**MIHICTEPCTBO ОСВІТИ I НАУКИ УКРАЇНИ**

**КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ**

**КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до випускної роботи бакалавра

на тему ***«ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ КАР’ЄРНИХ АВТОСАМОСКИДІВ У ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА»***

Студент Дімочко Дмитро Сергійович

Керівник Монастирський Юрій Анатолійович

Завідувач кафедри: Монастирський Ю.А.

Кривий Ріг – 2025 р.

MIHICTEPCTBO ОСВІТИ I НАУКИ УКРАЇНИ

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Галузь знань: 27 – «Транспорт»

Спеціальність: 275 – «Транспортні технології (за видами)»

Освітньо-професійна програма – «Транспортні технології на автомобільному транспорті»

 ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автомобільного транспорту

Ю.А.Монастирський

«04» квітня 2025р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА ВИПУСКНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

***ДІМОЧКУ ДМИТРУ СЕРГІЙОВИЧУ***

1. Тема ***«ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ КАР’ЄРНИХ АВТОСАМОСКИДІВ У ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА»***

затверджена наказом по університету від 03 квітня 2025 року № 188с

2. Строк подання студентом роботи для перевірки на плагіат 10.06.25 р.

3. Зміст пояснювальної записки: аналіз літературних джерел, *постановка та обґрунтування задач роботи, методика досліджень, теоретичні дослідження, висновки, перелік використаних джерел.*

4. Перелік графічного матеріалу*: графічні схеми і залежності відповідно до етапів роботи, оформлені згідно методичних вказівок.*

Студент Дімочко Дмитро Сергійович

Керівник Монастирський Юрій Анатолійович

ЗМІСТ

[Анотація: 4](#_Toc198043199)

[ВСТУП 5](#_Toc198043200)

[1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 8](#_Toc198043201)

[1.1. FMS: Концепція 8](#_Toc198043202)

[1.2. Гірничі FMS 12](#_Toc198043203)

[1.3. Традиційні системи 12](#_Toc198043204)

[1.4. Інтелектуальні FMS 14](#_Toc198043205)

[2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ 16](#_Toc198043206)

[2.1. Ланцюг поставок гірничого виробництва 16](#_Toc198043207)

[2.2. Аналіз ланцюга створення вартості гірничої промисловості 19](#_Toc198043208)

[2.3. Аналіз ланцюга створення вартості гірничої промисловості 20](#_Toc198043209)

[3. РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ 26](#_Toc198043210)

[ВИСНОВКИ 31](#_Toc198043211)

[СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ 33](#_Toc198043212)

# Анотація:

3 одного боку, операційні витрати гірничодобувних підприємств демонструють тенденцію до зростання; а з іншого боку, звичай ***системи управління парком*** (FMS) не впораються з високою розмірністю, схоластичністю та автономністю, необхідними для всіх більш складних операцій.

Основні чинники змін переконали дослідників шукати альтернативи, в тому числі алгоритми з підтримкою штучного інтелекту, рекомендовані Майнінг 4.0. У цьому дослідженні зроблено спробу вивчити цей перехід з точки зору управління бізнесом. Іншими словами, використовуйте огляд літератури, щоб отримати виявлення про еволюційну траєкторію FMS Майнінг та потребу в інтелектуальних алгоритмах. Після цього зображено цілісну структуру ланцюга постачання, а потім детальну діаграму ланцюжка створення вартості, щоб остаточно перевернути вплив технологічних досягнень на FMS згодом на маршу прибутку. запропонована діаграма ланцюжка коштує вигідною для пояснення економічного обґрунтування таких інтелектуальних систем, наприклад, для акціонерного галуз. Крим того, він покаже но напрямки досліджень

# ВСТУП

У 2021 році 40 провідних гірничо добувних компаній отримали трохи менше одного трильйона долар загального доходу, встановивши рекордний рік для галузей, тоді як рентабельність чистого доходу склала лише 17%, тобто скоротилася на третину порівняно з 24% у 2011 році. Це пов'язано з їх загальними приголомшливими операційними витратами в розмірі 600 мільярдів доларів США, зафіксованими у 2021 році, що на 30% більше, ніш у попередньому році. прогнозування збільшення на 15% до 2022 року[1]. Щоб зберегти свою конкурентоспроможність на сучасному напруженому ринку, провідним гірничо добувним компаніям не залишається іншого виробу, окрім як використовувати технологічні досягнення у своїй частці, найбільш важливою з якої є вантажно-транспортна операція, вдома як найбільш екстравагантна частина проекту відкритого видобутку. . Інші рушійні сили змін також сприяють цьому необхідному переходу, наприклад, постійно зростаючий попит на валив корисних копалини внаслідок щось давнього ажіотажу щодо чистої енергії та чистих нульових викидів. Справитися з глобальним потеплінням задовольнити зростання потреби є двома останніми цілями. Однак цих фінансових екологічних цілей можна досягти за допомогою інтегрованої ***системи управління автопарком*** (FMS), в яку впроваджено новаторську технологію, щоб краще адаптуватися до надзвичайно динамічної проблеми системи обробки матеріалів. FMS виконує весь спектр функцій від диспетчеризації до палива, технічного обслуговування та управління безпекою. Впровадження ефективних заходів пом'якшення наслідків на шахтах значно покращує протоколи безпеки, сприяючи безпечному робочому середовищу [2,3]. Чим більше очкування вимагається щодо основи сталого розвитку, тим більше потреба у використаних багатоцільових FMS, що означає той факт, що звичайні методи опти Однак, коли штучний інтелект (ШІ) впроваджується в кожен аспект повсюдного шиття людства, ця подорож більше не буде незвіданою пригодою.

Технології на базовому інтелекті вже використовують у багатьох галузях промисловості, навіть певною мрією у виробництві корисних копалин. Можна навести приклад автономних вантажівок в австралійських залізних шахтах, як використовувати алгоритми ШІ для навігації, роботи та виконання завдань без прямого вручення людини. Проте це не є звичайною практикою в інших шахтах в інших частинах світу. Суворий факт відбувається в тому, що на деяких шахтах звичайний FMS, щонайменше 30 років тому, або ще не застосовується, або впроваджуються лише щось давно. Спостереження вказують на необхідність подальших зусиль для глибшого розпізнавання інтелектуальних FMS, особливо в епоху Майнінг 4.0. 3 цією метою можна взяти двохосновні погляди: економічну або екологічну. У цьому дослідженні зосереджена на першому кут шляху прийняття підходу до аналізу ланцюжка вартості. Тобто впровадження інтелекту в FMS остаточно вивчається вздовж ланцюжка створення вартості експлуатації, щоб зрозуміти, як цей перехід допомогу підвищеному маршу. Ланцюжок створення вартості– це концептуальне зображення послідовних культур, як здійснює організація, щоб створити, виготовити та розповсюдити свою пропозицію серед клієнтів. Аналіз ланцюжка створення вартості– це інструмент, який використовується для визначення областей, як можна змінити для підвищення ефективності конкурентоспроможності. Цей аналітичний підхід охоплює як основну частку, якщо пов'язану з створенням наданого продукту чи послуги, так допоміжну частку, що полегшує основну частку. Слід втримати ланцюг поставок від ланцюга створення вартості, оскільки перший зосереджується на потоці матеріалів від постачальників до споживачів із заплатою зниження витрат на підвищення ефективності, тоді як другий виділений потоці попиту (ланцюг попиту) від споживачів. щоб запустити новацію в розробці продукту та маркетингу [4]. Обґрунтування застосування аналізу ланцюжка створення вартостей цей дослідницький робот полягає в тому, що він пропонує перевагу оцінки системи завантаження та транспортування як основної частки по внесенню до технологічного прогресу як додаткової частки для виявлення можливостей для збільшення.

