

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292.
Ефективна економіка. 2025. № 4.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.4.21>

УДК 658.5:657.47

О. Г. Вагонова,

д. е. н., професор, НТУ «Дніпровська політехніка»

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6553-7771>

Ю. С. Госалов,

аспірант, НТУ «Дніпровська політехніка»

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-9297-3665>

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ВІДТВОРЕННЯМ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ ПІДПРИЄМСТВА

O. Vahonova,

Doctor of Economic Sciences, Professor, Dnipro University of Technology

Y. Hosalov,

Postgraduate student, Dnipro University of Technology

INNOVATIVE ASPECTS OF MANAGING THE REPRODUCTION OF FIXED ASSETS OF AN ENTERPRISE

У статті розглянуто інноваційні аспекти управління відтворенням основних засобів підприємства, з акцентом на впровадження теротехнологічного підходу як ефективного інструменту оптимізації витрат протягом життєвого циклу активів. Зокрема, досліджено роль сучасних технологій, таких як прогнозна аналітика, системи управління технічним

обслуговуванням (CMMS) та Інтернет речей (IoT), у моніторингу стану основних засобів, мінімізації ризиків несправностей і підвищенні їхньої довговічності. Визначено, що комплексне управління основними засобами на всіх етапах їх життєвого циклу сприяє зниженню експлуатаційних витрат, підвищенню продуктивності та забезпеченню економічної стабільності підприємства в умовах сучасних ринкових викликів.

Результати дослідження демонструють, що інтеграція теротехнологій сприяє оптимізації життєвого циклу основних засобів, підвищенню продуктивності та вдосконаленню проектних рішень. Запропоновані підходи спрямовані на забезпечення довгострокової конкурентоспроможності підприємств через економічну доцільність та стає управління активами.

The article examines innovative aspects of managing the reproduction of fixed assets of an enterprise, focusing on the implementation of a thero-technological approach. This approach, based on the integration of financial, engineering and management solutions, allows you to optimize maintenance costs and ensure economic efficiency throughout the entire life cycle of assets. The study analyzes the main factors affecting costs, in particular, design, maintainability, operation and disposal of fixed assets, emphasizing their importance for ensuring asset durability.

The study emphasizes the role of modern technologies, such as predictive analytics, maintenance management systems (CMMS) and the Internet of Things (IoT), which allow you to monitor the condition of fixed assets in real time, predict potential failures and optimize maintenance schedules. This ensures reduced downtime, increased productivity and reduced maintenance costs. Special attention is paid to the need to integrate feedback between the stages of the asset life cycle to improve management processes, minimize risks and adapt enterprises to modern challenges.

The article proposes a model of an integrated fixed assets management system that covers all stages of their life cycle: from design and procurement to operation and disposal. The developed model focuses on the importance of cooperation

between designers, manufacturers, operators and other stakeholders, as well as on the use of modern digital technologies for analyzing costs, productivity and condition of assets. Formation of an information base based on asset life cycle data contributes to improving the quality of management decisions and economic efficiency of enterprises. The proposed approaches are aimed at increasing the economic stability of enterprises, ensuring the durability of fixed assets and forming their competitiveness. The use of terotechnologies allows minimizing operating costs, increasing the productivity of fixed assets and adapting enterprises to dynamic market conditions and digital transformation. The results of the study have practical value and can be used in various industries to achieve sustainable development and economic efficiency.

Ключові слова: *відтворення основних засобів, теротехнологічний підхід, життєвий цикл, управління, технічне обслуговування, прогнозна аналітика, система управління технічним обслуговуванням (CMMS), оптимізація витрат, ремонтпридатність*

Keywords: *reproduction of fixed assets, terotechnological approach, life cycle, management, maintenance, predictive analytics, computerized maintenance management system (CMMS), cost optimization, maintainability.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасні підприємства стикаються з необхідністю ефективного управління основними засобами, що є ключовими активами для забезпечення виробничої діяльності та конкурентоспроможності. Зростання складності обладнання, інтеграція високотехнологічних систем та швидкий темп морального старіння створюють значні виклики для збереження їхньої надійності та продуктивності. Одночасно, витрати на технічне обслуговування, ремонт і модернізацію основних засобів часто перевищують початкові інвестиції, що впливає на фінансову стійкість підприємств. Відсутність системного підходу до управління життєвим циклом основних

засобів призводить до зниження їх ефективності, збільшення часу простоїв та високих експлуатаційних витрат. Це обумовлює необхідність розробки та впровадження нових підходів, які дають можливість мінімізувати витрати протягом усього життєвого циклу основних засобів і підвищити їхню довговічність.

Наукове значення проблеми полягає в удосконаленні теоретичних основ управління основними засобами через впровадження теротехнологічного підходу, що орієнтований на оптимізацію витрат і підвищення надійності активів. Практичне завдання полягає у забезпеченні інтеграції сучасних технологій, таких як прогнозна аналітика, системи управління технічним обслуговуванням (CMMS) та Інтернет речей (IoT), у процеси планування, обслуговування та експлуатації. Це сприятиме підвищенню ефективності управлінських рішень, зниженню втрат від простоїв та створенню умов для стійкого розвитку підприємств. Таким чином, проблема ефективного управління відтворенням основних засобів є важливим як науковим, так і практичним завданням, вирішення якого забезпечить зростання економічної ефективності та конкурентоспроможності підприємств.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сучасні наукові дослідження зосереджені на вивченні фінансових, облікових та інноваційних аспектів управління відтворенням основних засобів. Значну увагу приділено впливу амортизаційної політики та фінансового забезпечення на процеси відтворення, що висвітлюється у роботах Могилової, Єфімцевої, Шумейко, Бурченко, Олійника, Череп та Приходька. Інші дослідники, такі як Галаган, Кругляк, Талавіра, Сметанюк та Абубекерова, акцентують на кредитному забезпеченні, лізингу та методичних підходах до оцінки витрат на різних етапах життєвого циклу активів.

