1.3 Аналіз форм організації ТО автомобілів

Перша форма – коли ТО і ПР проводиться в повному обсязі в комплексних гаражах по місцю зберігання автомобілів /децентралізоване обслуговування/.

Друга – комплексне централізоване обслуговування на СТО;

Третя – нескладні види технічного обслуговування та поточного ремонту виконуються в господарствах, а складні – централізовано на СТО.

Перевага першої форми є простота організації обслуговування і можливість використання багатого досвіду, накопиченого в АТП загального користування.

В даний час, у зв'язку з ускладненням конструкції автомобілів для проведення їх технічного обслуговування та поточного ремонту необхідно мати технічні засоби, перелік яких включає до 300 найменувань дорогого устаткування, розрахованого на обслуговування не менш 150 автомобілів.

Водій не в змозі виконувати складні операції ТО і ПР автомобіля. Тому господарство незалежне від розміру парку повинно мати групу ремонтно-обслуговуючих робітників різної спеціалізації, завантажити яким у достатньому ступені не представляється можливим.

Низька концентрація автомобілів не дозволяє застосовувати в господарствах прогресивну технологію і передові методи обслуговування. Дослідження показують, що двигуни які мають наробіток у межах норми пробігу до першого КР, у більшості випадків економічно вигідніше ремонтувати не на заводах, а в господарствах, шляхом заміни деталей, які швидко зношуються. [8,20,22] Вартість такого ремонту в 2,4 рази нижче вартості КР, а пробіг відремонтованого двигуна складає 90-100% від пробігу нового двигуна, до заміни деталей поршнєвої групи. При комплексному децентралізованому обслуговуванні автомобілів питомі витрати на їх ТО і ПР у порівнянні з іншими схемами значно вище [3].

В основу другої форми організації обслуговування покладено зосередження на СТО виконання всього обсягу ТО і ПР автомобілів. Практика показала, що при існуючому рівні надійності автотранспорту організація комплексного обслуговування на СТО не вигідна, виходячи з витрат на проведення ремонту, і нездатності СТО – організувати проведення ТО – 1 на потоці.

Третя форма передбачає організацію обслуговування, при якому господарство і СТО спільно беруть участь у проведенні всього комплексу робіт з ТО і ПР на основі раціонального поділу функцій між ними.

Аналіз закордонної практики організації обслуговування ТО і ПР автомобілів, що знаходяться в невеликих чи розосереджених на місцевості парках показав, що нескладні і найчастіше повторювані роботи виконуються в основному на місцях, а складні – централізовано чи за допомогою пересувних засобів обслуговування. І

взагалі в парках з числом автомобілів менш 50 варто обладнати тільки місцями для стоянки та мийки автомобілів, ТО і ПР проводити централізовано, а роботи аварійного характеру виконувати за допомогою пересувних майстерень.

Відомо, що однією з основних причин необхідності виконання децентралізованого обсягу технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів в сільському господарстві є розпорошеність автопарків сільськогосподарських підприємств на великій території і їх віддаленість від підприємств централізованого обслуговування. [2] Аналіз існуючих форм організації ТО і ПР автомобілів в сільському господарстві показав, що для більшості районів найбільш раціональним є обслуговування з участю СТО.

Слід відмітити також, що при транспортуванні несправних автомобілів на СТО збільшується кількість шкідливих речовин, які забруднюють навколишнє природне середовище. Підвищується вірогідність ДТП.

В той же час транспортні витрати по доставці автомобілів на СТО досліджені ще не достатньо. В роботах з обґрунтування раціонального розподілу технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів транспортні витрати розраховуються по формулі:

$$C_m = 2 \cdot c (1 - \alpha) \cdot r; \quad (1.1)$$

де c – вартість 1 км пробігу порожнього автомобіля, грн/км, α - коефіцієнт, який враховує зниження транспортних витрат за рахунок перевезення супутніх вантажів, r – радіус переїзду, км.

Формула не враховує витрати на доставку автомобілів на СТО методом буксирування, який все ширше застосовується у вітчизняній та закордонній практиці централізованого обслуговування. Необхідність застосування буксирування для доставки автомобілів на СТО зумовлена постійним зростанням вимог “Правил дорожнього руху” до технічного стану транспортних засобів в зв'язку з ускладненням режимів руху автомобільного транспорту.

Разом з цим підвищуються вимоги до нормативних величин, які визначають ефективність функціонування систем, механізмів і приладів автомобілів, що впливають на безпеку дорожнього руху.

Так, згідно Правилам дорожнього руху – нормативні величини гальмівного шляху для транспортних засобів, виробництво яких було розпочато після 1 січня 1981 року, значно скоротився, для:

- легкових автомобілів – на 19%,
- автобусів з дозволеною максимальною масою до 5 тон включно – на 38%,
- вантажних автомобілів з дозволеною максимальною масою від 3,5 тон до 12 тон, включно – на 6%,
- автопоїздів тягачами яких є вантажні автомобілі, максимальною масою від 3,5 тон до 12 тон, включно – на 18%.

Наведений вище аналіз дозволяє зробити висновок про те, що процес транспортування несправних автомобілів на СТО ускладнюється, а вартість транспортування збільшується.

Ігнорування можливості транспортування нетранспортабельного автомобіля на СТО буксируванням може привести до прийняття недостатньо обґрунтованих рішень про децентралізоване виконання робіт по усуненню відмов, з яких автомобілі не можуть пересуватись своїм ходом на СТО.

Середні транспортні витрати C_T , і шкода довікілью, які приходяться на один заїзд автомобіля на СТО, незалежно від характеру відмови визначається за формулою:

$$C_T = C_{TC} \cdot K_C(t) + C_{TB} \cdot K_B(t) + H \quad (1.2)$$

де C_{TC} і C_{TB} – витрати при доставці автомобіля на СТО своїм ходом і буксируванням відповідно; $K_C(t)$ і $K_B(t)$ – питома вага усунених на СТО відмов, які допускають пересування автомобіля своїм ходом і буксируванням відповідно; H – шкода, яка наноситься НПС при русі несправного автомобіля на СТО, грн.

Розглянемо транспортні витрати в залежності від способу доставки автомобіля на СТО. При доставці автомобіля на СТО своїм ходом транспортні витрати C_{TC} включають вартість C_1 , переміщення автомобіля на СТО і назад з урахуванням можливості супутнього заїзду, втрати Π_1 , пов'язані з відволіканням автомобіля від виконання транспортної роботи за час переміщення і вартість C_g допоміжного пробігу, обумовленого відхиленнями від маршруту для заїздів на СТО.

$$C_{TC} = C_1 + \Pi_1 + C_g \quad (1.3)$$

$$C_1 = 2 \cdot r \cdot (1 - \alpha) \cdot c \quad (1.4)$$

де: r – відстань від господарства до СТО, км; α – коефіцієнт супутніх заїздів; c – вартість одного км пробігу автомобіля, грн/км.

$$\Pi_1 = (2 \cdot r / V) \cdot u \cdot (1 - \alpha) \quad (1.5)$$

де: V – швидкість автомобіля, км/год; u – питомі витрати, пов'язані з відволіканням автомобіля від виконання робіт, грн/год.

$$C_g = 2 \cdot r_g \cdot c$$

r_g – додатковий пробіг автомобіля в зв'язку з відхиленням від маршруту для заїзду на СТО, км.

Підставивши значення величин C_1 , Π_1 , C_g у вираз та виконавши перетворення, одержимо:

$$C_{тс} = 2r(1 - \alpha)(C + (u/V)) + 2r_g \cdot c \quad (1.6)$$

Транспортні витрати $C_{тб}$ по доставці автомобіля на СТО буксируванням складаються з витрат $C_б$ по буксируючому автомобілю і витрат $C_о$ по автомобілю, що відмовив:

$$C_{тб} = 2r \cdot C_б + C_о \quad (1.7)$$

де: $C_б$ – вартість 1 км пробігу автомобіля буксирувальника, грн/км.

$$\begin{aligned} C_о &= (1 - \alpha) \cdot r \cdot (C' + (u / V)) + r \cdot (C + (u / V)) = \\ &= r \cdot (1 - \alpha) \cdot (C + C' + 2 \cdot (u / V)) \end{aligned} \quad (1.8)$$

де: C' – собівартість одного км пробігу автомобіля, що буксирує, включаючи витрати на паливо з витрат на експлуатацію. Прийняв $C' = 0,8 \cdot C_m$, $C_б = C_m$ і підставивши значення величин $C_б$ і $C_о$ у вираз (1.6.7.) отримуємо:

$$C_{тб} = 2 \cdot r \cdot C + r(1 - \alpha) \cdot (1,8 \cdot C + 2 \cdot (u / V)) \quad (1.9)$$

Шкода H , яка наноситься навколишньому середовищу при транспортуванні несправного автомобіля на СТО, визначається за формулою:

$$H = \Sigma M_1 \cdot Y_1 \cdot r \quad (1.10)$$

де: M_1 – питома маса шкідливих речовин i -того виду, кг/км; Y_1 – шкода, яка наноситься довкіллю в результаті викидів у навколишнє природне середовище шкідливої речовини i -того виду, грн; r – кількість видів шкідливих речовин.

2 РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Дослідження параметру потоку відказів

Спостерігалось 10 автомобілів на протязі 1 року. ТО та ПР проводилось без СТО.

Аналіз проведено на основі вибірки, яка включає $N_0 = 3800$ вимог та ПР, в т.ч. 680 вимог, які виконані водієм на лінії. Наробіток на відказ змінювався в межах 50...4000 км, а трудомісткість ПР 2-40 люд.-год.

Діапазон максимального наробітку на відказ був розділений на 20 рівних інтервалів, згрупований та занесений в статистичний ряд, таблиця 2.1.

Таблиця 2.1

Статистичний ряд наробітку на відказ

Періодичність	Км	0	200	400	600	800	1000	1200
	Км	200	400	600	800	1000	1200	1400
	Дні	0	1,66	3,33	5,0	6,66	8,38	10,0
	Дні	1,66	3,33	5,0	6,66	8,38	10,0	13,33
Частота		1131	750	585	366	293	193	150
частість		0,298	0,191	0,154	0,09	0,077	0,050	0,039
Періодичність	Км	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
	Км	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800
	Дні	11,66	13,33	15,0	16,66	18,33	20,0	21,66
	Дні	13,33	15,00	16,66	18,33	20,0	21,66	23,33
Частота		96	77	41	37	24	15	13
Частість		0,025	0,020	0,010	0,009	0,0064	0,0040	0,0034
Періодичність	Км	2800	3000	3200	3400	3600	3800	
	Км	3000	3200	3400	3600	3800	4000	
	Дні	23,33	25,0	26,66	28,33	30,0	31,66	
	Дні	25,0	26,66	28,33	30,0	31,66	33,33	
Частота		10	6	4	3	3	3	
Частість		0,0037	0,0017	0,0009	0,0007	0,0007	0,0007	

Для кожного інтервалу розраховується статистична ймовірність /частість/ P_i :

$$P_i = m_i / N, \quad (2.1)$$

де m_i – кількість наробітку в межах i -того інтервалу.

Визначимо інтегральну функцію розподілення наробітку на відказ

$$F(T) = P(T < t)$$

По теоремі додавання ймовірностей маємо:

$$\begin{aligned} F(T) &= 0; & F(T_3) &= P_1 + P_2 + P_3; \\ F(T) &= P_1; & \dots\dots\dots & \\ F(T_2) &= P_1 + P_2; & F(T_k) &= \sum_{i=1}^k P_i \end{aligned} \quad (2.2)$$

Отримана інтегральна функція обумовлює статистичну ймовірність того, що наробіток на відказ T буде менше t де t – границя інтервалу.

Перейдемо до ймовірності протилежного події:

$$1 - F(T) = P(T > t) \quad (2.3)$$

Це є ймовірність відсутності відказу на ділянці $0 - t$ або ймовірність безвідмовної роботи автомобіля.

$$\begin{aligned} P(T_0) &= 1; & P(T_3) &= 1 - F(T_3); \\ P(T_1) &= 1 - F(T_1); & \dots\dots\dots & \\ P(T_2) &= 1 - F(T_2); & P(T_k) &= 0 \end{aligned} \quad (2.4)$$

Значення функцій $F(T)$ та $P(T > t) = 1 - F(T)$ приведені в таблиці 2.2.

Порівняння гістограми /рис.1./ інтегральної функції з відповідними теоретичними кривими показало, що розподілення наробітку на відказ відповідає експоненціальному закону /таблиця 14./

Перевірка відповідності дослідних даних експоненціальному закону проводилась по критерію Пірсона /X/.

Математичне очікування \bar{T} наробітку на відказ та параметр потоку знаходиться по формулі:

$$\bar{T} = \sum_{i=1}^{20} (t_i + t_{i+1} / 2) \cdot \bar{P}_i \quad (2.5)$$

$$\omega = 1 / \bar{T} \quad (2.6)$$

де t_i та t_{i+1} – межі інтервалів.

Підставивши в вираз 2.5. значення P_i та виконав розрахунок, отримуємо наробіток = 4,92 дні /720 км/, яка відповідає параметру сумарного потоку:

$$\omega = 1 / 4,92 = 0,202 \text{ отк/день}$$

Таблиця 2.2

Статистичні функції розподілення наробітку на відказ та частоти безвідмовної роботи автомобілів.

Періодичність	Км	0	200	400	600	800	1000	1200
	Км	200	400	600	8000	1000	1200	1400
	Дні	0	1,66	3,33	5,0	6,66	8,38	10,0
	Дні	1,66	3,33	5,0	6,66	8,38	10,0	13,33
Частість		0,2971	0,4934	0,6474	0,7434	0,8205	0,8711	0,9106
Частість		0,7029	0,5066	0,3526	0,2566	0,1795	0,1289	0,0894
Періодичність	Км	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
	Км	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800
	Дні	11,66	13,33	15,0	16,66	18,33	20,0	21,66
	Дні	13,33	15,00	16,66	18,33	20,0	21,66	23,33
Частість		0,936	0,9564	0,9673	0,9771	0,9835	0,9876	0,991
Частість		0,064	0,4636	0,0327	0,0229	0,0165	0,0124	0,009
Періодичність	Км	2800	3000	3200	3400	3600	3800	
	Км	3000	3200	3400	3600	3800	4000	
	Дні	23,33	25,0	26,66	28,33	30,0	31,66	
	Дні	25,0	26,66	28,33	30,0	31,66	33,33	
Частість		0,994	0,996	0,997	0,998	0,999	0,9998	
Частість		0,0053	0,0036	0,0026	0,0018	0,001	0,0002	

Теоретична ймовірність розраховується по формулі:

$$P_i = \int_{t_i}^{t_{i+1}} \omega e^{-\omega t} \cdot dt = e^{-\omega t_i} - e^{-\omega t_{i+1}} \quad (2.7)$$

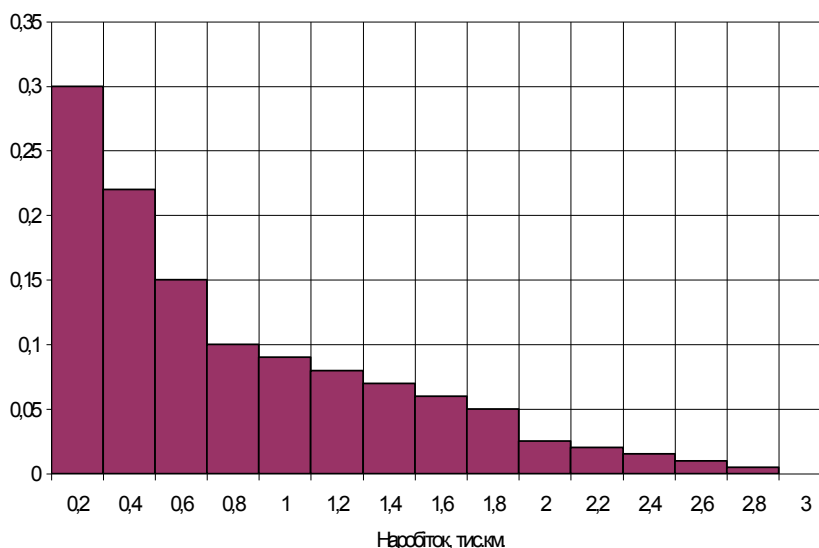


Рисунок 2.1 – Гістограма щільності розподілення наробітку на відказ

Величина X^2 дорівнює:

$$\overline{X^2} = 3800 \cdot (P_i - P_i)^2 / P_i = 15,08.$$

По таблиці розподілення X^2 визначаємо, що з ймовірністю 0,7 нарробіток на відказ сумарного потоку підпорядковується експоненціальному закону.

Враховуючи експоненціальне розподілення нарробітку на відказ верхню T_B та нижню T_H довірчі межі математичного очікування нарробітку на відказ визначаємо за формулами:

$$\overline{T_B} = T + t_{a(k-1)} \cdot T / \sqrt{N} - 1 \quad (2.8)$$

$$\overline{T_H} = T - t_{a(k-1)} \cdot T / \sqrt{N} - 1 \quad (2.9)$$

де $t_{a(k-1)}$ – коефіцієнт Стьюдента.

Задавши довірчу ймовірність 0,9 отримуємо $t_{a(k-1)} = 1,282$.

При цьому $T_B = 5,12$; $T_H = 4,72$

Таблиця 2.3

Перевірка відповідності дослідного розподілення нарробітку на відказ сумарного потоку експоненціальному закону розподілення.

Нарробіток на відказ		Частота, m_i	Частота, P_i	$(t_i + t_{s+1}) \cdot P_i / 2$	e^{-ot_i}	$e^{-ot_{i-1}}$	P_i	$(P_i - P_i)^2 / P_i$
Дні	Т.км							
0-1,66	0-0,2	1131	0,2981	0,2483	1	0,7118	0,2882	0,00034
1,66-3,33	0,2-0,4	750	0,1973	0,4951	0,7118	0,5066	0,2052	0,00017
3,33-5,0	0,4-0,6	585	0,154	0,6429	0,5066	0,3642	0,1424	0,001
5,0-6,7	0,6-0,8	366	0,096	0,5623	0,3642	0,2592	0,105	0,0007
6,7-8,33	0,8-1,0	293	0,0771	0,5782	0,2592	0,1845	0,0787	0,00008
8,33-10,0	1,0-1,2	193	0,0509	0,4666	0,1845	0,1313	0,0532	0,0001
10,0-11,66	1,2-1,4	150	0,0395	0,4279	0,1313	0,0935	0,0378	0,000081
11,66-13,33	1,4-1,6	96	0,0254	0,3175	0,0935	0,0672	0,0263	0,00003
13,33-15,0	1,6-1,8	77	0,204	0,289	0,0672	0,0478	0,0194	0,00006
15,0-16,00	1,8-2,0	41	0,0109	0,1726	0,0478	0,0340	0,0138	0,0006
16,66-18,33	2,0-2,2	37	0,0098	0,1727	0,0340	0,0245	0,0095	0,000015
18,33-20,0	2,2-2,4	24	0,0064	0,1234	0,0245	0,0172	0,0073	0,0001
20,0-21,66	2,4-2,6	15	0,0040	0,0848	0,0172	0,0124	0,0043	0,00011
21,66-23,33	2,6-2,8	13	0,0034	0,0769	0,0124	0,0089	0,0035	0,0000015
23,33-25,0	2,8-3,0	10	0,0021	0,0904	0,0089	0,0063	0,0026	0,0005
25,0-26,66	3,0-3,2	6	0,0021	0,0442	0,0063	0,0045	0,0018	0,0000045
26,66-28,33	3,2-3,4	4	0,001	0,0271	0,0045	0,0032	0,0013	0,000076
28,33-30,0	3,4-3,6	3	0,001	0,0236	0,0032	0,0023	0,009	0,000009
30,0-31,66	3,6-3,8	3	0,001	0,0224	0,0023	0,0016	0,0007	0,000001

В результаті дослідження структури вимог на ПР встановлено, що роботи, які виконуються водіями роботи по усуненню відказів в дорозі складають 3...5% загальної трудомісткості ПР. інші ремонти потребують втручання на СТО або в господарстві і розподілилися так:

Аналіз трудомісткості ПР розподіляемого потоку показав, що вона підкоряється показовому закону розподілення, тоб то ймовірність того, що трудомісткість ремонту t не перевищить наперед задану величину “граничної” трудомісткості t_r дорівнює:

$$P(t < t_r) = 1 - e^{-\mu t} \quad (2.10)$$

Параметр закону μ є величиною, зворотною математичному очікуванню трудомісткості одного ремонту t_m . Статистичний ряд розподілення трудомісткості усунення відказів потоку, що розподіляється та перевірка відповідності даного розподілення показникового закону, приведено в таблиці 15. Математичне очікування трудомісткості одного $t_m = 5,4$ люд.год, параметр закону $\mu = 0,18$ 1/люд.год.

