

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.зав. каф. "Технічний сервіс та системи в АПК"

доц. _____ Андрій СМЕЛОВ

“ _____ ” _____ 20__ р.

Пояснювальна записка
до дипломної роботи здобувача СВО Магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Обґрунтування технології ремонту тракторних двигунів в майстерні відокремленого підприємства "ХарвістРемСервіс" дочірнього підприємства "Ілліч-Агро Донбас" Нікольського району Донецької області»

31ТСД.000.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 24МБ АІ
спеціальності 208 Агроінженерія
за ОПІ Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності та ОПІ)

_____ Павло ФАТЄЄВ

(підпис)

Керівник доц. _____
(підпис)

Консультант доц. _____
(підпис)

Нормоконтроль доц. _____
(підпис)

Рецензент інж. _____
(підпис)

ВСТУП

Продуктивність машинно-тракторних агрегатів знаходиться в прямій залежності від потужності двигунів, що на них встановлені. Потужність двигунів, які поставляються сільському господарству, не уклінно зростає.

Разом зі збільшенням потужності зростає доремонтний ресурс двигунів за рахунок застосування при їх виготовленні прогресивних технологічних процесів і матеріалів.

Якщо доремонтний ресурс більшості вітчизняних двигунів складає 4000...5000 мотогодин, то міжремонтний ресурс все ще знаходиться на відносно низькому рівні.

Поліпшення якості технічного обслуговування і ремонту двигунів – найважливіша народногосподарська задача, від вирішення якої в багато чому залежить продуктивність праці і витрати в сільськогосподарському виробництві.

Ця проблема особливо важлива для двигунів з підвищеною питомою потужністю. Відмінною особливістю таких двигунів, форсованих за допомогою газотурбінного наддування або підвищення частоти обертання колінчастого вала на режимі номінальної потужності, - висока теплова і механічна напруженість основних деталей і спряжень механізму газорозподілення, кривошипно-шатунного механізму, блоку циліндрів і його головки. Тому збільшення їх міжремонтного ресурсу потребує високої якості відновлення деталей, широкого втілення в ремонтне виробництво нових технологічних процесів та досягнень науки.

Тому велику увагу необхідно приділити особливостям, причинам і характеру зносу таких відповідальних деталей двигуна, як гільзи циліндрів, поршні, поршневі кільця, пальці.

Знос необхідно розглянути у взаємозв'язку з методами ремонту деталей.

1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА БАЗИ РЕМОНТУ ТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ У ГОСПОДАРСТВІ

1.1 Загальна характеристика господарства

Землі господарства відокремленого підприємства "ХарвістРемСервіс" дочірнього підприємства "Ілліч-Агро Донбас" знаходяться на території Нікольського району Донецької області. За господарством закріплено: 2140 га сільськогосподарських угідь. Господарство виробляє зерно, соняшник, ріпак.

Тракторний парк господарства включає 25 тракторів. Це 6 тракторів Т – 150 різної модифікації, 10 тракторів МТЗ – 80 різної модифікації, 7 комбайнів, включаючи комбайн MASSEY FERGUSON.

Склад та наявність техніки господарства в цілому дозволяє виконувати усі польові роботи за діючі агротехнічні строки, проводити потрібний комплекс механізованих робіт у повному обсязі. Господарство на даний момент також здійснює продаж сільгосптехніки. Співпрацює з головним підприємством, яке знаходиться у місті Нікольське.

1.2 Аналіз існуючої технології і організації ремонту двигунів

У господарстві ремонтно-обслуговуюча база включає: ремонтну майстерню; автогараж; пункт технічного обслуговування.

У майстерні господарства проводиться поточний ремонт та складне ТО усієї техніки господарства, а також ремонт обладнання тваринницьких ферм та власного обладнання.

Двигун, паливну апаратуру, вузли, гідросистеми ремонтують шляхом заміни зношених деталей на нові.

Дефектування і комплектування деталей проводиться на місці розбирання слюсарем візуально, без застосування контрольно-вимірювальної апаратури, технологічної документації.

Зборка машини виробляється на тій же місці, де і розбирання, при цьому засобу малої механізації і спеціальних пристосувань не використовуються. Вузли і деталі перед зборкою не очищаються. Перевірка й обкатка відремонтованої техніки не проводиться, в тому числі і двигунів. Дільниця з обкатки двигунів в майстерні відсутня. Планові роботи з ремонту й обслуговування техніки практично не проводяться, а всі роботи спрямовані на усунення відмовлень. Техніка надходить у ремонт тільки при неможливості подальшої експлуатації.

1.3. Функціонально-вартісний аналіз циліндропоршневої групи

Дефекти деталей циліндропоршневої групи з'являються не в один час. Деталі мають різний ресурс роботи і різну вартість виготовлення. Тому мета функціонально-вартісного аналізу полягає в співставленні витрат на одиницю корисності (в даному випадку ресурс деталей). Це дозволяє виявити недосконалі зони структурно-функціональної моделі. В даному випадку структурно-функціональна модель це циліндропоршнева група двигуна.

Деталі циліндропоршневої групи мають різний ресурс роботи. Ресурс спряжень між різними деталями надано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.6 – Ресурс роботи спряжень циліндропоршневої групи

№ функції	Найменування спряжень	Ресурс деталі, мото-годин
Ф1	Поршень-циліндр	6000
Ф2	Блок двигуна-циліндр	10000
Ф3	Поршень-палець	10000
Ф4	Кільце-поршень	4000
Ф5	Палець-верхня головка шатуна	6000
Ф6	Циліндр-рубашка охолодження	12000
Ф7	Циліндр-кільце	2000

Специфічною процедурою функціонально-вартісного аналізу є побудова функціонально-вартісної діаграми, яка є графічним зображенням співвідношення між значущістю функції (ресурс) і затратами на їх реалізацію (вартість деталі). Побудова функціонально-вартісної діаграми здійснюється з

метою виявлення невідповідності затрат у відношенні до корисності функції (ресурсу). В першому квадранті зображується корисність (ресурс) функції, у другому – відносні затрати на функцію (рис. 1.1).