Інноваційні підходи до відтворення основних засобів висвітлюють Прокопенко, Досужий, Майдуда, Попова, Кизима та Скорба, досліджуючи питання використання сучасних технологій і методів обліку. Окремі роботи,

зокрема Шаховалової, Мельничука та Мужевича, зосереджені на моделюванні фінансового забезпечення та управлінському обліку витрат. Ці дослідження демонструють актуальність теми, а також необхідність інтеграції фінансових і технологічних інструментів для підвищення ефективності процесів відтворення основних засобів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є обґрунтування та розробка інноваційних підходів до управління відтворенням основних засобів підприємства шляхом інтеграції теротехнологічного підходу, сучасних інформаційних технологій та оптимізації витрат протягом усього життєвого циклу активів для підвищення їхньої надійності, економічної ефективності та довговічності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Один із способів оцінити прибутковість обладнання – це аналіз його повного життєвого циклу. Значення окремих фаз і факторів залежить від галузевих особливостей та технологій, що використовуються. Наприклад, у машинобудівній галузі ключовим фактором може стати надійність та ремонтпридатність обладнання, адже часті збої чи простой значно впливають на виробничу ефективність. У високоточному машинобудуванні, де потрібні складні компоненти, важливими є витрати на запасні частини та технічне обслуговування, а в серійному виробництві – продуктивність обладнання та його відповідність темпам масового виготовлення продукції.

Інвестиції в основні засоби відбуваються з моменту їх задуму до введення в експлуатацію і, можливо, на перших етапах їх функціонування. Якщо все йде за планом, прибуток від цих інвестицій починається невдовзі після введення основних засобів в експлуатацію і триває до їх виведення з ужитку.

Таблиця 1 демонструє, що в деяких випадках загальні витрати на технічне обслуговування можуть бути значно вищими за капітальні витрати.

Таблиця 1. Фактори, що впливають на зростання витрат на технічне обслуговування основних засобів

Фактори впливу	Опис впливу
Тривалий життєвий цикл основних засобів	Якщо основні засоби експлуатуються протягом тривалого періоду, витрати на технічне обслуговування накопичуються, особливо у випадках регулярних ремонтів, модернізації та заміни зношених частин. Наприклад, основні засоби, які використовуються десятки років, можуть вимагати значних витрат на підтримання їх працездатності.
Висока складність і технологічність основних засобів	Сучасні високотехнологічні системи часто вимагають дорогих інженерних послуг, складного ремонту та спеціалізованих запасних частин. Інтеграція автоматизованих чи цифрових систем підвищує витрати на підтримку програмного забезпечення та діагностику.
Недостатнє врахування ремонтпридатності на етапі проектування	Якщо під час проектування не були враховані фактори ремонтпридатності (наприклад, доступність до основних вузлів чи використання стандартних компонентів), це значно збільшує витрати на технічне обслуговування.
Інтенсивна експлуатація	Основні засоби, що працюють з максимальним навантаженням або у важких умовах (висока вологість, високі температури, агресивне середовище), зношуються швидше та потребують частішого обслуговування й заміни компонентів.
Невідповідність умов експлуатації проектним параметрам	Використання основних засобів поза межами їх проектних характеристик (наприклад, перевантаження, робота в несприятливих умовах) призводить до частіших несправностей і, відповідно, збільшує витрати на обслуговування.
Низька якість початкових компонентів	Використання дешевих або неякісних матеріалів під час закупівлі основних засобів може скоротити термін служби компонентів і збільшити витрати на їх заміну.
Застарілість основних засобів	У міру старіння основних засобів зростають витрати на їх підтримку через: відсутність запасних частин (потрібна їх спеціальна заміна чи виготовлення); зростаючу частоту поломок; витрати на модернізацію для відповідності сучасним стандартам.
Висока залежність від зовнішніх підрядників	Якщо технічне обслуговування виконується переважно зовнішніми організаціями, це може значно підвищити витрати через необхідність покриття послуг підрядників, логістики, та додаткових комісій.
Проблеми з організацією обслуговування	Відсутність ефективних графіків профілактичного обслуговування, низька кваліфікація персоналу чи недостатнє фінансування технічного обслуговування можуть призводити до аварійних ситуацій, що значно збільшує загальні витрати.
Часті простої основних засобів	Якщо технічне обслуговування не проводиться вчасно, це може призводити до частих несправностей, які потребують дорогого аварійного ремонту. Витрати на такі ситуації, включаючи втрати продуктивності, можуть значно перевищувати початкові капітальні витрати.

Джерело: згруповано на підставі [1, 3, 6, 7]

Ситуації, коли витрати на технічне обслуговування перевищують капітальні, є характерними для підприємств, які експлуатують складне, застаріле або основні засоби, що інтенсивно використовуються. Запобігти цьому можна шляхом ефективного планування на етапі проектування, впровадження сучасних технологій моніторингу стану основних засобів та оптимізації графіків профілактичного обслуговування.

Компанія може прагнути досягнення максимальної ефективності використання своїх основних засобів протягом усього життєвого циклу, дотримуючись водночас вимог безпечної експлуатації [2]. Для реалізації цієї мети необхідно провести оцінку інвестицій, яка дасть можливість знайти оптимальний баланс між капітальними витратами, операційними витратами, продуктивністю, доступністю основних засобів та їх корисним строком використання.

Проте аналіз витрат життєвого циклу часто стикається зі значними ускладненнями. Серед них можна виокремити відсутність чіткого розуміння структури процесу придбання основних засобів, складність у врахуванні численних взаємозалежних чинників, які впливають на економічні рішення, а також невизначеність значної частини інформації. Наприклад, труднощі можуть виникати при прогнозуванні попиту на продукцію, оцінці часу морального та фізичного старіння основних засобів, визначенні їх надійності й доступності, а також при розрахунку очікуваних витрат [5, 8].

Через ці складнощі прийняття рішень щодо придбання основних засобів часто базується переважно на аналізі їх продуктивності та капітальних витрат. Унаслідок цього фактори надійності та ремонтпридатності часто ігноруються, що призводить до зростання часу та витрат на монтаж, введення в експлуатацію та технічне обслуговування. Зрештою це відображається у низькій доступності основних засобів та зростанні як прямих, так і непрямих витрат на їх підтримку.

Для подолання цих викликів пропонується впровадження теротехнологічного підходу, який може стати основою для більш ефективного управління основними засобами. Цей підхід, розроблений у Великій Британії на

початку 1970-х років. Спочатку його було визначено як поєднання управлінських, фінансових, інженерних та інших практик, застосованих до фізичних активів з метою забезпечення економічних витрат протягом життєвого циклу [4].