Вираз щільності розподілення числа вимог ПР по трудомісткості $S(t)$, необхідне для рішення цільової функції визначалось диференціюванням функції $P(t < t_i)$

$$S(t) = 0.18 \cdot e^{-0,18t} \quad (2.11)$$

Показниковому закону підпорядковується не тільки розподіляемий потік, но і потоки, розподіляемі в господарство та СТО.

Для встановлення входячої в цільову функцію щільності $Q(t)$ розподілення об'єму по трудомісткості визначається сумарна трудомісткість для кожного ряду:

$$Q_i = (Q_i + Q_{i+1} / 2) \cdot m_i \quad (2.12)$$

Гістограма залежності об'єму ПР по трудомісткості (рис. 2.) показала її подібність з розподіленням Вейбулла.

Таблиця 2.4

Перевірка відповідності показникового закону розподілення вимог на ПР по
трудомісткості.

Трудомісткість ПР люд.-год.	Частота m_i	Частість P_i	$(t_i + t_{s+1}) \cdot P_i / 2$	$1 - e^{-\mu t_i}$	$1 - e^{-\mu t_i}$	P_i	$(P_i - P_i)^2 / P_i$
0 – 2	919	0,2872	0,0359	0,2664	0	0,2664	0,00162
2 – 4	594	0,1856	0,0696	0,4567	0,2664	0,1903	0,000116
4 – 6	431	0,1347	0,0842	0,6015	0,4567	0,1448	0,000704
6 – 8	321	0,1003	0,0877	0,7048	0,6015	0,1033	0,000087
8 – 10	238	0,0744	0,0837	0,7835	0,7048	0,0787	0,000235
10 – 12	175	0,0547	0,07521	0,8412	0,7535	0,1577	0,000156
12 – 14	129	0,0403	0,0655	0,8835	0,8412	0,042	0,000069
14 – 16	105	0,0328	0,0615	0,9137	0,8835	0,0302	0,000224
16 – 18	76	0,0234	0,0497	0,1497	0,9137	0,023	0,000074
18 – 20	56	0,0175	0,0416	0,9536	0,9367	0,0169	0,000021
20 – 22	41	0,0128	0,0336	0,9656	0,9536	0,012	0,000053
22 – 24	31	0,00969	0,0279	0,9748	0,9656	0,0092	0,000026
24 – 26	23	0,00719	0,0225	0,9815	0,9748	0,0067	0,000036
26 – 28	17	0,00531	0,0179	0,9863	0,9815	0,0048	0,000054
28 – 30	12	0,00374	0,0136	0,9899	0,9863	0,0036	0,000005
30 – 32	10	0,00312	0,0121	0,9926	0,9899	0,0027	0,000065
32 – 34	7	0,00219	0,0120	0,9946	0,9926	0,002	0,000018
34 – 36	5	0,00156	0,0077	0,996	0,9946	0,0014	0,000018
36 – 38	4	0,00125	0,0058	0,9971	0,996	0,0011	0,000020
38 – 40	3	0,000937	0,0046	0,9975	0,9971	0,0004	0,000721
40 – 42	2	0,000625	0,0032	0,9984	0,9975	0,0009	0,000084
40 – 42	2	0,000625	0,0032	0,9984	0,9975	0,0009	0,000084
42 – 44	1	0,000312	0,0018	0,999	0,9984	0,0006	0,000138
44 – 46	1	0,000312	0,0017	0,9991	0,9999	0,0001	0,000449

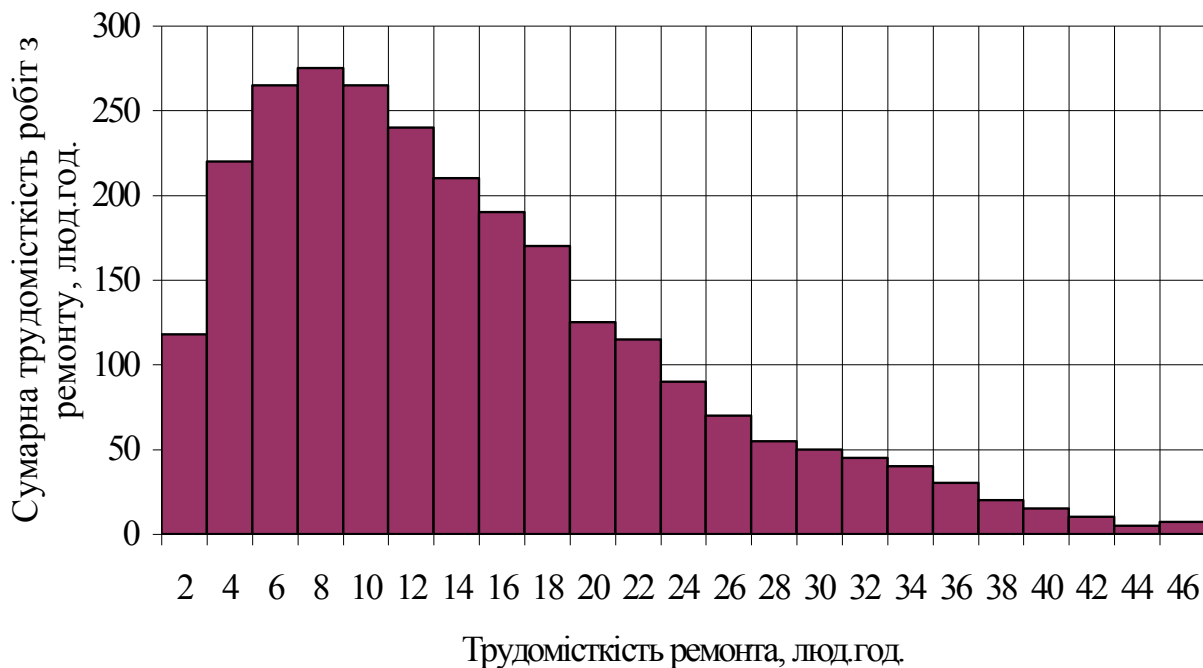


Рисунок 2.2 – Розподіл об'єму ремонту по трудомісткості

Порівняння функцій по критерію Пірсона χ^2 показало добру її відповідність $P(\chi^2) = 0,84$.

Функція розподілу об'єму по трудомісткості визначається виразом:

$$FQ(t) = 1 - e^{-0,016t}^{1,63} \quad (2.13)$$

Шукана щільність розподілу ПР по трудомісткості виражається залежністю:

$$Q(t) = F'Q(t) = 0,026 \cdot t^{0,63} \cdot e^{-0,016t}^{1,63} \quad (2.14)$$

Маючи щільність $Q(t)$ розподілення об'єму ПР по трудомісткості, можна по величині “граничної” трудомісткості t_i розрахувати рівень централізації Кцт поточного ремонту.

$$K_{цт} = \int_{t_i}^{t_m} Q(t)dt = - e^{-0,63tm}^{1,63} + e^{-0,63t_i}^{1,63} \quad (2.15)$$

Оскільки при $t_m = 42$ величина $e^{-0,63tm}^{1,63}$ близька до 0, нею можна знехтувати.

Тоді

$$K_{цт} = e^{-0,63t_i}^{1,63} \quad (2.16)$$

Прологарифмувавши вираз 2.2.16., отримуємо:

$$t_i = (\ln K_{цт} / 0,63)^{1/0,63} \quad (2.17)$$

При розрахунку тривалість простою автомобіля в очікуванні ПР необхідно знати, як зміниться параметр потоку відказів ω , параметр μ та відносна інтенсивність $d = \omega / \mu$ в залежності від розподілення об'ємів робіт по ремонту. Фізично параметр ω визначає кількість вимог на ремонт від одного автомобілю за зміну, μ - продуктивність посту ремонту в зміну та α - середня кількість вимог, поступаючих за час проведення одного ремонту. Параметр ω_x для господарства розраховується послідовним виключенням з розподіляемого потоку вимог на ремонт в порядку зменшення їх трудомісткості, а параметр ω_c для СТО – в порядку зростання трудомісткості ремонту.

$$\omega_x(t_i) = \omega p_x(t_i) = \omega \cdot N_0 - \sum_{t_i}^{t_m} N_i / N_0 \quad (2.18)$$

$$\omega_c(t_i) = \omega p_c(t_i) = \omega \cdot N_0 - \sum_0^{t_i} N_i / N_0 \quad (2.19)$$

Параметр μ для господарств (μ_x) та для СТО (μ_c) знаходиться шляхом таких же дій по наступним залежностям:

$$\mu_x(t_i) = T_{CMX} P_X \cdot (N_0 - \sum_{t_i}^{t_m} N_i) / \eta_x \cdot (Q - \sum_{t_i}^{t_m} Q_i) \quad (2.20)$$

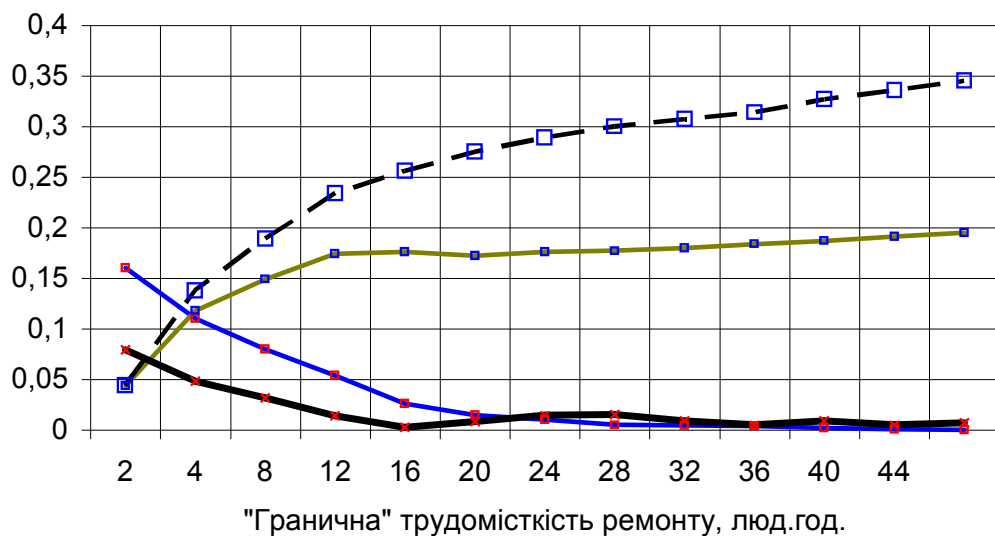


Рисунок 2.3 – Зміна параметру потоку відказів та параметра в господарстві та СТО в залежності від "граничної" трудомісткості ремонту

$$\mu_c(t_i) = T_{CMC} P_C \cdot (N_0 - \sum N_i) / \eta_c \cdot (Q - \sum Q_i) \quad (2.21)$$

де T_{cm} – тривалість зміни, год.

P_x та P_c – кількість робітників, що зайняті виконанням ПР в господарстві та на СТО, що визначається штатним розкладом типового проекту.

Параметри ω , μ та α розраховувались для наступних умов:

$P_x = 1$, $\eta_c = 0,9$, $P_c = 2,1$, $\eta_x = 1,3$. Порядок розрахунків параметрів ω , μ та α і їх значень в залежності від трудомісткості t_i “граничного” ремонту для господарств та станцій технічного обслуговування приведені в таблиці 13. – 15. Графіки залежності ω , μ та α від t_i представлені на рис.3. та 4.

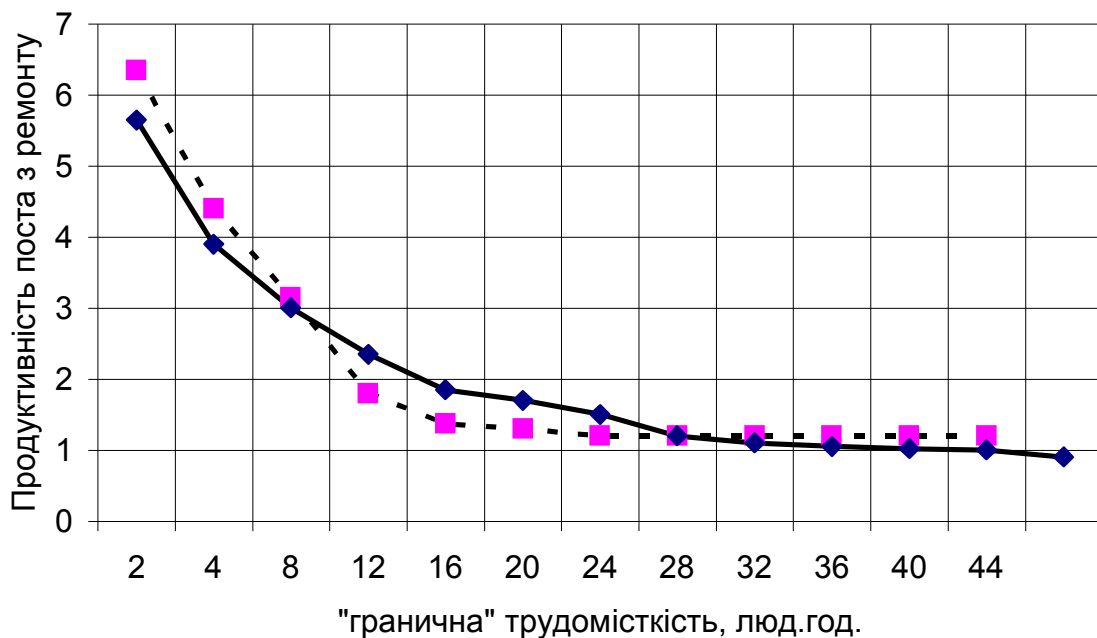


Рисунок 2.4 – Зміна продуктивності праці в господарстві та на СТО в залежності від "граничної" трудомісткості ремонту

2.2 Дослідження можливості супутніх заїздів автомобілів на СТО

Можливість поєднання корисної поїздки з заїздом на СТО визначається в першу чергу потужністю вантажопотоку в напрямку: господарство – район розміщення сторони станції технічного обслуговування і середнім числом автомобілів у господарстві, щоденно потребуючих ремонту на станції технічного обслуговування, позначимо через A_α відношення середньої кількості автомобілів A_C , що виїжджають щодня в напрямку СТО за вантажем /з вантажем/ до числа автомобілів

A_p , що вимагають ремонту і технічного обслуговування, на станції технічного обслуговування.

$$A_\alpha = A_c / A_p \quad (2.22)$$

На перший погляд при $A_\alpha \geq 1$ транспортні витрати по доставці автомобілів на станцію ТО – цілком ліквідуються. На практиці це далеко не так:

По-перше, у господарствах знаходяться різні по призначенню машини і тому поєднання поїздки на СТО з корисною роботою можливо, коли вид супутнього вантажу в даний момент відповідає типу автомобіля, що відмовив, чи автомобіля, що потребує технічного обслуговування чи поточного ремонту.

По-друге, відмовивший автомобіль може бути спрямований за вантажем /з вантажем/ у районний центр тільки тоді, коли відказ виявлено до виїзду машини на лінію.

Таким чином, до складу автомобілів, що направляються на СТО, можуть бути включені тільки ті з потребуючих обслуговування, що по типу відповідають виду перевозимого в даний момент вантажу і відмовили до складання чергової рознарядки на перевезення. З урахуванням цієї умови коефіцієнт супутніх заїздів A визначається по формулі:

$$A = A_\alpha \cdot K_p \cdot K_B \quad (2.23)$$

де K_p - коефіцієнт зниження числа супутніх заїздів на СТО за рахунок можливої невідповідності конструкцій автомобіля, що відмовив, вантажу, перевезеного в напрямку станції технічного обслуговування /назад/,

K_B – коефіцієнт, що враховує частину відмов, про які відомо до моменту складання чергового наряду на роботу автомобілів, $K_B = 0,15$.

Для визначення коефіцієнта K_p необхідно розбити автомобілі парку на групи, об'єднавши в кожній взаємозамінні машини: бортові автомобілі, самоскиди, автомобілі-цистерни.

Розглянемо тепер імовірність події, що полягає в тім, що в складі автомобілів, обраних випадковим образом із трьох зазначених груп для відправлення в районний центр за вантажем /з вантажем/, виявиться хоча б одна машина, що попутно пройде ТО або ПР на СТО.

Наприклад, з п'ятнадцяти автомобілів 3-х груп у районний центр виїжджають 3 автомобілі, а вимагає ремонту на станції технічного обслуговування один автомобіль. Можливі варіанти набору представлені в таблиці 2.3.1.

З огляду на те, що усі варіанти можливих наборів незалежні одна від одної, визначаємо шукану імовірність по формулі повної імовірності:

$$P(A) = \sum_{i=1}^h P(H_i)P(A|H_i); \quad (2.24)$$

де h – кількість варіантів набору автомобілів,

$P(H_i)$ – імовірність варіанта,

$P(A|H_i)$ – умовна імовірність події в даному варіанті.

Таблиця 2.5

Варіанти можливого набору групи автомобілів, що направляються в районний центр до місця розташування СТО.

Найменування групи	Група 1	Група 2	Група 3	Разом
Кількість автомобілів	9	5	1	15
№ варіанта				
№1	2	-	1	3
№2	1	1	1	3
№3	3	-	-	3
№4	-	2	1	3
№5	-	3	-	3

Очевидно, що

$$P(A|H_i) = P_{\Gamma} \cdot P_O \quad (2.25)$$

де P_{Γ} – імовірність того, що в наборі надані автомобілі всіх груп. Якщо набір складається з автомобілів усіх трьох груп, то $P_{\Gamma} = 1$, двох груп – $2/3$, тільки однієї групи – $1/3$.

P_O – імовірність того, що автомобіль, що відмовив, буде належати саме до “і-й” групи /групам/. Приймавши імовірність відмов для всіх автомобілів однаковою, одержимо статистичну імовірність шуканої події:

$$P_O = \sum_{i=1}^n A_i / A_X \quad (2.26)$$

де A_i – число автомобілів у i -тій групі;

A_x – загальне число автомобілів у господарстві;

Індекс $i = 1, 2, 3 \dots n$ – число груп, автомобілі яких входять у комплект машин, що відправляються до місця розміщення СТО.

Для автопарків із трьома типами автомобілів $P(A) = 0,525$, тобто з урахуванням невзаємозамінності автомобілів у парку приблизно тільки половина їх може при виїзді в районний центр за вантажем попутно заїхати на СТО для усунення відмовлення. Фактично з них попутно відвідають тільки ті машини, про відмовлення яких буде відомо перед виїздом на лінію.

Таким чином, при $A_T = 1$

$$A = P(A) K_B \quad (2.27)$$

де $K_B = L_O / L_O + L_{II}$ – коефіцієнт, що враховує число відмов, про які відомо до моменту складання щоденної рознарядки роботи автомобілів;

L_O і L_{II} – відповідно число відмовлень, про які відомо до виїзду автомобілів на лінію і число відмовлень, що виникли після виїзду автомобілів на лінію.

При розгляді конкретних операцій ПР коефіцієнт в кожному випадку визначається за даними експериментального дослідження.

Дані розрахунків приведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Зведена таблиця по розрахунку супутніх заїздів.

