

УДК 656.13

[https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11\(42\).2.382-393](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).2.382-393)

С. В. Харченко, В. Г. Байцан, Д. П. Косякевич, С. В. Лисенко, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
e-mail: sv07091976@gmail.com

Підвищення ефективності використання парків транспортних та технологічних машин шляхом вдосконалення системи технічного обслуговування і ремонту

Стаття присвячена виявленню механізмів підвищення ефективності використання парків транспортних та технологічних машин шляхом удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту. Подано напрями вдосконалення організації виробництва з технічного обслуговування і ремонту парків транспортних та технологічних машин з метою підвищення ефективності їх використання.

Показано, що система машин складається зі створенням парків транспортних і технологічних машин. Серед їх характеристик виділено призначення машин, рівень їх продуктивності, вік та напрацювання за час експлуатації, країну-виробника. Розглянуто модульну структуру парків транспортних та технологічних машин за визначеними модульними ознаками. Запропонована структура дасть максимальну ефективність використання парку машин, їх виробничу і технічну експлуатацію. Визначені основні принципи формування парків машин.

Сформульовані основні шляхи удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту машин. Визначені переваги удосконаленої системи: підвищення ефективності та продуктивності, поліпшення надійнісних властивостей машин, підвищення безпеки та зниження ризиків, оптимізація планування та управління ресурсами. Особливу увагу приділено мінімізації витрат на технічне обслуговування і ремонт машин та його варіантам: профілактичні впливи та усунення пошкоджень після відмов елементів транспортних і технологічних машин. Визначено системи технічного обслуговування і ремонту для забезпечення справності та працездатності машин: планово-попереджувальна, заявна система, система на основі проведення технічного діагностування. Сформульовані системоутворюючі принципи парків машин. Запропоновані шляхи вирішення ряду проблем з підвищення ефективності використання парку транспортних і технологічних машин.

транспортна машина, технологічна машина, ефективність використання, парк машин, система технічного обслуговування і ремонту, експлуатація, технічна діагностика

Постановка проблеми. Підвищення ефективності та продуктивності транспортних і технологічних машин (ТМ) відіграє важливу роль у зміцненні економіки держави. Для досягнення значного приросту продуктивності праці в транспортній інфраструктурі країни та її регіонів необхідним є модернізація та оновлення машинного парку за рахунок впровадження сучасної високопродуктивної техніки. Водночас ефективність функціонування транспортних систем значною мірою визначається раціональним використанням уже наявної техніки.

У сучасних ринкових умовах виникає потреба в пошуку нових організаційних рішень у сфері технічної експлуатації й управління парками ТМ. Особливої актуальності набуває вдосконалення систем технічного обслуговування і ремонту (ТОіР) [1-3].

Забезпечення надійної роботи й ефективної експлуатації машинного парку має свої специфічні особливості порівняно з обслуговуванням окремих одиниць техніки [4,5]. Однією з основних проблем є відсутність цілісного теоретичного підходу до управління працездатністю ТМ у масштабах парку, хоча існують вагомі передумови для його формування. До таких передумов можна віднести ґрунтовні дослідження у сфері

працездатності окремих машин, розвиток наукових засад технічної діагностики, а також впровадження сучасних методів інформаційно-аналітичного управління технічними системами [6,7].

В умовах ринку питання організації та раціонального використання ТМ стає особливо актуальним. Стадія активного розвитку технічної бази супроводжується масштабним будівництвом транспортної інфраструктури в регіонах і великих містах країни, що потребує залучення широкого спектра спеціалізованої техніки [2,8].

Формування ефективної системи машин і технічне оновлення транспортної галузі потребують розробки методологічного підґрунтя та практичних рішень для її реалізації.

Удосконалення системи ТОіР дозволяє скоротити витрати на експлуатацію та обслуговування транспортних та технологічних машин [10]. Регулярне їх технічне обслуговування (ТО) допомагає запобігти серйозним поломкам і знизити необхідність у дорогому ремонті вузлів, систем і агрегатів [37-39]. Це дозволяє заощадити кошти на придбання нової техніки та збільшити термін її служби. Парки ТМ можуть негативно впливати на навколишнє середовище через викиди шкідливих речовин та надмірне споживання ресурсів. Удосконалення системи ТОіР дозволяє більш ефективно контролювати та знижувати викиди, оптимізувати витрату палива та використання інших ресурсів, що сприяє більш екологічній експлуатації ТМ [40-43].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні парки транспортних і технологічних машин мають виражену різноманітність за технічними характеристиками. Вони об'єднують як застарілі моделі, що давно вичерпали свій ресурс, так і сучасні високопродуктивні машини, здебільшого іноземного виробництва. Така різноманітність типів і марок техніки ускладнює організацію технічного обслуговування і ремонтів [12-14].

Із розвитком засобів технічної діагностики (ТД) виникає потреба у трансформації системи ТОіР: замість планово-попереджувального підходу, орієнтованого на напрацювання, слід впроваджувати стратегію обслуговування за технічним станом вузлів та агрегатів ТМ [15,16; 45-48].

Економічні трансформації, що супроводжувалися зміною форм власності, зумовили суттєве скорочення темпів оновлення технічного парку, що, своєю чергою, призвело до його прискореного фізичного та морального старіння [30-35].

Упродовж останніх років спостерігається різке падіння обсягів виробництва ТМ в Україні. Зараз основна частка потреб у новій техніці покривається за рахунок імпорتنих поставок. Частка закордонної техніки в структурі ТМ за декілька років зросла з 16 % до 20 % [17,18,49].

Значний ступінь зношеності наявного машинного парку створює низку загроз, зокрема зниження експлуатаційної ефективності, зростання витрат на механізацію виробничих процесів, що негативно впливає на економічну продуктивність країни загалом [19,20,26].

У нинішніх умовах особливої важливості набуває оновлення машинного парку. Це включає планування обсягів закупівлі нової техніки та списання зношених одиниць. Такий підхід дозволить оптимізувати типорозмірну структуру парків і узгодити її з потребами виробництва. Одночасно слід активізувати власне виробництво ТМ у ключових напрямках для забезпечення технологічної та економічної безпеки держави й окремих її регіонів [21,22,50,51].