Трохи пізніше визначення було уточнене як практика пов'язана з визначенням характеристик і проектуванням надійності та підтримуваності обладнання, машин, будівель та споруд, їх встановленням і заміною, а також із зворотним зв'язком про проектування, продуктивність і витрати.

Ідея цього підходу досить швидко розширилася: від початкового фокусування на витратах на технічне обслуговування та недоступність основних засобів – до більш комплексного підходу, який охоплює всі аспекти управління фізичними активами протягом їхнього життєвого циклу. Проте через його складність та відсутність чітких практичних рекомендацій концепція не отримала широкого поширення.

Втім, реалізація теротехнологічного підходу потребує суттєво більших інвестицій порівняно з традиційним підходом, який орієнтований на мінімальні витрати, найнижчу ціну та скорочені терміни виконання. Запровадження цього підходу часто супроводжується численними викликами, такими як обмеженість фінансових ресурсів, стислий графік реалізації, а також складнощі з прогнозуванням попиту та тривалості життєвого циклу основних засобів. У зв'язку з цим у певних умовах можна зіткнутися із ситуаціями, коли витрати на впровадження теротехнологічного підходу можуть перевищувати очікувану вигоду [12].

Однак у сучасному контексті, де зростає рівень автоматизації та використання великомасштабного, дорогого обладнання, цей підхід демонструє суттєві переваги. Його впровадження потребує не лише технічних знань, а й стратегічного бачення з боку керівництва компанії, оскільки саме далекоглядність топменеджерів стає запорукою успіху [10].

Ключова роль менеджера з технічного обслуговування полягає у виконанні двох основних завдань: формуванні ефективної стратегії та

організації ресурсів, до яких належать людські ресурси, матеріали та інструменти. Обидва ці напрями є водночас складними й критично важливими для забезпечення ефективного функціонування обладнання. Водночас, якщо підприємство не розуміє або не застосовує основних принципів управління основними засобами, це може призвести до того, що менеджери витратимуть свій час на вирішення неактуальних або другорядних питань вже після введення обладнання в експлуатацію, замість зосередження на ключових завданнях [9].

Теротехнологічний підхід, удосконалений через ідеї, представлені в таблиці 2, є адаптацією до сучасних умов і спрямований на подолання обмежень оригінальної концепції. Відображено не лише базові принципи теротехнологічного підходу, але й удосконалення, включаючи інтеграцію сучасних технологій, оптимізацію витрат та використання зворотного зв'язку. Увага приділяється важливості зв'язку між усіма етапами життєвого циклу та активній ролі користувача, системному управлінню відтворенням основних засобів з акцентом на економічній доцільності й практичній реалізації.

Таблиця 2. Удосконалений теротехнологічний підхід до управління відтворенням основних засобів

Визначення	Практика	Реалізація
Інтегроване управління проектуванням, закупівлею, використанням, обслуговуванням та заміною основних засобів, спрямоване на оптимізацію витрат протягом життєвого циклу активів і максимізацію їхнього внеску в ефективність підприємства.	- Специфікація та проектування для забезпечення надійності, ремонтпридатності та довговічності активів. - Інтеграція зворотного зв'язку з усіх етапів життєвого циклу. - Використання сучасних технологій прогнозової аналітики та IoT для моніторингу стану активів. - Розробка графіків профілактичного обслуговування на основі даних про експлуатацію.	1. Включити користувача на всі етапах життєвого циклу для врахування реальних умов експлуатації. 2. Використовувати аналітичні системи для оцінки ефективності рішень. 3. Оптимізувати технічне обслуговування через прогнозні технології (CMMS, IoT). 4. Визначати оптимальні періоди заміни основних засобів на основі аналізу даних.

Цей удосконалений підхід базується на ідеї оптимізації загальних витрат на технічне обслуговування протягом життєвого циклу основних засобів.

Особливий акцент робиться на ухваленні ключових рішень ще на етапах проектування, закупівлі та введення в експлуатацію, коли можна значно вплинути на майбутні витрати. Розуміння цього зв'язку дає можливість скоротити прямі та непрямі витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням, у фазі експлуатації, забезпечуючи ефективність і надійність активів у довгостроковій перспективі (рисунок 1).



Рис. 1. Оптимізації витрат через узгодження рішень на ключових етапах життєвого циклу основних засобів

Специфікація для нового обладнання повинна включати не лише вимоги до надійності та ремонтпридатності (доступності), але й враховувати продуктивність, капітальні витрати, безпеку та довговічність. Очікуваний або корисний термін служби основних засобів має бути чітко визначений на етапі специфікації. Крім того, важливо передбачити технічні посібники, креслення, списки запасних частин, заходи для забезпечення безпеки постачання запасних частин і потреби у навчанні персоналу. Усі ці аспекти повинні бути чітко зафіксовані у контракті для забезпечення узгодженості та виконання на всіх етапах життєвого циклу.

На етапі проектування особливу увагу слід приділяти надійності, ремонтпридатності та корисному строку служби основних засобів. Ці аспекти повинні аналізуватися одночасно з показниками продуктивності. Метод виробництва має ключове значення: наприклад, у випадку використання

безперервного виробничого процесу слід враховувати значно вищі витрати на технічне обслуговування, які зазвичай виникають. Врахування надійності та ремонтпридатності на цьому етапі також впливає на тривалість і витрати введення основних засобів в експлуатацію [11]. Зрозуміло, що якісний контроль на етапі виробництва основних засобів суттєво визначає рівень майбутніх витрат на його технічне обслуговування.

На етапі встановлення ремонтпридатність продовжує залишатися важливим фактором. Саме на цьому етапі проявляється багатовимірна природа проблем, пов'язаних із технічним обслуговуванням. Забезпечення доступності до критичних компонентів і простота монтажу значно впливають на тривалість та вартість цього процесу.

Етап введення в експлуатацію є не лише періодом тестування технічних характеристик основних засобів, але й часом навчання персоналу та збору ключових даних. У цей період виявляються первинні проектні недоліки, які можуть впливати на доступність обладнання. Усунення цих недоліків ще на етапі проектування є критично важливим. Ігнорування цього аспекту призводить до серйозних проблем із технічним обслуговуванням і низької доступності обладнання на ранніх етапах експлуатації.