Господарство	$A\alpha$	A	$K_{сз}$
СВК «Слад»	0,5	0,47	0,53
ТОВ «ТК Агротрейд»	0,5	0,45	0,5
СВК «Тур»	1	0,95	1,0
СВК «Дубки»	0,4	0,41	0,43
ЗАТ «Агрофірма»	0,7	0,74	0,67
СТОВ «Садки»	0,4	0,42	0,4

2.3 Метод розрахунку транспортних витрат в залежності від характеру відказів і способу транспортування

Прийнято рахувати, що при організації ТО та ПР автотранспорту безпосередньо в господарствах транспортні витрати, пов'язані з доставкою автомобілів на

ТО та ПР, відсутні. Фактично такі затрати мають місце. І не тільки в господарствах, але частина автомобілів знаходиться на зберіганні в бригадах, а обслуговування їх здійснюється в центральній садибі, але і незалежно від місця зберігання при доставці відмовивших автомобілів з лінії в гараж для ремонту. Більш того, кожен раз відказ на лінії або затримка з виїздом викликає порушення або навіть зрив виробничого процесу.

Кількість відказів автомобілів на лінії обумовлюється якістю ТО та ПР. тому оцінка втрат в зв'язку з відказами автомобілів на лінії та облік їх при розділенні робіт ТО і ПР між СТО та господарством в умовах неоднакової якості їх проведення, дозволяє вже на стадії проектування оптимізувати величину наробітка на відказ, як функцію рівня централізації ТО і ПР автомобілів з метою скорочення зривів транспортного процесу.

Втрати при відказах на лінії включають втрати по доставці автомобілів в гараж та особисті втрати від зриву транспортного процесу. За методом розрахунку втрат господарства розділені на три групи:

- 1) невеликі господарства, яке складаються тільки з центральної садиби.
- 2) господарства, які мають окрім центральної садиби, ще й відділення. Зберігання, ТО та ПР автомобілів проводиться в центральній садибі.
- 3) господарства, які мають окрім центральної садиби, ще й відділення. Зберігання автомобілів проводиться, як в центральній садибі так і в бригадах, ТО та ПР автомобілів проводиться в центральній садибі.

В загальному випадку транспортні витрати, що припадають на одне повернення автомобіля з лінії, можна розрахувати за формулою:

$$U_i = C_{ic} \cdot K_c + C_{ib} \cdot K_b \quad 2.2.1.$$

де C_{ic} – втрати при доставці відмовившого автомобіля з лінії в господарство, для ремонту, своїм ходом;

C_{ib} – втрати при доставці відмовившого автомобіля з лінії буксируванням;

K_c і K_b – коефіцієнти, що враховують долю відмов на лінії, при яких автомобіль доставляється в майстерню господарства відповідно своїм ходом або буксируванням.

- І) Визначення втрат C_{ic} в разі доставки автомобіля в гараж своїм ходом.

Відмова на лінії може відбутися з однаковою ймовірністю при русі автомобіля як в напрямку господарства, так і від нього. Якщо відказ, який допускає рух своїм ходом, і виник при русі автомобіля в напрямленні до господарства, то транспортні втрати виключаються. Виходячи з цього транспортні витрати будуть мати місце тільки для половини відмов, що допускають рух своїм ходом.

В разі виникнення відказу під час руху від господарства нульовий пробіг буде складатися з шляху від господарства до місця відказу і шляху назад.

Так як відказ можливий на будь-якій ділянці шляху від господарства до місця навантаження /розвантаження/ автомобіля, то середня відстань пов'язана з відказом нульового пробігу в один кінець буде дорівнювати половині середньої довжини ходки з вантажем "I". ($l_0 = 0,5 \cdot l$). Витрати та втрати при доставці відмовившого автомобіля в гараж розраховуються за формулою:

$$C_{ic} = 0,5 \cdot l \cdot C + (0,5 \cdot l \cdot u / V) \quad 2.2.2.$$

II) Визначення втрат в разі доставки автомобіля з лінії в гараж – буксируванням:

При виникненні відказу на шляху від господарства автомобіль здійснить нульовий пробіг до місця відказу, а потім буде відбуксоване до господарства.

Вартість C_H нульового пробігу від господарства до місця поломки та назад буде дорівнювати ($C_H = 0,5 \cdot l \cdot C$).

Витрати C_B по автомобілю що буксирує включає вартість руху автомобіля – до зламаного автомобіля та назад:

$$C_B = 2 \cdot 0,5 \cdot l \cdot C \quad (2.28)$$

Таким чином, при виникненні відказу в дорозі в сторону від господарства сумарні транспортні витрати складатимуть:

$$C_H + C_B = 1,5 \cdot l \cdot C \quad (2.29)$$

Якщо відказ автомобіля виникає під час його руху в напрямленні до господарства, то транспортні витрати по доставці будуть складатися тільки з витрат на буксирування.

Відказ автомобіля з однаковою ймовірністю можливий як при русі від господарства так і до нього. Якщо не враховувати затрати на розвантаження відмовив-

шого завантаженого автомобіля, то витрати C'_{iB} по доставці автомобіля в господарство буксируванням будуть дорівнювати:

$$C'_{iB} = 0,5 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot C + 0,5 \cdot 1 \cdot C = 1,25 \cdot 1 \cdot C \quad (2.30)$$

Час T_C , в продовж якого автомобіль не буде виконувати транспортну роботу, складається з наступних елементів:

а) час T_1 , необхідний для того, щоб повідомити про відказ на господарство, та вивозу буксирувальника. Величина цього часу знаходиться в межах $1/3 - 2/3$ години. В даному розрахунках прийнемо $T_1 = 0,5$ години.

Показник	ЗАТ “Агрофірма”	СВК “Дружба”	ВАТ “Промінь”
U_i	110,07	216,74	20,30
C_{iC}	73,54	144,94	13,43
K_C	0,67	0,67	0,67
K_B	0,33	0,33	0,33
C_{iB}	184,26	362,52	34,26
C_H	72,96	144,06	13,16
C_B	145,92	288,12	26,33
C'_{iB}	182,40	360,15	32,91
T_1	0,50	0,50	0,50
T_2	0,27	0,41	0,13
T_3	0,27	0,41	0,13
T_C	1,03	1,32	0,75
C_{iB}	184,26	362,52	34,26
Π_{iB}	1,86	2,37	1,35

б) час T_2 – рух автомобіля – тягача до автомобіля, що зламався, $T_2 = 0,5 \cdot 1 / V$.

в) час T_3 доставка автомобіля в господарство, $T_3 = 0,5 \cdot 1 / V$.

Сумарний час T_C розраховується за формулою:

$$T_C = T_1 + T_2 + T_3 = (1 / V) + 0,5 \text{ год} \quad (2.31)$$

Сумарні втрати Π_{iB} від не до використання автомобіля складатимуть:

$$\Pi_{iB} = u \cdot ((1 / V) + 0,5) \quad (2.32)$$

Сумарні витрати C_{iB} при доставці автомобіля буксируванням будуть дорівнювати:

$$C_{iB} = 1,25 \cdot 1 \cdot C + u \cdot ((1 / V) + 0,5) \quad (2.33)$$

Підставивши в формулу значення величин C_{iC} та C_{iB} отримаємо сумарні втрати, які припадають на одне повернення автомобіля з лінії

$$U_i = 0,5 \cdot [(K_C + 0,5 \cdot K_B) \cdot (C + u / V) \cdot 1 + u \cdot K_B] \quad (2.34)$$

Зведені дані розрахунків приведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Дані розрахунків

Показник	ЗАТ “Агрофірма”	СВК “Дружба”	ВАТ “Промінь”
Сумарні втрати на повернення несправного автомобіля, грн	110,07	216,74	20,30
Втрати при доставці своїм ходом, грн	73,54	144,94	13,43
Коефіцієнт долі відмов, доставка своїм ходом	0,67	0,67	0,67
Коефіцієнт долі відмов, доставка буксируванням	0,33	0,33	0,33
Втрати при доставці буксируванням, грн	184,26	362,52	34,26
Вартість нульового пробігу, грн	72,96	144,06	13,16
Втрати по автомобілю, що буксирує, грн	145,92	288,12	26,33

2.4 Дослідження впливу об'ємів робіт по ТО та ПР на СТО

Вплив розподілу об'ємів робіт по ТО та ПР автомобілів між СТО та господарством має велике значення. Це впливає на час простою машин на ремонті, що обумовлено різницею в їх розмірах по чисельності обслуговуємого автопарку та значно спадаючою залежністю коефіцієнту коректування нормативної трудомісткості ТО та ПР машин / $\eta_{\text{тр.н}}$ / від потужності господарства або СТО / N / .

Розглянемо, як розподіл об'ємів робіт по ТО та ПР автомобілів між СТО та господарством впливає на величину простоїв машин в технічно справному стані. Розподілення об'ємів робіт будемо оцінювати коефіцієнтом централізації об'ємів $K_{\text{ц}}$, рівним:

$$K_{\text{ц}} = T_{\text{ц}} / T_{\text{сум}} = T_{\text{ц}} / (T_{\text{ц}} + T_{\text{дц}}) \quad (2.35)$$

де $T_{\text{ц}}$ та $T_{\text{дц}}$ – відповідно трудомісткості робіт ТО та ПР автомобіля, виконуваних в централізованому та децентралізованому порядку; $T_{\text{сум}}$ – загальний об'єм робіт по ТО та ПР автомобіля.

Введемо нові позначення:

T_n – базова нормативна трудомісткість ТО та ПР автомобілів, яка відповідає $\eta_{тр.н} = 1$.

$T_{вн}$ – середньозважена нормативна питома трудомісткість ТО та ПР автомобілів, що залежить від величини $K_{ц}$.

R_n та $R_{вн}$ = відповідно нормативна кількість робітників на робочому посту.

P_n та $P_{вн}$ – відповідні нормативні значення питомого простою машин ТО та ПР.

Співвідношення $T_{вн}$ до T_n , $R_{вн}$ до R_n та $P_{вн}$ до P_n називаються приведеними коефіцієнтами коректування відповідно трудомісткості, чисельності робочої сили та простоїв автомобілів в ТО та ПР, позначивши їх $\eta_{прив.тр.н}$; $\eta_{прив.р.н}$; $\eta_{прив.пр.н}$.

Між вказаними приведеними коефіцієнтами є залежність:

$$\eta_{прив.тр.н} = \eta_{прив.р.н} / \eta_{прив.пр.н} \quad (2.36)$$

Значення $\eta_{прив.тр.н}$ в залежності від коефіцієнта можуть бути отримані по слідуючій формулі:

$$\eta_{прив.тр.н} = [\eta_x - K_{ц} \cdot (\eta_x - \eta_c)] \quad (2.37)$$

де η_x та η_c – нормативні коефіцієнти коректування питомої нормативної трудомісткості ТО та ПР автомобілів, які відповідають чисельності автопарку в господарствах / η_x / та потужності СТО в районі / η_c /.

Залежність $\eta_{прив.тр.н} = f(K_{ц})$ для господарств та СТО різної потужності приведені на рис. 6.1. Ці залежності являють собою пучки виходячих прямих, які зустрічаються в точці, яка відповідає ординаті $\eta_{прив.тр.н} = \eta_c$ та абсцисі $K_{ц} = 1$.

В залежності з вказаними залежностями:

$$\text{при } K_{ц} = 0 \quad \eta_{прив.тр.н} = \eta_x;$$

$$K_{ц} = 0,5 \quad \eta_{прив.тр.н} = 0,5 \cdot (\eta_x + \eta_c);$$

$$K_{ц} = 1,0 \quad \eta_{прив.тр.н} = \eta_c.$$

Для визначення значень коефіцієнта $\eta_{прив.тр.н}$ в функції можна використовувати рівняння:

$$\eta_{прив.р.н} = R_{сн} \cdot R_{хн} / R_n \cdot [R_{сн} - K_{ц} \cdot (R_{сн} - R_{хн})] \quad (2.38)$$

де R_n – нормативна чисельність працівників на посту ТО та ПР автомобілів.

$R_{хн}$, R_c – нормативна чисельність працівників на постах ТО та ПР автомобілів відповідно в господарствах та СТО заданої потужності.

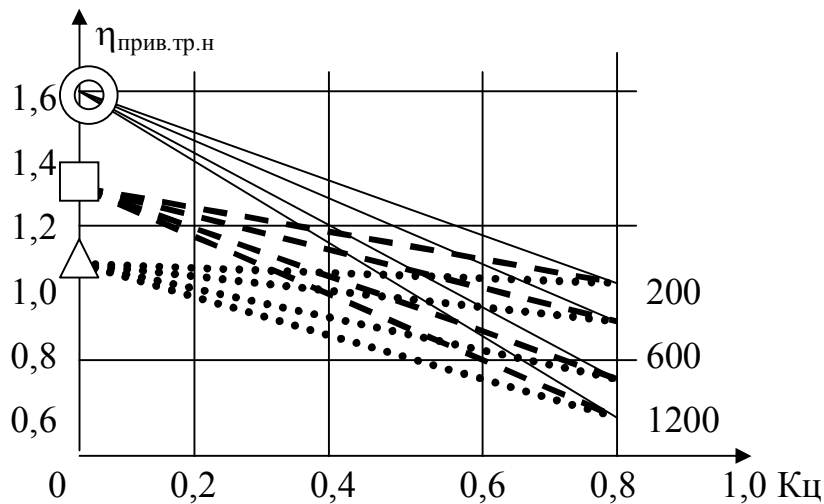


Рисунок 2.5 – Залежність величини приведенного нормативного коефіцієнта коректування загальної питомої трудомісткості ТО та ПР автомобілів від значень коефіцієнту централізації об'ємів робіт на СТО різної потужності. \odot – до 30-35 автомобілів, \square - 50 автомобілів, \triangle - 100 автомобілів.

Для визначення $\eta_{\text{прив.тр.н}}$ слід виходити з рівності $R_n = R_{сн}$, рахую, що $R_{хн}$ та $R_{сн}$ не залежать від потужності господарства або СТО.

З врахуванням рівності $R_n = R_{сн}$ вираз 6.4. запишеться:

$$\eta_{\text{прив.р.н}} = R_{хн} / R_{сн} - K_{ц} \cdot (R_{сн} - R_{хн}) \quad (2.39)$$

Характер залежності $\eta_{\text{прив.р.н}} = f(K_{ц})$ показана на рис. 2.5.

Виходячи з цієї залежності при:

$$K_{ц} = 0 \quad \eta_{\text{прив.р.н}} = R_{хн} / R_{сн};$$

$$K_{ц} = 0,5 \quad \eta_{\text{прив.р.н}} = 0,5 \cdot (R_{сн} + R_{хн});$$

$$K_{ц} = 1,0 \quad \eta_{\text{прив.р.н}} = 1.$$

З урахуванням виразу 2.35 залежність для визначення $\eta_{\text{прив.р.н}}$ можна записати:

$$\eta_{\text{прив.пр.н}} = [\eta_x - K_{ц} \cdot (\eta_x - \eta_c)] \cdot [R_{сн} - K_{ц} \cdot (R_{сн} - R_{хн})] / R_{хн} \quad (2.40)$$

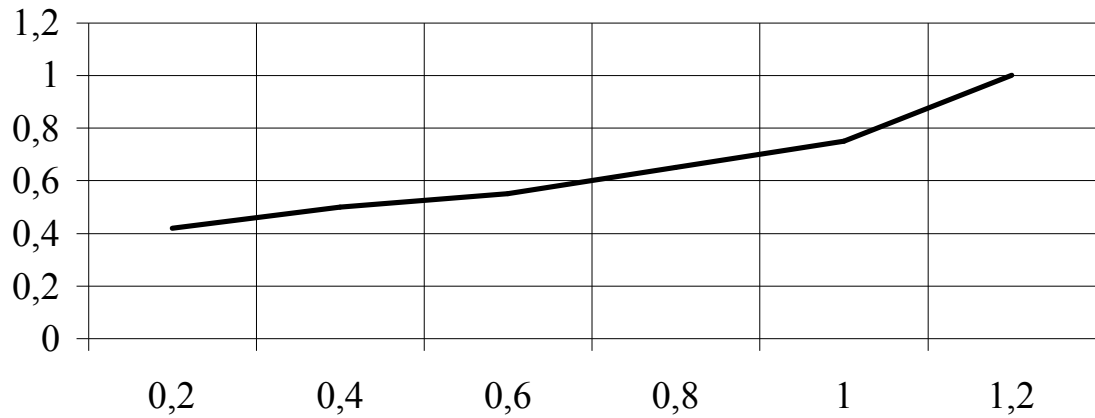


Рисунок 2.6 – Залежність величини приведенного нормативного коефіцієнта коректування загальної питомої чисельності працівників, зайнятих ТО і ПР автомобілів, від значень коефіцієнта централізації об’ємів робіт на СТО.

Вид залежностей $\eta_{\text{прив.пр.н}} = f(K_{\text{ц}})$ для господарств та СТО різної потужності приведено на рис. 2.6.

$$\text{При } K_{\text{ц}} = 0 \quad \eta_{\text{прив.пр.н}} = \eta_{\text{прив.тр.н}} \cdot P_{\text{сн}} / P_{\text{хн}};$$

$$K_{\text{ц}} = 0,5 \quad \eta_{\text{прив.пр.н}} = (\eta_{\text{с}} + \eta_{\text{х}}) / (P_{\text{сн}} + P_{\text{хн}});$$

$$K_{\text{ц}} = 1,0 \quad \eta_{\text{прив.пр.н}} = \eta_{\text{прив.тр.н}} \cdot$$

Для побудови залежностей, приведених на рис.6.1-6.3. використані нормативні дані:

$$\eta_{\text{хн}} = 1,6 \text{ (N = 25)} \quad \eta_{\text{с}} = 1,0 \text{ (Nс = 200)} \quad \eta_{\text{сн}} = 0,7 \text{ (Nс = 1200)}$$

$$\eta_{\text{хн}} = 1,3 \text{ (N = 50)} \quad \eta_{\text{с}} = 0,9 \text{ (Nс = 400)} \quad P_{\text{хн}} = 1,2 \text{ чел/пост}$$

$$\eta_{\text{хн}} = 1,1 \text{ (N = 100)} \quad \eta_{\text{с}} = 0,8 \text{ (Nс = 800)} \quad P_{\text{сн}} = 2,8 \text{ чел/пост.}$$

/об’єм робіт, що виконується на посту, 40%/

Нормативні значення коефіцієнтів $\eta_{\text{прив.пр.н}}$, $\eta_{\text{прив.тр.н}}$, $\eta_{\text{прив.р.}}$ призначені для цілей проектування виробничо-технічної бази господарства та СТО, а також для цілей планування ТО та ПР автомобілів в умовах часткової централізації об’ємів робіт.

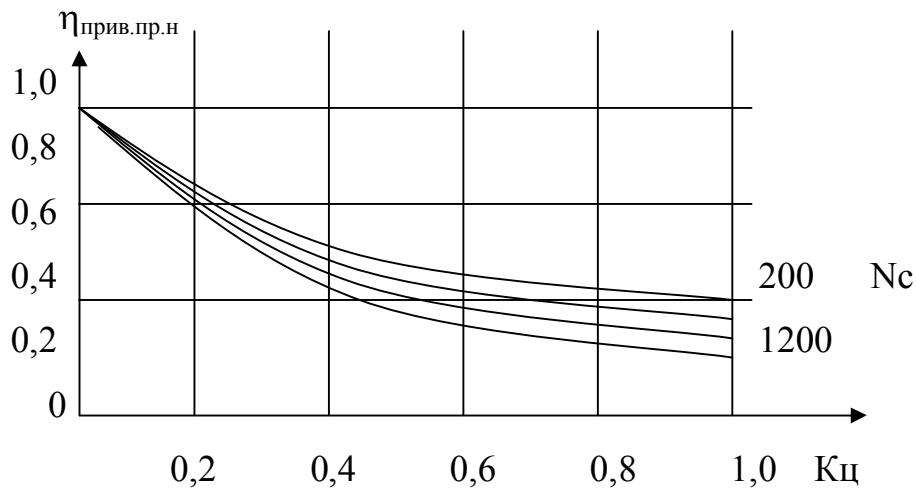


Рисунок 2.7 – Залежність величини приведенного нормативного коефіцієнту коректування загальної питомої тривалості простоїв автомобілів в ТО та ПР від значень коефіцієнту централізації об'ємів робіт на СТО різної потужності.