Останні роки характеризуються переходом від екстенсивної моделі розвитку парків до інтенсивної. Формуються нові ринкові структури, виникає конкуренція в сфері експлуатації ТМ [52,53]. Почалося виробництво новітніх багатофункціональних

машин із змінними робочими органами, розширюється співпраця з іноземними виробниками щодо спільної розробки і впровадження сучасної техніки [54-56].

Разом із тим, за оцінками експертів, дефіцит фінансових ресурсів обмежує можливості швидкого оновлення основних фондів, що гальмує модернізацію машинного парку [23-25].

Більшість техніки, що нині експлуатується, була закуплена за умов централізованих поставок, за наявності стабільного завантаження та великих обсягів робіт. В умовах відсутності централізованого управління процес оновлення машинного парку відбувається безсистемно, що сприяє зростанню частки імпортової техніки в структурі нових надходжень [27-29].

Постановка завдання. Метою дослідження є визначення механізмів підвищення ефективності використання парку транспортних і технологічних машин шляхом удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту.

Виклад основного матеріалу. Організація системи машин може здійснюватися шляхом формування парків транспортних і технологічних машин, при цьому слід враховувати обмежену номенклатуру техніки, що використовується для виконання різних видів робіт, а також необхідність технічного оновлення існуючого парку. Для реалізації такого підходу важливо досягти узгодженості між технологічними комплексами ТМ та запланованими обсягами виконання робіт. Інакше кажучи, слід забезпечити відповідність між потребами у механізованому виконанні робіт і наявними технічними засобами, а в разі нестачі – визначити необхідні обсяги виробництва або закупівлі нових машин.

Формована система машин повинна складатися з окремих парків ТМ, організованих за модульним принципом. Така структура передбачає врахування низки важливих характеристик, серед яких основними є: функціональне призначення техніки, її продуктивність, технічний стан (зокрема, вік та обсяг напруження), а також країна-виробник (табл. 1).

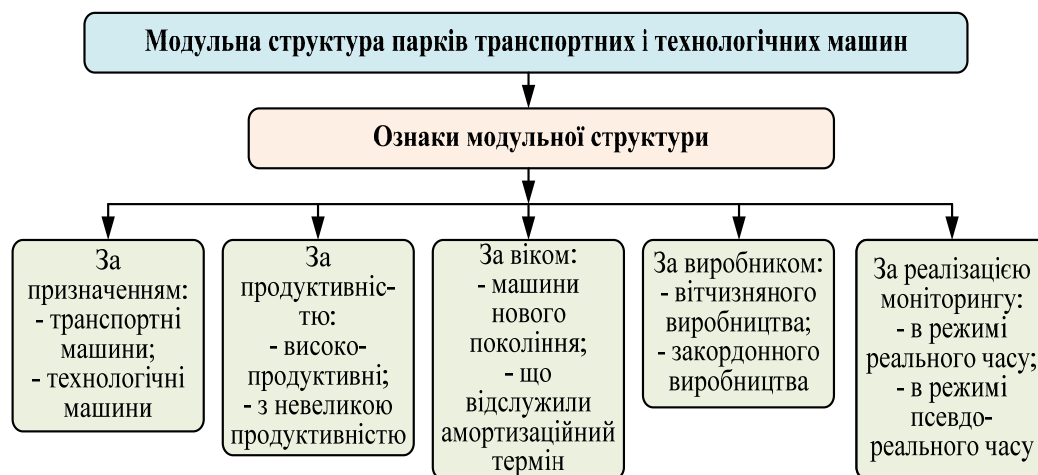


Рисунок 1 - Модульна структура парків транспортних і технологічних машин

Джерело: розроблено авторами

Модульна структура машинних парків є необхідною умовою для досягнення максимальної ефективності використання транспортних і технологічних машин, з урахуванням їх продуктивності та тривалості експлуатаційного ресурсу. Такий підхід дозволяє підвищити загальну ефективність виробничого та технічного використання машинного парку, що можливе лише за умови тісної інтеграції виробничих і технічних процесів експлуатації техніки.

Оптимізація використання ТМ у виробничих умовах може бути досягнута

шляхом подовження інтервалів між технічними обслуговуваннями, що базуються на результатах діагностичного контролю.

Формування ефективної системи машин для конкретного регіону або підприємства має спиратися на такі ключові принципи:

- мінімізація сумарних витрат, пов'язаних із простоєм машин через технічні несправності;

- удосконалення системи ТОіР, а також розвиток засобів технічного контролю та діагностики для забезпечення постійної готовності техніки до роботи;

- запровадження систем управління технічним станом на основі безперервного моніторингу, що включає кількісну оцінку та обробку інформаційних потоків, які відображають динаміку змін у структурі та технічному стані парку;

- підвищення конкурентоспроможності парків машин через розвиток лізингових механізмів, що дозволяють здійснювати технічне переоснащення та сервісне обслуговування на сучасному рівні.

У цьому контексті особлива увага повинна приділятися організації системи ТОіР та управлінню технічним станом машинного парку, з акцентом на техніку, термін експлуатації якої перевищує 10 років. Одним із перспективних інструментів модернізації машинної системи є лізинг, що забезпечує доступ до нових зразків техніки та сприяє оновленню основних фондів без надмірного навантаження на капітальні витрати підприємств.

Підвищення ефективності використання парку ТМ шляхом удосконалення системи ТОіР має кілька потенційних цілей та переваг, а саме:

1. Скорочення часу простою машин.
2. Зниження операційних витрат.
3. Підвищення довговічності ТМ.
4. Покращення безпеки та зниження ризиків.
5. Оптимізація планування та управління ресурсами.

Покращена система ТОіР може скоротити час, протягом якого машини перебувають поза експлуатацією через ремонт чи обслуговування. Це призводить до збільшення загальної продуктивності парку ТМ і скорочення втрат в результаті непрацездатності.

Удосконалена система ТОіР може сприяти більш ефективному використанню ресурсів, таких як запчастини (ЗЧ), матеріали та трудові ресурси. Це може призвести до скорочення операційних витрат, таких як витрати на ЗЧ, паливо та зарплати персоналу.