Для визначення корисності функції скористаємося методом розставлення пріоритетів. При попарному порівнянні функції у відповідних комірках матриці проставляють коефіцієнти переваг. Якщо функція в i -й стрічці має перевагу над функцією в j -у стовпчику, то коефіцієнт приймають рівний 1,5, при їх однаковій значущості – 1,0, а при меншій – 0,5 (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Матриця пріоритетів, моторесурсу спряжень деталей циліндропоршневої групи

Номер деталей	Коефіцієнт переваг, k_i							$\sum_{j=1}^{j=7} k$	P_{ij}	λ_{ij}	Ранг
	1	2	3	4	5	6	7				
Ф1	1,0	0,5	0,5	1,5	1,0	0,5	1,5	6,5	40	0,127	4...5
Ф2	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	0,5	1,5	8,5	55	0,174	2...3
Ф3	1,5	1,0	1,0	1,5	1,5	0,5	1,5	8,5	55	0,174	2...3
Ф4	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	1,5	5,0	31	0,098	6
Ф5	1,0	0,5	0,5	1,5	1,0	0,5	1,5	6,5	40	0,127	4...5
Ф6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,5	10,0	68,5	0,217	1
Ф7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	4,0	26,5	0,089	7
Всього	-	-	-	-	-	-	-	-	316	1,000	-

Коефіцієнт значущості λ_i і функції визначають за формулою:

$$\lambda_i = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^n P_{ij}}; \quad (1.1)$$

де P_{ij} – визначається як сума добутків кожного елементу i -ї стрічки на елементи вектор стовпчика $\sum k_{ij}$, тобто:

$$P_{ij} = \left[\vec{k}_{ij} \right] \cdot \left[\sum k_i \right] \downarrow; \quad (1.2)$$

$$P_{1j} = 1,0 \cdot 6,5 + 0,5 \cdot 8,5 + 0,5 \cdot 8,5 + 1,5 \cdot 5 + 1 \cdot 6,5 + 0,5 \cdot 10 + 1,5 \cdot 4,0 = 40$$

$$P_{2j} = 1,5 \cdot 6,5 + 1 \cdot 8,5 + 1 \cdot 8,5 + 1,5 \cdot 5 + 1,5 \cdot 6,5 + 0,5 \cdot 10 + 1,5 \cdot 4 = 55$$

Таблиця 1.3 – Матриця пріоритетів вартості спряжень деталей циліндропоршневої групи

Номер деталей	Коефіцієнт переваг, k_i							$\sum_{j=1}^{j=7} k$	P _{ij}	S _{ij}	Ранг
	1	2	3	4	5	6	7				
Ф1	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	10	68,5	0,217	1
Ф2	0,5	1,0	1,5	0,5	1,5	0,5	0,5	6	36,5	0,115	5
Ф3	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	4,5	29	0,092	6...7
Ф4	0,5	1,5	1,5	1,0	1,5	0,5	0,5	7,0	43	0,136	4
Ф5	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	4,5	29	0,092	6...7
Ф6	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0	8,5	55	0,174	2...3
Ф7	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0	8,5	55	0,174	2...3
Всього	-	-	-	-	-	-	-	-	316	1,00	-

$$P_1 = 1 \cdot 10 + 1,5 \cdot 6 + 1,5 \cdot 4,5 + 1,5 \cdot 7 + 1,5 \cdot 4,5 + 1,5 \cdot 8,5 + 1,5 \cdot 8,5 = 68,5$$

$$P_2 = 0,5 \cdot 10 + 1 \cdot 6 + 1,5 \cdot 4,5 + 0,5 \cdot 7 + 1,5 \cdot 4,5 + 0,5 \cdot 8,5 + 0,5 \cdot 8,5 = 36,5$$

Для визначення відносних затрат на виготовлення деталей (S_i) використовується теж метод розставлення пріоритетів.

Коефіцієнт відносних затрат S_i визначається за формулою:

$$S_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^n P_{ij}}; \quad (1.3)$$

Данні розрахунків заносяться до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Співвідношення між значущістю та затратами

№ деталі	S _{ij}	λ_{ij}	S _{ij} / λ_{ij}	Недосконалість зони
Ф1	0,217	0,127	1,71	+
Ф2	0,115	0,174	0,66	-
Ф3	0,092	0,174	0,53	-
Ф4	0,136	0,098	1,39	+
Ф5	0,092	0,127	0,72	-
Ф6	0,174	0,217	0,80	-
Ф7	0,174	0,089	1,92	+