Між нормативними та фактичними значеннями $\eta_{\text{прив.пр.н}}$, $\eta_{\text{прив.тр.н}}$, $\eta_{\text{прив.р}}$ існує зв'язок:

$$\eta_{\text{прив.тр.ф}} = \eta_{\text{прив.тр.н}} \cdot \eta_{\text{к.тр}} \quad (2.41)$$

$$\eta_{\text{прив.р.ф}} = \eta_{\text{прив.р.н}} \cdot \eta_{\text{к.р}} \quad (2.42)$$

$$\eta_{\text{прив.пр.ф}} = \eta_{\text{прив.пр.н}} \cdot \eta_{\text{к.пр.}} \quad (2.43)$$

коефіцієнти взаємозв'язку $\eta_{\text{к}}$ між нормативними та фактичними значеннями $\eta_{\text{прив.пр.н}}$, $\eta_{\text{прив.тр.н}}$, $\eta_{\text{прив.р}}$ визначаються співвідношеннями:

$$\eta_{\text{к.тр}} = \eta_{\text{хф}} - \text{Кц} \cdot (\eta_{\text{хф}} - \eta_{\text{сф}}) / \eta_{\text{хн}} - \text{Кц} \cdot (\eta_{\text{хн}} - \eta_{\text{сн}}) \quad (2.44)$$

$$\eta_{\text{к.р}} = [\text{Рсф} - \text{Кц} \cdot (\text{Рсф} - \text{Рхф})] \cdot \text{Рхн} / [\text{Рсн} - \text{Кц} \cdot (\text{Рсн} - \text{Рхн})] \cdot \text{Рхф} \quad (2.45)$$

$$\eta_{\text{к.пр.}} = \eta_{\text{к.тр.}} / \eta_{\text{к.р.}} \quad (2.46)$$

На основі приведених вище матеріалів дослідів впливу коефіцієнтів централізації ТО та ПР автомобілів на СТО та простоїв автомобілів на технічному обслуговуванні та ремонті можна зробити висновки:

- Чим вищі значення коефіцієнту Кц для господарств та СТО заданої потужності, тим нижче сумарна трудомісткість та сумарні простої автомобілів в процесі виконання ТО та ПР на СТО та в господарствах.

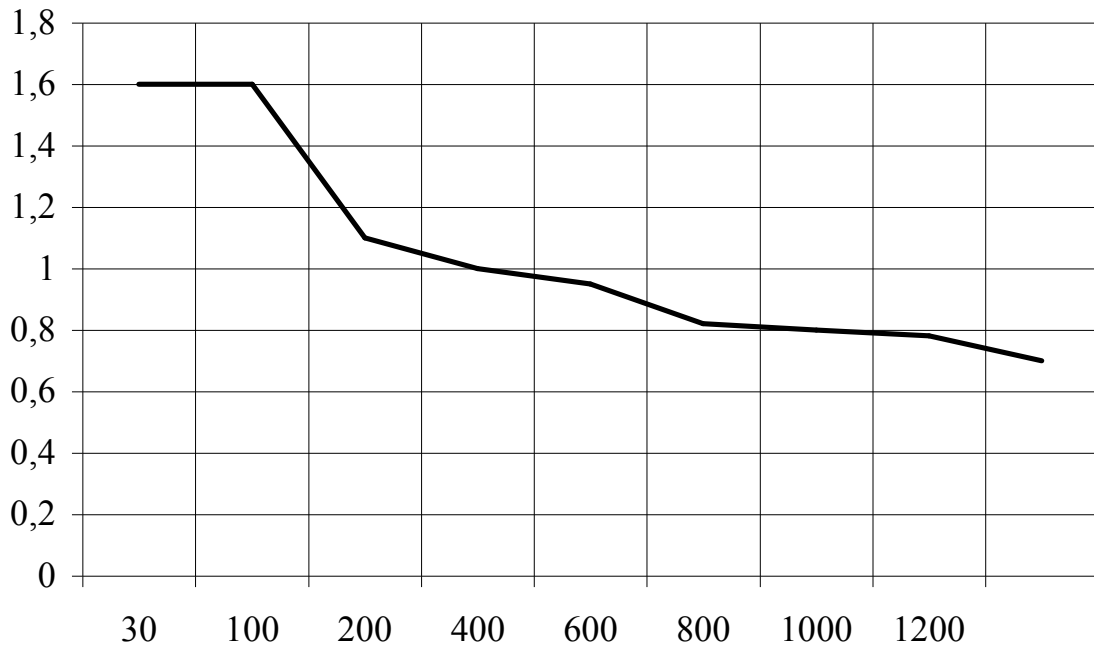


Рисунок 2.8. – Залежність величини нормативного коефіцієнту зниження трудомісткості ТО та ПР автомобілів від розміру автопарку господарства та СТО

На рисунку 2.8 приведена залежність величини нормативного коефіцієнту зниження трудомісткості ТО та ПР автомобілів від розміру автопарку господарства та СТО.

- Темпи зниження трудомісткості та простоїв автомобілів на ТО та ПР по Кц залежать від значень $\eta_x = f(N_x)$ та $\eta_c = f(N_c)$. Чим нижче чисельність автомобілів в господарстві та чим потужніше СТО, діюча в районі, тим більше знижується трудомісткість та простої машин в процесі ремонту по мірі росту значення коефіцієнту Кц.

3 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

3.1 Загальні уявлення про технічну діагностику автомобілів

Індивідуальна інформація про сховані й назріваючі відмови автомобіля дозволяє запобігти передчасному або спізнілому ремонту, а також проконтролювати якість виконання ремонтних, регулювальних і інших операцій ТО.

Системи діагностування можна класифікувати по ряду ознак у такий спосіб [6, 7-9]:

- по характеру зв'язку технічних засобів з об'єктом: убудовані (перевезені на автомобілі в процесі його роботи); виділені (що підключаються в стаціонарних умовах);
- за умовою знімання інформації:
 - а) функціональні (діагностування в процесі нормальної роботи об'єкта);
 - б) тестові (на об'єкт подається особливий сигнал, щоб по відгуку судити про стан об'єкта);
- по повноті охоплення:
 - загальні (діагностується об'єкт у цілому);
 - локальні (діагностується окремий елемент об'єкта);
- по ступеню універсальності:
 - спеціальні (об'єкт, технічні засоби й алгоритм завжди постійні);
 - універсальні (об'єкт, засоби й алгоритм діагностування легко міняється);
- по кількості діагностичних параметрів: однопараметричні (діагноз по одній ознаці); багатопараметричні (діагноз із комплексу ознак);
- по ступені участі людини: «ручні» (діагноз ставить людина); «машинні» або автоматичні (діагноз ставиться без участі людини). Технічна діагностика є важливою ланкою в системі ТО й Р автомобілів.

У міру подальшого збільшення парку автомобілів і чисельності їхніх користувачів (варто визнати, що частка справжніх автолюбителів і професіоналів у за-

гальному числі водіїв зменшується), ускладнення конструкції автомобілів і жорсткості вимог до їхньої безпеки й надійності роль технічної діагностики зростає.

Характерною рисою сучасних автомобілів є усе більше широке використання електроніки й мікропроцесорної техніки, на яку покладають не тільки функції керування системами автомобіля, але й автоматичного діагностування його технічного стану. Наприклад, Volvo розробив «жіночий» автомобіль, у якого на щитку приладів є тільки спідометр, і водій не має можливості відкрити капот автомобіля.

Контроль стану всіх систем автомобіля здійснює бортовий комп'ютер, що має радіозв'язок зі СТО. При виникненні потреби в ТО й усуненні несправностей автомобіля водій одержує запрошення в призначений час надати автомобіль на СТО.

Діагностика складних систем повинна мати технічне, інформаційне й математичне забезпечення.

3.2 Вибір діагностичних параметрів

Технічний стан автомобіля як складної системи і його елементів характеризується тими або іншими фізичними явищами або процесами, які можна розглядати як ознаки стану. Ознаки стану можуть виражатися кількісно на основі вимірів, а коли вони неможливі - те якісно на основі органолептичних методів оцінки кольору, запаху, блиску, тембру звучання й т.п. Очевидно, що в міру розвитку вимірювальної техніки якісні оцінки ознак можуть переходити в кількісні виміри.

Діагностичну цінність може становити більша частина інформації про поведінку автомобіля, його агрегатів і систем. Склад і стан середовищ, взаємодіючих з виробом (повітря, охолодна рідина, масло, продукти згоряння палива й ін.), робочі параметри процесів (частота обертання, температура, тиск), вібрація, акустичне й теплове випромінювання й т.д.) - все це може містити діагностичну інформацію.

Діагностичне значення мають не тільки значення параметрів у цей момент часу, але і їхня зміна в часі (кінетика інформативних параметрів). Діагностичні параметри можуть бути універсальними й спеціальними. Прикладом універсаль-

них діагностичних параметрів є вібрації й шуми, що виникають при роботі автомобіля.

До універсальних діагностичних параметрів можна також віднести теплові потоки, що відбиваються на елементах автомобіля. Джерелами тепловиділення можуть бути робочі процеси й тертя в сполученнях деталей.

Досить інформативними можуть бути спеціальні діагностичні параметри (компресія двигуна, значення напруг і струмів в електричних колах і т.п.), оскільки вони по своїй природі краще виділяються на тлі інших сигналів.

Оскільки при діагностиці стан об'єкта оцінюється без його розбирання, як діагностичні параметри y_i повинні виступати непрямі ознаки, деяким чином пов'язані зі станом S . Для того щоб діагностичний параметр був інформативним і забезпечував вірогідність діагнозу, необхідно, щоб він відповідав трьом вимогам: був чутливим, однозначним і стабільним.

На мал. 3.1 показані три варіанти поведінки діагностичного параметра y_i в міру зміни стану S .

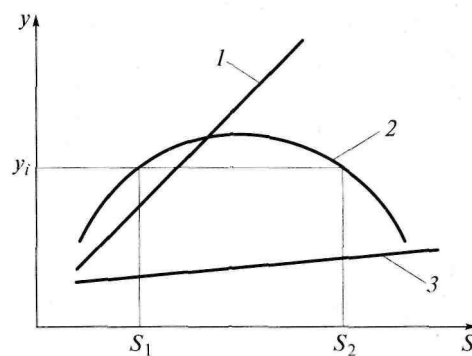


Рисунок 3.1. — Варіанти зміни діагностичного параметра від стану контрольованого об'єкта:

1 — параметр однозначний і чутливий; 2 — неоднозначний параметр; 3 — параметр однозначний, але нечутливий

Параметри y_1 і y_3 — однозначні, оскільки кожному можливому стану відповідає одна цілком певна величина ознаки. Параметр y_2 — неоднозначний, оскільки те саме значення ознаки y_i може відповідати двом (або більше) станам S_1 і S_3 .

Порівнюючи параметри y_1 і y_3 можна помітити, що при зміні стану на величину дельта зміна величини Δy для першого параметра більше, ніж для третього,

тобто перший параметр більше чутливий. Таким чином, із представлених на мал. 3.1 параметрів кращим для діагностики є y_1 , оскільки він однозначний і чутливий.

Стабільність діагностичного параметра визначається варіацією його значень при багаторазових вимірах на об'єктах з тим самим станом. Розкид значень параметра може бути виражений середнім квадратичним відхиленням, яке варто розраховувати для свідомо справного й несправного станів діагностованого об'єкта. Для оцінки стабільності й інформативності діагностичного параметра можна використовувати критерій

$$J(y) = \frac{|\bar{y}_1 - \bar{y}_2|}{\sigma_1 + \sigma_2}, \quad (3.1)$$

де y_1 і y_2 — середні значення діагностичних параметрів відповідно для свідомо справного й несправного станів об'єкта; σ_1 і σ_2 — середні квадратичні відхилення параметрів відповідно свідомо справних і несправних діагностованих об'єктів.

3.3 Визначення припустимого значення діагностичного параметра

Після вибору діагностичних параметрів необхідно вирішити два важливі питання: призначити періодичність діагностування (як часто контролювати стан об'єкта) і вибрати припустиме значення діагностичного параметра, при досягненні якого варто проводити профілактичні роботи по відбудові стану об'єкта.

Розрізняють три значення діагностичного параметра:

початковий діагностичний параметр y_n — величина діагностичного параметра, що відповідає технічно справному (новому) об'єкту;

граничний діагностичний параметр y_n — величина діагностичного параметра, що відповідає стану об'єкта, коли його експлуатувати далі не можна (відмова) або економічно недоцільно;

припустимий діагностичний параметр y_D — величина діагностичного параметра, що відповідає стану, коли доцільно провести профілактичні роботи по відбудові об'єкта до початкового стану.

Розглянемо ідеальний варіант системи діагностування, коли стан об'єкта лінійно залежить від його наробітку, а діагностичний параметр пов'язаний зі станом також лінійно (мал. 3.2).

У силу збігу обставин стан можливої на практиці сукупності об'єктів і кожного об'єкта окремо, може мінятися з різною інтенсивністю, тому наробіток до граничного стану об'єкта й відповідного значення y_{II} є випадковою величиною. Виразимо величину наробітку до граничного стану деяким законом розподілу ймовірностей $f(x)$.

Якщо вибрати величину припустимого діагностичного параметра y_D , як показано на мал. 3.2, і проводити діагностику з періодичністю x_D , то частина об'єктів з високою інтенсивністю зміни стану до моменту першої діагностики буде мати діагностичний параметр вище y_D . Імовірність відмов після першої діагностики q_1 на мал. 3.2 виражається виділеною площею під кривою щільності ймовірностей. Аналогічна ситуація може виникати при другій діагностиці q_2 , третьої q_3 і т.д. Загальна ймовірність відмов при призначеній величині припустимого діагностичного параметра y_D буде дорівнює $Q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n$.

Із графіка, представленого на мал. 3.2, видно, що чим частіше буде проводитися діагностика й чим нижче буде рівень припустимого діагностичного параметра, тим менше буде ймовірність відмов об'єкта (автомобіля). Зниження рівня y_a приводить до збільшення числа профілактичних робіт. Так, з мал. 3.3 треба, що при y_{D2} профілактичні роботи проводять через три періоди діагностування, а при y_{D1} — через два. (Строго говорячи, збільшення й зменшення параметра y_D має на увазі наближення його до y_{II} або до $y_{II'}$.)

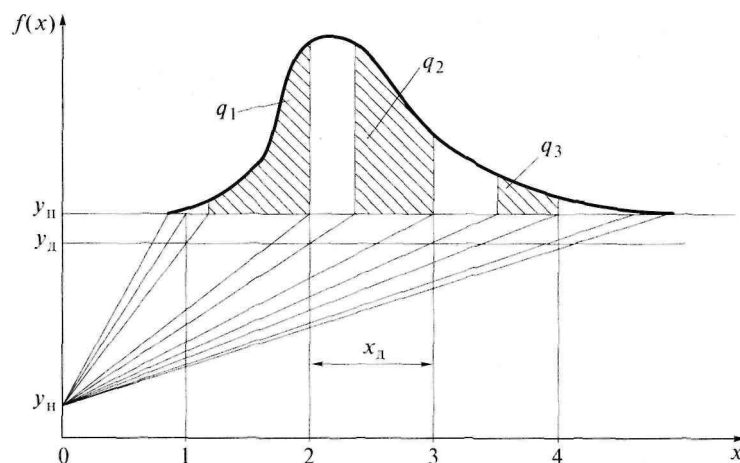


Рисунок 3.2 – Вплив величини припустимого діагностичного параметра на ймовірність відмови системи (при лінійних зв'язках)

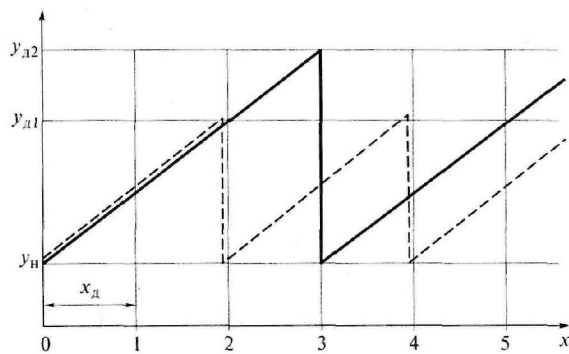


Рисунок 3.3 – Вплив величини припустимого діагностичного параметра на періодичність профілактичних робіт

Використовуючи обрану діагностичну ознаку, обстежать дві групи автомобілів: свідомо справних (діагноз D_1) і свідомо несправних (діагноз D_2). У цьому випадку мається на увазі контроль деякого агрегату або системи автомобіля, що не має або має конкретну несправність. Результати контролю через погрішності вимірів і неоднозначності прояву ознаки на різних автомобілях можна представити як дві сукупності випадкових величин, які показані на рис. 3.4 у вигляді двох законів розподілу ймовірностей.

Вибираючи значення припустимого діагностичного параметра y_d , будемо мати деяку ймовірність $p_2 = \int_0^{y_d} f(y/D_2) dy$ того, що несправні автомобілі будуть помилково визнані як придатні.

У той же час із ймовірністю $p_1 = \int_{y_d}^{\infty} f(y/D_1) dy$ справні автомобілі, що випадково показали більші значення діагностичного параметра, будуть визнані негідними й спрямовані на профілактичні роботи. В обох випадках буде допущена помилка діагностування, що спричинить або відмову автомобіля в дорожніх умовах, або дарма проведені профілактичні роботи.

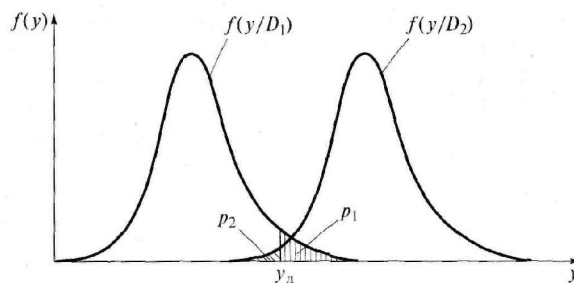


Рисунок 3.4 – Вибір припустимого діагностичного параметра з урахуванням випадкового розкиду результатів діагностики

Якщо позначити середні витрати, пов'язані з відмовою автомобіля, як $C_{отк}$, а витрати на проведення профілактичних робіт — $C_{пр}$, то середні витрати від помилки діагностування можна знайти як математичне очікування $C_{ош} = C_{пр}p_1 + (C_{отк} - C_{пр})p_2$. Підставимо вираження ймовірностей і одержимо

$$C_{ош} = C_{пр} \int_{y_d}^{\infty} f(y/D_1) dy + (C_{отк} - C_{пр}) \int_0^{y_d} f(y/D_2) dy. \quad (3.2)$$

Оптимальним значенням припустимого діагностичного параметра можна вважати таке y_d , при якому витрати від помилок діагностування будуть найменшими. Мінімум витрат можна знайти з умови

$$\frac{dC_{ош}}{dy_d} = 0. \quad (3.3)$$

Очевидно, що похідна від інтеграла — це підінтегральна функція з відповідними значеннями аргументу. Якби ми інтегрували вираження сумарних помилок, то знайшли б деяку функцію, у яку спочатку поставили верхня межа інтегрування, а потім нижня межа. Функція з нижньою межею записується зі знаком мінус. У нашій випадку варто враховувати, що при $y \rightarrow 0$ и $y \rightarrow \infty$ $f(y) \rightarrow 0$. В такий спосіб

$$\frac{dC_{ош}}{dy_d} = -C_{пр}f(y_d/D_1) + (C_{отк} - C_{пр})f(y_d/D_2) = 0. \quad (3.4)$$

Звідси можна знайти необхідне співвідношення щільностей імовірностей випадкових величин вимірюваного діагностичного параметра для групи свідомо справних і несправних автомобілів і по цьому співвідношенню відповідне значення y_d^{opt} :

$$\frac{f(y_d^{opt}/D_1)}{f(y_d^{opt}/D_2)} = \frac{C_{отк} - C_{пр}}{C_{пр}}. \quad (3.5)$$

Отримана формула справедлива при рівній імовірності спостереження діагнозів D_1 і D_2 . На практиці несправні автомобілі можуть зустрічатися набагато рідше, ніж справні (у всякому разі, при убудованій діагностиці, коли кожний автомобіль має діагностичну систему й автоматично з деякою періодичністю проходить діагностику).