Регулярне та якісне ТОіР ТМ допомагають запобігти виникненню збоїв та пошкоджень. Це може призвести до підвищення довговічності ТМ, що у свою чергу знижує витрати на заміну деталей, вузлів і агрегатів та збільшує загальну ефективність використання.

Регулярне обслуговування та ремонт допомагають виявити та усунути потенційні проблеми безпеки на ранніх стадіях.

Удосконалена система ТОіР може надавати більш точну інформацію про стан ТЗ та їх потреби в обслуговуванні. Це допомагає оптимізувати планування ресурсів, таких як робоча сила, запасні частини, технологічне обладнання, та покращити управління процесами ТОіР.

У результаті вдосконалення системи ТОіР ТМ спостерігається підвищення ефективності та продуктивності парку ТМ, зниження операційних витрат, поліпшення надійнісних властивостей машин, підвищення безпеки та зниження ризиків, а також оптимізації планування та управління ресурсами.

Існуюча система ТОіР в нашій країні заснована на планово-попереджувальному

підході, який не враховує реального стану машин, специфічних умов експлуатації та ролі діагностики. В результаті відсутня можливість попереднього планування ремонтно-обслуговуючих заходів, та ТОіР проводяться тільки після явних відмов у роботі вузлів та елементів машин. Існуюча система попередньої оцінки технічного стану ТМ із застосуванням технічного діагностування не має чітких критеріїв визначення частоти діагностування та проведення технічних впливів, що враховують конкретні умови експлуатації. Крім того, діагностування проводиться одночасно для всіх вузлів, систем та агрегатів ТМ перед ТОіР.

У світлі вищевикладеного одним із головних стратегічних пріоритетів для підвищення ефективності парків ТМ є покращення систем забезпечення їх працездатності з урахуванням мінімізації витрат на ТОіР. На даний момент існують два основні варіанти систем технічного обслуговування та ремонту: профілактичні впливи та усунення пошкоджень після відмови елементів ТМ.

Донедавна єдиною офіційно діючою системою була система планово-попереджувального ремонту та технічного обслуговування машин. З аналізу робіт, присвячених поточному стану вдосконалення систем ТОіР ТМ, а також вивчення досвіду експлуатації парку ТМ впливає, що планово-попереджувальна система (ПЗС), яка застосовувалася в країні протягом тривалого часу, дозволила досягати економічного та раціонального використання ресурсів ТМ шляхом проведення регламентованих технічних впливів.

Внаслідок цього багаторазово перевищувався термін експлуатації машин, зазначений у амортизаційному періоді їхньої служби. Практика свідчить, що не рекомендується відмовлятися від регламентованих технічних впливів, але необхідно покращити індивідуалізацію процесу ТОіР кожного об'єкта. Це можна досягти шляхом збільшення інформативності процесу ТОіР ТМ.

В даний час застосовуються такі системи ТОіР для забезпечення справності та працездатності ТМ:

1. Планово-попереджувальна система ТОіР вирізняється відносною простотою впровадження, наявністю чітко визначених регламентів і можливістю завчасного планування обсягів ремонтних заходів. У межах цієї системи технічні втручання здійснюються у визначені терміни, що базуються на досягненні нормативного ресурсу роботи ТМ. Разом із тим, головним недоліком такого підходу є його формальний характер: він не враховує фактичного технічного стану машин та їхніх окремих вузлів, специфіку умов експлуатації, значення технічної діагностики, а також економічну доцільність проведення обслуговування чи ремонту.

2. Заявний принцип організації ТОіР передбачає виконання ремонтно-обслуговуючих операцій на підставі заявок користувачів або обслуговуючого персоналу, що ґрунтуються на виявленому технічному стані машин. Попри те, що цей підхід дозволяє враховувати реальні умови експлуатації, його суттєвим недоліком є неможливість ефективного планування ремонтних заходів. Це зумовлено ймовірними порушеннями графіків проведення робіт, ускладненнями в постачанні запчастин та загальним зниженням рівня технічної готовності парку. В умовах воєнного стану ситуація ускладнюється додатково через скорочення фактичного строку служби машин.

3. Система ТОіР на основі діагностування передбачає регулярне проведення технічного діагностування як окремого виду профілактичного впливу. Така система має значний потенціал щодо виявлення дефектів на ранніх стадіях та оптимізації витрат на ТОіР. Проте її недоліком є відсутність кількісно обґрунтованих регламентів для визначення доцільної періодичності діагностичних перевірок технічного стану ТМ, що знижує її практичну ефективність у серійному застосуванні.

Основні напрямки вдосконалення організації виробництва з ТОiP парку ТМ з метою підвищення ефективності їх використання відображені в табл. 1.

Таблиця 1 – Напрями вдосконалення організації виробництва з технічного обслуговування та ремонту парку транспортних засобів

№ п/п	Напрямок	Опис
1.	Оптимальна система машин	Формування оптимальної комбінації засобів механізації і транспортування для конкретного регіону чи муніципального утворення
2.	Раціональна система ТОiP	Розробка системи ТОiP, заснованої на дискретному контролі та діагностуванні технічного стану машин
3.	Система моніторингу технічного стану	Створення системи моніторингу, що дозволяє отримувати інформацію про технічний поточний стан парків машин та приймати обґрунтовані управлінські рішення
4.	Мінімізація простоїв машин	Оптимізація планування та проведення ремонтно-обслуговуючих робіт для скорочення часу на реалізацію операцій ТОiP
5.	Врахування специфіки умов експлуатації	Врахування особливостей умов експлуатації при розробці програм ТОiP
6.	Економічний підхід	Застосування економічних критеріїв при плануванні та оптимізації робіт з ТОiP
7.	Розвиток діагностичних можливостей	Розширення та вдосконалення системи технічної діагностики для більш точного визначення стану машин та запобігання відмовам
8.	Використання лізингу	Розширення використання такої форми послуг як лізинг техніки з метою оновлення та сервісного обслуговування машин

Джерело: розроблено авторами

При цьому основними заходами вдосконалені системи ТОiP є наступними:

- формування регіональної системи ТОiP ТМ, що становить оптимальну комбінацію механізації і транспортування для певного регіону;
- розробка раціональної системи ТОiP, заснованої на дискретному контролі та діагностуванні технічного стану транспортних та технологічних машин;
- створення системи моніторингу технічного стану парків машин, що дає змогу приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Формуючи системи ТОiP ТМ для конкретного регіону слід враховувати такі системоутворюючі принципи:

1. Мінімізація сумарних витрат на компенсацію простоїв машин та об'єктів будівництва.
2. Удосконалення системи ремонтно-обслуговуючих та контрольно-діагностичних технічних впливів для підтримки ТМ у постійній готовності до експлуатації.
3. Управління технічним станом існуючих парків ТМ на основі постійного моніторингу, використання кількісної оцінки та перетворення інформаційних потоків, що характеризують динаміку їх структурних параметрів.
4. Підвищення конкурентоспроможності парків ТМ шляхом розширення лізингу техніки з метою технічного переозброєння та обслуговування ТМ.