Тут додаткова частка відбувається у впровадженні технології Майнінг 4.0 в основну частку операції з обробки матеріалів у гірничій промисловості. Розгляд ланцюжка створення вартостей щодо зручності використання інтелектуальних FMS має першочергове значення в тому сенсі, що не тільки є доказом концепції для старомодних акціонерів, але й окреслює потенційну спрямованість дослідження для зменшення вартості, як результат, отримання більшої прибутку для гірничо видобувного підприємства. Наскільки відомо, немає одної подібної роботи, яка розглядала б інтелектуальний FMS з точки зору ланцюжка створення вартості. Правда виникає в тому, що кількість дослідницьких робіт, як пов'язують частку з видобутку корисних копалин управління бізнесом, зменшується, через що нестандартний світогляд вислизає від практик у видобутку корисних копалин, тоді погляд «зверху вниз» породжує деякі новації, які були б неможливими. засвоїм відповідником. У першому розділі проводиться літературний аналіз взаємопов'язаних зав’язків FMS, логістики та ланцюгів постачання, щоб отримати широкий спектр проблем. Потім перевіряються звичайні інтелектуальні алгоритми, розроблені до цього часу, щоб ознайомитись з еволюційною траєкторією FMS. Після цього аналізу ланцюжка створення вартість, яка є основою статті, викладено та остаточно проілюстровано, щоб бути максимально повчальним. Обговорення та висновки будуть відповідними.

# ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Історія сучасної FMS у гірничодобувній промисловості походити від управління логістикою в автомобільному транспорті. У цьому розділі використовується концепт FMS та пов'язаних з ними атрибутами, а потім розглядається еволюція FMS в зв'язку з інтелектуальними установами у вкритих шахтах.

## FMS: Концепція

Якщо говорити прямо, ланцюжок поставок — це «структурований виробничий процес, у якому сировина перетворюється на готову продукцію, а потім доставляється кінцевим споживачам» [5]. Таким чином, ланцюг постачання охоплює низку взаємопов'язаних ланцюжків (операцій), включаючи постачання, виробництво, логістику та споживання. Операція, пов'язана з транспортуванням зберіганням матеріалів, деталей продукту у ланцюг поставок, також як логістика [6]. Управління ланцюгом поставок, запропоноване Кейтом Олівером у 1982 році, застосовується до набору використовуваних методів. ефективно координувати постачальників, виробників, складів та магазинів, щоб створити швидкий, надійний, економічно ефективний, успішний ланцюг поставок, достатній для задоволення потреб клієнтів [7–9].

Оскільки управління ланцюгом постачання оптимізує операцію по всьому ланцюгу постачання, управління логістикою так само має на меті забезпечити ефективну доставку та зберігання товарів або послуг мш точкою походження та точкою споживання за допомогою управлінського автопарку, управлінського запасу, обробки.

Матеріал виконання замовлень [ 6]. Слово «парк», яке вперше було використано, мовно, десятий у тринадцятому століть, спочатку визначено як «організація кораблів літальних апаратів під командуванням флагманського офіцера» (Merriam-Webster, 2002). Транспортний парк компанії складається з комерційних транспортних засобів, а саме автомобілів, кораблів, літаків, човнів, лопат вантажівок. Управління автопарком охоплює численні функції фінансування обладнання, технічне обслуговування, телематика, управління водою, управління швидкістю, керування паливом управління здоров'ям/безпекою [10]. Управління автопарком під егідою управління логістикою покращує планування, продуктивність, якість обслуговування та ефективність, а також мінімізує витрати та ризики [11,12]. FMS описується як широкий спектр рішень для різних операцій у сферах транспортування, дистрибуції та логістики [13]. Своїм заснуванням в зобов'язаннях комп'ютерно-інтегрованим транспортним засобом, які спілкувалися через супутникова земля без дротові мережі в 1980-х роках [14]. Це досягнення було б неможливим без появи телематики, підключення телекомунікацій та інформатики. Вперше представлена в 1978 році у Франції, концепт спочатку використовувався для автомобільної промисловості в результаті транспортних засобів у логістичних парках [15]. Телематика — це багато дисциплінарна область навчання, що включає комунікацію, технологію транспортних засобів, автомобільний транспорт, електротехніку та інформатику . Це механізм/інструмент, який використовується для відстеження та зв'язку з транспортними засобами [16]. Таким чином, це надає керівникам автопарків численні переваги, включаючи зниження витрат, підвищення продуктивності/прибутковості, забезпечення профілактичного обслуговування, продовження терміну служби обладнання, підвищення використання обладнання та час безперебійної роботи, покращення обслуговування та задоволеність клієнтів, інтеграцію даних обладнання з бізнес-системою, а також зниження ризику втрати внутрішніх крадіжки або несанкціонованого використання [10].

Експлуатаційні характеристики парку класифікуються за чотирма критеріями, включаючи розмір, робочий діапазон, змінність маршруту та чутливість доставки до часу [17]. Відповідно до цієї таксономії та щодо першої категорії можна розрізнити чотири основні розмірі на основну кількість транспортних засобів: малий (<20), середній (20–100), великий (100–500) душе великий (від 500). Другий критерій вказує на сферу частковості місцеву, регіональну чи національну.

Транспортні засоби з фіксованими маршрутами, які курсують за тими самими маршрутами протягом певного періоду, відрізняються від перевізників змінними маршрутами, як стикаються з частими змінами маршрутів розкладів. Термін вправлення описується як низька, середня або висока чутливість до часу.

Проблема маршрутизації транспортного конфлікту (VRP) розглядається як статична та детермінована проблема в її класичній формі в літературі з дослідження операцій, є наріжним каменем ланцюга постачання та управління автопарком [18]. Модель VRP у FMS називається динамічною, якщо на ній пошкодження взаємна дія параметрів з часом [19]. Вся інформація про маршрути доступна заздалегідь незмінна для початкового планування в статичних системах, тоді як у динамічному режимі атрибутів не тільки раніше невідома, але й може бути змінена для побудови початкових маршрутів [20]. Атрибути були викладені в таксономії з точки зору еволюції (оновлення), якість (певна чи невизначена), доступність обробки (централізована чи децентралізована) [21]. Щоб краще розрізнити статичну динаміку, було запропоновано показник під назву «Ступінь динамічність» (коливається мш 0 1) у різних позначеннях, враховуючи кількість, час запиту або час реакції негайних запитів [22]. Кількість миттєвих запитів також відіграла ключову роль у класифікації динамічних VRP у трирівневій структурі слабко, помірна та сильно динамічних систем [20]. 3 одного боку, VRP є завданням стохастичної оптимізації за рахунок роботи з майбутніми подіями, що несуть невизначеність. 3 іншого боку, VRP є динамічною проблемою, оскільки нововведення з'являються під час виконання плану маршрутизації [18]. Щоб впоратися з непередбаченими інцидентами, динамічна FMS у режимі реального часу має важливе значення для миттєвої пере оптимізації початкового плану диспетчеризації [13].