З урахуванням імовірностей діагнозів $P(D_1)$ і $P(D_2)$, які в сумі дають одиницю, середні витрати від помилок діагностування [6]

$$C_{\text{ош}} = P(D_1)C_{\text{пр}}p_1 + P(D_2)(C_{\text{отк}} - C_{\text{пр}})p_2. \quad (3.6)$$

Після відповідних перетворень одержимо остаточну формулу

$$\frac{f(y_{\text{д}}^{\text{опт}}/D_1)}{f(y_{\text{д}}^{\text{опт}}/D_2)} = \frac{C_{\text{отк}} - C_{\text{пр}}}{C_{\text{пр}}} \frac{P(D_2)}{P(D_1)}. \quad (3.7)$$

Отримана формула виводилася з умови, що середнє значення діагностичного параметра несправних об'єктів більше середнього значення діагностичних параметрів справних об'єктів. Якщо параметри поведуться інакше (наприклад, потужність несправного двигуна не збільшується, а зменшується), то формула повинна бути відповідним чином трансформована.

3.4. Постановка діагнозу з комплексу діагностичних параметрів

З лікарської практики й досвіду технічної діагностики діагноз, як правило, ставиться не по одному, а по декількох ознаках. При аналізі сукупності симптомів у діагноста інтуїтивно виникає «здогад» про найбільш імовірний діагноз. Ніж глибше знання й більше досвід діагноста, тим достовірніше висунутий їм діагноз.

При розробці системи автоматичної діагностики необхідно мати у своєму розпорядженні алгоритм постановки діагнозу, на підставі якого може діяти деяка схема (у загальному випадку - ЕОМ) [6].

При зміні технічного стану автомобіля різні несправності можуть частково супроводжуватися однаковими діагностичними параметрами. Наприклад, негерметичність клапана поплавкової камери карбюратора (D_1) супроводжується підвищеною витратою палива — y_1 більшим вмістом вуглеводнів C_xH_y у вихлопних газах — y_2 з більшим вмістом у вихлопних газах — y_3 , забрудненням карбюратора — y_4 . Зношування паливних жиклерів (D_2) супроводжується підвищеною витратою палива — y_1 , більшим вмістом C_xH_y у вихлопних газах — y_2 , з більшим вмістом у вихлопних газах — y_3 . Неправильне регулювання холостого ходу (D_3) супроводжується зазначеними раніше ознаками y_1, \dots, y_3 і нестійкою роботою двигуна на холостому ході — y_5 .

Опис діагнозів зручно звести в матрицю, позначаючи наявність ознаки «1», а відсутність - «0» (табл. 3.1).

Говорячи про відсутність або наявність деякої діагностичної ознаки мають на увазі, що діагностичний параметр менше або більше обраного відповідно до припустимого значення діагностичного параметра y_D (адже працюючий двигун завжди має якась витрата палива, якусь температурацію й т.д.).

На підставі подібних матриць робилися спроби створювати електричні прилади для автоматичної постановки діагнозів, що містять набір тумблерів (вмикачів) і сигнальних лампочок (по числу діагнозів). При відповідному рядку діагнозу сполученні включених і виключених тумблерів у приладі запалюється лампочка даного діагнозу. Однак на практиці такі прилади виявилися непрацездатні, що пояснюється в такий спосіб.

Таблиця 3.1 – Матриця діагнозів

Діагнози	Діагностичні параметри				
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5
D_1	1	1	1	1	0
D_2	1	1	1	0	0
D_3	1	1	1	0	1

Таблиця 3.2 - Результати статистичних випробувань

Діагноз	Імовірності діагностичних параметрів					Імовірність діагнозу $P(D_i)$
	$P_{D_i}(y_1)$	$P_{D_i}(y_2)$	$P_{D_i}(y_3)$	$P_{D_i}(y_4)$	$P_{D_i}(y_5)$	
D_1	1,0	0,8	0,9	1,0	0,2	0,05
D_2	0,9	0,7	0,9	0,0	0,2	0,10
D_3	0,6	0,1	0,9	0,1	0,9	0,30
D_4	0,1	9,1	0,0	0,1	0,0	0,55

Як ми вже відзначали раніше, контрольовані діагностичні параметри мають випадковий розкид через помилки виміру, випадкового сполучення режимів роботи різних елементів автомобіля й т.п. Тому наявність або відсутність діагности-

чної ознаки при певному діагнозі D_i , не є достовірною подією («1» або «ПРО»), а спостерігається з деякою умовною ймовірністю $PD_i(y_j)$. Спостерігаючи за великою групою автомобілів можна встановити, як часто зустрічаються діагнози, що цікавлять нас, - $P(D_j)$, і з якою ймовірністю при цих діагнозах зустрічаються прийняті для розроблювальної системи діагностичні параметри - $PD_i(y_j)$. Для визначення ймовірностей спостереження різних ознак можна штучно вносити в автомобіль мнас, що цікавлять, несправності (порушувати регулювання й т.п.).

Нехай результати статистичних досліджень по раніше розглянутому прикладі будуть представлені табл. 3.2.

Оскільки використовується імовірнісний підхід, то до трьох розглянутого в табл. 3.1 діагнозам у табл. 3.2 доданий ще один, що утворить повну групу подій, діагноз D_4 — все інше, тобто всі можливі інші несправності.

Поставимо діагноз для автомобіля з комплексом ознак: двигун перевитратить паливо — v_1 великий зміст СхНу у вихлопних газах — v_2 , карбюратор брудний — v_4 , інші діагностичні параметри не спостерігаються, тобто

$$y^* = \{y_1, y_2, \tilde{y}_3, \tilde{y}_4, \tilde{y}_5\}.$$

Тут знаком «~» відзначені відсутні (неспостережувані ознаки).

Розрахунок найбільш імовірного діагнозу можна зробити по відомій у теорії ймовірностей формулі Бейеса, розглянемо її типовий вивід.

Нехай в урні перебуває N куль, серед яких n_1 — пустотілі (з них n_1^* — білі) і n_2 — суцільні (з них n_2^* — білі); інші пустотілі й суцільні кулі — чорні.

Імовірність вийняти пустотіла куля (події A)

$$P(A) = \frac{n_1}{N}. \quad (3.8)$$

Імовірність вийняти біла куля (події B)

$$P(B) = \frac{n_1^* + n_2^*}{N}. \quad (3.9)$$

Імовірність, що вийнята пустотіла куля виявиться білою:

$$P_A(B) = \frac{n_1^*}{n_1}. \quad (3.10)$$

Імовірність, що вийнята біла куля виявиться пустотілою:

$$P_B(A) = \frac{n_1^*}{n_1^* + n_2^*}. \quad (3.11)$$

Імовірність, що куля буде біле й пустотілим (спільне спостереження двох подій визначається добутком імовірностей):

$$P(BA) = P(B)P_B(A) = \frac{n_1^* + n_2^*}{N} \frac{n_1^*}{n_1^* + n_2^*} = \frac{n_1^*}{N}. \quad (3.12)$$

Імовірність, що куля буде пустотілою і білою:

$$P(AB) = P(A)P_A(B) = \frac{n_1}{N} \frac{n_1^*}{n_1} = \frac{n_1^*}{N}. \quad (3.13)$$

Оскільки $P(BA) = P(AB)$, можна записати

$$P(B)P_B(A) = P(A)P_A(B), \quad (3.14)$$

звідси формула Бейеса:

$$P_A(B) = \frac{P(B)P_B(A)}{P(A)}. \quad (3.15)$$

Стосовно до діагностики формулу Бейеса можна записати

$$P_{yj}(D_i) = \frac{P(D_i)P_{Di}(y_j)}{P(y_j)}, \quad (3.16)$$

де $P_{yj}(D_i)$ — імовірність D_i -го діагнозу при спостереженні y_j -го параметра; $P(D_i)$ — імовірність D_i -го діагнозу; $P_{Di}(y_j)$ — імовірність спостереження y_j -го параметра при діагнозі D_i ; $P\{y_j\}$ — імовірність спостереження y_j -го параметра по всіх діагнозах.

При постановці діагнозу з комплексу ознак, формула буде записуватися аналогічно, але замість одиничного параметра y_j буде розглядатися комплекс параметрів y_j^* .

Таким чином, після діагностування чергового автомобіля й підтвердження фактичного діагнозу за результатами розбирання вузла або яким-небудь іншим образом, діагност вносить корективи в діагностичну матрицю. У результаті такої процедури діагностична система «навчається», «набирається досвіду», що імітує ріст професійної майстерності людини, що займається діагностуванням.

3.5 Постановка діагнозу по методу послідовного аналізу

Як правило, першим діагностом технічного стану автомобіля є його водій, що у процесі експлуатації автомобіля стежить за виникаючими шумами, вібраціями й іншими проявами процесів функціонування агрегатів і систем автомобіля. Після появи, деякої незвичайної ознаки увага водія зосереджує на технічному стані автомобіля й відбувається нагромадження інформації про частоту повторної появи тої ж ознаки або інших ознак, які можуть виступати як діагностичні параметри.

Професійний діагност також починає проводити обстеження автомобіля з найбільш інформативних ознак, послідовно перебираючи їх, при необхідності багаторазово повторюючи випробування до моменту встановлення діагнозу.

Часто діагностика зводиться до перевірки гіпотези про стан деякого об'єкта, що виражається двома діагнозами: D_1 — об'єкт справний, D_2 — об'єкт несправний. Імовірності діагнозів відповідають очевидній умові: $P(D_1) + P(D_2) = 1$. При спостереженні комплексу ознак імовірність діагнозу, як це було показано в подразд. 3.4, може бути виражена формулою Бейеса:

$$P_{y^*}(D_i) = \frac{P(D_i)P_{D_i}(y^*)}{P(y^*)}. \quad (3.17)$$

Під комплексом ознак тут розуміється або послідовно одержуваний набір різних діагностичних параметрів, або послідовність декількох значень одного параметра, контрольованого в процесі діагностування.

Для розпізнавання станів D_1 , і D_2 варто скласти відношення ймовірностей цих діагнозів при спостережуваному комплексі діагностичних параметрів по формулі Бейеса. Оскільки $P(y^*)$ є загальною величиною для обох діагнозів, відношення буде мати вигляд

$$\frac{P_{y^*}(D_2)}{P_{y^*}(D_1)} = \frac{P(D_2)}{P(D_1)} \frac{P_{D_2}(y_1)P_{D_2}(y_2)\dots P_{D_2}(y_n)}{P_{D_1}(y_1)P_{D_1}(y_2)\dots P_{D_1}(y_n)}. \quad (3.18)$$

Якщо отримане відношення більше одиниці, то при спостережуваному комплексі ознак для конкретного діагностованого автомобіля більше ймовірний другий діагноз (D_2), а якщо менше одиниці — те перший діагноз (D_1). Таким чином, другий діагноз приймається за умови

$$\frac{P_{D_2}(y_1)\dots P_{D_2}(y_n)}{P_{D_1}(y_1)\dots P_{D_1}(y_n)} \geq \frac{P(D_1)}{P(D_2)}. \quad (3.19)$$

а перший діагноз - за умови

$$\frac{P_{D_2}(y_1) \dots P_{D_2}(y_n)}{P_{D_1}(y_1) \dots P_{D_1}(y_n)} \leq \frac{P(D_1)}{P(D_2)}. \quad (3.20)$$

У практиці діагностування аналіз діагностичних параметрів звичайно роблять у міру їхнього послідовного спостереження й рішення про вибір діагнозу приймають, коли відношення ймовірностей спостереження ознак при діагнозах D_2 і D_1 виходять за встановлені границі прийняття рішень A і B (діагност-практик може й не знати розглянутої тут теорії питання, але якщо ознаки несправного стану об'єкта зустрічаються набагато частіше, ніж ознаки справного стану, то він, природно, буде вважати, що об'єкт несправний). Якщо відношення ймовірностей перебуває в коридорі зазначених границь, то для аналізу залучають нові діагностичні параметри. Таким чином, умова ухвалення рішення про діагноз після аналізу до діагностичних параметрів

$$A \leq \frac{P_{D_2}(y_1) \dots P_{D_2}(y_k)}{P_{D_1}(y_1) \dots P_{D_1}(y_k)} \leq B. \quad (3.21)$$

Якщо ймовірність діагнозу D_2 принаймні в A раз більше ймовірності діагнозу D_1 , тобто виконується умова $\frac{1-\beta}{\alpha} \geq A$, то слід віддати перевагу другий діагноз і вважати, що об'єкт несправний.

Тепер припустимо, що діагностується справний об'єкт по $k < n$ діагностичних ознаках. У цьому випадку рішення про те, що об'єкт справний, приймається з ймовірністю $1 - \alpha$. Ймовірність, що при тій же комплексі ознак справним може бути визнаний несправний об'єкт, дорівнює β .

Якщо ймовірність діагнозу D_2 принаймні в U раз менше ймовірності діагнозу D_1 , тобто виконується умова $\frac{\beta}{1-\alpha} \leq B$, то слід віддати перевагу перший діагноз і вважати, що об'єкт справний.

З урахуванням наведених міркувань умова (3.1) ухвалення рішення про діагноз після аналізу до діагностичних параметрів

$$\frac{1-\beta}{\alpha} \leq \frac{P_{D_2}(y_1) \dots P_{D_2}(y_k)}{P_{D_1}(y_1) \dots P_{D_1}(y_k)} \leq \frac{\beta}{1-\alpha}. \quad (3.22)$$

Граничні умови по вираженню є двома паралельними прямими, що розділяють графік на три зони: зона діагнозу D_1 (амортизатор справний), зона діагнозу

D_2 (амортизатор несправний) і зона «коридору», коли діагноз поставити не можна й потрібне продовження випробувань.

Якщо сума обмірюваних сигналів прискорень наростає швидко (як це показано на графіку), точки виходять у зону діагнозу D_2 , після чого приймається рішення про те, що амортизатор несправний і процес діагностування може бути закінчений. Для справного амортизатора сума обмірюваних сигналів буде наростати повільно, і дослідні точки перетнуть граничну зону діагнозу D_1 , після цього діагностування також може бути закінчено.



Рисунок 3.5. – Приклад графіка постановки діагнозу по методу послідовного аналізу контрольованого параметра

Представлений на мал. 3.5 графік досить умовний, у реально діючій системі діагностування для постановки діагнозу буде потрібно істотно більше число вимірів прискорення автомобіля. Відзначимо, що у формулі граничної умови $b_2 < 0$, тому що $\frac{\beta}{1-\alpha} \leq 1$, а з обліком цього ширина «коридору» по осі абсцис дорівнює $|b_1 + b_2|$ і тем більше, чим менше величини α і β , що характеризують імовірність ризику одержати помилковий діагноз. Чим менше різниця середніх значень діагностичних параметрів y_1 і y_2 при свідомо справному й несправному станах, відповідно, тим також ширина «коридору» більше. До такого ж ефекту приводить і збільшення дисперсії вимірюваного діагностичного параметра. Більша ширина «коридору» приводить до необхідності збільшення кількості контрольованих діагностичних параметрів.

3.6 Розробка моделі оптимізації організаційних форм ТО автомобілів

Визначення трудомісткості робіт по ТО і Р автомобілів

Згідно до «Положення про технічне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту АПК» [16] для вантажних автомобілів встановлені такі види технічних обслуговувань: щоденне (ЩО), перше (ТО-1), друге (ТО-2) і сезонне (СО). Щоденне технічне обслуговування проводиться по закінченні роботи кожної зміни або кожного дня. Періодичність ТО-1 і ТО-2 для вантажних автомобілів відповідно складають 2500 і 10000 км пробігу. Сезонне обслуговування проводиться два рази на рік і його трудомісткість складає 20% трудомісткості ТО-2. [16] Ремонт автомобілів згідно до призначення, характеру і об'єму виконуваних робіт поділяється на капітальний (КР) та поточний (ПР).

При розрахунках числа і трудомісткості ремонтно-обслуговуючих дій для вантажних автомобілів скористаємося груповим методом. [12]. Розрахункові формули і результати обчислювань виконаємо у вигляді таблиць.

Таблиця 3.3

Формули для розрахунку числа і трудомісткості ремонтно-обслуговуючих дій для вантажних автомобілів.

Вид дій	Формули для розрахунку	
	Сумарного річного числа дій	Сумарної річної трудомісткості, люд.-год.
КР	$K_{км} = N \cdot Q_{км} \cdot K_1 \cdot K_3$	$T_{км}^c = K_{км} \cdot T_{км}$
ПР	-----	$T_{пм}^c = (N \cdot V_p / 1000) \cdot q_{пр}$
ТО-2	$K_{2м} = (N \cdot V_p / M_2) - K_{км}$	$T_{2м}^c = K_{2м} \cdot T_{2м}$
ТО-1	$K_{1м} = 3/4 \cdot (N \cdot V_p / M_1)$	$T_{1м}^c = K_{1м} \cdot T_{1м}$
СО	$K_{сом} = 2 \cdot N$	$T_{сом}^c = K_{сом} \cdot T_{сом}$

Умовні позначення формул:

$K_{км}$, $K_{пм}$, $K_{2м}$, $K_{1м}$, $K_{сом}$ – кількість , відповідно, капітальних, поточних ремонтів, ТО-2, ТО-1, сезонних обслуговувань по машинам даної марки;

N – кількість машин;

$Q_{км}$ – коефіцієнт обхвату капітальним ремонтом [9] ;

K_1 – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації автомобілів;

K_3 – коефіцієнт, що враховує природно-кліматичні умови;

V_p – річний наробіток, що планується, одного автомобіля, км пробігу; [12]

$T_{км}^c, T_{пм}^c, T_{2м}^c, T_{1м}^c, T_{сом}^c$ – сумарна трудомісткість, відповідно, капітальних, поточних ремонтів, ТО-2, ТО-1, сезонних обслуговувань по машинам даної марки, люд.год.;

M_2, M_1 – нормативний наробіток, відповідно, до ТО-2, ТО-1, км пробігу;

$T_{км}, T_{2м}, T_{1м}, T_{сом}$ – нормативи трудомісткості, відповідно, одного капітального ремонту, одного ТО-2, ТО-1, сезонного обслуговування, люд.год. [9, 16];

$q_{пр}$ – питома трудомісткість поточного ремонту автомобіля, люд.год./1000 км пробігу; [9].

Відмітимо, що при обчисленні числа капітальних ремонтів отримані в результаті розрахунків дробові значення від 0,85 і більше округляємо до одиниці, а значення менше 0,85 не враховуємо. [1]

При роботі автомобільного транспорту в умовах, що відрізняються від базових, для яких визначені нормативи ТО і ремонту автомобілів, виконується коректування нормативів з врахуванням конкретних умов експлуатації. Дані нормативи коректуються за допомогою коефіцієнтів в залежності від:

- умов експлуатації автомобіля – K_1 ;
- модифікації рухомого складу і організації його роботи – K_2 ;
- природно-кліматичних умов – K_3 ;
- розміру і якості виробничо-технічної бази для виконання технічного обслуговування і ремонту рухомого складу – K_5 ;

Для умов експлуатації автомобілів в районі і його природно-кліматичних умов коефіцієнт $K_1 = 1,0$, коефіцієнт $K_3 = 1,0$.

Коефіцієнт K_2 визначається модифікацією автомобіля (бортовий, самоскид ...) і організацією його роботи.

Середній термін експлуатації автомобілів в регіоні складає 12 років і з врахуванням річного пробігу 35000 км їх пробіг з початку експлуатації перевищує нормативний пробіг до КР вдвічі або близький до нього, тому коефіцієнт $K_4 = 2,1$.