При підвищенні ефективності використання парку ТМ шляхом удосконалення можуть виникати ряд проблеми:

- недостатній облік фактичного стану ТМ та специфіки умов експлуатації під час виконання ТОіР;
- відсутність кількісних показників періодичності діагностування технічного стану ТМ та технічних впливів;
- відмова від регламентованих технічних впливів може бути недоцільною;
- порушення графіків ремонтних робіт та постачання запасних частин при заявочній системі.

Вирішення цих проблем можливо здійснити наступними шляхами:

- розробкою більш індивідуального підходу до проведення ТО та Р, враховуючи фактичний стан ТМ та особливості експлуатації кожного об'єкта;
- використання системи технічної діагностики з встановленими кількісними критеріями визначення періодичності діагностичних перевірок та технічних впливів на ТЗ;
- збереженням регламентованих технічних впливів, проте з більш гнучким та індивідуальним підходом до планування та проведення робіт, враховуючи фактичний стан ТЗ та економічні критерії;
- покращенням організації заявкової системи шляхом оптимізації графіків ремонтних робіт, забезпечення своєчасного постачання запасних частин та планування робіт з урахуванням фактичного стану ТМ.

Ключову роль при підвищенні ефективності використання парку ТМ удосконаленням системи ТОіР відіграють механізми, представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Механізми підвищення ефективності використання парку транспортних і технологічних машин

Механізми	Опис
Індивідуальний підхід	Формування більше індивідуального підходу до проведенню ТОіР, враховуючи фактичний стан ТМ і особливості експлуатації кожного об'єкта.
Кількісні критерії	Впровадження системи ТД з встановленими кількісними критеріями для визначення періодичності діагностичних перевірок і технічних впливів на ТМ.
Регламентовані впливи	Збереження регламентованих технічних впливів, але з більш гнучким і індивідуальним підходом до планування і проведенню робіт з ТОіР, враховуючи фактичний стан ТМ і економічні критерії.
Оптимізація заявної системи ТОіР	Поліпшення організації заявної системи ТОіР шляхом оптимізації графіків ремонтних робіт, забезпечення своєчасного постачання запасних частин і планування робіт з врахуванням фактичного стану ТМ.
Система моніторингу	Впровадження системи моніторингу, що дозволяє безперервно відстежувати технічний стан ТМ, збирати і аналізувати дані, щоб приймати обґрунтовані управлінські рішення.
Раціональний розподіл ресурсів	Розробка раціональної системи планування і розподілу ресурсів для ТОіР, заснованою на аналізі навантаження і пріоритетності ТМ, обліку експлуатаційних умов і потреб виробництва.

Джерело: розроблено авторами

Аналіз таблиці 2 свідчить, що поєднання зазначених механізмів дає можливість більш ефективно використовувати парк ТЗ та підвищити рівень експлуатаційної надійності кожної одиниці техніки і парку в цілому.

Висновки

1. Індивідуальний підхід до технічного обслуговування і ремонту транспортних та технологічних машин дозволяє більш точно враховувати фактичний їх стан та особливості експлуатації, що сприяє оптимізації ресурсу та підвищенню ефективності використання парку машин.

2. Встановлення кількісних критеріїв для періодичності діагностування та технічних впливів дає можливість оптимізувати розклад робіт, знизити ймовірність аварій та покращити планування ресурсів парків машин.

3. Гнучке використання регламентованих технічних впливів, що враховує фактичний стан машин, дозволяє зберегти високу готовність парку машин до експлуатації у разі зниження витрат на необґрунтовані роботи.

Список літератури

1. Aulin, V., Hrinkiv, A., Dykha, A., Chernovol, M., Lyashuk, O., Lysenko, S. Substantiation of diagnostic parameters for determining the technical condition of transmission assemblies in trucks (2018) *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1-92), pp. 4-13.
2. Hacker L. Limitations of the Exponential Distribution for Reliability Analysis. *Reliability Edge*. 2001. № 3. P. 1-3.
3. Ivanushko O. Optimization of the frequency of vehicle maintenance to prevent the majority of technical failures. *Systemy i srodki transportu samochodnogo. Seria: Transport*. Rzeszow: Politechnika Rzeszowska, 2019. Nr.18, C. 23-31.
4. Аулін В.В. Обґрунтування критеріїв інформативності і відносної чутливості діагностичних параметрів технічного стану трибосистем агрегатів транспортних машин / В.В. Аулін, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко, А.Є. Чернай, Т.М. Замота // Проблеми трибології (Problems of tribology). Хмельницький. ХНУ, 2018. №3 С.23-32.
5. Аулін В.В., Гриньків А.В. Теоретичне обґрунтування моментів контролю технічного стану систем і агрегатів засобів транспорту. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. 2017. №8. С. 9-20.
6. Аулін В.В., Гриньків А.В. Теоретичний аналіз діагностичних параметрів технічного стану систем та агрегатів засобів транспорту за допомогою методів теорії чутливості. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін. К., 2017. Вип. 262. С. 227-239.*
7. Аулін В.В., Гриньків А.В., Головатий А.О. Кіберфізичний підхід при створенні, функціонуванні та удосконаленні транспортно-виробничих систем. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2020. Вип. 3(34). С.331-343.
8. Аулін В.В., Гриньків А.В., Голуб Д.В., Агапоненко М.І. Розробка критерію вдосконалення системи технічної експлуатації засобів транспорту з врахуванням необхідної діагностичної інформації. *Міжвузівський збірник "Наукові нотатки"*. Луцьк: Луцький НТУ, 2018. №62. С.17-20.
9. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Лівіцький О.М. та ін. Принципи побудови та функціонування кіберфізичної системи технічного сервісу автотранспортної та мобільної сільськогосподарської техніки. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів Technical service of agriculture, forestry and transport systems*. №22' 2020. С. 162-174.
10. Баранов В. І. Удосконалення системи технічного обслуговування автотранспортних засобів. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2020. №91. С. 34-40.
11. Біліченко В.В., Крук В.П. Теоретичні основи оптимізації структури виробничої бази АТП по техніко-економічним критеріям. *Наукові нотатки*. 2012. Вип. 37. С. 23-26.
12. Герасименко С.В. Оптимізація технічного обслуговування вантажних автомобілів. *Автомобільний транспорт*. 2019. №44. С. 29-35.
13. Гнидюк С. І. Моделі планування технічного обслуговування будівельних машин. *Машинобудування*. 2020. №5. С. 17-22.
14. Гриньків А.В., Аулін В.В. Елементно-модульна система технічного обслуговування і ремонту мобільної сільськогосподарської техніки. *Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики: зб. тез доповідей міжнар. наук.-практ. конф., Тернопіль, 29-30 вересня 2022, ТНТУ ім. І. Пулюя. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. С.103-104.*
15. Данилюк В.В. Аналіз надійності машинно-тракторного парку в умовах інтенсивного землеробства. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. 2021. № 6. С. 48-53.