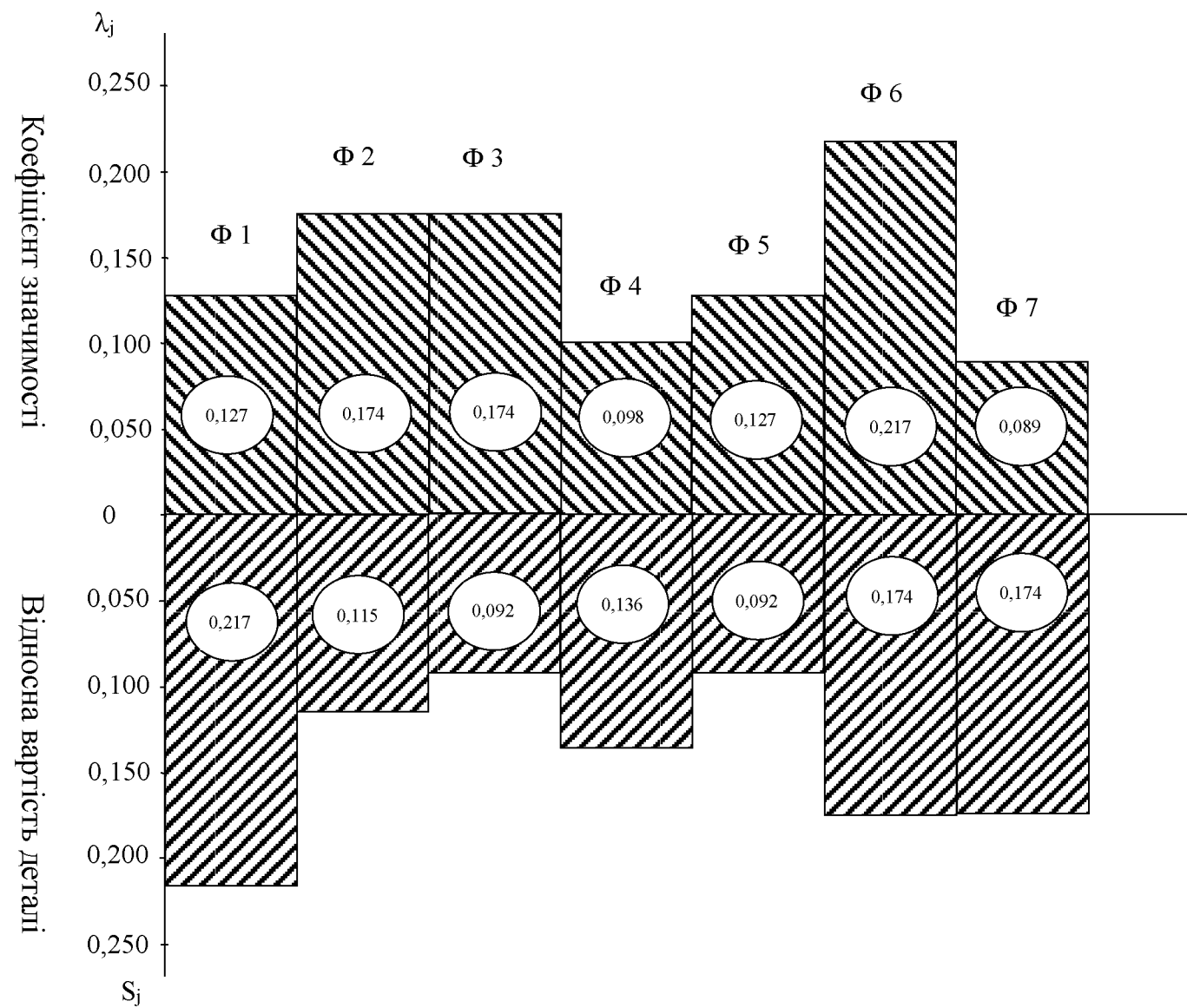


Рисунок 1.1– Функціонально-вартісна діаграма ресурсу спряжень деталей ЦПГ

Недосконалими зонами структурно-функціональної моделі вважаються функції, для яких $S_{ij}/\lambda_{ij} > 1$. У наведеній моделі (рис. 1.1; табл. 1.4) такими будуть Ф1; Ф4; Ф7.

При відновленні циліндру та поршня потрібно значно підвищити довговічність, при цьому витрати на відновлення деталей не повинні різко зрости.

1.4 Мета роботи та основні задачі досліджень

Мета роботи полягає в підвищенні надійності ремонту двигуна за рахунок підвищення технологічного процесу відновлення деталей та обґрунтуванні бази ремонту двигунів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- на підставі аналізу конструктивних параметрів та функціонально-вартісного аналізу циліндропоршневої групи визначити деталі, які підлягають підвищенню надійності;
- визначити загальний критерій ефективності відновлення деталей та фактори, які визначають ефективність технологічного процесу;
- обґрунтувати раціональний спосіб відновлення деталей;
- визначити кількість діагностичних постів та обладнання на відділенні ремонту двигунів;
- обґрунтувати технологічну схему дільниці з обкатування двигуна;
- визначити економічну доцільність відновлення деталей.

2 КРИТЕРІЇ І ФАКТОРИ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕМОНТУ ДВИГУНА

2.1 Вибір загального критерію ефективності відновлення деталей

Критерій – це показник, за допомогою якого здійснюється оцінка альтернативних рішень і прийняття кращого з них. За допомогою критерію є можливість встановити ступінь наближення до цілі результатів того чи іншого рішення.

До критеріїв ставляться такі вимоги:

- відповідність до поставленої мети, тобто критерій повинен відображати найбільш суттєві у відношенні до цілі характеристики результатів рішення;
- однозначність в оцінці результатів рішення;
- кількісний вираз критерію, що є мірою наближення до цілі.

Отже, критерій є кількісно виміряна ціль. Хоча варто зазначити, що при обґрунтуванні рішень лише в простих випадках вдається ціль виразити за допомогою одного критерію. При системному обґрунтуванні рішень така умова виконуються рідко.

Кількісний вимір критерію обумовлює наявність певного його математичного виразу, який називається цільовою функцією.

Критерій, що використовується при обґрунтуванні рішень, можна поділити на оптимізаційні та обмежуючі.

До оптимізаційних ставиться додаткова вимога, щоб цільова функція мала екстремум, який відповідав би кращому з можливих рішень. Обмежуючий критерій встановлює гранично допустимі значення бажаних характеристик системи для того, щоб при обґрунтуванні рішення вилучити ті варіанти, що не забезпечують заданих обмежень.

Визначення раціонального способу відновлення деталі проводиться за допомогою двох критеріїв:

- технічного (критерій довговічності);
- економічного (собівартість відновлення деталі).