Інформація в FMS обробляється за централізованим або децентралізованим підходом.

У центральному управленому оператору автопарку (людина або автоматизована система) надсилає низько рівневі глобальної оптимальні плани віддалено транспортним засобам для розгляду всієї відповідної інформації. на те, що гарантує оптимальне рішення, з'являються численні недоліки:

(1) Допомога повної інформації про мережу та завдання,

(2) зниження часу перебування в парку через обмеження обчислення та зв'язку в системах великого парку,

(3) Підтримка передачі даних для швидкої обробки центральним блоком [23–25].

Аспекти разом з технологічним прогресом у проектуванні виробництва компактних міні-комп'ютерів привернули увагу до децентралізованого підходу, для якого можна уявити більш швидкий, менш дорогий зв'язок з більшою автономністю транспортних засобів.

У той час як першому поколінню FMS було призначено звичайне завдання вдосконалення транспортних засобів [26], друге покоління дозріло до інструментів планування, щоб виконати більш складною [27]. Однак третє покоління знаходиться на по розвитку в автономних кібер-фізичних системах, які мають у своїй архітектурно- технічній системі та блоки прийняття рішення зі штучним інтелектом [28]. Гірничодобувна промисловість стала свідком цілого ряду метаморфоз у своїх системах управління автопарком, починаючи від ручного до автоматичного режиму диспетчеризації [29]. Наступний підрозділ застосовувати загального огляду літератури про звичайні інтелектуальні FMS у відкритій розробці корисних копалин.

## 1.2. Гірничі FMS

Планування шахти вимагає довгострокового, середньострокового, короткострокового та експлуатаційний горизонти . Стратегічне планування зосереджується на довгостроковій та середньостроковій перспективах встановлення встановлених елементів, які пов’язані з баченням та м’ясною організацією. Тактичне планування вимагає коротших часових рамок вужчих рамок розглядає наступний мс Оперативне планування включає в себе розподіл диспетчеризації обладнання від однієї секунди до однієї години [30]. На видобуток корисних копалин припадає приблизно половина загальних операційних витрат, а також одна десятка глобальних викидів парникових газів, пов'язаних з енергетикою [31,32].

FMS мають важливе значення для оптимальної продуктивності парку, оскільки навіть невеликі машуть призвести до значних фінансових екологічних вигоди у видобутку. Одноступінчаста та багатоступінчаста FMS в основному використовуються для управління експлуатаційними парками на шахтах. Одно ступеневі системи не враховують виробничі потреби, натомість призначені для виконання критерії диспетчеризації. 3 іншого боку, багатоетапний підхід намагається вирішити проблеми пошуку найкоротшого шляху, розподілу (верхній етап) диспетчеризації (нижній етап) послідовно [33].

## 1.3. Традиційні системи

Невелика частина авторів застосовувала теорію масового обслуговування для вирішення проблеми розподілу, серед них роботи, виконані Dallaire та н. [34], Kappas Yegulalp [35] Ercelebi Bascetin [3б] є найбільш помітними. Тим не менш, теорія масового обслуговування може бути обмежена через припущення про передбачувані вхідні дані та її вузький обсяг для конкретних типів проблем, що завдали неточних результатів у реальних, невизначених та складних ситуаціях, що включають багато взаємодіючих змін [37].

Таким чином, методи дослідження операцій, засновані на програмуванні, стали найпоширенішими інструментами оптимальної парку.

Уайт Олсон [38] запропонував модель лінійного програмування (LP) для досягнення цільових показників виробництва в течії конкретного годинного горизонту з використанням двох слабо пов'язаних моделей. Перший сегмент мав на меті розрахувати швидкість копання екскаваторами, тоді друга частина була зосереджена. на призначені мінімальної кількості вантажівок для кожного маршруту, щоб забезпечити швидкість потоку маршруту. посилання [37] використовував LP, щоб зв'язати FMS зі стратегічними планами, пропонуючи завдання екскаватора. Інший напрямок досліджень належить до змішаного клавіатурного програмування (MІLP), яке використовувалося деякими авторами, а саме та н. [39], Чанг та ін. [40], а також Морад Афрапол та Аскар-Насаб [30]. Модель основи LP критикують за те, що вони повинні вказувати прийнятий діапазон для включення експлуатаційних обмежень, наприклад, коефіцієнт виявлення та необхідний сорт корму [33], тому програмування цілей було видно на верхній стадії іншими зусиллями, такими як Temeng та n. [41] та інше Щось давно Mohtasham, et al. [42]. Що стосується нижчого етапу, виявляються два головні підходи призначення та транспортування. Враховуючи близькість моделей диспетчеризацій них вантажівок, розроблених на даний момент, підхід розподілу надсилає шкірну вантажівку до кожного екскаватору відпоєно до такої мети, як мінімізується час очкування, як у робот, опублікований Соуміс та ін. [43]. Однак проблема призначення не може бути прийнята задовільною в контекст видобутку, оскільки екскаватор може знадобитися більш ніш одна вантажівка, щоб наздогнати план виробництва. Щоб усунути цю нестачу, Temeng та ін. [44] вдався до транспортного рішення, визначивши необхідну екскаватору та необхідну кількість вантажівок. Крім цих фундаментальних методів, слід еволюційних алгоритмів помітна нижня стадія та спостерігаються в роботах, включаючи Dabbagh Bagherpour [45], Zhang та ін. [46] та Юань та ін. [47]. на те, що звичайні методи були широко вивчені, вони машуть бути неприємними в проблемах оптимізації великого розміру та стохастичних середовищ, подібних до того, що вдається в реальних операціях отримання корисних копалин. Ось чому течія останнього десятиліття дослідники використовували алгоритми з підтримкою штучного інтелекту для розробки менш дефектних FMS.