16. Данилюк Р. С. Аналіз ефективності експлуатації автотранспортного парку підприємства. *Вісник Транспортної академії України*. 2021. Вип. 45. С. 88-94.
17. Дяченко С.П. Підвищення ресурсу машин шляхом оптимізації технологій ремонту. *Вісник Дніпровського державного аграрно-економічного університету*. 2019. №3. С. 56-61.
18. Єфименко О. М. Підвищення ефективності системи обслуговування вантажного транспорту. *Дорожня інфраструктура*. 2021. №3. С. 14-19.
19. Жарков С. І. Система діагностування технічного стану автотранспортних засобів. *Вісник НАУ. Серія: Транспорт*. 2020. №1. С. 22-27.
20. Зінченко І.А. Організаційно-економічні засади вдосконалення технічного обслуговування вантажного транспорту. *Економіка і регіон*. 2019. №2. С. 112-118.
21. Іващенко С. О. Надійність та довговічність транспортних машин. *Транспортні системи і технології*. 2022. №1. С. 49-55.
22. Камінський П. М. Вибір оптимального інтервалу технічного обслуговування спецтехніки. *Інженерія транспорту*. 2021. №2. С. 30-36.
23. Карпенко Ю. І. Впровадження адаптивної системи ремонту автотранспортних засобів. *Сучасні технології на транспорті*. 2020. № 4. С. 61-66.
24. Качан Р. О. Моделювання витрат на технічне обслуговування дорожньо-будівельної техніки. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 2021. №3. С. 43-48.
25. Коваль В. В. Автоматизовані системи управління ТО автотранспорту. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2020. № 4(60). С. 107-113.
26. Козак М. А. Визначення техніко-економічної ефективності ремонту транспортних машин. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2019. № 2. С. 91-96.
27. Козаченко С.А. Дослідження технологій планово-запобіжного технічного обслуговування. *Механізація сільського господарства*. 2019. № 6. С. 66-70.
28. Кравченко Ю. М. Економічна ефективність технічного сервісу при різних системах організації обслуговування. *Вісник СНАУ*. 2021. №3. С. 49-55.
29. Лисенко М.І. Стратегії технічного обслуговування машин: адаптація до сучасних умов. *Інженерія сільськогосподарських систем*. 2022. №2. С. 7-13.
30. Литвин О. І. Система технічного обслуговування і ремонту будівельних машин на підприємствах. *Будівельна техніка і технології*. 2022. №1. С. 20-26.
31. Мельник Р. Б. Вдосконалення структури технічного сервісу автотранспортного підприємства. *Науковий вісник ХНАДУ*. 2021. №93. С. 78-83.
32. Методи оцінювання якості технологічних процесів у системах автосервісу: Монографія / Л.А. Тарандушка та ін. Черкаси: ЧДТУ, 2021. 212 с.
33. Назаренко Д. С. Діагностування технічного стану вантажних автомобілів в умовах експлуатації. *Вісник Транспортної академії*. 2020. Вип. 43. С. 55-60.
34. Нікітін А.О. Моделі ефективного використання машинно-тракторного парку. *Вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2020. № 3. С. 73-79.
35. Одокієнко С.М., Тарандушка Л.А., Тарандушка І.П. Розробка системи параметрів для оцінки якості процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів. *Технологический аудит и резервы производства*. 2016. № 3/2 (29). С. 52-56.
36. Олійник І. М. Управління технічним станом дорожніх машин. *Транспортні технології*. 2021. №2. С. 9-15.
37. Павленко В.М., Кужель В.П. Визначення можливості використання мультиагентного підходу при виконанні технічного обслуговування і ремонту автомобіля. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2018. № 1. С. 72-80.
38. Петренко В. Ю. Аналіз ефективності різних систем обслуговування спецтехніки. *Транспорт і логістика*. 2022. №1. С. 37-42.
39. Погребняк А. І. Енерго- та ресурсозбереження у процесах технічного сервісу. *Науковий вісник ЛНТУ*. 2021. Т. 29, №2. С. 39-44.
40. Сакно О.П., Колеснікова Т.М., Олло В.П. Моделювання прийняття рішень в системі технічного обслуговування автомобілів на основі математичних методів теорії нечітких множин. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2019. № 6. С. 70-76.
41. Сахно В.П., Іванушко О.М. Вплив умов експлуатації та системи технічного обслуговування і ремонту на технічний стан автотранспортних засобів. *Вісник Національного транспортного університету*. 2017. № 1. С. 363-372.
42. Сахно В.П., Сакно О.П., Лисий О.В. Аналіз умов забезпечення працездатності автотранспортних засобів на основі удосконалення системи технічного обслуговування. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2015. Вип. 158. С. 144-149.
43. Сидоренко Т. А. Методичний підхід до оцінювання ефективності техобслуговування автопарку. *Автомобільний транспорт*. 2019. № 43. С. 40-45.