Експлуатація основних засобів після закінчення їх корисного строку використання повинна бути мінімізована, оскільки це неминуче спричинить низьку доступність, високу частоту несправностей і значні витрати на технічне обслуговування. Управління заміною активів на основі даних про їхній стан є важливою складовою сучасного підходу до управління життєвим циклом основних засобів.

Найкращий момент для впливу на витрати з технічного обслуговування та забезпечення доступності основних засобів припадає на етапи, що передують введенню об'єкта в експлуатацію. Саме на цих етапах ухвалюються ключові рішення, які визначають витрати та ефективність подальшого використання активів:

1) Вплив проектування на витрати. Можливості для значного зниження витрат на технічне обслуговування є найвищими на етапі проектування. Проте з часом, після введення основних засобів в експлуатацію, ці можливості різко скорочуються, оскільки більшість конструктивних рішень вже реалізовано, і витрати стають менш гнучкими для корекції.

2) Балансування вимог. Часто вимоги підрозділів, які безпосередньо не займаються технічним обслуговуванням, можуть суперечити цілям забезпечення надійності та ремонтпридатності обладнання. Зокрема, акцент на зниженні капітальних витрат чи скороченні строків впровадження може негативно впливати на довговічність і доступність основних засобів. Тому важливо забезпечити баланс між цими вимогами та пріоритетами підрозділів, які відповідають за технічне обслуговування.

Ефективна координація між усіма зацікавленими сторонами на етапах проектування, закупівлі та введення в експлуатацію є ключовою для мінімізації витрат життєвого циклу та підвищення операційної ефективності.

Для досягнення максимальної ефективності управління основними засобами з урахуванням сучасних викликів і удосконалень теротехнологічного підходу пропонується наступне:

1. Прийняття рішень на основі розуміння стадій життєвого циклу. Рішення про придбання нового або замінних основних засобів повинні базуватися на детальному аналізі витрат життєвого циклу. Використання приведеної вартості дозволяє оцінювати як витрати на технічне обслуговування, так і витрати, пов'язані з недоступністю основних засобів. Такий аналіз має спиратися на задокументований досвід або прогнозну аналітику, де це можливо, для забезпечення точності розрахунків.

2. Співпраця власника-оператора із зацікавленими сторонами. Власник-оператор основних засобів повинен активно співпрацювати з дизайнером, виробником і установником для комплексного аналізу характеристик надійності, ремонтпридатності та безпеки обладнання. Цей процес повинен

охоплювати: забезпечення запасними частинами; навчання технічного персоналу; оцінку та впровадження систем підтримки від постачальників.

Чим вищі потенційні витрати на технічне обслуговування та недоступність основних засобів, тим більш критичним стає цей аналіз.

3. Створення системи моніторингу та аналізу відмов. Підприємство повинне запровадити систему, яка забезпечує: реєстрацію даних про відмови основних засобів; виявлення зон із високими витратами на технічне обслуговування; аналіз причин відмов і розробку рішень для їх мінімізації.

Така система повинна почати функціонувати з моменту введення основних засобів в експлуатацію (у співпраці з постачальником) і діяти до їх заміни.

Зібрана інформація повинна передаватися постачальнику або виробнику для вдосконалення майбутніх проектів. У разі доцільності ці дані можуть бути додані до спільної бази даних, доступної на міжкорпоративному, національному чи міжнародному рівні.

Попри високі витрати на створення комунікаційних систем і складність координації між різними організаціями чи підрозділами, забезпечення інформаційного обміну є ключовим фактором для підвищення ефективності управління основними засобами.

4. Інтегрована система управління основними засобами. Усередині підприємства необхідно розробити інтегровану систему управління основними засобами, яка: виходить за межі традиційних функціональних підходів; залучає всі рівні управління для ухвалення рішень; отримує значну підтримку від найвищого керівництва.

Ця система повинна забезпечувати зв'язок між усіма етапами життєвого циклу основних засобів, інтегруючи дані зворотного зв'язку для постійного вдосконалення. Модель такої системи представлено на рисунку 2, який демонструє її багаторівневу структуру та інтеграцію зацікавлених сторін.