Задача оптимізації за допомогою технічного критерію зводиться до встановлення коефіцієнта довговічності K_d . Перевага надається тому із способів відновлення деталей, для якого коефіцієнт довговічності має найбільше значення $K_d \rightarrow \max$.

Задача оптимізації за допомогою економічного критерію зводиться до встановлення деталі C_p . Перевага надається тому із способів відновлення деталей, для якого собівартість має найменше значення $C_p \rightarrow \min$.

Не завжди спосіб відновлення деталей з найбільшим коефіцієнтом довговічності має найменшу вартість відновлення.

Тому слід використовувати узагальнений критерій ефективності способу відновлення, яким може бути техніко-економічний критерій.

Техніко-економічний критерій оцінює спосіб відновлення деталей з точки зору собівартості відновлення деталі та її довговічності за допомогою співвідношення:

$$E_p = \frac{K_d}{C_p} \rightarrow \max \quad (2.1)$$

де E_p – ефективність відновлення деталей.

Перевага надається тому із способів відновлення, для якого це співвідношення має найбільше значення (задача оптимізації максимізації)

Значення коефіцієнта довговічності визначається як добуток коефіцієнтів зчеплення $K_{зч}$; коефіцієнта зносостійкості $K_{зн}$; та коефіцієнта втомлюваності $K_{вт}$.

$$K_d = K_{зч} K_{зн} K_{вт}; \quad (2.2)$$

У загальному вигляді собівартість відновлення деталі C_p розраховується за формулою:

$$C_p = B_3 + B_{рм} + Z_{п} + H_{в}; \quad (2.3)$$

де V_3 – залишкова вартість деталі, за яку її викуповують у замовника, грн.;

Z_n – повна заробітна плата робітникам, які відновлюють деталь, грн.;

H_v – непрямі (накладні) витрати, грн.;

V_{pm} – вартість ремонтних матеріалів, грн.

Тоді співвідношення 2.1 прийме вигляд:

$$E_p = \frac{K_{зч} \cdot K_{зн} \cdot K_{вт}}{V_3 + V_{pm} + Z_n + H_v} \rightarrow \max; \quad (2.4)$$

Таким чином для підвищення ефективності технологічного процесу відновлення циліндропоршневої групи потрібно:

– підвищити коефіцієнт довговічності ($K_d \rightarrow$)max за рахунок використання нового способу відновлення, який збільшить зносостійкість та втомлюваність деталі;

– мінімізувати собівартість відновлення деталі за рахунок підвищення продуктивності праці, економії ремонтних матеріалів та зменшення енергоємності.

2.2 Фактори, які визначають ефективність функціонування циліндропоршневої групи

Ефективність технічних систем визначається багатьма різноманітних за природою факторів. Під фактором розуміють рушійну силу будь-якого процесу (явища) або умову, яка впливає на той чи інший процес (явище).

При дослідженні ефективності технічних систем, як правило, відокремлюють три групи факторів: якість, умови функціонування, способи використання.

Розглянемо циліндропоршкову групу, як технічну систему, котра складається з окремих елементів (деталей), а ефективність функціонування механізму, як складову технологічної та технічної надійності.

Технічна надійність (безвідмовність, робота без поломок). В результаті зносу машина не може більше функціонувати, тобто стає не працездатною. Наприклад, відбувається злам кілець, відсутність компресії, стук пальців, прогорання поршня, порушення геометричних параметрів циліндра.

Технологічний (критерій якості). За ним граничні параметри деталей і спряжень встановлюються, виходячи з норм на зміну показників якості роботи машини або її агрегатів та вузлів. Знос призводить до потрапляння в зону інтенсивного виходу з ладу машини і її деталей в цілому.

Властивостями технологічної надійності є ступінь стиснення та витрати масла на вигар, а також кількість газу прориву в картер. Зниження ступеня стиснення та збільшення витрат масла погіршує пускові якості дизеля, зменшує наповнення циліндра, що при незмінній цикловій подачі палива визиває неповне згорання та падіння потужності двигуна.

Властивостями технічної надійності є безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, які впливають на міжремонтний ресурс, граничні і допустимі значення геометричних та інших параметрів деталей.

При зносі циліндропоршневої групи основні деталі досягають свого граничного стану не тому, що знос викликає небезпеку їх поломки, а тому, що зі збільшенням зазорів у спряженнях погіршуються робочі параметри двигуна (знижується потужність, збільшується питома витрата палива, підсилюються стуки), тому знижується точність роботи, продуктивність машини, коефіцієнт корисної дії, коефіцієнт подачі палива та збільшуються витрати експлуатаційних, паливо мастильних матеріалів, що впливає на економічність.

Подальші дослідження передбачають розглянути способи відновлення робочої поверхні деталей, що дозволяє збільшити якість робочої поверхні деталі. При цьому збільшиться довговічність агрегатів, що приведе до підвищення технологічної надійності двигуна.

2.3 Побудова дерева цілей та вибір загального критерію ефективності проведення обкатки та випробування двигунів

Ціль передбачає досягнення бажаного стану певної виробничої або технічної системи.

Спочатку загальні цілі формуються на змістовому рівні і дають можливість визначити лише напрямок дій. Так, мета обґрунтувати доцільність створення спеціалізованого виробництва з ремонту паливної апаратури ще не розкриває тих показників, які були б мірою наближення до неї. Тобто ціль повинна бути вимірником для порівняння альтернативних варіантів і прийняття кращого з можливих рішень. Для цього здійснюють структурування загальної мети у вигляді дерева цілей.

Назва "дерево цілей" пов'язана з тим, що структурування загальної мети здійснюється у вигляді деревовидного графа, вершини якого характеризують часткові цілі, а ребра – зв'язки між ними (рис. 2.1).