44. Тимченко В. С. Організація діагностування технічного стану машин. *Технічний сервіс в агропромисловому комплексі*. 2020. № 4. С. 58-62.
45. Шевченко О. В. Технічне обслуговування транспортних засобів на підприємстві: проблеми та перспективи. *Економіка транспорту*. 2021. №4. С. 59-65.
46. Юрченко П. М. Вплив інтенсивності техобслуговування на надійність техніки. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. № 1. С. 20-25.
47. Smith J., & Johnson L. Optimization of Maintenance Scheduling for Commercial Vehicle Fleets. *International Journal of Automotive Technology and Management*. 2018. Vol. 12, No. 3. pp. 145–152.
48. Brown T. A. Enhancing Fleet Efficiency through Predictive Maintenance Strategies. *Journal of Transportation Engineering*. 2019. Vol. 145, No. 7. pp. Article 04019041.
49. Davis M. P., Lee S. The Impact of Technical Service Innovations on Vehicle Longevity. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2020. Vol. 81. Article 102277.
50. Garcia R., et al. A Comprehensive Approach to Preventive Maintenance in Heavy-Duty Vehicles. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. 2017. Vol. 23, No. 1. pp. 45–59.
51. Patel, V., Chen, Y. Implementing Advanced Diagnostics in Commercial Fleet Repair Strategies. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*. 2021. Vol. 70, No. 6. pp. 5294–5302.
52. Nguyen, P. T., Kim, J. Improving Operational Efficiency in Transportation Fleets: A Case Study. *Journal of Transportation Management*. 2018. Vol. 29, No. 4. pp. 36–47.
53. Miller, A. D. Lifecycle Cost Analysis for Modern Transportation Fleets: Benefits of Technology-Based Repair Systems. *International Journal of Engineering Management*. 2020. Vol. 32, No. 2. pp. 179–188.
54. Clark H., Martinez, E. Integration of Telematics and IoT for Proactive Fleet Maintenance. *Journal of Intelligent Transportation Systems*. 2019. Vol. 23, No. 4. pp. 361–370.
55. Thompson, R., & White, G. Developing Performance Indicators for Maintenance Effectiveness in Technological Equipment. *European Journal of Operational Research*. 2021. Vol. 293, No. 3. pp. 1025–1034.
56. Evans, L., Morris, D. The Role of Data Analytics in Optimizing Repair Strategies for Transport Vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2018. Vol. 93. pp. 91–102.

References

1. Aulin, V.V., Hryn'kiv, A.V., Dykha, A., Chernovol, M., Lyashuk, O., & Lysenko, S. (2018). Substantiation of diagnostic parameters for determining the technical condition of transmission assemblies in trucks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(1-92), 4–13.
2. Hacker, L. (2001). Limitations of the Exponential Distribution for Reliability Analysis. *Reliability Edge*, (3), 1–3.
3. Ivanushko, O. (2019). Optimization of the frequency of vehicle maintenance to prevent the majority of technical failures. *Systemy i srodki transportu samohodnogo. Seria: Transport*, 18, 23–31.
4. Aulin, V.V., Hryn'kiv, A.V., Lysenko, S.V., Chernai, A.Ye., & Zamota, T.M. (2018). Obgruntuvannya kryteriyiv informatyvnosti i vidnosnoi chutlyvosti diahnostychnykh parametriv tekhnichnoho stanu trybosystem ahrehativ transportnykh mashyn. *Problemy trybolohii (Problems of tribology)*, (3), 23–32 [in Ukrainian].
5. Aulin, V.V., & Hryn'kiv, A.V. (2017). Teoretychne obgruntuvannya momentiv kontroliu tekhnichnoho stanu system i ahrehativ zasobiv transportu. *Tekhnichniy servis ahropromyslovoho, lisovoho ta transportnoho kompleksiv*, (8), 9–20 [in Ukrainian].
6. Aulin, V.V., & Hryn'kiv, A.V. (2017). Teoretychnyi analiz diahnostychnykh parametriv tekhnichnoho stanu system ta ahrehativ zasobiv transportu za dopomohoiu metodiv teorii chutlyvosti. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya: Tekhnika ta enerhetyka APK*, 262, 227–239 [in Ukrainian].
7. Aulin, V.V., Hryn'kiv, A.V., & Holovaty, A.O. (2020). Kiberfizychnyi pidkhid pry stvorenni, funktsionuvanni ta udoskonalenni transportno-vyrobnychykh system. *Tsentrlnoukraiynskyi naukovyi visnyk. Tekhnichni nauky*, 3(34), 331–343 [in Ukrainian].
8. Aulin, V.V., Hryn'kiv, A.V., Holub, D.V., & Ahaponenko, M.I. (2018). Rozrobka kryteriiu udoskonalennia systemy tekhnichnoi ekspluatatsii zasobiv transportu z vrahuvanniam neobkhdnoi diahnostychnoi informatsii. *Naukovi notatky*, (62), 17–20 [in Ukrainian].
9. Aulin, V.V., Hryn'kiv, A.V., Lysenko, S.V., Livitskyi, O.M., et al. (2020). Pryntsypy pobudovy ta funktsionuvannya kiberfizychnykh system tekhnichnoho servisu avtotransportnoi ta mobilnoi silskohospodarskoi tekhniki. *Tekhnichniy servis ahropromyslovoho, lisovoho ta transportnoho kompleksiv*, (22), 162–174 [in Ukrainian].
10. Baranov, V.I. (2020). Udoskonalennia systemy tekhnichnoho obsluhovuvannya avtotransportnykh zasobiv. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho avtomobilno-dorozhnoho universytetu*, (91), 34–40 [in Ukrainian].
11. Bilichenko, V.V., & Kruk, V.P. (2012). Teoretychni osnovy optymizatsii struktury vyrobnychoi bazy ATP po tekhniko-ekonomichnym kryteriiam. *Naukovi notatky*, (37), 23–26 [in Ukrainian].
12. Herasymenko, S.V. (2019). Optymizatsiia tekhnichnoho obsluhovuvannya vantazhnykh avtomobiliv. *Avtomobil'nyi transport*, (44), 29–35 [in Ukrainian].
13. Hnydiuk, S.I. (2020). Modeli planuvannya tekhnichnoho obsluhovuvannya budivel'nykh mashyn. *Mashynobuduvannya*, (5), 17–22 [in Ukrainian].