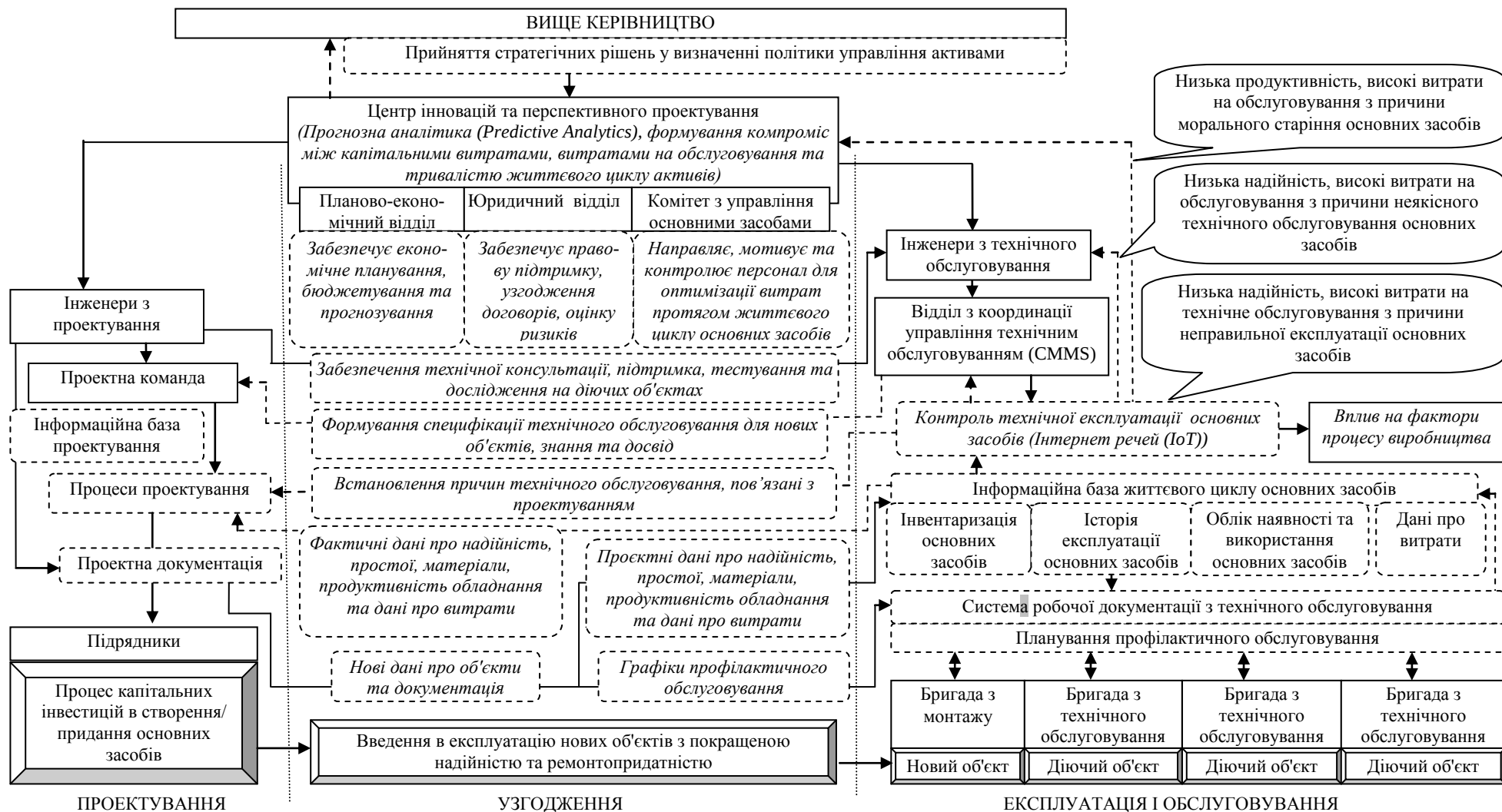


Рис. 2. Модель системи управління відтворенням основних засобів підприємства

Система управління відтворенням основних засобів, зображена на схемі, розроблена з урахуванням ключових етапів життєвого циклу активів: проектування, узгодження, експлуатації та обслуговування. Вона ґрунтується на застосуванні теротехнологічного підходу, який спрямований на забезпечення довгострокової ефективності активів через мінімізацію витрат життєвого циклу. Основою цього підходу є інтеграція сучасних інструментів управління, таких як прогнозна аналітика, системи управління технічним обслуговуванням (CMMS) та технології Інтернету речей (IoT).

Теротехнологічний підхід відрізняється від традиційних методів управління основними засобами тим, що орієнтується не лише на короткострокову економію, а й на стратегічне управління витратами протягом усього життєвого циклу активів. У традиційних підходах акцент зазвичай робиться на мінімізацію капітальних витрат при придбанні обладнання або скорочення часу впровадження, що нерідко призводить до високих витрат на технічне обслуговування, зниження продуктивності та морального зносу активів на ранніх етапах їх експлуатації. Натомість теротехнологічний підхід передбачає системний аналіз усіх аспектів життєвого циклу, включаючи проектування, закупівлю, введення в експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

Головна перевага теротехнологічного підходу полягає в тому, що він дозволяє враховувати як прямі витрати на обслуговування, так і непрямі витрати, пов'язані з простоем основних засобів, а також ризики їх морального або фізичного зносу. Завдяки цьому підприємство отримує можливість не лише оптимізувати витрати, але й забезпечити більш тривалий термін ефективної експлуатації активів. Особливу роль у цьому підході відіграє використання інформаційних технологій, які забезпечують моніторинг стану активів у реальному часі, аналіз даних про їхню продуктивність і витрати, а також створення інтегрованих систем для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Загалом, теротехнологічний підхід спрямований на створення гармонійної взаємодії між усіма етапами життєвого циклу основних засобів, що дає можливість підприємству не лише знизити витрати, але й забезпечити стабільність, довговічність та конкурентоспроможність своїх основних засобів.

Розуміння та впровадження теротехнологічного підходу є основою для ефективного управління життєвим циклом основних засобів підприємства. Його реалізація потребує детального розгляду кожного з етапів, відображених на схемі, а саме: проектування, узгодження, експлуатації та обслуговування. Кожен із цих етапів має свої особливості, завдання та вплив на загальну ефективність системи відтворення основних засобів.

Етап проектування є початковим і фундаментальним у системі управління відтворенням основних засобів, адже саме на цьому етапі визначаються ключові параметри активів, такі як надійність, ремонтпридатність, продуктивність і економічність. Від його якості залежить ефективність усіх наступних етапів життєвого циклу. Цей процес охоплює створення технічної документації, прогнозування витрат і ризиків, а також врахування специфічних умов експлуатації. Він формує основу для мінімізації витрат на всіх наступних етапах життєвого циклу основних засобів, забезпечуючи при цьому їхню довговічність, економічність і надійність. Його якість визначає загальну ефективність процесу управління відтворенням основних засобів, роблячи цей етап критично важливим для досягнення стратегічних цілей підприємства.

Одним із центральних завдань проектування є формування технічної документації, яка визначає основні вимоги до характеристик основних засобів. У документації враховуються як технічні параметри основних засобів, так і екологічні стандарти, вимоги до енергоефективності та довговічності. Крім того, велика увага приділяється прогнозуванню витрат, зокрема на технічне обслуговування, ремонт і утилізацію, що дає можливість мінімізувати загальні витрати на життєвий цикл основних засобів.

Для забезпечення ефективності проектування необхідно враховувати потенційні ризики, які можуть виникати на етапах впровадження та

експлуатації. Це включає аналіз можливих причин несправностей, оцінку частоти простоїв та інших факторів, які впливають на продуктивність основних засобів. Особлива увага приділяється конструктивним особливостям, які забезпечують зручність обслуговування, доступність запасних частин та мінімізацію морального зносу.

Сучасний підхід до проектування передбачає активне використання цифрових технологій. Інструменти комп'ютерного моделювання, такі як CAD-системи, дають можливість проводити тестування конструктивних рішень ще до їх реалізації, що значно знижує ризики технічних помилок. Також впроваджуються технології Інтернету речей (IoT), які забезпечують моніторинг стану основних засобів та аналіз їх ефективності на основі реальних даних. Завдяки цьому підприємство отримує можливість ухвалювати більш обґрунтовані рішення вже на етапі проектування.