Загальними правилами побудови дерева цілей є:

- ієрархічна структура, при якій елементи нижчого рівня підпорядковані елементам вищого рівня, витікають з них і забезпечують їх реалізацію;
- повнота, тобто дерево цілей на кожному рівні включає суттєві елементи;
- визначеність формулювання цілей, яка дозволяє оцінювати ступінь її досягнення.

Останнє правило при вирішенні інженерних задач має додаткову умову, а саме: на нижньому рівні дерево цілей повинно містити повний, але не надлишковий, набір часткових цілей, які мають кількісний вираз (числове значення). Ця вимога передбачає можливість подальшого обґрунтування критерію.

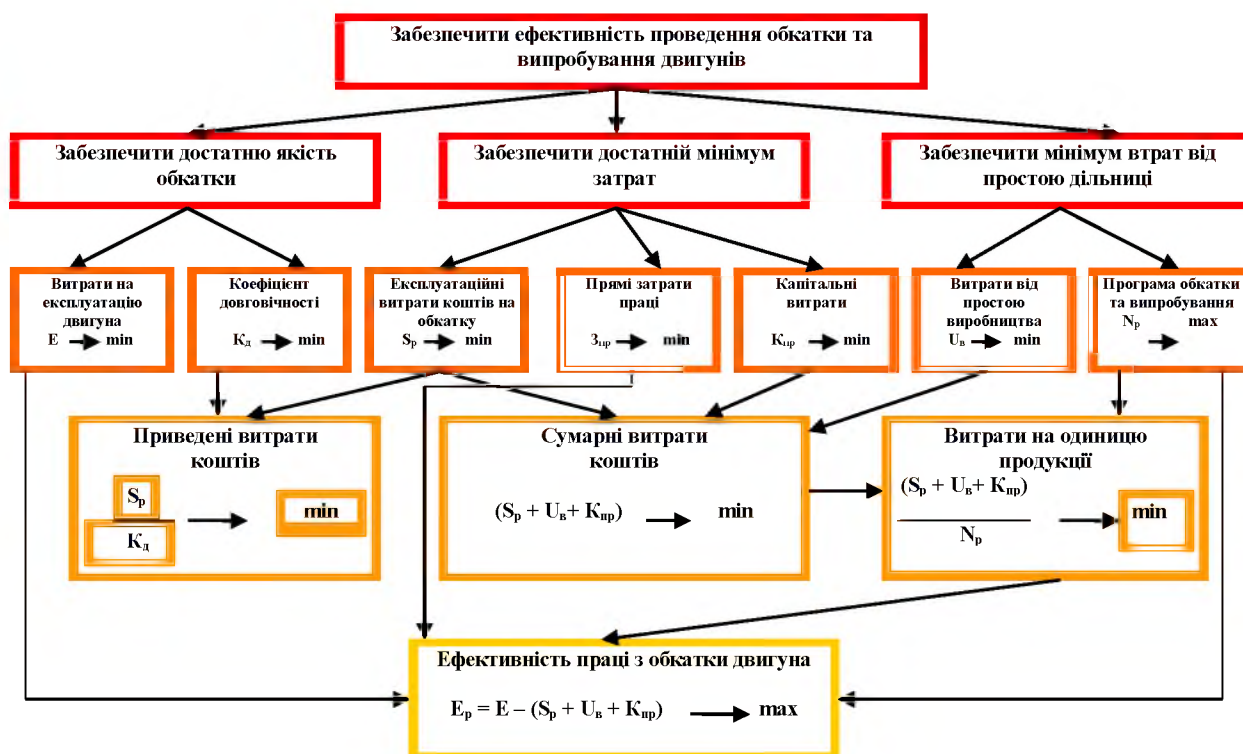


Рисунок 2.1 – Дерево цілей та критеріїв ефективності обкатування двигунів

Відповідальність критерію поставленій цілі значною мірою пов'язана з рівнем узагальнення результатів рішення. У наведеному на рисунку в додатку А прикладі нижній рівень цілей містить такі показники, як коефіцієнт довговічності (k_d), прямі затрати праці (Z_{np}), витрати коштів на ремонт (S_p), втрати коштів від простою виробництва (U_v), програма ремонту (N_{np}). Проте ці показники є лише частковими складовими ефективності робіт. Більш загальним показником є, наприклад, техніко-економічний критерій. Його можна приймати як критерій при оптимізації вибору технології ремонту. Проте його недоліком є те, що не враховуються витрати на виконання робіт. Мінімізація приведених витрат ($S_N \rightarrow \min$) на одиницю виконаних робіт широко використовується як цільова функція при проектуванні, плануванні і організації виробничих процесів. Проте він не відображає впливу збирального комплексу на кінцеві результати (продукцію).

Найбільш загальним із приведених на схемі критеріїв є ефективність.

При розрахунках річної економічної ефективності E_p враховуються приведені капітальні витрати K_{np} , експлуатаційні витрати S_p і скорочення витрат на експлуатацію автомобілів E та витрати від простою дільниці U_0 :

$$E_p = E - (K_{np} + S_p + U_0), \quad (2.5)$$

Капітальні витрати K складаються з вартості діагностичного обладнання, вартості його монтажу, в тому числі вартості матеріалів, які витрачаються на монтаж обладнання.