Для наявного на даний момент парку вантажних автомобілів в районі та при його частковому обслуговуванні на СТО автомобілів коефіцієнт $K_5 = 0,8$. [9];

Результуючий коефіцієнт коректування періодичності ТО визначається формулою:

$$K_{\text{пер}} = K_1 \cdot K_3 = 1,0 \cdot 1,0 = 1,0 \quad (3.23)$$

Виходячи з цього періодичність ТО автомобілів залишається незмінною і складає для ТО-1 2500 км, для ТО-2 – 10000 км.

Результуючий коефіцієнт коректування трудомісткості технічного обслуговування: $K_{\text{то}} = K_2 \cdot K_5$

Коректування трудомісткості поточного ремонту:

$$K_{\text{пр}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (3.24)$$

Обґрунтування розподілу об'ємів робіт між СТОА і РОБ

Розробку моделі оптимізації організаційних форм ТО автомобілів в сільському господарстві проведемо з розподілу об'ємів робіт по ТО та ПР, що виконані згідно до існуючих рекомендацій з урахуванням кількості автомобілів, що обслуговуються на СТО, відстаней від господарств до районного центру, стану РОБ господарств.

По результатам проведених досліджень, для умов Харківщини доцільно в господарствах виконувати щоденне обслуговування, ТО-1 та нескладні роботи поточного ремонту, які в загальному об'ємі складають до 40%.

Досвід свідчить, що середні відстані від господарства до СТО для виконання ТО-1 повинні бути не більше 5 км, а для ТО-2 і ПР – не більше 45 км. [14].

Як вже раніше зазначалося, середня відстань від сільськогосподарських підприємств району до СТО складає 21,6 км. Отже, враховуючи сказане, а також матеріали попередніх розділів, на СТО пропонується проводити ТО-2, СО та 70% об'ємів робіт з ПР автомобілів. Для вантажних автомобілів автотранспортного підприємства на СТО виконуватиметься ТО-1, ТО-2, СО та 95% об'ємів робіт поточного ремонту. Решта робіт ПР автомобілів виконуватиметься водіями при усуненні несправностей на лінії.

Капітальний ремонт автомобілів проводиться на спеціалізованих ремонтних підприємствах.

Загальну річну трудомісткість робіт СТО визначаємо за формулою:

$$T_z = \Sigma T_m + T_{\text{дод}}, \quad (3.25)$$

де ΣT_m – сумарна трудомісткість ТО і ремонту автомобілів на СТО, люд.год;

$T_{\text{дод}}$ – трудомісткість додаткових робіт станції, люд.год.

В даному випадку при розрахунках додаткові роботи не враховуються, так як у господарствах вже існують підрозділи, на які покладається виконання об'ємів цих робіт, тому загальна річна трудомісткість робіт по ТО і ремонту вантажних автомобілів на СТОА рівна ΣT_m і складає 208374,8 люд.год.

Таблиця 3.4

Розподіл трудомісткості поточного ремонту і технічного обслуговування на станції технічного обслуговування автомобілів по видам робіт.

Види робіт	Поточний ремонт		ТО-1		ТО-2 і СО	
	%	Люд.год.	%	Люд.год.	%	Люд.год.
Контрольні	0,5	903,7	25,0	332,8	26,0	6838,4
Кріпильні	4,6	8314,1	19,7	262,3	17,0	4471,3
Регулювальні	1,6	2891,9	4,5	59,9	7,5	1972,6
Розбирально-складальні	27,9	50427	---	---	---	---
Ремонт агрегатів	18	32533,6	---	---	---	---
Електротехнічні в т.ч.	8	14459,4	14,5	193,1	13,5	3550,7
1	2	3	4	5	6	7
- ремонт ел.обладнання	6	10844,5	---	---	---	---
- ремонт і зарядка акумуляторів	2	3614,8	---	---	---	---
Обслуговування і ремонт системи живлення	3	5422,3	3,5	46,6	4,5	1183,6
Шиномонтажні	0,9	1626,7	7,5	99,8	14,5	3813,7
Вулканізаційні	1	1807,4	---	---	---	---
Мідницькі	3,5	6325,9	---	---	---	---
Жерстяницькі	1,4	2530,4	---	---	---	---
Зварювальні	1,2	2168,9	---	---	---	---
Ковальсько-ресорні	3,7	6687,5	---	---	---	---

Слюсарно-механічні	14	25303,9	---	---	---	---
Столярні в т.ч.	4,4	1952,6				
- кузовні	1,4	2530,4	---	---	---	---
- деревообробні	3	5422,3	---	---	---	---
Армочастітьно-кузовні	0,5	903,7	---	---	---	---
Обойні	0,8	1445,9	---	---	---	---
Малярні	5	9037,1	---	---	---	---
Мастильні, очісні, заправочні при ТО	---	---	25,3	336,8	17,0	4471,3
Всього	100	180742	100	1331,3	100	26301,5

Організація робочих постів та вибір методу обслуговування автомобілів на СТОА

Залежно від програми і виробничих можливостей підприємства весь комплекс робіт, незалежно від виду обслуговування, може виконуватися на універсальних чи спеціалізованих постах. Сукупність спеціальних постів складає поточну лінію.

Поточний метод обслуговування має ряд переваг порівняно з тупіковим (на універсальних постах), основні з яких – більш високої продуктивності праці та рівня механізації робіт, нижча собівартість обслуговування та інше.

Основною умовою обслуговування поточним методом є рівність часу перебування автомобіля на кожному посту, що досягається застосуванням відповідної кількості робітників на посту.

Основою для переходу на потік служить розрахунок числа спеціалізованих постів. Якщо по розрахунках постів потрібно не менше двох для ЩО, трьох – для ТО-1 і чотирьох – для ТО-2, то перехід на потік можливий. Взагалі вважають, що перехід на потік раціональний тоді, коли кількість однотипних автомобілів для ТО-1 – не менше 100, а для ТО-2 не менше 300. Досвід показує, що при виконанні ТО-2 доцільно мати чотири пости для станції, що обслуговують 350-400 автомобілів зі змінною програмою 5-6 обслуговувань. При цьому рекомендована кількість робітників складає 9-11 чоловік.

Враховуючи дані рекомендації вибираємо методи обслуговування автомобілів на СТО. Існуючі умови, зокрема, кількість вантажних автомобілів, що будуть обслуговуватися на станції, дозволять, згідно рекомендацій, застосувати поточний метод ТО і Р. для автомобілів марок УАЗ, ИЖ, КраЗ недоцільно проводити ТО-2 на потоці, так як їх загальна кількість не перевищує 100 одиниць, тому для цього обладнуються універсальні пости, а також ці пости будуть використовуватися для проведення ТО і Р автомобілів.

Обґрунтування режиму роботи СТОА і розрахунок фондів часу

Режим роботи підприємства визначається числом робочих днів у році і робочих змін за добу, тривалістю зміни.

Тривалість зміни, згідно із трудовим законодавством, встановлюється із розрахунку роботи – 41 година на тиждень для нормальних умов праці.

Режим роботи СТОА плануємо по шестиденному робочому тижню в дві зміни тривалістю сім годин, кожна. Щоб зберігти встановлену законом загальну тривалість робочого тижня, тривалість зміни скорочується на одну годину в передвихідні і передсвяткові дні (58 днів на рік).

Розрізняють номінальний і дійсний річні фонди часу. Номінальний фонд часу визначається кількістю робочих днів за плануємий період без врахування можливих втрат.

Номінальний річний фонд часу робочого місця і номінальний річний фонд часу обладнання визначається за формулою:

$$\Phi_M = \Phi_{но} = [(d_k - d_b - d_{cb}) \cdot t - d_{пс}] \cdot n, \quad (3.26)$$

де d_k , d_b , d_{cb} , - кількість, відповідно, календарних (= 365 днів), вихідних (= 52 днів) і святкових днів (= 8 днів) за плануємий період;

t – тривалість робочої зміни (= 7 год.);

$d_{пс}$ – число передсвяткових і передвихідних днів за плануємий період (= 58 днів);

n – кількість робочих змін (= 2).

Знаходимо

$$\Phi_M = \Phi_{\text{но}} = [(365 - 52 - 8) \cdot 7 - 58] = 4154 \text{ год.}$$

Номінальний річний фонд часу робітника:

$$\Phi_{\text{нр}} = (d_k - d_b - d_{\text{cb}}) \cdot t - d_{\text{пс}}, \quad (3.27)$$

Визначасмо

$$\Phi_{\text{нр}} = (365 - 52 - 8) \cdot 7 - 58 = 2077 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу виражає фактично і відпрацьований час робітником чи обладнанням з врахуванням втрат.

Дійсний річний фонд часу робітника:

$$\Phi_{\text{др}} = (d_k - d_b - d_{\text{cb}} - d_{\text{відп}}) \cdot t \cdot \eta_p - d_{\text{пс}}, \quad (3.28)$$

де $d_{\text{відп}}$ – тривалість відпустки робітника за плануємий період (= 24 дні);

η_p – коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу по поважних причинах (= 0,96).

Підставляємо значення

$$\Phi_{\text{др}} = (365 - 52 - 8 - 24) \cdot 7 \cdot 0,96 - 58 = 1830 \text{ год.}$$

Дійсний фонд часу обладнання:

$$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{но}} \cdot \eta_0, \quad (3.29)$$

де η_0 – коефіцієнт, що враховує простої обладнання при ремонті і ТО (= 0,97).

Тоді $\Phi_{\text{до}} = 4154 \cdot 0,97 = 4030 \text{ год.}$

Розробка схеми технологічного процесу ТО і ремонту автомобілів на СТО

Від схеми технологічного процесу значною мірою залежить успіх діяльності СТО, оскільки відповідно до неї вибирають технологічне планування, розміщують обладнання, розробляють постові та маршрутні процеси, що в кінцевому результаті, окрім інших факторів, визначає також і екологічність процесу ТО і ремонту автомобілів на СТО.

Згідно розробленої схеми рис. 3.6 автомобіль, після прибуття на СТО і отримання відповідних документів, направляється на очікувальний майданчик, звідки він поступає на дільницю зовнішнього очищення і миття. Потім поступає на діаг-

ностування. Якщо ще до проходження діагностування видно, що автомобіль потребує ПР, то він надходить на дільницю ПР.

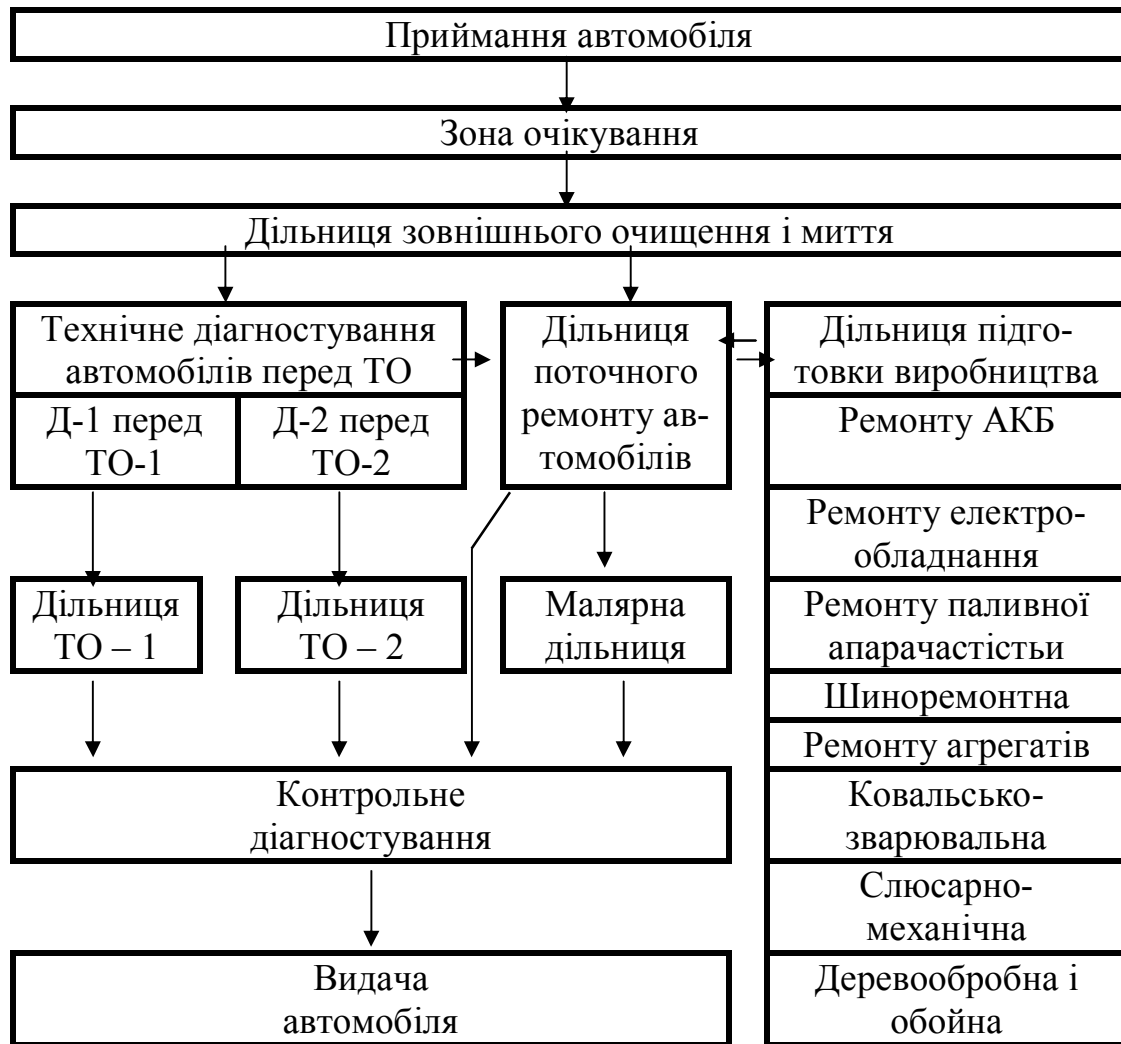


Рисунок 3.6 – Схема технологічного процесу ТО і ремонту на СТО

При проходженні ТО-1 для нього виконується діагностування Д-1, де визначається технічний стан агрегатів і вузлів, що забезпечують безпеку руху і готовність автомобіля до експлуатації. У разі прибуття на СТО для ТО-2, виконується Д-2, за допомогою його визначається технічний стан агрегатів, систем і вузлів, уточнюються об'єми ТО. Якщо при діагностуванні виявиться, що автомобіль потребує ремонту, то він направляється на дільницю ПР.

Поточний ремонт автомобілів виконується агрегатним методом. При потребі автомобілі після дільниці ПР можуть направлятися на малярну дільницю.

Переміщення автомобілів на лінії ТО-2 здійснюється штовхаючим конвеєром, а на дільниці ПР можливе застосування існуючих пристроїв для транспорту-

вання техніки, що значно зменшує шкідливий вплив на НПС вихлопних газів і додатково сприяє забезпеченню енергозберігаючої технології ТО і ремонту автомобілів на СТО.

Після виконання всіх операцій ТО або ПР автомобілі проходять контрольне діагностування з метою перевірки якості обслуговування чи ремонту. Якщо в процесі даного діагностування не виявлено будь-яких недоліків у обслуговуванні чи ремонті, автомобіль вважається таким, що пройшов планове технічне обслуговування і в ньому усунуто всі несправності під час поточного ремонту. Після цього автомобіль видається замовнику.

3.7 Методика проведення експериментальних досліджень

Експериментальне дослідження техніко-економічних показників роботи автопарків проведено шляхом спостереження за автомобілями в умовах їх реальної експлуатації.

Дослідження проведено в сільськогосподарських підприємствах Харківщини.

Автомобілі експлуатуються в зоні надлишкової вологості, умови експлуатації близькі до III категорії. Характеристика дорожніх умов та марочний склад автомобілів приведені в таблиці 3.5 та 3.6.

Таблиця 3.5

Характеристика дорожніх умов

Найменування покриття, характеристика дороги	Частина, %
Асфальтні, задовільний стан	39
Асфальто-бетонні, задовільний стан	8
Брусчатні, задовільний стан	2
Грунтові дороги	51

При зборі даних про надійність автомобілів повинні зберігатися наступні умови:

- Автомобілі досліджуються після обкатки.
- Повинна бути забезпечена безперервність спостереження.

•З метою отримання характеристик, не залежних від кліматичних умов та сезонності сільськогосподарських робіт, тривалість експерименту повинна бути не менше 1 року.

Таблиця 3.6

Розподілення автомобілів за марками.

Марка автомобіля	Кількість, %
Газель	19
Соболь	13
ГАЗ, бортові різних модифікації	17
Максус	20
Валдай	18
ГАЗ – цистерни	5
ГАЗ-3102	7
Автобуси на базі ГАЗ	1

В якості первинного облікового реєстру даних про відказ використана “картка обліку несправностей автомобіля”.

В карточці реєструються наступні дані:

- Марка автомобіля, держномер, власник.
- Дата і час відказу.
- Показання спідометра.
- Характеристика відказу, перелік робіт ПР.
- Місце ремонту /лінія, господарство, станції технічного обслуговування/.
- Трудовитрати, час простою в ремонті.
- Простій при очікуванні ремонту.
- Кількість ремонтних операцій, що виконуються попутно з усуненням відмови на лінії, господарстві, станції технічного обслуговування.
- Місце, де відказ був помічений /лінія, гараж, станції технічного обслуговування/.
- Спосіб доставки відмовившого автомобіля в гараж, на станції технічного обслуговування /своїм ходом чи буксируванням/.

Дослідження характеру відказів і напрацювання на відказ автомобілів та оцінка росту напрацювання на відказ за рахунок якості ТО та ПР

Для дослідження залежності напрацювання на відказ від рівня централізації ПР відібрано 6 господарств. Назва господарства, в якому проводились дослідження наробіток на відказ приведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Наробіток на відказ в господарствах.

Назва господарства	Середній наробіток на відказ, км.
ПСП «Олімп»	925
СВК «Дубки»	1200
ЗАТ «Агрофірма»	1054
ВАТ «Промінь»	841
СВК «Тур»	719
ТОВ «ТК Агротрейд»	1105

Частота доставки автомобілів на СТО для проведення ТО і ПР, затрати в зв'язку з простоями автомобілів в очікуванні ремонту, сумарні затрати від відказів на лінії зворотно пропорціональні наробітку на відказ, яка за результатами попереднього дослідження залежить від дольової участі станції технічного обслуговування в обслуговуванні автомобілів.

Підвищення наробітку на відказ при обслуговуванні на станції технічного обслуговування обумовлені факторами:

1. Більш досконалого технологічного процесу технічного обслуговування та поточного ремонту /збільшується наробіток на відказ, зменшуються втрати з-за відмов на лінії, витрати по доставці на ремонт та затрати праці в наслідок зменшення числа одночасних ремонтів/.

2. Попереджувального ремонту вузлів та агрегатів, які по даним діагностування мають залишковий ресурс, близький до граничному /збільшується наробіток на відказ, зменшуються втрати з-за відмов на лінії та затрати по доставці автомобілів на ремонт/.

$$K_{и} = K_{к} \cdot K_{п} , \quad (3.30)$$

де $K_{и} = L_{с} / L_{х}$ – інтегральний коефіцієнт підвищення наробітку на відказ, $L_{с}$ та $L_{х}$ – наробіток на відказ відповідно при обслуговуванні з участю станції технічного обслуговування та децентралізованого обслуговування, $K_{к}$ – коефіцієнт

підвищення наробітку за рахунок більш досконалого технологічного процесу ТО та ПР, K_p – коефіцієнт підвищення наробітку в результаті проведення попереджувальних ремонтів.

Коефіцієнт K_p є змінною величиною, що залежить від рівня централізації, коефіцієнт K_k прийнятий постійним. Оскільки коефіцієнт K_p та K_k надають неоднаковий вплив на процес розподілення, визначимо кожний з них.