14. Hryn'kiv, A.V., & Aulin, V.V. (2022). Elementno-modul'na systema tekhnichnoho obsluhovuvannia i remontu mobil'noi sil's'kohospodars'koi tekhniki. In *Protses, mashyny ta obladnannia ahropromyslovoho vyrobnytstva: problemy teorii ta praktyky* (pp. 103–104). Ternopil: FOP Palanytsia V.A. [in Ukrainian].
15. Danyliuk, V.V. (2021). Analiz nadiinosti mashynno-traktornoho parku v umovakh intensyvnogo zemlerobstva. *Tekhnichniy servis ahropromyslovoho, lisovoho ta transportnoho kompleksiv*, (6), 48–53 [in Ukrainian].
16. Danyliuk, R.S. (2021). Analiz efektyvnosti ekspluatatsii avtotransportnoho parku pidpriemstva. *Visnyk Transportnoi akademii Ukrainy*, (45), 88–94 [in Ukrainian].
17. Diachenko, S.P. (2019). Pidvyshchennia resursu mashyn shliakhom optymizatsii tekhnolohii remontu. *Visnyk Dniprovs'koho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu*, (3), 56–61 [in Ukrainian].
18. Yefymenko, O.M. (2021). Pidvyshchennia efektyvnosti systemy obsluhovuvannia vantazhnoho transportu. *Dorozhnia infrastruktura*, (3), 14–19 [in Ukrainian].
19. Zharkov, S.I. (2020). Systema diahnostuvannia tekhnichnoho stanu avtotransportnykh zasobiv. *Visnyk NAU. Seriya: Transport*, (1), 22–27 [in Ukrainian].
20. Zinchenko, I.A. (2019). Orhanizatsiino-ekonomichni zasady vdoskonalennia tekhnichnoho obsluhovuvannia vantazhnoho transportu. *Ekonomika i rehion*, (2), 112–118 [in Ukrainian].
21. Ivashchenko, S.O. (2022). Nadiinist' ta dohovichnist' transportnykh mashyn. *Transportni systemy i tekhnolohii*, (1), 49–55 [in Ukrainian].
22. Kaminskyi, P.M. (2021). Vybir optimal'noho intervalu tekhnichnoho obsluhovuvannia spetstekhniki. *Inzheneriia transportu*, (2), 30–36 [in Ukrainian].
23. Karpenko, Yu.I. (2020). Vprovadzhennia adaptivnoi systemy remontu avtotransportnykh zasobiv. *Suchasni tekhnolohii na transporti*, (4), 61–66 [in Ukrainian].
24. Kachan, R.O. (2021). Modeliuvannia vytrat na tekhnichne obsluhovuvannia dorozhn'o-budivel'noi tekhniki. *Avtomobil'ni doryhy i dorozhnie budyvnytstvo*, (3), 43–48 [in Ukrainian].
25. Koval', V.V. (2020). Avtomatyzovani systemy upravlinnia TO avtotransportu. *Systemy upravlinnia, naviatsii ta zviazku*, 4(60), 107–113 [in Ukrainian].
26. Kozak, M.A. (2019). Vyznachennia tekhniko-ekonomichnoi efektyvnosti remontu transportnykh mashyn. *Visnyk mashynobuduvannia ta transportu*, (2), 91–96 [in Ukrainian].
27. Kozachenko, S.A. (2019). Doslidzhennia tekhnolohii planovo-zapobizhnoho tekhnichnoho obsluhovuvannia. *Mekhanizatsiia sil's'koho hospodarstva*, (6), 66–70 [in Ukrainian].
28. Kravchenko, Yu.M. (2021). Ekonomichna efektyvnist' tekhnichnoho servisu pry riznykh systemakh orhanizatsii obsluhovuvannia. *Visnyk SNAU*, (3), 49–55 [in Ukrainian].
29. Lysenko, M.I. (2022). Stratehii tekhnichnoho obsluhovuvannia mashyn: adaptatsiia do suchasnykh umov. *Inzheneriia sil's'kohospodars'kykh system*, (2), 7–13 [in Ukrainian].
30. Lytvyn, O.I. (2022). Systema tekhnichnoho obsluhovuvannia i remontu budivel'nykh mashyn na pidpriemstvakh. *Budivel'na tekhnika i tekhnolohii*, (1), 20–26 [in Ukrainian].
31. Mel'nyk, R.B. (2021). Vdoskonalennia struktury tekhnichnoho servisu avtotransportnoho pidpriemstva. *Naukovyi visnyk KHNAHU*, (93), 78–83 [in Ukrainian].
32. Tarandushka, L.A., et al. (2021). *Metody otsiniuvannia yakosti tekhnolohichnykh protsesiv u systemakh avtoservisu: monohrafiia*. Cherkasy: ChDTU [in Ukrainian].
33. Nazarenko, D.S. (2020). Diahnostuvannia tekhnichnoho stanu vantazhnykh avtomobiliv v umovakh ekspluatatsii. *Visnyk Transportnoi akademii*, (43), 55–60 [in Ukrainian].
34. Nikitin, A.O. (2020). Modeli efektyvnogo vykorystannia mashynno-traktornoho parku. *Visnyk Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu*, (3), 73–79 [in Ukrainian].
35. Odokiienko, S.M., Tarandushka, L.A., & Tarandushka, I.P. (2016). Rozrobka systemy parametriv dlia otsinky yakosti protsesiv tekhnichnoho obsluhovuvannia i remontu avtomobiliv. *Tekhnolohicheskyy audit i rezervy proizvodstva*, 3/2(29), 52–56 [in Ukrainian].
36. Oliinyk, I.M. (2021). Upravlinnia tekhnichnym stanom dorozhnykh mashyn. *Transportni tekhnolohii*, (2), 9–15 [in Ukrainian].
37. Pavlenko, V.M., & Kuzhel', V.P. (2018). Vyznachennia mozhlyvosti vykorystannia multiahentnoho pidkhotu pry vykonanni tekhnichnoho obsluhovuvannia i remontu avtomobilia. *Visnyk mashynobuduvannia ta transportu*, (1), 72–80 [in Ukrainian].
38. Petrenko, V.Yu. (2022). Analiz efektyvnosti riznykh system obsluhovuvannia spetstekhniki. *Transport i lohistyka*, (1), 37–42 [in Ukrainian].
39. Pohrebniak, A.I. (2021). Enerho- ta resursozberezhennia u protsesakh tekhnichnoho servisu. *Naukovyi visnyk LNTU*, 29(2), 39–44 [in Ukrainian].
40. Sakno, O.P., Kolesnikova, T.M., & Ollo, V.P. (2019). Modeliuvannia pryiniattia rishen' v systemi tekhnichnoho obsluhovuvannia avtomobiliv na osnovi matematychnykh metodiv teorii nechitkykh mnozhyn. *Visnyk Prydniprovs'koi derzhavnoi akademii budyvnytstva ta arkhitektury*, (6), 70–76 [in Ukrainian].
41. Sakhno, V.P., & Ivanushko, O.M. (2017). Vplyv umov ekspluatatsii ta systemy tekhnichnoho obsluhovuvannia i remontu na tekhnichniy stan avtotransportnykh zasobiv. *Visnyk Natsional'noho transportnoho universytetu*, (1), 363–372 [in Ukrainian].