Приведені капітальні витрати визначаються через нормативний коефіцієнт $\epsilon = 0,15$ по формулі:

$$K_{np} = K \cdot \epsilon, \quad (2.6)$$

Річні експлуатаційні витрати складаються з заробітної плати операторів-діагностів, витрат на поточний ремонт, амортизаційних відрахувань на капітальний ремонт і відновлення обладнання, витрат електроенергії, палива та інших матеріалів. Скорочення витрат на експлуатацію двигунів, які є складовою частиною автомобілів не може бути вираженим одним універсальним показником. Але в загальному виді воно частіше всього виражається через економію палива, матеріалів, шин, запчастин, зниження трудомісткості технічного обслуговування і ремонту, підвищення надійності і ресурсу двигуна. Додатковими показниками ефективності обкатування можуть служити санітарно-оздоровчий ефект від зниження змісту СО у відпрацьованих газах.

2.3. Об'єкт та предмет дослідження

Об'єктом досліджень обрано технологічний процес ремонту двигуна.

Предметом досліджень у роботі визначені взаємозв'язки між конструктивними параметрами, довговічністю деталей двигуна та витратами на досягнення мети.

$T_{\text{заг}}$ – сумарні витрати часу (норми часу) на виконання усіх операцій запроєктованого технологічного процесу по відновленню деталі, год.

Додаткова заробітна плата $Z_{\text{дод}}$, грн. приймається в розмірі 20% від розміру основної, тобто:

$$Z_{\text{дод}} = 0,2 Z_{\text{осн}}; \quad (6.7)$$

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

$$V_{\text{зп}} = 0,01 P_1 (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}}); \quad (6.8)$$

де P_1 – відсоток відрахувань, % ($P_1 = 37\%$).

Після визначення складових визначаємо повну заробітну плату робітників за формулою (6.5).

Не прямі (накладні) витрати $H_{\text{в}}$, грн. складаються з витрат на функціонування виробництва (експлуатація обладнання, заробітна плата ІТР, службовців, охорону праці, енергопостачання, транспорт, тощо). Для розрахунків приймаються у відсотках від основної заробітної плати:

$$H_{\text{в}} = 0,01 P_2 Z_{\text{осн}}; \quad (6.9)$$

де P_2 – відсоток не прямих витрат, % (приймається значення $P_2 = 250\%$).

Для визначення собівартості відновлення деталі до формули (6.2) підставляємо отримані значення залишкової вартості циліндру, вартості ремонтних матеріалів, повної заробітної плати робітникам та непрямих витрат, які були розраховані за формулами (6.3), (6.4), (6.5) та (6.9) відповідно.

Сумарні витрати на виконання операції $T_{\text{заг}}$ для різних видів відновлення приведенні нижче:

Розточування з хонінгуванням	0,016
Розточування з віброобкочуванням	0,008
Осталювання	0,010

Результати розрахунків заносимо у таблицю 6.1.

Таблиця 6.1. Параметри економічної доцільності відновлення циліндру

Способи відновлення	Коефіцієнт довговічності, K_d	Собівартість способу відновлення, C_v , грн.	Ефективність відновлення, $E_{\text{рем}} = \frac{K_d}{C_d} \rightarrow \max$
Розточування з хонінгуванням	1,35	24,5	0,055
Розточування з віброобкочуванням	1,55	19,0	0,082
Осталювання	1,73	24,4	0,071

За техніко-економічним критерієм $E_{\text{рем}} = \frac{K_d}{C_d} \rightarrow \max$ найбільш раціональним способом є розточування з віброобкочуванням.

6.2 Визначення економічної ефективності від втілення ділянки обкатки двигунів

Для визначення економічної ефективності від втілення ділянки обкатки двигунів користуємося формулою (2.5)

$$E_p = E - (K_{np} + S_p + U_{\phi})$$

Вихідні дані наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані розрахунку економічної ефективності від втілення дільниці обкатки двигунів

Показники	Позначення	Числове значення
1	2	3
Вартість обладнання, грн.	$C_{об}$	850000
Часова заробітна плата оператора-діагноста, грн.	$C_{ч.з.}$	30
Трудомісткість монтажу обладнання, люд.-год.	T_m	760
Вартість будівельних матеріалів, грн.	$C_{б.м.}$	35500
Нормативний коефіцієнт ефективності	E	0,15
Число операторів-діагностів, люд.	P	1
Число робочих змін	m	1
Тривалість робочої зміни, год.	t	7
Фонд робочих днів в році, днів	Φ	259
Відрахування на поточний ремонт, %	-	2,3
Амортизаційні відрахування, %	-	10
Вартість 1 кВт-год., грн.	$C_{кз}$	2,0
Сумарна потужність електродвигунів, кВт	$N_{ед}$	85
Тривалість роботи електродвигуна в зміну, год.	t_1	7
Загальний (сумарний) наробіток тракторів господарства, Ум.ет.га	L	500000
Витрати палива на Ум.ет.га, л	Q	19
Вартість 1 л диз пал., грн.	$C'_л$	20
Економія палива, %	-	6
Зниження трудомісткості ТО і ремонту на 1000 км пробігу, люд.-год.	-	0,2

Річні експлуатаційні витрати складаються з заробітної плати оператора C_o , витрат на поточний ремонт C_n , амортизаційних відрахувань на капітальний ремонт C_k , витрат на електроенергію C_e :

$$C = C_o + C_n + C_k + C_e, \quad (6.10)$$

де C_o - заробітна плата чотирьох операторів-діагностів, яка визначається:

$$C_o = C_{ч.з.} \cdot \Phi \cdot t \cdot P, \quad (6.11)$$

$$C_o = 30 \cdot 259 \cdot 7 \cdot 1 = 54390 \text{ грн.}$$

C_n - витрати на поточний ремонт, які визначаються по формулі:

$$C_n = \frac{K \cdot 2,3}{100}, \quad (6.12)$$

де K – капітальні витрати, які складаються з вартості обладнання $C_{об}$, вартості монтажу обладнання C_M та вартості будівельних матеріалів $C_{б.м.}$

$$K = C_{об} + C_M + C_{б.м.}, \quad (6.13)$$

Вартість монтажу визначається:

$$C_M = C_{ч.з.} \cdot T_M, \quad (6.14)$$

$$C_M = 30 \cdot 760 = 22800 \text{ грн.}$$

$$K = 850000 + 22800 + 35500 = 908300 \text{ грн.}$$

Питомі капітальні витрати визначаються за формулою (2.6):

$$K_{np} = 0,15 \cdot 83870 = 14081 \text{ грн.}$$

$$C_n = \frac{908300 \cdot 2,3}{100} = 20891 \text{ грн.}$$

C_k - амортизаційні відрахування на капітальний ремонт визначаються по формулі:

$$C_k = \frac{K \cdot 10}{100}, \quad (6.15)$$

$$C_k = \frac{908300 \cdot 10}{100} = 90830 \text{ грн.}$$

C_e - витрати на електроенергію визначаються по формулі:

$$C_e = N_{ед} \cdot t_1 \cdot C_{кз} \cdot \Phi, \quad (6.16)$$

$$C_e = 85 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 259 = 308210 \text{ грн.}$$

Тоді

$$C = 54390 + 20891 + 90830 + 308210 = 474321 \text{ грн.}$$

Економія коштів від втілення ділянки обкатування складається зі скорочення витрат на ТО та ремонт тракторів $E_{ТО}$ та економії палива $E_{П}$:

$$E = E_{ТО} + E_{П}, \quad (6.17)$$

$$E_{ТО} = \frac{L \cdot C'_n \cdot 7}{1000}, \quad (6.18)$$

$$E_{TO} = \frac{500000 \cdot 20 \cdot 19}{1000} = 190000 \text{ грн.}$$

$$E_{II} = \frac{L \cdot Q \cdot C'_n \cdot 6}{1000}, \quad (6.19)$$

$$E_{II} = \frac{500000 \cdot 19 \cdot 20 \cdot 6}{1000} = 1140000 \text{ грн.}$$

Тоді:

$$E = 190000 + 1140000 = 1330000 \text{ грн.}$$

За формулою (2.5) визначаємо річну економічну ефективність від впровадження ділянки обкатування:

$$E_p = 1330000 - (474321 + 14081) = 841598 \text{ грн.}$$

Строк окупності додаткових витрат O_{II} , років,:

$$O_{II} = \frac{K}{E}, \quad (6.20)$$

$$O_{II} = \frac{908300}{1330000} = 0,7 \text{ роки}$$

ВИСНОВКИ

1. Основним стримуючим чинником щодо підвищення надійності двигунів залишається проблема різної довговічності окремих деталей та спряжень системи. Функціонально-вартісний аналіз виявив найбільш проблемну ланку системи – це довговічність циліндру.

2. Визначено загальний критерій оцінки ефективності відновлення двигуна, як співвідношення коефіцієнту довговічності до собівартості відновлення. Вирішується задача оптимізації максимізації. Побудовано дерево цілей та та здійснено вибір загального критерію ефективності проведення обкатки та випробування двигунів

3. На підставі проведеного багатокритеріального вибору визначено що найкращим способом відновлення циліндру – є розточування з подальшим віброобкочуванням, яке забезпечує підвищення коефіцієнта довговічності до $K_d = 1,55$, при цьому зменшується витрати матеріалів.

4. Розроблено технологічний процес ремонту циліндропоршневої групи, який передбачає використання віброобкочування для відновлення інших деталей механізму, наприклад пальця поршня, а також обґрунтовано технологічний процес відновлення колінчастого валу.

5. Обґрунтовано технологічну схему відділення з ремонту двигунів. Підібрано обладнання для відділення з ремонту двигунів.

6. Визначено, що річна економічна ефективність від впровадження дільниці обкатування становить 841598 грн. , а строк окупності додаткових витрат - 0,7 років

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про систему інженерно-технічного забезпечення АПК України: Закон України від 5 жовтня 2006 р. № 229-V // Голос України. – 2006. – 17 листопада. – С. 10-11.
2. Гуков Я.С. Концепція розвитку технічного сервісу в АПК України / Я.С.Гуков, М.В. Молодик, А.М.Моргун. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСТ», 2004. – 59 с.
3. Беднарский В.В. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей / В.В.Беднарский. – 4-е изд., перераб. и дополн. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 456 с.
4. Беднарский В.В. Организация капитального ремонта автомобилей / В.В.Беднарский. – 4-е изд., перераб. и дополн. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 592 с.
5. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень / Ю.П.Нагірний – К.: Урожай, 1994 – 216 с.
6. Організація та технологія технічного сервісу машин: навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей на освітніх рівнях «Бакалавр», «Магістр» / О. М. Шокарев, В. М. Кюрчев, С. В. Кюрчев, А.М. Побігун : // за ред. О. М. Шокарева.–Мелітополь, ТОВ«ФОРВАРДПРЕСС», 2019, - 307с.
7. Технічний сервіс в АПК: Навчально-методичний комплекс: Навч. посібник для студентів інжен. спец. на осв.-кваліф. рівні «Бакалавр» напряму ПМО АПВ / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, С.В. Кюрчев, О.М.Шокарев та ін. - Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. «Абетка», 2014. -680 с.
8. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве/ ГОСНИТИ . – М. : ГОСНИТИ, 1985. – 142 с.
9. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники / под ред. С.С. Черепанова – М.: Колос, 1981 – 245 с.