Нехай маємо потік відказів 1, 2, 3, 4, ..., n з параметром потоку ω , числом ремонтних операцій, що виконуються при одному відказі a_i та загальним числом операцій m .

Математичне очікування числа операцій при одній відмові:

$$a = \sum_{i=1}^n a_i / n = m / n, \quad (3.31)$$

Наробіток на відказ:

$$L = 1 / \omega \quad (3.32)$$

Тепер допустимо, що ми вирішили разом з операціями першого відказу виконати ремонтну профілактичну операцію по усуненню потенційного другого відказу, з операціями третього – операції четвертого потенційного відказу і так далі. Отже, відмови 2, 4, 6, ..., припустимо, ті що мають ймовірність q умовно видаляються, а з ймовірністю $p = 1 - q$ – залишаються в потоці. /рис. 3.7/

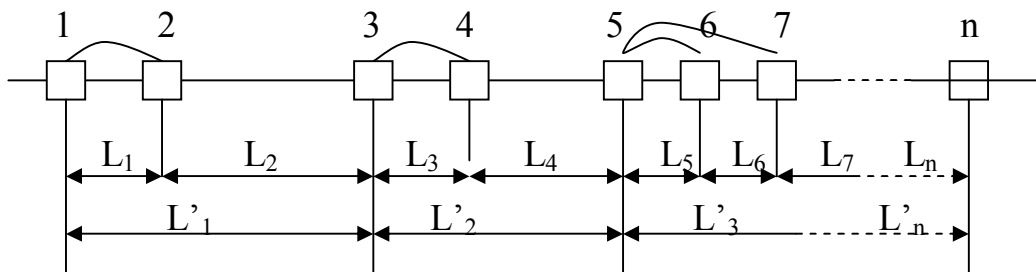


Рисунок 3.7 – Процес обробки відмов

Маємо процес p – перетворення з тією відміною, що відказ, що має ймовірність q не виключаються, а зміщуються вліво та накопичуються в комірках сусідніх відмов, що залишилися в потоці. [4]. В перетвореному потоці значення параметра та наробітку складе:

$$\omega' = \omega \cdot p. \quad (4.11)$$

$$L' = 1 / \omega \cdot p. \quad (4.12)$$

Оскільки m операцій в перетвореному потоці розподіляється серед $p \cdot n$ відмов, число операцій a' , що виконуються при одному відказі буде рівна $a' = m / p \cdot n = a / p$, звідки:

$$p = a' / a. \quad (3.33)$$

Підставив значення p в вираз 4.12., отримаємо:

$$L' = 1 / \omega \cdot a = L \cdot a' / a. \quad (3.34)$$

Якщо прийняти $a = 1$, то $L' = L \cdot a$. Отже, наробіток на відказ пропорційний числу ремонтних операцій, що виконуються в порядку профілактики відмов, при одному заїзду на ремонт.

Практика підтверджує правильність даного виводу. Так, при спостереженні за автомобілями, що знаходяться на вивозі врожаю в відриві від виробничої бази, коли ліквідовували тільки одну несправність, що викликала відмову, було відмічено різке падіння наробітку на відказ, не дивлячись на те, що вузли, які відмовили замінювались на нові або якісно відремонтованими.

Коефіцієнт K_p підвищення наробітку в результаті проведення попереджувальних ремонтів складає:

$$K_p = L' / L = (L \cdot a' / a) / L = a' / a. \quad (3.35)$$

Коефіцієнт K_k підвищення наробітку за рахунок більш удосконаленого процесу ТО та ПР визначається виразом:

$$K_k = K_{ki} / K_p = L_c / L_x \cdot a' / a. \quad (3.36)$$

Таким чином, знаючи наробітки та число ремонтних операцій, що виконуються за один заїзд на ПР при децентралізованому технічному обслуговуванню та обслуговуванню з участю станції технічного обслуговування, можна по виразу 9. Визначити економію затрат в випадку скорочення кількості однойменних ремонтів, за рахунок більш досконалих технологічних процесів при виконанні ТО та ПР автомобілів на станції технічного обслуговування.

Дослідження маршрутів руху транспортних засобів

Дослідження автомобільних маршрутів проводилось по транспортним засобам Харківщини, що проводять транспортні перевезення не тільки по місцю (тоб-

то в межах господарства), а й між господарствами району та між господарством та містом.

Рух транспорту по деяким господарствам приведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Рух транспорту по господарствам

Господарство	В межах господарства та між господарствами, кількість поїздок в рік.	Господарство-місто, кількість поїздок в рік.		
		Бортові	Самоскиди	Цистерни
СВК "Слад"	986	210	146	286
ТОВ "ТК Агро-трейд"	1512	350	302	320
СВК "Тур"	860	206	410	140
СВК "Дубки"	1164	142	526	220
ЗАТ "Агрофірма"	1086	130	428	326
СТОВ "Садки"	1128	178	350	284

Як видно з таблиці, в господарствах поїздки до міста здійснюються всіма видами автомобілів, що дає змогу робити супутні заїзди на СТОА, для проведення технічного обслуговування та ремонту. При вірному виборі руху автотранспорту, а також коректування його виїзду зі станцією технічного обслуговування можливе проведення ТО та ПР всього автотранспорту господарства.

Що стосовно інших господарств, то така закономірність поїздок в сторону міста прослідковується і там. Це дає змогу проводити технічне обслуговування і ремонт автомобілів за попередньою домовленістю між господарством та СТОА.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз ступеню професійного ризику при проведенні стендових випробувань

Для оцінки в процесі випробувань рівня можливого ризику виникнення нещасних випадків і прийняття в подальшому відповідних управлінських рішень визначаються базові показники для оцінки ризиків виникнення нещасних випадків [9]. Визначенню базових показників передуює:

- а) встановлення переліку нормативно-правових актів з охорони праці, дія яких поширюється на проведення випробувань;
- б) встановлення переліку шкідливих та небезпечних виробничих чинників, що діють на території приміщень для проведення випробувань, та з'ясування можливості контролю діючих виробничих чинників (шкідливих і небезпечних);
- в) визначення видів та рівнів ризиків виникнення травм;
- г) обґрунтування системи контролю за станом умов та безпеки праці.

Показники, що визначають ступінь ризику виробництва та їх значення, отримані шляхом візуального обстеження робочих місць, вивчення документації з охорони праці, представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1- Показники, що визначають ступінь ризику виробництва

Нормативи, що підтверджують дію системи управління охороною праці	Нормативна оцінка			Розрахунок сумарного нормативного балу			
	Вагомий коефіцієнт (В)	Нормативний бал (Б)	Сумарний нормативний бал M_{max} (гр. 2 x гр. 3)	Кількість нормативів, передбачених нормами	Фактичне значення	Оціночний бал (гр. 6 / гр. 5)	Сумарний фактичний бал $H_{гр}$ (гр. 7 x гр. 4)
1	2	3	4	5	6	7	8
1 Посадові інструкції (завідуючий лабораторією)	2	1	2	2	1	0,5	1,0
2 Інструкції з безпечної експлуатації устаткування	4	2	8	19	6	0,3	2,5

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
3 Посвідчення про перевірку знань з питань охорони праці	2	1,5	3	14	2	0,1	0,3
4 Журнал реєстрації інструктажів з охорони праці	3	4	12	1	1	1,0	12
5 Програми навчання з питань охорони праці	4	3	12	7	2	0,3	3,6
6 Інструкції з охорони праці	3	2	6	15	3	0,2	1,2
7 Протоколи засідання комісії з перевірки знань з охорони праці	4	2	8	2	1	0,5	4,0
8 Попередні медичні огляди при прийнятті на роботу	3	1	3	14	14	1,0	3,0
9 Періодичні медичні огляди протягом трудової діяльності	4	1	4	14	9	0,6	2,4
10 Щорічні медичні огляди осіб, віком до 21 року	1	1	1	4	4	1,0	1,0
11 Особисті картки обліку спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту	2	2	4	14	0	0	0
12 Забезпеченість засобами індивідуального захисту	5	3	15	14	7	0,5	7,5
13 Накази на виконання приписів Держгірпромнагляду	4	5	20	1	0	0	0
14 Щорічні плани поліпшення стану умов та безпеки праці або підтримки існуючого рівня стану охорони праці	3	4	12	1	0	0	0
15 Проведення планово-попереджувальних ремонтів	5	2	10	19	12	0,6	6,0
16 Проведення випробувань	8	3	24	3	1	0,3	7,2
17 Проведення технічних оглядів	7	3	21	19	7	0,4	8,4

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
18 Відповідність обладнання вимогам нормативних актів	10	4	40	19	7	0,4	16,0
19 Безпека об'єктів підвищеної небезпеки	10	5	50	3	0	0	0
20 Відображення вимог безпеки у маршрутних картах, картах технологічних процесів, технологічних інструкціях	5	4	20	12	3	0,2	4,0
21 Наявність технологічної документації на робочих місцях	5	10	50	8	2	0,3	15,0
22 Наявність технічних паспортів на будівлі	2	1	2	4	0	0	0
23 Проведення технічних оглядів будівель та споруд	4	2	8	4	0	0	0
24 Проведення планово-попереджувальних ремонтів будівель і споруд	8	4	32	4	0	0	0
25 Наявність передбачених нормативно-правовими актами систем припливно-витяжної та місцевої вентиляції	7	5	35	4	2	0,5	17,5
26 Наявність протоколів санітарно-гігієнічних досліджень виробничого середовища, рівнів шуму, вібрації, освітлення, запиленості, температури, вологості тощо	8	6	48	14	0	0	0
27 Плани евакуації при пожежі	4	2	8	4	4	1,0	8,0
28 Первинні засоби пожежогасіння	6	5	30	4	4	1,0	30,0

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8
29 Автоматичні установки пожежо-гасіння	9	7	63	4	0	0	0
30 Системи пожежної сигналізації	5	4	20	4	0	0	0
31 Відповідність обладнання та приміщень класу пожежонебезпечної зони згідно з ПУЕ	9	7	63	4	4	1,0	63,0
32 Дотримання норм розривів та габаритних розмірів, що забезпечують безпеку	5	4	20	12	4	0,3	6,0
33 Акт опосвідчення стану безпеки електроустановок споживачів	5	6	30	1	1	1,0	30,0
34 Протоколи перевірки ізоляції електромереж	2	3	6	1	1	1,0	6,0
35 Протоколи перевірки фазного опору петлі «фаза - нуль»	4	6	24	1	1	1,0	24,0
ВСЬОГО	-	-	702				279,6

За наявності нещасного випадку з тимчасовою втратою працездатності на одну травму від 6 до 30 днів встановлюється штрафний бал у розмірі 6 [10]. Таким чином, сумарний фактичний бал $M_{гр}$ дорівнює:

$$M_{гр} = 279,6 - 6 = 273,6$$

Розрахунок ступеню професійного ризику P здійснюється за формулою [9]:

$$P = (M_{max} - M_{гр} + 0,1) \cdot 9 \cdot 10^{-7} \quad (4.1)$$

де M_{max} - сумарний нормативний бал, $M_{max} = 702$;

$M_{гр}$ - сумарний нормативний бал з урахуванням штрафу, $M_{гр} = 273,6$.

$$P = (702 - 273,6 + 0,1) \cdot 9 \cdot 10^{-7} = 3,9 \cdot 10^{-7}$$

Відповідно до [16] для оцінки ризику проведення випробувань гідроциліндрів у лабораторії визначаються базові показники на підставі міжнародного досвіду:

- а) незначний ризик - $\leq 10^{-6}$;
- б) припустимий ризик - $1,001 \cdot 10^{-6} \dots 5 \cdot 10^{-5}$;
- в) терпимий ризик - $5,001 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-4}$;
- г) неприпустимий ризик - $\geq 5,001 \cdot 10^{-4}$.

Таким чином, можливий ризик нещасного випадку зі смертельним наслідком складає $3,9 \cdot 10^{-4}$, що відноситься до категорії терпимого ризику, тобто вимагає розробки заходів з охорони праці, які повинні зменшити ризик виробництва.

4.2 Удосконалення планування і фінансування робіт і заходів щодо охорони праці

Планування і фінансування робіт і заходів щодо охорони праці є однією з важливих функцій керування охороною праці.

Планування робіт з охорони праці здійснюється в таких напрямках:

- а) розробка довгострокових програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;
- б) розробка поточного річного плану заходів щодо охорони праці;
- в) розробка оперативних (квартальних, місячних) планів робіт для керівників структурних підрозділів.

Розробка поточного річного плану заходів щодо охорони праці здійснюється відповідно “Перелікові заходів, спрямованих на доведення умов і безпеки праці до нормативних вимог або підвищення існуючого рівня охорони праці на виробництві, виконання яких може здійснюватися за рахунок засобів фондів охорони праці”, затвердженого наказом №138 від 19 липня Держнаглядохоронпраці (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2 – Пропонований комплекс заходів, спрямованих на нормалізацію умов праці в лабораторії випробувань

Найменування заходу	Вартість робіт, грн.	Відповідальний за виконання	Очікувана соціальна ефективність	Термін виконання
1	2	3	4	5
1 Організаційні				
1.1 Розробка розділу «Охорона праці» у колективному договорі	-	Комісія з підготовки договору	Зменшення потенційних небезпек і потенційних шкідливостей	до 01.11
1.2 Розробка і впровадження у виробництво системи керування охороною праці	-	Комісія з охорони праці	Зменшення потенційних небезпек і потенційних шкідливостей	протягом року
1.3 Провести навчання й атестацію керівного персоналу майстерні з питань охорони праці	-	Інженер по охороні праці	Зменшення потенційних небезпек і потенційних шкідливостей	до 10.03
1.4 Розробити показники стимулювання робіт з охорони праці з урахуванням коефіцієнта трудової участі і коефіцієнта охорони праці	-	Комісія з охорони праці	Зменшення потенційних небезпек і потенційних шкідливостей	до 01.04
1.5 Укомплектувати в повному обсязі нормативною документацією по охороні праці «Куточок по охороні праці»	95	Інженер по охороні праці	Зменшення потенційних небезпек і потенційних шкідливостей	до 05.03

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
1.6 Більш об'єктивно здійснювати дані види контролю за станом охорони праці	-	Керівник РТП	Зменшення потенційних небезпек і потенційних шкідливостей	Протягом року
1.7 При проведенні разових робіт організувати з працівниками лабораторії цільовий інструктаж з охорони праці	-	Завідувач РТП Усі ланки контролю	Зменшення потенційних небезпек і потенційних шкідливостей	Протягом року
1.8 Первинний інструктаж на робочому місці робити з показом безпечних прийомів праці	-	Безпосередньо керівники робіт	Зменшення потенційних небезпек і потенційних шкідливостей	Протягом року
1.9 Організувати з працівниками проведення пожежно-технічного мінімуму.	-	Начальник ПТО	Зменшення потенційних небезпек і потенційних шкідливостей	Протягом року
2.0 Забезпечити всіх робітників інструкціями з охорони праці	-	Інженер по ОП, завідувач майстерні	Зменшення потенційних небезпек і потенційних шкідливостей	Протягом року
2 Санітарно-гігієнічні				
2.1 Провести атестацію санітарно-технічного стану робочих місць лабораторії	240	Комісія з атестації	Зменшення виробничо-зумовленої захворюваності	Протягом року

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
2.2 Визначити потребу в ЗІЗОД і придбати їх і забезпечити робітників відповідно до потреби	195	Інженер по ОП, завідувач майстерні	Зменшення виробничо-зумовленої захворюваності	до 01.02
2.3 Зробити перевірочні розрахунки механічної вентиляції й освітленості і скласти «Карту умов праці» окремих місць.	-	Головний енергетик, інженер по ОП	Зменшення виробничо-зумовленої захворюваності	до 05.05
2.4 Відповідно до плану проводити профілактичні медичні огляди визначеної категорії робітників	-	Медичний пункт	Зменшення виробничо-зумовленої захворюваності	до 05.05
2.5 Забезпечити всіх працюючим спецодягом, спец взуттям	340	Інженер по ОП, завідувач майстерні.	Зменшення виробничо-зумовленої захворюваності	до 01.06
3 Технічні				
3.1 Придбати, відповідно до пропонованих заходів, колективні засоби захисту на ділянку розбірно-складальних робіт	220	Головний інженер, інженер по ОП	Недопущення виробничого травматизму	Протягом року
3.2 Встановити на небезпечних місцях захисні екрани.	62	Головний механік	Недопущення виробничого травматизму	до 01.04
3.3 Виготовити стелажі для інструмента й устаткування.	47	Головний інженер	Недопущення виробничого травматизму	до 10.02

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
3.5 Виготовити ємність для відпрацьованих мастил.	51	Головний механік	Недопущення виробничого травматизму	до 01.05
3.6 Укомплектувати пожежні щити засобами пожежегасіння	160	Начальник ПСО	Недопущення виробничого травматизму	до 15.06
3.7 Зробити перевірочні розрахунки блискавко-захисту лабораторії	-	Начальник ПСО	Недопущення виробничого травматизму	до 1.07
Усього, грн	1500			

4.3 Інженерні розрахунки

Розрахунок вентиляції в дільниці стендових випробувань

У зв'язку з надлишком у приміщенні шкідливих речовин необхідно провести розрахунок вентиляції.

Визначаємо повітрообмін по надлишку шкідливих речовин:

$$L = L_0 + \frac{Z + L_0(Z_0 - Z_n)}{Z_0 - Z_n} \quad (4.2)$$

де L_0 – кількість повітря, що видаляється з приміщення місцевої й загальнообмінною вентиляцією на технологічні й інші нестатки, м³/год; $L_0 = 500$ м³/год [9];

Z – кількість шкідливих речовин, що надходить у повітря приміщення, $Z = 320$ мг/год;

Z_0 – зміст шкідливих речовин у повітрі, що видаляється з робочої або обслуговуючої зони, мг/м³;

Z_{II} – зміст шкідливих речовин у повітрі, що подається в приміщення, мг/м³, $Z_{II} = 90$ мг/м³;

Z_B – зміст шкідливих речовин у повітрі, що віддаляється з приміщення за межами робочої або обслуговуючої зони, мг/м³, $Z_B = 120$ мг/м³.

$$L = 500 + \frac{320 + 500(200 - 90)}{200 - 90} = 2344 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначаємо продуктивність вентилятора:

$$W_B = K_3 \cdot L \quad (4.3)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,3 \dots 2,0$

$$W_B = 1,6 \cdot 2344 = 3750,4 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначаємо втрати напору на прямих ділянках повітропроводів:

$$H_n = \frac{\psi_\tau \cdot l_\tau \cdot \gamma_n \cdot V_e^2}{2d\Gamma} \quad (4.4)$$

де ψ_τ – коефіцієнт опору повітропроводів, для металевих труб $\psi_\tau = 0,02$;

V_e – середня швидкість повітря на ділянці, що розраховується, повітропроводу, на прилягаючим до вентилятора ділянках 8...12 м/с, на вилучених – 1...4 м/с;

γ_n – міцність повітря в приміщенні, $\gamma_n = 1,2 \text{ кг/м}^3$;

l_τ – довжина ділянки труби, м;

d – діаметр труби, м.

$$H_{n1} = \frac{0,02 \cdot 2 \cdot 1,2 \cdot 12^2}{2 \cdot 0,2} = 17 \text{ Па} \quad H_{n2} = \frac{0,02 \cdot 9 \cdot 1,2 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,2} = 9 \text{ Па}$$

Визначаємо місцеві втрати напору, у переходах, колінцях і т.д.

$$H_M = 0,5 \cdot \phi_M \cdot V_e^2 \cdot \gamma_n \quad (4.5)$$

де ϕ_M – коефіцієнт місцевих утрат напору, $\phi_M = 1,1$ для кутів 90° .

$$H_{M1} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 12^2 \cdot 1,2 = 95 \text{ Па}$$

$$H_{M2} = 0,5 \cdot 1,1 \cdot 8^2 \cdot 1,2 = 42 \text{ Па}$$

Визначаємо втрати напору на ділянках:

$$H_{yч} = H_{n1} + H_{M1} \quad (4.6)$$

$$H_{yч1} = 17 + 95 = 112 \text{ Па}$$

$$H_{yч2} = 9 + 42 = 51 \text{ Па}$$

Визначаємо втрати напору на лінії:

$$H_L = \sum H_y = H_B \quad (4.7)$$

де H_B – напір вентилятора, м³/год.

$$H_{\Pi} = 51 + 112 = 163 \text{ Па}$$

$$H_B = H_{\Pi} = 163 \text{ Па}$$

Користуючись номограмою визначаємо:

Безрозмірну величину A , $A = 2500$;

Номер вентилятора, №3;

КПД вентилятора, $\eta_y = 0,45$.