42. Sakhno, V.P., Sakno, O.P., & Lysyi, O.V. (2015). Analiz umov zabezpechennia pratsiezdatsnosti avtotransportnykh zasobiv na osnovi udoskonalennia systemy tekhnichnoho obsluhovuvannia. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka*, (158), 144–149 [in Ukrainian].
43. Sydorenko, T.A. (2019). Metodychnyi pidkhid do otsiniuvannia efektyvnosti tekhnichnoho obsluhovuvannia avtoparku. *Avtomobil'nyi transport*, (43), 40–45 [in Ukrainian].
44. Tymchenko, V.S. (2020). Orhanizatsiia diahnostuvannia tekhnichnoho stanu mashyn. *Tekhnichniy servis v ahropromyslovomu kompleksi*, (4), 58–62 [in Ukrainian].
45. Shevchenko, O.V. (2021). Tekhnichne obsluhovuvannia transportnykh zasobiv na pidpriemstvi: problemy ta perspektyvy. *Ekonomika transportu*, (4), 59–65 [in Ukrainian].
46. Yurchenko, P.M. (2021). Vplyv intensyvnosti tekhnichnoho obsluhovuvannia na nadiinist' tekhniky. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*, (1), 20–25 [in Ukrainian].
47. Smith, J., & Johnson, L. (2018). Optimization of maintenance scheduling for commercial vehicle fleets. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 12(3), 145–152.
48. Brown, T.A. (2019). Enhancing fleet efficiency through predictive maintenance strategies. *Journal of Transportation Engineering*, 145(7), Article 04019041.
49. Davis, M.P., & Lee, S. (2020). The impact of technical service innovations on vehicle longevity. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 81, Article 102277.
50. Garcia, R., et al. (2017). A comprehensive approach to preventive maintenance in heavy-duty vehicles. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 23(1), 45–59.
51. Patel, V., & Chen, Y. (2021). Implementing advanced diagnostics in commercial fleet repair strategies. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 70(6), 5294–5302.
52. Nguyen, P. T., & Kim, J. (2018). Improving operational efficiency in transportation fleets: A case study. *Journal of Transportation Management*, 29(4), 36–47.
53. Miller, A. D. (2020). Lifecycle cost analysis for modern transportation fleets: Benefits of technology-based repair systems. *International Journal of Engineering Management*, 32(2), 179–188.
54. Clark, H., & Martinez, E. (2019). Integration of telematics and IoT for proactive fleet maintenance. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 23(4), 361–370.
55. Thompson, R., & White, G. (2021). Developing performance indicators for maintenance effectiveness in technological equipment. *European Journal of Operational Research*, 293(3), 1025–1034.
56. Evans, L., & Morris, D. (2018). The role of data analytics in optimizing repair strategies for transport vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 93, 91–102.

Serhii Kharchenko, Viktor Baitsan, Dmytro Kosiakievych, Serhii Lysenko, Assoc. Prof., PhD tech. sci.
Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Increasing the Efficiency of Using Fleets of Transport and Technological Vehicles by Improving the Maintenance and Repair System

The article is devoted to identifying mechanisms for increasing the efficiency of using fleets of transport and technological machines by improving the maintenance and repair system. Directions for improving the organization of production for maintenance and repair of fleets of transport and technological machines are presented in order to increase the efficiency of their use.

It is shown that the system of machines is formed with the creation of fleets of transport and technological machines. Among their characteristics, the purpose of the machines, their productivity level, age and operating time during operation, and the country of manufacture are highlighted. The modular structure of fleets of transport and technological machines according to certain modular features is considered. The proposed structure will provide maximum efficiency of using the fleet of machines, their production and technical operation. The basic principles of forming fleets of machines are determined.

The main ways of improving the system of maintenance and repair of machines are formulated. The advantages of the improved system are determined: increasing efficiency and productivity, improving the reliability properties of machines, increasing safety and reducing risks, optimizing planning and resource management. Particular attention is paid to minimizing the costs of maintenance and repair of machines and its options: preventive effects and elimination of damage after failures of elements of transport and technological machines. Maintenance and repair systems are defined to ensure the serviceability and operability of machines: planned and warning, notification system, system based on technical diagnostics. System-forming principles of machine parks are formulated. Ways of solving a number of problems are proposed to increase the efficiency of using the fleet of transport and technological machines.

transport vehicle, technological vehicle, efficiency of use, fleet of vehicles, maintenance and repair system, operation, technical diagnostics

Одержано (Received) 21.05.2025

Прорецензовано (Reviewed) 22.05.2025

Прийнято до друку (Approved) 23.05.2025