## 1.4. Інтелектуальні FMS

Після двох десятиліть рецесії через апаратне забезпечення та перешкоди для великих даних машинного навчання (ML) як підмножина штучного інтелекту досягла неймовірного розквіту в 2012 році роста проникає в усі аспекти людського шиття. ML використовує три основні стратегії, включаючи контрольоване навчання, неконтрольоване навчання та навчання з підкріпленням (RL), щоб виконати передбачення, розпізнавання образів, класифікацію та оптимізацію різноманітних типів вхідних даних, таких як текст, зображення, голос або відео. 3 призначенням пошуку найефективнішого рішення в FMS для отримання корисних копалин багато дослідників застосовували та порівнювали різні методи ML, особливо випадкові, k-найближчих сусідів, лінійну регресію, дерево рішень, опорно-векторні машини та штучно-нейронні мережі [48–55]. ]. Тим не менше, слабкість навчання під наглядом для точного вирішення та представлення змін, що вдаються в режимі реального часу [56], створила сенсаційний напрямок досліджень, вдома як підхід на основі РЛ до розробки FMS Майнінг. Цей потік був ініційований Бастосом та ін. [57] переслідували Zhang, та ін. [58], Де Карвальо та Дімітракопулос [59] та Хуо та ін. [60]. FMS на основі RL зараз знайшли на стадії зародження довгий шлях, щоб досягти вершини злості. Точніше, розроблено до часу цієї моделі враховують багато аспектів та вимог гірничо-видобувних робіт, таких як збагачувальні заводи, місця розміщення руди/вхід у кар'єр/з кар'єру та альянс зі стратегічними планами. Нещодавнє дослідження показує, що майже дві третини функцій диспетчеризації та розпаду ігноруються в інтелектуальних FMS, розроблених на даний момент у сфері гірничого виробництва [61].

Не дивлячись на ці технічні недоліки, які мають приєднання до сфери цього дослідження, тут увага приділяється економічним аспектам використання інтелектуальних FMS у відкритих гірничих роботах тому, як цей перехід може призвести до збільшення доходів у всю ланцюжок створення вартості, формулюючи цю гіпотезу дослідження. Деякі керівники та акціонери вагаються щодо економічної виправданості інтелектуальних систем. Таким чином, пояснення досягнень технологічного прогресу в системах транспортування матеріалів є необхідним, щоб прокласти шлях для подальшого розвитку та застосування таких систем у гірничодобувний галузі. Основна мета цього дослідження створення ланцюжка вартості.

# МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Створена в 1985 р. Роц Майклом Портером, концепція ланцюга створення вартості - це набір дій, які взаємодіють всередині компанії для створення цінності для споживачів (або прибутку для компанії) з надією конкурента отримати перевагу над конкурентами [62]. Тут ми прагнемо дослідити взаємодію між технологічними досягненнями та FMS гірничого виробництва, а також вплинути на їх синергію на норму прибутку. Однак аналіз ланцюга постачання цього заздалегідь, щоб отримати перегляд дерева вниз на концепт.

## 2.1. Ланцюг поставок гірничого виробництва

Перебуваючи на робочому рівні планування кар’єру, FMS показують вкладене відносини з логістикою, а потім управління ланцюгом поставок. Типовий ланцюг поставок складається з п'яти елементів, а саме постачальників, виробників, дистриб'юторів, роздрібних торговців, споживачів. Маючи це на увазі, цільна діаграма ланцюга постачання гірничого виробництва, зображена на малюнку 1 для кращого надання FMS уздовж цієї мережі. Аналогічно кажучи, кожна з цих п'яти ланцюгів можна вважати ланцюжком вартостях такої. Ланцюжок вартості розвідки/видобутку служити базовим постачальником для всієї мережі, враховуючи внутрішню доставку сировини на переробний завод, починаючи з розв’язки потушених запасів аж до буріння, вибухових робіт, обробки матеріалів, скидання та вихідної логістики. FMS отже, справляється з роботою з обробкою матеріалів накопиченням для ефективної виправки команди вправлення та скидання на значну кількість навантажувальних транспортних робіт одиниць. Гірничий FMS також виконує більш різноманітні завдання, включаючи обслуговування, паливо управління та забезпечення необхідним кормом для установки первинного дроблення; однак, Метою, яку шукають на цій діаграмі, є позиціонування FMS у ланцюжку постачання гірничого виробництва, а не перераховувати завдання управління автопарком. Можна було б відмітити окреме значення ланцюжок до переднього етапу виготовлення, таких як розвідка та розробка; тим не менш, розвідка була консолідована в мешах експлуатації, щоб забезпечити наявність нових запасів корисних копалин для постійного надходження руд (сировини). Будучи перевезеним депонована (або складована бізнес-термінології), вироблені піддаються різноманітність обробок на основних властивостях мінералів на переробному заводі для виробництва врожаю концентрат перед зберіганням транспортуванням до наступного ланцюжка створення вартості під назвою плавальний або очисний завод, де з концентрату витягують основу бо дорогоцінні мінерали, а потім складену у вигляді брусків. Після цього розподільчий ланцюг намагається доставити вантаж земної, залізничної або морської логістики для покупців. Після зберігання на фабричному користувачеві, очищений міракль тепер легко перетворюється на різноманітні товари, знаменуючи цей довгий ланцюжок поставок гірничого виробництва. Останній ланцюжок створення вартості може формувати інший ланцюг поставок з іншими галузями. Яку вдалося згадується раніше, типовий ланцюг постачання вміщує наша мережа під назвою «роздрібний торговець», яка душе поширена в мережах постачання продуктів харчування та накоплених товарів.

Подібнім чином роздрібненням машуть створити мережу в гірничому виробництві за кожним ланцюжком створення вартості, завдяки як підприємство намагається продавати свій товар посередник час від часу, особливо в певних політичних, економічних, правових, технічних або логістичні ситуації. Як правило, шкірне замість клієнта користувача, якщо не виникли такі перешкоди.



Малюнок 1. Діаграма ланцюга постачання гірничого виробництва, за [63]

].

## 2.2. Аналіз ланцюга створення вартості гірничої промисловості

Аналіз ланцюжка створення варто забезпечує системний підхід для точного визначення внутрішньої частки, яка додає вартість, вірше, підвищення норми прибутку організації. Підхід Портера поділяє дев'ять видів діяльності на дві основні категорії (внутрішня логістика, операція вихідної логістики, ринкові продажі та послуг замовлення.

Ланцюжок постачання гірничодобувної промисловості складається з п'яти окремих етапів — розвідка/експлуатація, переробка, виплавка, дистрибуція та фази споживання — зазначає значної еволюції завдяки впровадженню інтелектуальних FMS. Фаза розвідки/експлуатації, як первинне студіювання виявлення та отримання сировини із Землі, визначає значні удосконалення за допомогою цієї системи. Інтегрований FMS на цьому етапі пропонує моніторинг у реальному частому прийнятті рішень на основі, оптимізуючи маршрути транспортних засобів, що забезпечують ідеальні процеси ідентифікації ресурсів у виробництві. Наприклад, за допомогою технологічної системи GPS точно відстежують дослідницькі транспортні засоби та обладнання в мешах граничних розмірів, забезпечуючи найефективніші шляхи для досягнення певних багатих корисними копалинами районів. Телепатичні системи, інтегровані в транспорт засоби під час експлуатації, забезпечують моніторинг у реальному часі продуктивності обладнання, використання палива та справності автомобіля, що дозволяє раннє встановлення проблем технічного обслуговування, таким чином підтримуючи термін служби машини. Інтелектуальна аналітика, вбудована в систему, прогнозує потреби в технічному обслуговуванні, скорочуючи час простою, сприяючи своєчасному ремонту або застарілому використанню основ моделей. Можливість системи об’єму даними в режимний час та зв’язку підтримують оперативні рішення, що ведуть до кращого розпаду ресурсів, стратегічного планування, підвищення продуктивності, зниження операційних витрат при розв’язанні експлуатації корисних копалин.