Визначаємо число обертів ротора вентилятора:

$$n_B = \frac{A}{N_0} \quad (4.8)$$

де N_0 - номер вентилятора.

$$n_B = \frac{2500}{3} = 833 \text{ мин}^{-1} .$$

Визначаємо потужність двигуна:

$$P_{\text{дв}} = \frac{W_B \cdot H_B}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_B \cdot \eta_{\Pi}} \quad (4.9)$$

де η_{Π} – ККД передачі.

$$P_{\text{дв}} = \frac{3750,4 \cdot 163}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,45 \cdot 0,95} = 0,4 \text{ кВт}$$

4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація це порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, великою пожежею, ін., що призвели або можуть призвести до людських і матеріальних втрат.

В процесі функціонування на ділянці випробування можуть виникнути виробничі аварії. Аварії можуть бути різними, але у них є найбільш типові вражаючі фактори – це вибухи, які призводять до руйнування виробничих будівель; інтенсивні пожежі; отруєння людей рідинами і газами; завали будівель; ураження людей електричним струмом, ін.

Причиною загоряння, вибухів, руйнувань і пожеж може бути наявність у

виробничих приміщеннях ділянки парів легкозаймистих рідин або газів і джерела запалення. Пари деяких рідин і газів можуть загорятись від відкритого вогню, електричної іскри, розжареного предмета, сигарети.

Імовірність спалахування і вибуху зменшують:

- ефективна вентиляція обладнання, приладів, які попереджують виділення парів, газів і збирання вибухових концентрацій;
- вилучення потенційних джерел запалювання (електроприлади та ін.);
- ізоляція або відокремлення вибухонебезпечних приміщень;
- встановлення пристроїв для придушення вибухів;
- встановлення полум'ягасних металевих сіток, перфорованих листів металу, сотових структур із гофрованих металевих стрічок і коробів, заповнених галькою або керамічними кільцями;
- винесення вибухонебезпечних робіт на відкрите повітря;
- обладнання вихідних отворів кришками і перегородками, які легко відкидаються або руйнуються;
- іскроутворююче обладнання (вимикачі, рубильники та ін.) слід встановлювати з пристроями, які гасять іскри (занурювання у мастило).

Температура зовнішніх поверхонь електроустаткування має бути нижчою температури спалахування вибухонебезпечних парів і газів, апаратура має бути герметичною, щоб не допускати атмосфери, що спалахнула до нагрітих деталей, а також викидання полум'я та іскор у навколишнє середовище.

Дуже часто великі жертви, руйнування і пожежі спричиняються вибухами промислового пилу. Пил вибухає при концентрації в повітрі не нижче певної межі. До запобіжних заходів спалахування і вибуху пилу належать такі:

- ізоляція і відокремлення небезпечних приміщень;
- обладнання вентиляційних отворів;
- застосування пристроїв для подавлення вибуху;
- відгороджування дільниць виробництва, де виділяється пил, від джерел можливого запалювання;
- віддалення і захист джерел запалювання;
- установка пиловловлювачів: не допускати накопичення пилу до вибухо-

вої концентрації та виділення пилу в атмосферу.

В підприємстві з метою створення безпечних умов для персоналу розробляють

- схему безаварійної зупинки об'єктів на випадок раптового припинення подачі електроенергії, води і газу;
- план ліквідації можливих аварій;
- організують підготовку робітників і службовців до роботи в аварійних умовах.

Висновок

Позитивне рішення питань з планування та фінансування робіт та забезпечення дотримання екологічних вимог знизить ситуації виникнення травматизму та зменшить відсоток захворюваності. Поліпшення екологічної обстановки на території де виконуються випробування, позитивно вплине на продуктивність праці. Отже створення сприятливих умов праці має велике економічне та соціальне значення.

5 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ТА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ В ВИРОБНИЦТВО

Основна умова впровадження технічного сервісу – зниження витрат у споживача, що проявляється у виді зниження собівартості проведених робіт і кількості обслуговуючого персоналу.

Відповідно до ДСТУ 4397:2005 мінімальний додатковий наробіток при якому власник не несе збитку від впровадження сервісудорівнює:

$$\Delta W_{min} = W \cdot \Delta P_c / [\Phi + B(\alpha + E)] \quad (5.1)$$

$$\Delta W_{min} = 125000 \cdot 2500 / [850 + 250000(0,125 + 0,1)] = 5473 \text{ т} \cdot \text{км}$$

де W – річний наробіток автомобіля, т·км;

ΔP_c – витрати на проведення сервісу;

Φ – інші прямі витрати на основні й допоміжні матеріали (у тому числі й на зберігання), грн.;

B – середня балансова вартість машини, $B = 250000$ грн;

K – інвестиційні вкладення на одиницю наробітку, $K = B/W$, грн/т;

E – коефіцієнт ефективності інвестиційних вкладень, $E = 0,1$.

α – коефіцієнт відрахувань на реновацію, $\alpha = 12,5\%$;

Для даного передмістя м. Харків середній коефіцієнт технічної готовності автомобілів складає $K_r = 0,86$. При впровадженні технічного сервісу це значення K_{rc} може досягти 0,95...0,96 за рахунок підвищення якості підготовки машини до рейсу, кваліфікації водія, майстрів-наладчиків, а також оперативного усунення наслідків відмов.

Так, наприклад, додатковий наробіток знаходиться по формулі, год:

$$\Delta T = (K_{rc} - K_r) \cdot T_1 \quad (5.2)$$

де T_1 – основний час роботи автомобілів без впровадження сервісу, $T_1 = 750$ год.

$$\Delta T = (0,96 - 0,85) \cdot 750 = 82,5 \text{ год}$$

Фактичний додатковий наробіток складе, т·км:

$$\Delta W = \Delta T \cdot W / T_1 \quad (5.3)$$

$$\Delta W = 82,5 \cdot 125000 / 750 = 13750 \text{ т} \cdot \text{км}$$

Відповідно до ДСТУ 4397:2005 продуктивність автомобіля за основним часом із сервісним обслуговуванням і без нього дорівнюють:

$$W_{oc} = (W + \Delta W) / T_L; \quad (5.4)$$

$$W_o = W / T_L, \quad (5.5)$$

$$W_{oc} = (125000 + 13750) / 750 = 185 \text{ т·км / год.}$$

$$W_o = 125000 / 750 = 167 \text{ т·км / год.}$$

Визначимо експлуатаційний ефект для господарства й народногосподарський ефект для розроблювачів технічного сервісу по формулах, грн

$$\mathcal{E}_9 = (I_{yd} - I_{yd.c}) \cdot W_c; \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{ux} = (\Pi_{yd} - \Pi_{yd.c}) \cdot W_c. \quad (5.7)$$

де W_c – сезонний наробіток автомобіля при впровадженні технічного сервісу, т·км.

Тяким чином, з урахуванням корегувань по порівнянності цін, прогнозу росту витрат на ремонт залежно від року експлуатації, а також витрат на технічний сервіс формули (5.6) і (5.7) приймуть вигляд:

$$\mathcal{E}_9 = [(3 + \Gamma + P \cdot k + \alpha B + \Phi) / W - (3_c + \Gamma_c + P_c + \Delta P_c + \alpha B_c + \Phi) / W_c] \cdot W_c; \quad (5.8)$$

$$\mathcal{E}_{ux} = [(3 + \Gamma + P \cdot k + \alpha B + \Phi_c + BE) / W - (3_c + \Gamma_c + P_c + \Delta P_c + \alpha B_c + \Phi_c + BE) / W_c] \cdot W_c. \quad (5.9)$$

де P_c – витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування автомобіля при впровадженні технічного сервісу, $P_c = 7500$ грн;

B, B_c – відповідно середня балансова вартість машини за рік до сервісного обслуговування і в рік впровадження, грн;

k – коефіцієнт підвищення витрат на експлуатацію автомобіля при проведенні сервісного обслуговування;

3 – порівняна зарплата водія попереднього року до поточного при впровадженні технічного сервісу, грн:

$$3 = 3_c \cdot W / W_c, \quad (5.10)$$

де 3_c – зарплата водія при сервісному обслуговуванні, грн.

Γ – порівнянні витрати на ПММ, грн:

$$\Gamma = \Gamma_c \cdot Q / Q_c, \quad (5.11)$$

де Γ_c – витрати на ПММ розраховуючи на 1 автомобіль при впровадженні технічного сервісу, грн;

Q, Q_c – фактична витрата ПММ на 1 автомобіль із впровадженням технічного сервісу й без нього за попередній рік експлуатації, т.

$$З = 8500 \cdot 125000 / 138750 = 6453,73 \text{ грн}$$

$$\Gamma = 71300 \cdot 3,1 / 3,2 = 69079 \text{ грн}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_3 &= [(6453,73 + 69079 + 7500 \cdot 1,2 + 0,125 \cdot 250000 + 850) / 125000 - \\ &- (8500 + 71300 + 7500 + 2500 + 0,125 \cdot 250000 + 950) / 138750] \cdot 138750 = \\ &= 5294 \text{ грн} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{іт}} &= [(6453,73 + 69079 + 7500 \cdot 1,2 + 0,125 \cdot 250000 + 850 + 250000 \cdot 0,1) / 125000 - \\ &- (8500 + 71300 + 7500 + 2500 + 0,125 \cdot 250000 + 950 + 250000 \cdot 0,1) / 138750] \cdot 138750 = \\ &= 8044 \text{ грн} \end{aligned}$$

На придбання інструменту і обладнання, оренду приміщень та частково обладнання, навчання працівників планується витратити близько $K_k = 2100000$ грн.

Знаючи середню кількість автомобілів, які будуть використовувати сервісне обслуговування можна знайти загальний економічний ефект, грн

$$\mathcal{E}_3 = n_k \cdot \mathcal{E}_3, \quad (5.12)$$

де n_k – середня кількість автомобілів на обслуговуванні, $n_k = 138$ шт.

$$\mathcal{E}_3 = 138 \cdot 5294 = 730570 \text{ грн.}$$

Ефективність інвестиційних вкладень E_k розраховується за формулою

$$E_k = \frac{\mathcal{E}_3}{K_k}, \quad (5.13)$$

де K_k – інвестиційні вкладення на впровадження сервісного обслуговування, грн

$$E_k = 730570 / 2100000 = 0,35.$$

Період окупності інвестиційних вкладень T , розраховується за формулою:

$$T = \frac{K_k}{\mathcal{E}_3}, \quad (5.14)$$

$$T = 2100000 / 730570 = 2,9 \text{ року.}$$

Період окупності інвестиційних вкладень не перевищує нормативного (12 років), можна зробити висновок, що заходи ефективні.

Таблиця 5.1 – Результати впровадження технічного сервісу

Показники для одного автомобіля	Без сервісного- го обслугову- вання	З сервісним обслугову- вання
Річний наробіток, т	125000	138750
Зарплата водія, грн	7657	8500
Вартість технічного обслуговування й ремонту, грн	5000	7500
Затрати на паливо-мастильні матеріали за сезон, грн	69079	71300
Амортизаційні відрахування, грн	18803,75	16453,28
Економія питомих приведених витрат, грн	–	5294
Річний економічний ефект, грн	–	730570
Інвестиційні вкладення, грн.	–	2100000
Ефективність інвестиційних вкладень	–	0,35
Період окупності інвестиційних вкладень	–	2,9

Аналіз даних таблиці 5.1 показує, що впровадження сервісного технічного обслуговування автомобілів є вигідним як для господарств бо підвищується річний пробіг автомобілів, так і для підприємства, що здійснює сервіс.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено аналіз технологій технічного сервісу автомобілів та існуючої дилерської мережі з метою виявлення нагальних проблем та обґрунтування актуальності досліджень.

Розроблена математична модель раціонального розподілу виконання робіт технічного обслуговування та поточного ремонту вантажних автомобілів між господарствами та станцією технічного обслуговування регіону, в залежності від “граничної” трудоемкості, в якій критерієм оптимізації прийнятий мінімум сумарних витрат на технічну експлуатацію автомобільного транспорту.

При виконанні внутрішньогосподарських перевезень автомобілі працюють в умовах поганих доріг та бездоріжжя. При цьому порівняно з асфальтобетонним покриттям вертикальні прискорення елементів ходової частини автомобіля зростають у 4...5 разів, число гальмувань на 1 км зростає у 2,0...3,6 рази, середнє число обертів вала на 1 км збільшується на 30...36%, швидкість руху зменшується на 50...52%. Ускладнення режимів роботи негативно впливає на надійність автомобіля. Зростають обсяги робіт по ремонту складових одиниць.

Проведений аналіз дозволяє визначити фактори, які сприяють централізації і децентралізації робіт ТО та ПР автомобілів.

Фактори, які стимулюють централізацію ТО та ПР на СТО: скорочення капіталовкладень у ремонтно-обслуговуючу базу; висока продуктивність праці та якість виконання робіт; зменшення викидів шкідливих речовин у навколишнє природне середовище;

Фактори, які стимулюють проведення ТО і ремонту в господарстві: значні викиди шкідливих речовин при транспортуванні несправних автомобілів на СТО; значні витрати по доставці автомобілів на СТО; простої автомобілів в очікуванні обслуговування на СТО.

Розроблено та обґрунтовано заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при технічному сервісі автомобілів.

Розроблена рекомендація виробництву, щодо створеної техніко-технологічної системи організації ТО автотранспорту підприємств регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александровская Л.Н. и др. Современные методы обеспечения безотказности / Л.Н. Александровская, А.П. Афанасьев, А.А. Лисов. – М.: Логос, 2001. – 208 с.:ил. – (Ученик).
2. Основы надежности машин: Учебное пособие / А.Л. Бараш, В.А. Зорин, В.К. Федоров, П.И. Шерешов. - ВТУ., 2004. – 130с.
3. Труханов В.М. Надежность технических систем типа подвижных установок на этапе проектирования и испытаний опытных образцов./ В.М. Труханов. – М., Машиностроение, 2003. – 320с., ил.
4. Проников А.С. Надежность машин. /А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592с., ил. – (Межиздательская серия „Надежность и качество”).
5. Диллон Б., Инженерные методы обеспечения надежности систем: Пер. с англ. / Диллон Б., Сингх Ч. – М.: Мир, 1984. – 318 с., ил.
6. Решетов Д.Н. и др. Надежность машин / Д.Н.Решетов, А.С. Иванов, В.З.Фадеев М.: Машиностроение. - 1978. – 237с.
7. Випробування та сертифікація техніки АПК: Навчальний посібник / К.І. Шмат, Є.І. Бондарів, О.В. Мігальов, В.В. Погорілий і др. Херсон, Видавництво „Олді – плюс”, 2004. – 270с.
8. Марутов В.А. Гидроцилиндры: конструкция и расчет /В.А. Марутов, С.А. Павловский . –М.: Машиностроение. – 1966. – 169с.
9. Бутко Д. А. Безпека технологічних процесів при виробництві та післязбиральній обробці продукції рослинництва: навчальний посібник. / Д. А. Бутко, В. Л. Луценков, Ю. П. Рогач, В. В. Петров. – Сімферополь: «Бізнес-інформ», 2002. – 344 с.
10. Бутко Д. А. Рекомендации по организации охраны труда при уборке урожая и заготовки кормов. / Д. А. Бутко, В. Л. Луценков, Б. Д. Росляков, Ю. С. Бойко, В. С. Бойко, С. А. Гаркуша.– Запорожье, 1986.– 29 с.
11. Гнеденко Б. С. Курс теории вероятностей. / Б. С. Гнеденко. – М.: Наука, 1965. – 263 с.

12. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. / Е. С. Вентцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
13. Сільське господарство Запорізької області за 2000 – 2018 роки: статистичний збірник. / за ред.. В. П. Головешка – Запоріжжя: держ. комітет статистики України, 2019. – 230 с.
14. Міста та райони Запорізької області за 2019 рік: статистичний щорічник. / за ред.. В. П. Головешка – Запоріжжя: держ. комітет статистики України, 2020. – 83 с.
15. Статистичний щорічник Запорізької області за 2018 рік. / за ред.. В. П. Головешка – Запоріжжя: держ. комітет статистики України, 2019. – 116 с.
16. Буракова С.О. Записная книжка инженера по охране труда. / С. О. Буракова, М. В. Подгорецкий, А. Л. Марущак. – К.: Урожай, 1991. – 167с.
17. НАТИ: Определение экономического эффекта от внедрения новых методов испытаний и испытательного стендового оборудования: Методические указания / Челябинский филиал НАТИ. – Челябинск, 1987. – 34с.
18. ГОСТ 18829-73. Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения для гидравлических и пневматических устройств; Введ. 01.01.75. – М.; Изд-во стандартов, 1974. - 30с.
19. Энциклопедия полимеров / Каргин В. А., Кабанов В. А. и др. – М.: «Советская энциклопедия», 1972. – 609с.
20. ДСТУ 2511-94. Кільця гумові ущільнювальні круглого перерізу для гідравлічних обладнань. Конструкція і розміри. - Введ.: 01.07.95.-К: Держстандарт України, 1994 -9 с.
21. ГОСТ 9.710-84. Старение полимерных материалов. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 17050-71; Введ. 01.01.86. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 9с.
22. Оборудование и ремонт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.webrarium.ru/>
23. Андреев П.А. Технический сервис в сельском хозяйстве /П.А. Андреев и др. -М.: Колос, 1983.- 48с.

24. Каталог гидроцилиндров ООО «Гидросила ТЕТИС» / Мелитополь, 2009. – 43 с.
25. Стендовое оборудование [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://dta-stend.ru/Catalogues/gidroagr/>
26. Повышение безотказности работы тракторов / В.М.Забродский, Г.Е. Топилин, С.Г. Стопалов и др. – Киев: Урожай, 1985. – 273с.
27. Ждановский Н.С. Надёжность и долговечность автотракторных двигателей. / Н.С. Ждановский, А.В. Николаенко. – Ленинград: Колос, 1981. – 295 с.
28. Почтарёв Н.В. Влияние запылённости воздуха на износ поршневых колец двигателей / Н.В. Почтарёв. – М.: Оборонгиз, 1957. – 139с.
29. Рикардо Г.Р. Быстроходные двигатели внутреннего сгорания / Г.Р. Рикардо. – М.: Машгиз, 1960. – 412 с.
30. Левандашов Л.О. Определение прогнозируемой скорости абразивного изнашивания поршневых колец тракторных дизелей / Л.О. Левандашов, В.Д. Евдакимов. – Ленинград: Двигателестроение, 1985. – 10 с.
31. Кочубиевский И.Д. Системы нагружения для исследования и испытаний машин и механизмов / И.Д. Кочубиевский. – М.: Машиностроение, 1985. – 220 с.
32. Вейц В.Л. Динамика машинных агрегатов с двигателями внутреннего сгорания / В.Л. Вейц, А.Е. Кочура. – Ленинград: Машиностроение 1976. – 383 с.
33. Канарчук В.Е. Долговечность и износ двигателей при динамических режимах работы / В.Е. Канарчук. – Киев: Наукова думка, 1978. – 255с.
34. Рогач Ю.П. Пожежна безпека / Ю.П. Рогач – Сімферополь: Таврія Плюс, 2011. – 124 с.
35. Безпека технологічних процесів при ремонті і обслуговуванні обладнання АПК / Д.А. Бутко, В.Л. Луценков, М.Т. Воїнов, - Сімферополь: Бізнес Інформ, 1999 – 328 с.