10. Ремонт машин: навч. посібник / за ред. О.І. Сідашенка та А.Я. Поліського – К. : Урожай, 1994. – 400 с.
11. Завьялов Ю.П., Нисковий А.К. Агрегатный метод ремонта машин / Ю.П. Завьялов, А.К. Нисковий – К.: Урожай, 1978 – 32с.
12. Саати Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения / Т.Л.Саати – М.: Советское радио, 1975. – 510 с.
13. Болтянська Н. І., Маніта І. Ю., Подашевська О.І. Проблеми і перспективи розвитку інформаційних технологій в сільському господарстві. Праці ТДАТУ, 2020. Вип. 20, т. 4. С. 175-185
14. Болтянська Н.І., Маніта І.Ю. Технології наукових досліджень в технічному сервісі»: посібник-практикум. Мелітополь: «Люкс», 2020. 136 с.
15. Болтянська Н.І., Маніта І.Ю. Технології наукових досліджень в технічному сервісі: навчально-методичний посібник для самостійної роботи. Мелітополь: «Люкс», 2020. 196 с.
16. Болтянська Н.І., Маніта І.Ю. Технології наукових досліджень в технічному сервісі: навчально-методичний посібник для виконання лабораторних робіт. Мелітополь: «Люкс», 2020. 364 с.
17. Болтянська Н.І. Технології наукових досліджень в технічному сервісі»: курс лекцій. Мелітополь: «Люкс», 2021. 374 с.
18. Sosnowski S. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol. 16. No. 2. Pp.49–54
19. Skliar A., Boltyanskyi B. Research of the cereal materials micronizer for fodder components preparation in animal husbandry. *Modern Development Paths of Agricultural Production*. Springer Nature Switzerland AG. 2019. Pp. 249-258.
20. Komar A. S. Processing of poultry manure for fertilization by granulation. *Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production*. Uman, 2019. Pp. 18-20.

21. Шокарев О. М. Засоби діагностики сучасних автотранспортних засобів. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 450-454.
22. Komar A. S. Development of the design of a press-granulator for the processing of bird manure. *Topical issues of development of agrarian science in Ukraine*. Nizhin, 2019. P. 84–91.
23. Маніта І.Ю., Болтянська Н.І. Питання цифровізації сільського господарства в Україні. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 346-350.
24. Komar A. S. Analysis of the design of presses for the preparation of feed pellets and fuel briquettes. 2018. Issue 8. Vol. 2. Pp. 44–56.
25. Sklar O. G. Fundamentals of designing livestock enterprises: a textbook. Condor Publishing House. 2018. 380 p.
26. Заболотько О. О. Вплив селекційно-генетичної роботи на ефективність галузі свинарства. Науковий вісник ТДАТУ: [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/naukovyi-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf>.
27. Sklar O. Mechanization of technological processes in animal husbandry: a textbook. manual. Melitopol: Color Print. 2012. 720 p.
28. Болтянська Н. І., Маніта І. Ю. Забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. Харків: ХНУСГ, 2020. № 21 С. 139-147
29. Boltianska N. I. Analysis of the main areas of resource conservation in animal husbandry. *Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. 2016. Vol. 18, No 13. Pp. 49-54.

30. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. *Motrol: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Vol. 16, No 2. Pp. 183-188.
31. Boltyanska N. Justification of choice of heating system for pigsty. *TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. 2018. Vol. 18, No 1. P. 57–62.
32. Skliar O., Skliar R. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. Bordeaux «Social function of science, teaching and learning». Bordeaux, France 2020. Pp. 478-480.
33. Podashevskaya H. Directions of automation of technological processes in the agricultural complex of Ukraine. Минск: БГАТУ, 2020. С. 519-522.
34. Шокарев О. М. Шляхи підвищення ефективності управління сільськогосподарським виробництвом. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 86-90.
35. Podashevskaya H., Manita I., Serebryakova N. Use of three-dimensional computer visualization in the study of nanostructures. Минск: БГАТУ, 2020. С. 517-519.
36. Podashevskaya H., Manita I. Application of nanotechnology in technological processes of animal husbandry in Ukraine. Інженерія природокористування. Харків: ХНУСГ, 2020. №2(16). С. 33 – 37.
37. Serebryakova N. Manita I. Selection of optimal modes of heat treatment of grain. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 20-24.
38. Шокарев О. М. Забезпечення надійності складних систем на різних етапах експлуатації. Технічне забезпечення інноваційних технологій в

агропромислового комплексу: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 483-487.

39. Маніта І. Ю. Інноваційний розвиток техніки для молочного скотарства. Науковий вісник ТДАТУ: [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL: <http://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/issue/view/15>.

40. Шокарев О.М. Напрями автоматизації технологічних процесів в АПК. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромислового комплексу: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 626-632.

41. Podashevskaya H., Manita I. Areas of application of nanotechnologies in animal husbandry. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромислового комплексу: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 357-361.

42. Komar A. S. Fertilization of poultry manure by granulation. Abstracts of the 5th International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production». 2019. Pp. 18–20

43. Skliar R., Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. «Multidisciplinary research». Bilbao, Spain 2020. Pp. 431-433.

44. Комар А.С. Роль інфраструктури сільських територій в розвитку агропромислового комплексу. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромислового комплексу: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 49-53. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 49-53.

45. Організація охорони праці у сільському господарстві / Д.А.Бутко, В.Л.Лущенко, М.М.Воїнов, С.Д. Мазілін – Сімферополь : Бізнес-Інформ, 1998.

46. Бутко Д.А. Організація навчання з питань охорони праці працівників / Д.А.Бутко – Сімферополь; Бізнес-Інформ, 2000 – 261 с.
47. Цивільний захист .Навчальний посібник. /М.А.Касьянов, В.П. Гуляєв, О.О. Колібабчук, В.І. Сало, В.О. Медяник, О.М. Друзь, Ю.А. Тищенко. - Луганськ: Вид-во Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, 2008. - 291 с.
48. Охорона праці в будівництві: Навч. посібник / за редакцією Коржика Б.М. і Іванова В.М. – Харків: Форт, 2010. – 388 с.