## 2.3. Аналіз ланцюга створення вартості гірничої промисловості

Аналіз ланцюжка створення вартості забезпечує системний підхід для точного визначення внутрішньої частки, яка додає вартість, швидше, підвищення норми доходу органу. Підхід Портера пропонує дев'ять видів часткової діяльності: первинну (внутрішню логістику, операцію, внутрішню логістику, маркетинг/продажне обслуговування) допоміжну (закупівлю, технологічний розвиток, управління людськими ресурсами та інфраструктуру формі) [62]. Основна частка пов'язана з фактичним створенням торгового продукту, тоді як наша категорія координує основну частку для безперебійного функціонування. Якщо розглядати перший тип частки, то внутрішня логістика охоплює отримання, зберігання, контроль запасів та перевірку вхідних ресурсів. Операції стосуються всього зовнішнього у перетворенні сировини на нові продукти (виробництво, складання, пакування, тестування, технічне обслуговування обладнання, контроль якості). Пов’язані з вихідною логістикою відомі як обробка замовлень, складування та від/за-вантаження. Основні завдання, покладені на маркетинг/продаж, включаючи рекламу, просування, канали розподілу та ціноутворення. Нарешті, після продажне обслуговування забезпечує величезну конкурентну перевагу, пропонуючи поради, технічне обслуговування, постачання запчастин, встановлення, навчання та гарантійні переваги. У верхній частині діаграми ланцюжка створення вартості розташована допоміжна частка, окремо від якої є закупівля, що стосується функції узгодження найкращих цін на постачання сировини, обладнання, будівництва, канцелярського приладдя та витратних матеріалів. Розробка технологій охоплюється в основному виді частки навіть кожну допоміжну частку, пропонуючи цифрову, телекомунікацію, автоматизацію, штучний інтелект, аналіз даних, дослідницькі проекти тощо.

Управління людськими ресурсами є ще однією ключовою сферою, яка має величезний вплив на ефективність компанії, що складається з найбільшого персоналу навчання винахідливих працівників. Фінансів, юридичних, стратегічних, планів бухгалтерського питання, а також уся основна та допоміжна частка знаходяться під егідою інфраструктури фірми. Усі виді частки взаємопов'язані одна з одною (внутрішні зв'язки), що означає, що зміна в одній породжує позитивну чи негативну зміну в іншій. Чим оптимізованою та скоординованою стає частка, тим більш сукупний вплив технологічного розвитку та FMS на ефективність прибутковості гірничо видобувної одиниці вздовж її ланцюга створення вартості проілюстровано на рисунку 2 описано в таблиці 1. Припинити виробництво сировини для наступних галузей промисловості, сама гірничодобувна промисловість також передбачає деякі вхідні елементи послуг, відому як внутрішню логістику, включаючи пальне, генератори, запасні частини, техніку, вибух техніку та звичай доручення. Що стосується другого основного виду частки, типи гірничі роботи характеризуються підготовкою нових уступів рампи, виконанням буро підривних робіт, завантаженням, транспортуванням, висипанням подачею на дробильну установку. Впорядкований нагляд за великою групою гігантських транспортних засобів разом з величезним обсягом матеріалів вимагається.

Як описано в таблиці 1. якщо на виробництво сировини для наступних галузей промисловості, сама видобуток також передбачає деякі вхідні елементи та послуги, відому як внутрішню логістику, включаючи паливо, генератори, запасні частини, технічне обслуговування, вибух техніку та звичайні доручення.

Що стосується другого основного виду частки, типи гірничі роботи характеризуються підготовкою нових уступів рампи, виконанням буро підривних робіт, завантаженням, транспортуванням, висипанням подачею на дробильну установку. Впорядковане керування великою групою гігантських транспортних засобів разом з величезним обсягом матеріалу вимагає послідовної FMS, яка безперервно працює для підвищення продуктивності. Таким чином, FMS створює безперервну роботу FMS для підвищення продуктивності. Таким чином, FMS розглядається як нижній камінь етапу транспортування в рамках експлуатації. Вихідний наріжний камінь етапу транспортування в рамках експлуатації. Вихідна логістика – логістика займається контролем моніторингом місць звалищ з точки зору тоннажу та об’єму контролюється зайняттям та моніторингом місць звалищ з точки зору тоннажу та сортність; сорт; крім того, практика змішування на спеціальний основі та, зрештою, доставка крім того, практика змішування на спеціальний основі та, зрештою, транспортування подрібнених або неподрібнених руд. Мультимедійна реклама, відвідування ярмарок для просування продукції, або непотрібних руд. Мультимедійна реклама, відвідування ярмарків для просування продукту, брендинг стратегічного аналізу продажів фактично розглядаються в розділі маркетингу.

Комбінований вплив технології та системи управління автопарком (FMS) на прибутковість вздовж ланцюжка вартості експлуатації. вздовж ланцюжка вартості експлуатації.



Рисунок 2. Комбінований вплив технології та системи управління автопарком (FMS) на прибутковість, за [63].

Таблиця 1.

Опис різних видів частково-строкового ланцюжка створення вартості експлуатації автомобілів.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип | Діяльність | Опис |
| Допоміжна діяльність | Фірмова інфраструктура | Фінанси, бухгалтерія, дозвільні документи, будівлі, обладнання |
| Людські ресурси Управління | Набір персоналу, навчання, розвиток кар’єри, додаткові пільги, утримання, компенсація, оцінка безпеки та здоров’я. |
| Розвиток технології | Інструменти гірничого виробництва 4.0 (видобуток даних, роботи, моделювання, системна інтеграція, Інтернет речей, кібербезпека, хмарні обчислення, доповнена реальність, штучний інтелект, цифровий двійник, кіберфізичні системи, квантові обчислення, 3D-друк, дослідження та розробки, автономні транспортні засоби, дрони тощо). |
| Закупівлі | Управління постачальниками, ведення переговорів і субпідряд щодо обладнання та послуг. |
| Основна діяльність | Вхідна логістика | Комунальні послуги (наприклад, паливо, електроенергія), запасні частини, вибухові речовини, доручення (наприклад, їжа, офісні справи). |
| Операції | Розробка нових вибоїв, буріння, підривання, навантаження, транспортування, складування, подача дробарок. |
| Вихідна логістика | Управління рудними відвалами, контроль рівня, змішування, обробка замовлень, виставлення рахунків і відвантаження. |
| Маркетинг і продаж | Мультимедійна реклама, вітчизняні та міжнародні виставки, брендинг, аналіз продажів, дослідження ринку. |
| Послуги | Гарантійне обслуговування при коливаннях сортності, консультації. |