Особливостями застосування теротехнологічного підходу на етапі проектування є:

1. Інтеграція витрат у розрахунки життєвого циклу основних засобів. Використання теротехнологічного підходу дає можливість враховувати не лише початкові капітальні витрати, але й витрати на обслуговування, модернізацію та утилізацію.

2. Акцент на надійності та ремонтпридатності. Передбачення технічного обслуговування ще на етапі проектування дає змогу уникнути зайвих витрат у майбутньому.

3. Зворотний зв'язок із попередніми проектами. Використання даних про попередні об'єкти для вдосконалення конструктивних рішень і підвищення ефективності.

Результатом цього етапу стає не лише якісна технічна документація, а й сформована інформаційна база, яка використовується на наступних етапах життєвого циклу основних засобів. Вона включає дані про витрати, прогнозовану продуктивність і термін використання активів. Завдяки цьому

підприємство отримує інструмент для постійного вдосконалення своєї системи управління відтворення основних засобів.

Етап узгодження є невід'ємною складовою процесу відтворення основних засобів маючи за мету інтеграцію проектних рішень із реальними умовами їх впровадження та експлуатації забезпечуючи плавний перехід від проектування до експлуатації активів. Особливе значення на цьому етапі мають організаційні та інформаційні зв'язки між різними рівнями управління підприємством.

На цьому етапі підприємство узгоджує технічні, фінансові та юридичні аспекти, що дає можливість забезпечити стратегічну скоординованість усіх підрозділів. На вищому рівні ключовим елементом цього етапу є прийняття рішень вищим керівництвом, яке визначає політику управління активами відповідно до стратегії розвитку підприємства. Цей процес формує основу для довготривалої ефективності основних засобів, мінімізуючи ризики та забезпечуючи їхнє стабільне функціонування.

Фінансова складова узгодження зосереджена на оцінці економічної доцільності проекту. Керівництво підприємства затверджує бюджет, необхідний для реалізації проекту, враховуючи як капітальні витрати, так і витрати на технічне обслуговування та модернізацію. Важливо, щоб фінансові рішення відповідали загальній стратегії розвитку підприємства, враховували пріоритетні напрямки діяльності та забезпечували необхідний рівень інвестицій у відтворення основних засобів.

Юридичний аспект узгодження охоплює розробку та погодження контрактів із постачальниками, підрядниками та іншими зацікавленими сторонами. При цьому важливим завданням є створення правової основи для мінімізації ризиків, які можуть виникати під час впровадження основних засобів. Керівництво підприємства відповідає за контроль відповідності укладених договорів загальній стратегії розвитку та забезпечення дотримання законодавчих вимог.

Організаційний аспект передбачає координацію дій між різними відділами підприємства, які беруть участь у реалізації проекту. Це включає

затвердження графіків реалізації проекту, визначення відповідальності за виконання окремих завдань і створення системи моніторингу їх виконання. Вищий керівний склад має забезпечити, щоб усі підрозділи діяли скоординовано та орієнтувалися на досягнення спільної мети.

Технічна складова узгодження спрямована на перевірку відповідності проектних рішень майбутнім умовам експлуатації. Цей процес включає тестування основних засобів, затвердження графіків профілактичного обслуговування та розробку процедур для забезпечення надійності активів. Керівництво підприємства відіграє вирішальну роль у затвердженні ключових технічних рішень, орієнтуючись на оптимальне співвідношення між витратами та ефективністю.

На рівні середньої ланки управління передбачається здійснення забезпечення технічної консультації, підтримки, тестування та дослідження, які проводяться як на етапі узгодження, так і на діючих об'єктах. Ці заходи дають можливість врахувати реальні умови експлуатації, оцінити надійність основних засобів та проаналізувати їх відповідність специфікаціям. Для нових об'єктів формується специфікація технічного обслуговування, яка ґрунтується на сучасних знаннях і досвіді підприємства.

Додатково під час узгодження здійснюється ідентифікація причин технічного обслуговування, які можуть бути пов'язані з проектуванням. Цей процес дає можливість визначити ключові технічні аспекти, які потребують корекції ще до початку експлуатації основних засобів, мінімізуючи ризики простоїв та невиправданих витрат.

Інформаційна складова етапу узгодження включає збір і аналіз фактичних даних, що охоплюють показники надійності, простоїв, використання матеріалів, продуктивності основних засобів та витрат. Одночасно враховуються проектні дані, що дають можливість порівняти заплановані параметри з реальними показниками. Це забезпечує зворотний зв'язок для вдосконалення як проектних, так і організаційних рішень.

На цьому етапі також відбувається інтеграція нових даних про об'єкти, включаючи документацію, необхідну для забезпечення належного технічного обслуговування. Важливим завданням є розробка графіків профілактичного обслуговування, які визначають оптимальну періодичність технічних заходів для збереження продуктивності основних засобів на високому рівні.

Таким чином, етап узгодження не лише поєднує проектні рішення з операційними реаліями, а й формує основу для ефективного управління активами в довгостроковій перспективі. Прийняття стратегічних рішень вищим керівництвом на цьому етапі гарантує, що політика управління відтворення основних засобів відповідає цілям підприємства, сприяючи досягненню його конкурентних переваг та стійкого розвитку. Водночас підприємство отримує можливість не лише інтегрувати технічні, фінансові та правові аспекти, але й створити інформаційну базу для ефективного управління основними засобами протягом усього їхнього життєвого циклу.

Етапи обслуговування та експлуатації є завершальними стадіями життєвого циклу основних засобів і спрямовані на забезпечення їхньої ефективності, надійності та тривалого функціонування. Вони охоплюють комплекс заходів, спрямованих на підтримання належного технічного стану основних засобів та їх безперебійну роботу відповідно до встановлених умов експлуатації.