Дивлячись конкретно на розвиток технологій, можна виявити, як швидкі темпи наукового прогресу до невпізнання змінюють традиційну концепцію виробництва. Четверта промислова революція, розпочата в 2015 році, базується на дев'яти основних стовпах, а також великих даних аналітики, роботах, моделюваннях, системній інтеграції, інтернет речах, кібербезпеці, хмарних обчисленнях, адитивному виробництві доповненої реальності [61, 65]. Цей список можна продовжити , якщо врахувати, що в останнє десятиліття центрального місце займаються штучний інтелект цифро близнюки гірничого виробництва 4.0 намагаються підвищити прибутковість, використовуючи ці проривні технології [62]. Розуміння внутрішніх зав’язків між доцільністю ланцюжка створення вартості справі для більш глибокої оцінки діаграми. Допоміжної дії поширюються на всі основні види, вказуючи на те, що на дії на нижню полицю безпосередньо впливають зміні в кожній частковості верхньою навпроти. Таким чином, між цими двома видами діяльності помітний взаємний зв'язок (круговий зв'язок), завдяки чому координація та оптимізація реалізуються по всьому ланцюжку створення вартості. Розгляд рис. 2 підкреслює той факт, що технологічний прогрес у FMS прибуткової частки призводить, наприклад, до економічного палива у вхідній логістиці, це принесе переваги для компанії (інфраструктури фірми) через зменшення коштів для закупівлі палива. В іншому випадку модернізація FMS до найсучаснішої технології збільшує обсяг видобутку руди, що призводить до того, що маркетинговий підрозділ докладає зусиль, щоб залучити більше клієнтів. 3 цією метою відділ кадрів відчує необхідність найняти більш спритних маркетологів. Переваги інтелектуальної FMS зберігаються, коли технічне обслуговування автопарку точно розплановано, що за рахунок зменшення потреби в якості наслідок, менше зусиль для переговорів з боку відділу закупівлі запасних частина. Усе це вдосконалення підштовхують гірничодобувне підприємство до вищої норми прибутку, наголошуючи на тому, що FMS, особливо інтелектуальна, може зняти ланцюг створення вартості.

# РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ

Гірничодобувний сектор історично служив наріжним камінцем світової економіки, роблячи значний внесок у виробництво життєво важливих товарів ресурсів, як використовується численними галузями промисловість. Ця галузь охоплює багатогранний заплутаний ряд ланцюжків створення вартостей, які починаються з пошуку та розвідки, переходять до розробки, переробки та переробки, закінчуються маркетинговим спродажем. На різних етапах технології Ш пропонують можливості для оптимізації операцій скорочення витрат. Наприклад, у геодезичних системах для полегшення відкриття руд, автоматизована система обробки матеріалів за допомогою робототехніки та автономного обладнання або аналізу даних, отриманих під час обробки та очищення, для повного покращення обробки. У 2021 році світова індустрія інтелектуального гірничого виробництва оцінювалася в близько 9 мільйонів доларів США, за прогнозами, ця цифра може зрости в тричі до 2027 року. Отже, вказується, що автоматизація в цьому секторі значно розширюється протягом наступного десятиліття, а аналізи передбачають, що ринкова вартість автоматизації зросте з майже 2 млн доларів США в 2017 році до трохи вище 4 млн доларів США до 2026 року [1]. Однак ці прогнози залежать від певної групи вдома прибуткових компаній, які знайомі з сутністю технологічного впровадження у свої системи. Головним завданням є придбання розвинутих грошово-добувних компаній по всьому світу з базовими технологіями Майнінг 4.0, які проводять цей новий парад. Таким чином, дослідні роботи, що проливають світло на цю сліду плями, створюють значний слабкий внесок у пропаганду рекламного гірничого виробництва в усьому світі, особливо з операційними витратами, які слідують за тенденцією до зростання, як утворюються на початку статті. 3 цією метою в цій роботі розглядалися інтелектуальні FMS з точки зору ланцюжка створення вартості, щоб висвітлити багатосторонні зв'язки в трикутнику технології, транспортування та марш. Чим більша технологія буде використана, тим ефективніші FMS будуть розроблені, визначені, що більший прибуток буде отримано від оптимального технічного обслуговування, диспетчеризації, планування виробництва, споживання палива та загалом усної операції. Однак узагальнена методологія, яку можна включити в статтю для керівництва дослідженнями з використанням інтелектуальні для управління під час розробки руди в гірничодобувному комплексі необхідним слідувати.

Ця методологія складається з наступних кроків:

Крок 1: Ідентифікація проблеми та визначення масштабу: •

* Визначте конкретні проблеми та неефективність процесу видобутку корисних копалин у гірничому комплексі.
* Визначте сферу, де інтелектуальний FMS потенційно може підвищити ефективність, безпеку та продуктивність.

Крок 2: Огляд літератури та оцінка технології:

* Провести розгорнутий огляд літератури, щоб зрозуміти існуючу методологію та технологію, що використовують у видобуток корисних копалин та FMS.
* Оцінити різні інтелектуальні системи, так як GPS-відстеження, телематика, прогнозна аналітика та Інтернет речей, щоб розмістити їх застосування в процесі отримання корисних копалин.

Крок 3: збір даних та системна інтеграція:

* Збирайте відповідні дані з грошово-добувного комплексу, включаючи продуктивність обладнання, робочий день, геопросторову інформацію та сторінки записи.
* Інтегруйте FMS зі існуючою інфраструктурою, забезпечуючи сумісність безперебійності потік даних.

Крок 4: Впровадження та тестування системи:

* Впровадити вибрану інтелектуальну систему на етапі вилучення мінімального комплексу.
* Провести всебічне тестування та валіацію для оцінки функціональності продуктивності системи у видобувних операціях у реальному часі.

Крок 5: Оцінка та аналіз ефективності:

* Слідкуйте та оцінюйте показники продуктивності, включаючи час безмовної роботи обладнання, економію палива, графіки технічного обслуговування та записи з безпеки.
* Проаналізуйте зібрані дані, щоб класно змінити вплив інтелектуальних систем на продуктивність, економічну ефективність протоколів безпеки під час видобутку корисних копалин.

Крок б: Підключення та оптимізація зворотного зв'язку:

* Збір відгуків від зацікавлених сторін, операторів користувачів системі щодо ефективності зручності користування впроваджених інтелектуальних систем.
* Включіть вкладки для вдосконалення та оптимізації системи для кращої інтеграції та ефективність роботи в гірничому комплексі.

Крок 7: Документація та зв'язок:

* Задокументувати весь дослідницький процес, включаючи методологію, висновки, проблеми рекомендації щодо впровадження в майбутньому.
* Підготуйте детальний зв'язок з викладом результатів, дій та потенційних напрямків для подальших досліджень.
* З використанням інтелектуальних систем у процесі отримання корисних копалин.

Ця методологія має на меті забезпечити структуровану основу для дослідників практиків, зацікавлених у розгортанні інтелектуальних FMS під час гнилих робіт для підвищення ефективності, безпеки та продуктивності під час отримання корисних копалин.

Ці вдосконалення були продемонстровані кількома дослідницькими роботами щодо включення інтелектуальних алгоритмів, таких як навчання з підкріпленням, у FMS. Чшан та ін. (2020) зосередився на використанні багато агентних алгоритмів глибокого підсилення.