Етап обслуговування передбачає регулярне проведення заходів, які забезпечують технічну справність основних засобів. Особлива увага приділяється профілактичному обслуговуванню, яке здійснюється за заздалегідь розробленими графіками. Ці графіки дають можливість уникнути аварійних ситуацій, скоротити простої та зменшити витрати на ремонт. Завдяки застосуванню сучасних технологій, таких як системи управління технічним обслуговуванням (CMMS) та Інтернет речей (IoT), підприємство має змогу постійно моніторити стан основних засобів. Це дає можливість своєчасно виявляти потенційні несправності, прогнозувати їхнє виникнення та здійснювати превентивні заходи.

У межах етапу обслуговування також проводяться діагностика та ремонтні роботи. Поточні ремонти спрямовані на усунення дрібних несправностей, тоді як капітальні заходи дають можливість відновити продуктивність основних засобів, які вийшли з ладу. Важливу роль у цьому процесі відіграє інформаційна підтримка. Дані про історію обслуговування, витрати, використані матеріали та результати технічних заходів систематизуються та аналізуються для подальшого вдосконалення підходів до обслуговування.

Етап експлуатації полягає у використанні основних засобів у межах запланованого життєвого циклу з дотриманням встановлених параметрів. Рациональне використання основних засобів забезпечується їх відповідністю технічним характеристикам і виключенням перевантажень чи використання поза межами проектних умов. Постійний контроль ефективності обладнання дає можливість оцінювати показники продуктивності, виявляти фактори, які впливають на її зниження, та приймати оперативні рішення для їх усунення.

На етапі експлуатації значну роль відіграє оперативне управління ризиками. У разі виникнення аварійних ситуацій важливо забезпечити швидке реагування для мінімізації негативних наслідків і відновлення стабільної роботи. Отримані під час експлуатації дані використовуються для аналізу та вдосконалення як поточних процесів, так і майбутніх проектів. Це дає можливість створювати зворотний зв'язок із підрозділами, які відповідають за проектування та узгодження, що є важливим для безперервного вдосконалення системи управління основними засобами.

Обслуговування та експлуатація тісно взаємопов'язані. Обслуговування спрямоване на підтримку технічного стану основних засобів, що дає можливість забезпечити їхню ефективну експлуатацію. У свою чергу, раціональна експлуатація сприяє зменшенню витрат на обслуговування та підвищенню загальної ефективності активів. У результаті ці етапи формують завершену систему підтримки та управління життєвим циклом основних засобів.

Зворотний зв'язок є ключовим компонентом схеми системи управління життєвим циклом основних засобів, забезпечуючи інтеграцію інформаційних потоків між усіма рівнями й етапами. Його функціонування спрямоване на створення умов для безперервного вдосконалення процесів проектування, узгодження, обслуговування та експлуатації. Зворотний зв'язок дає можливість виявляти недоліки, формувати рекомендації та адаптувати стратегії управління для досягнення максимальної ефективності основних засобів.

У системі управління життєвим циклом основних засобів зворотний зв'язок реалізується як через обмін інформацією, так і через управлінські рішення, ухвалені на підставі отриманих даних. Кожен етап життєвого циклу формує вихідні дані, які передаються до інших рівнів, забезпечуючи корекцію та адаптацію процесів.

Визначена роль зворотного зв'язку між етапами передбачає формування інформаційних потоків:

1. Від обслуговування до проектування. Дані, зібрані під час обслуговування, такі як частота несправностей, витрати на ремонт і час простоїв, передаються до етапу проектування. Ця інформація використовується для вдосконалення конструктивних рішень, оптимізації надійності обладнання та підвищення ремонтпридатності нових об'єктів. Наприклад, виявлення проблеми з доступністю запасних частин може призвести до внесення змін у специфікацію нових активів.

2. Від експлуатації до узгодження. У процесі експлуатації накопичується інформація про реальні умови роботи основних засобів, їх продуктивність і відповідність початковим проектним параметрам. Ці дані передаються на етап узгодження для корекції графіків профілактичного обслуговування, уточнення технічних вимог і вдосконалення процедур підтримки основних засобів.

3. Від проектування до обслуговування. Проектна документація, що включає технічні характеристики, графіки обслуговування та рекомендації з експлуатації, впливає на якість і ефективність виконання робіт з обслуговування. Наприклад, наявність детальних інструкцій щодо монтажу та

профілактичного обслуговування може значно знизити ризик виникнення помилок у процесі експлуатації.

4. Від узгодження до експлуатації. Узгоджені рішення, включаючи фінансові та технічні плани, впливають на організацію експлуатаційного процесу. Водночас результати експлуатації надають дані для корекції рішень щодо обслуговування чи модернізації основних засобів.

Система зворотного зв'язку базується на організаційних і інформаційних взаємозв'язках між різними рівнями управління:

1. Інформаційні потоки:

- дані про надійність, продуктивність, витрати та простій основних засобів систематично передаються між підрозділами;
- інформаційні системи, такі як CMMS, забезпечують накопичення та аналіз інформації про кожен етап життєвого циклу основних засобів.

2. Організаційна інтеграція:

- координація дій між технічними, фінансовими та управлінськими підрозділами сприяє ефективній передачі зворотного зв'язку.
- регулярні зустрічі та звіти дають можливість керівництву отримувати оперативну інформацію та приймати відповідні рішення.

3. Адаптивність рішень. На основі отриманого зворотного зв'язку здійснюється корекція стратегій управління активами, включаючи перегляд графіків обслуговування, внесення змін у проектні рішення та оптимізацію процесів експлуатації.

Отримана інформація повинна бути використана для формування практичних рішень, спрямованих на вдосконалення системи управління. Наприклад:

- дані про збільшення витрат на ремонт можуть призвести до ухвалення рішення про модернізацію або заміну основних засобів;
- аналіз причин простоїв може слугувати основою для перегляду процедур технічного обслуговування чи корекції графіків його проведення;

- виявлені проблеми в експлуатації основних засобів можуть бути враховані при розробці нових проектів для запобігання їх повторенню.

Таким чином система зворотного зв'язку створює умови для постійного вдосконалення управління відтворення основних засобів. Вона забезпечує гнучкість, адаптивність і швидке реагування на зміни в умовах експлуатації, даючи можливість підприємству підвищувати ефективність використання своїх активів, мінімізувати витрати та забезпечувати конкурентоспроможність у довгостроковій перспективі.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямі. У статті запропоновано комплекс удосконалень у системі управління відтворенням основних засобів, що базуються на впровадженні теротехнологічного підходу, інтеграції сучасних інформаційних технологій та оптимізації процесів на всіх етапах життєвого циклу активів. Ключовими інноваціями є застосування прогностної аналітики, Інтернету речей (IoT) та автоматизованих систем управління технічним обслуговуванням (CMMS), які забезпечують моніторинг стану активів у реальному часі, виявлення ризиків несправностей та своєчасне проведення профілактичних заходів. Ці рішення дають можливість підприємствам знизити витрати на технічне обслуговування, скоротити простої та збільшити надійність активів, забезпечуючи їх довговічність і економічну ефективність.

Результати впровадження запропонованих удосконалень включають підвищення ефективності управлінських рішень, зниження загальних витрат на життєвий цикл основних засобів і мінімізацію непрямих втрат через простої та моральне старіння активів. Інтеграція зворотного зв'язку між етапами життєвого циклу активів забезпечує системне вдосконалення проектних рішень, обслуговування та експлуатації, створюючи умови для підвищення конкурентоспроможності підприємства. Таким чином, реалізація цих підходів дозволяє не лише оптимізувати витрати, але й забезпечити стійкий розвиток підприємств, адаптуючи їх до сучасних викликів цифрової трансформації та ринкової конкуренції.

Література

1. Дацун Ю. М., Саркісян К. М., Мірошніченко О. В., Ісаєв Д. С. Аналіз впливу людського фактору на процеси визначення параметрів вузлів рухомого складу під час технічного обслуговування. *Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. Серія: Транспортні системи і технології*. 2020. Вип. 36. С. 15-23.
2. Євтушенко О. А. Визначення стратегії фінансового забезпечення відтворення основних засобів машинобудівних підприємств. *Нобелівський вісник*. 2017. № 1. С. 23–29.
3. Людський фактор при технічному обслуговування авіаційної техніки: навч. посіб. для студентів ВНЗ / [С. О. Дмитрієв та ін.]; Нац. авіац. ун-т. Київ: НАУ, 2011. 183 с.
4. Малишев Г.П. Проблеми надійності металургійних машин. Конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 6.090218 “Металургійне обладнання”. Запоріжжя: ЗДІА, 2012. 62с.
5. Негоденко В. С. Особливості обліку та аудиту відтворення основних засобів. *Підприємництво та інновації*. 2017. Вип. 3. С. 56-64.
6. Тимошенко О. О. Еколого-економічне обґрунтування власного джерела відтворення основних засобів виробництва гірничо-збагачувального комбінату. *Молодий вчений*. 2015. № 3(2). С. 55-59.
7. Чуніхіна Т. С., Горлушко А. М. Відтворення основних засобів та терміну корисного використання в межах стратегії розвитку підприємств. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2018. Вип. 19(1). С. 79-83.
8. Ярмоліцька О. В. Формування джерел фінансування відтворення основних виробничих засобів підприємств залізничного транспорту. *Ефективна економіка*. 2016. № 4. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2016_4_38 (дата звернення 14.11.2024).

9. Dhillon B.S. Life Cycle Costing for Engineers. Boca Raton, FL: CRC Press. 2002. 205 p.
10. Hastings Nicholas A.J. Physical Asset Management: With an Introduction to ISO 55000. Boca Raton, FL: CRC Press. 2014. 540 p.
11. Jardine Andrew K.S., Tsang Albert H.C. Maintenance, Replacement, and Reliability: Theory and Applications. Boca Raton, FL: CRC Press. 2006. 368 p.
12. Kelly A. Terotechnology, Reliability Engineering and Maintenance Management. Oxford: Butterworth-Heinemann. 2006. 456 p.

References

1. Datsun, Yu.M. Sarkisian, K.M. Miroshnychenko, O.V. and Isaiev, D.S. (2020), "Analysis of the human factor impact on the processes of determining the parameters of rolling stock units during maintenance", *Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho universytetu infrastruktury ta tekhnolohii. Seriia: Transportni systemy i tekhnolohii*, vol. 36, pp. 15-23.
2. Yevtushenko, O.A. (2017), "Determination of the financial support strategy for reproduction of fixed assets of machine-building enterprises", *Nobelivskyi visnyk*, vol. 1, pp. 23-29.
3. Dmytriiev, S.O. et al. (2011), *Liudskyi faktor pry tekhnichnomu obsluhovuvanni aviatsiinoi tekhniky: navchalnyi posibnyk dlia studentiv VNZ* [Human factor in aircraft maintenance: A textbook for university students], National Aviation University, Kyiv, Ukraine.
4. Malyshev, H.P. (2012), *Problemy nadiinosti metalurhiinykh mashyn. Konspekt lektsii dlia studentiv ZDIA spetsialnosti 6.090218 "Metalurhiine obladnannia"* [Problems of reliability of metallurgical machines. Lecture notes for students of ZDIA majoring in 6.090218 "Metallurgical equipment"], ZDIA, Zaporizhzhia, Ukraine.
5. Nehodenko, V.S. (2017), "Features of accounting and auditing for the reproduction of fixed assets", *Pidpryiemnytstvo ta innovatsii*, vol. 3, pp. 56-64.

6. Tymoshenko, O.O. (2015), "Ecological and economic substantiation of own sources for reproduction of fixed assets at mining and processing plants", *Molodyi vchenyi*, vol. 3(2), pp. 55-59.
7. Chunikhina, T.S. and Horlushko, A.M. (2018), "Reproduction of fixed assets and terms of useful life within the framework of enterprise development strategy", *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo*, vol. 19 (1), pp. 79-83.
8. Yarmolitska, O.V. (2016), "Formation of financing sources for the reproduction of fixed production assets of railway transport enterprises", *Efektivna ekonomika*, vol. 4, available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2016_4_38 (Accessed 14 Nov 2024).
9. Dhillon, B.S. (2002), *Life Cycle Costing for Engineers*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
10. Hastings, N.A.J. (2014), *Physical Asset Management: With an Introduction to ISO 55000*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
11. Jardine, A.K.S. and Tsang, A.H.C. (2006), *Maintenance, Replacement, and Reliability: Theory and Applications*, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
12. Kelly, A. (2006), *Terotechnology, Reliability Engineering and Maintenance Management*, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.

Стаття надійшла до редакції 15.04.2025 р.