Навчання для вирішення динамічного розпаду ресурсів вантажівки та екскаватора. запропонований ними метод демонструє значне підвищення продуктивності 5,56% у порівнянні з Де Карвальо та Дмтракопулос (2021) мали на меті оптимізувати доставку вихідного матеріалу, отриманого екскаваторами, на переробний завод за допомогою варіантного алгоритму навчання з підкріпленням. Результати показують, що їхня система перевершує базову політику з точки зору виробництва на 12-16% більшого значення на 20-23% більшого золота [59]. Відтінок та н. (2023) успішно зменшили викиди парникових газів у грошово-добувній промисловості ніші на 30% завдяки інтелекту.

Диспетчеризація в режимі реального часу. Їх рішення вдало збалансувало ефективність парку, експлуатаційну визначеність викиду, демонструючи багато обіцяючи зменшення впливу на навколишнє середовище під час гнилих робіт [60]. Ці практичні застосування інтелектуальних рішень для управління парком у відкритих шахтах підкреслюють потенціал переваги інтеграційної технології в гірничих роботах. Діаграма, наведена на малюнку 2, що зображує зв’язки в графічній мові, спрощуючи процес обґрунтування та пояснення для старомодних акціонерів добувної промисловості, які сумніються щодо оснащення своїх шахтних для передових методів. Існування таких просвітницьких досліджень є корисним не тільки для промисловості, але й для академічної точки зору, освітлення це створює ширший простір для студентів гірничої справи. Це допомагає збагаченню їхніх знань про ланцюжок постачання гірничого виробництва, а також визначає потенцію можливості покращення, якими можна скористатися. Тому автори заохочують до більш яскравих робіт у гривно добувному секторі, особливо в сучасному світі, що базується на штучному інтелекті, з заміщеннями не тільки поінформувати гривно добувну спільноту про останню тенденцію, але й застосувати можливу спрямить досягнень, щоб не вставляти від швидкого темпу. технології.

# ВИСНОВКИ

Дослідження довело глибокий вплив впровадження інтелекту в FMS на маршу завантаження, що саме по собі відкриває можливість для більшого впровадження технології Майнінг 4.0 (гірничого виробництва) як у моніторинг транспортно-транспортного обладнання, так вздовж частково ланцюжку створення варто. Огляд літератури показав, що цілісна багатоцільова інтелектуальна FMS все ще відсутня в текстах видобутку корисних копалин, малюючи дорожню карту для додаткового зусиль у цій запитаній настанні. Розширення подальших досліджень у сфері інтелектуальних FMS у шахтах з точки зору ланцюга створення вартостей може значно сприяти розвитку цієї галуз. Ось де які рекомендації щодо подальших досліджень у цій галуз:

(1) Всебічне тематичне дослідження: проведення більш широких глибоких тематичних досліджень щодо різних гірничодобувних операцій, які охоплюють різні корисні копалини, географічні розташування та операційні масштаби. Це може допомогти зрозуміти тонкі наслідки та проблеми, з якими стикаються впровадження цієї системи в умовах різноманітності отримання корисних копалин.

(2) Аналіз тривалого впливу: аналіз того, як системи розвиваються, адаптуються та продовжують вплив на ефективність, безпеку та продуктивність у виробничих роботах. течія кількох років.

(3) Інтеграція нових технологій: дослідження потенційної синергії мш інтелектуальними FMS новими технологіями, такими як ШІ, Інтернет речей розширена аналітика даних.

(4) Аналіз витрат вигоди: проведення повторного аналізу витрат вигоди для забезпечення більш чіткого розуміння економічних наслідків впровадження інтелектуальних FMS. Було б корисно оцінити початкові інвестиції, поточні витрати на технічне обслуговування та досягнення економічної вартості, підвищення ефективності підвищення безпеки.

(5) Людський фактор навчання: роль програми навчання, готовність робочої сили та провідникових аспектів.

(6) Оцінка впливу на навколишнє середовище: вивчення того, як системи сприяють зниженню вуглецевого сліду, оптимізації споживання палива та мінімізації екологічні ризики, пов’язані з гірничодобувною часткою.

(7) Регуляторні політичні наслідки: Оцінка того, які існуючі нормативно впливають на впровадження цих систем, пропозицій повних рамок, які могли б сприяти їх більш ефективному прийняттю.

# СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Statista. Гірничодобувна промисловість у світі — статистика та факти. 2022. Доступно онлайн: https://www.statista.com/.
2. Chen, J.; Liu, L.; Zeng, B.; Tao, K.; Zhang, C.; Zhao, H.; Li, D.; Zhang, J. Конститутивна модель для виявлення механізму анкерування повністю з'єднаних болтів. Rock Mech. Rock Eng. 2022, 56, 1739–1757.
3. Hazrathosseini, A. Вибір найбільш сумісного методу аналізу ризиків безпеки з характером, вимогами та ресурсами гірничих проектів з використанням інтегрованого методу Фольчі-Ахп. Rud.-Geol.-Naft. Zb. 2022, 37, 43–53.
4. Feller, A.; Shunk, D.; Калларман, Т. Ланцюги створення вартості проти ланцюгів поставок. BP Trends 2006, 1, 1–7.
5. Бімон, Б.М. Проектування та аналіз ланцюгів поставок: моделі та методи. Int. J. Prod. Econ. 1998, 55, 281–294.
6. Зійм, Х.; Клумп, М.; Херагу, С.; Регаттьєрі, А. Операції, логістика та управління ланцюгами поставок: визначення та цілі. В Operations, Logistics and Supply Chain Management; Весна: Берлін/Гейдельберг, Німеччина, 2019; с. 27–42.
7. Бахельдор, Б. Управління ланцюгами поставок все ще триває. Inf. Week 2003, 23.
8. Жанв'є-Джеймс, А.М. Новий вступ до ланцюгів поставок та управління ланцюгами поставок: визначення та теорії перспективи. Int. Bus. Res. 2011, 5, 194–207.
9. Сімчі-Леві, Д.; Камінський, П.; Сімчі-Леві, Е.; Джі, Дж. Проектування та управління ланцюгом поставок; McGraw-Hill/Irwin: Ірвайн, Каліфорнія, США, 2000.
10. Сенер, Е.; Іслі, Д.Т. Управління парком будівельної техніки з використанням телематичних технологій: дослідження та результуючі освітні перспективи. У матеріалах щорічної конференції та виставки 2009 року, Остін, Техас, США, 14 червня 2009 року.
11. Ауернхаммер, Х. Точне землеробство — екологічний виклик. Comput. Electron. Agric. 2001, 30, 31–43.
12. Дабб'єр, А.Дж. Методи та пристрої, що використовують систему GPS-стеження. Патенти Google US6226622B1, 1 травня 2001 р.
13. Більхардт, Х.; Фернандес, А.; Лемус, Л.; Луяк, М.; Осман, Н.; Оссовскі, С.; Сьєрра, К. Динамічна координація в системах управління автопарком: шлях до розумних кіберпарків. IEEE Intell. Syst. 2014, 29, 70–76.
14. Шкабіч, Б.; Курелович, Е.К.; Томлянович, Й. Порівняння систем управління автопарком. Zb. Велечилища У Рієці 2018, 6, 357–370.
15. Ягуште, В. Огляд зручності використання телематики для управління автопарком будівельної техніки. Магістерська дисертація, Університет Флориди, Гейнсвілл, Флорида, США, 2017.
16. GPSINSIGHT. Як працює телематика автопарку. 2022. Доступно онлайн: https://www.gpsinsight.com/how-fleet-telematics-works/
17. Systematics Cambridge. Управління автопарком комерційних транспортних засобів та інформаційні системи. У Технічному меморандумі 2: Підсумок інтерв'ю з тематичних досліджень; Systematics Cambridge: Медфорд, Массачусетс, США, 1997.
18. Флатберг, Т.; Хасле, Г.; Клостер, О.; Нільссен, Е.Й.; Рійсе, А. Динамічне та стохастичне маршрутизування транспортних засобів на практиці. У Динамічне управління автопарком: концепції, системи, алгоритми та тематичні дослідження; Spring: Берлін/Гейдельберг, Німеччина, 2007; с. 41–63.
19. Пауелл, В.Б.; Жайє, П.; Одоні, А. Стохастичні та динамічні мережі та маршрутизація. Handb. Oper. Res. Manag. Sci. 1995, 8, 141–295.
20. Ларсен, А.; Мадсен, О.Б.Г.; Соломон, М.М. Класифікація систем динамічної маршрутизації транспортних засобів. У книзі «Динамічне управління автопарком: концепції, системи, алгоритми та тематичні дослідження»; Зеймпекіс, В., Тарантіліс, К.Д., Джагліс, Г.М., Мініс, І., ред.; Springer: Бостон, Массачусетс, США, 2007; с. 19–40.Psaraftis, H.N. Dynamic Vehicle Routing: Status and Prospects. Ann. Oper. Res. 1995, 61, 143–164.
21. Ларсен, А.; Мадсен, О.Б.Д.; Соломон, М. Частково динамічна маршрутизація транспортних засобів — моделі та алгоритми. J. Oper. Res. Soc. 2002, 53, 637–646.
22. Сьоренсен, К.; Бохтіс, Д. Концептуальна модель управління автопарком у сільському господарстві. Biosyst. Eng. 2010, 105, 41–50.
23. Спюнтруп, Ф.С.; Імсланд, Л. Управління автопарком у переробній промисловості — концептуальна модель. IFAC-PapersOnLine 2018, 51, 281–286.
24. Тамасі, Т.; Кіс, Т. Децентралізований та пріоритетний алгоритм управління автопарком сільськогосподарської техніки. IFAC-PapersOnLine 2021, 54, 98–103.
25. Крейнік, Т.Г.; Лапорт, Г. Управління автопарком та логістика; Springer Science & Business Media: Берлін/Гейдельберг, Німеччина, 2012.
26. Ван дер Хейден, Р.; Мархау, В. Інновації в управлінні дорожнім рухом: перспектива майбутнього. Int. J. Technol. Policy Manag. 2002, 2, 20–39.
27. Хазратоссейні, А.; Афраполі, А.М. Поява цифрових двійників у відкритих гірничих роботах: їхній час нарешті настав. Resour. Policy 2023, 80, 103155.
28. Хазратоссейні, А.; Афраполі, А.М. Інтелектуальні системи управління автопарком у відкритих гірничих роботах: стан, загрози та можливості. Min. Met. Explor. 2023, 40, 2087–2106. [ ] [ ]
29. Афраполі, А.М.; Насаб, Г.А. Структура стохастичного інтегрованого моделювання та оптимізації змішаного цілочисельного лінійного програмування для задачі диспетчеризації вантажівок на відкритих шахтах. Int. J. Min. Miner. Eng. 2020, 11, 257–284. [ ] [ ]
30. Аларіє, С.; Гамаш, М. Огляд стратегій вирішення, що використовуються в системах диспетчеризації вантажівок для відкритих шахт. Int. J. Surf. Min. Reclam. Environ. 2002, 16, 59–76. [ ]Yokoi, R.; Watari, T.; Motoshita, M. Future Greenhouse Gas Emissions from Metal Production: Gaps and Opportunities towards Climate Goals. Energy Environ. Sci. 2021, 15, 146–157.
31. Афраполі, А.М.; Аскарі-Насаб, Х. Системи управління гірничодобувним парком: огляд моделей та алгоритмів. Int. J. Min. Reclam. Environ. 2019, 33, 42–60.
32. Даллер, Р.; Лаплант, А.Р.; Елбронд, Дж. Спіральна толерантність Хамфрі до варіацій подачі. Can. Min. Metall. Bull. 1978, 71, 128–134.
33. Каппас, Г.; Єгулалп, Т.М. Застосування теорії замкнутих мереж масового обслуговування в системах самоскидів-екскаваторів. Int. J. Surf. Min. Reclam. Environ. 1991, 5, 45–51.
34. Ерчелебі, С.Г.; Басцетін, А. Оптимізація системи екскаватор-самоскид для відкритих гірничих робіт. J. S. Afr. Inst. Min. Metall. 2009, 109, 433–439.
35. Гургур, К.З.; Дагделен, К.; Артіттонг, С. Оптимізація багатоперіодної системи диспетчеризації екскаваторів у режимі реального часу в гірничих операціях. Int. J. Appl. Decis. Sci. 2011, 4, 57–79.
36. Вайт, Дж.В.; Олсон, Дж.П. Комп'ютерна диспетчеризація в шахтах з одночасними операційними цілями. Min. Eng. 1986, 38, 11.
37. Та, К.Х.; Інгольфссон, А.; Дусетт, Дж. Лінійна модель розподілу екскаваторів для відкритих гірничих робіт, що включає ймовірності простою екскаватора. Eur. J. Oper. Res. 2013, 231, 770–778.
38. Chang, Y.; Ren, H.; Wang, S. Моделювання та оптимізація задачі планування роботи самоскидів на відкритих кар'єрах. Discret. Dyn. Nat. Soc. 2015, 2015, 745378.
39. Temeng, V.A.; Otuonye, F.O.; Frendewey, J.O. Підхід до диспетчеризації самоскидів на відкритих кар'єрах на основі невипереджувального цільового програмування. Miner. Resour. Eng. 1998, 7, 59–67.
40. Mohtasham, M.; Mirzaei-Nasirabad, H.; Алізаде, Б. Оптимізація розподілу екскаваторів на відкритих шахтах в умовах невизначеності: підхід до програмування цілей з обмеженими шансами. Мін. Технологія. 2021, 130, 81–100.Soumis, F.; Ethier, J.; Elbrond, J. Evaluation of the New Truck Dispatching in the Mount Wright Mine. In Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industry; Littleton, Colo, Society of Mining Engineers of AIME: New York, NY, USA, 1989; pp. 674–682.
41. Теменг, В.А.; Отуонье, Ф.О.; Френдевей, Дж.О., молодший. Диспетчеризація вантажівок у режимі реального часу з використанням алгоритму транспортування. Int. J. Surf. Min. Reclam. Environ. 1997, 11, 203–207.
42. Даббагх, А.; Багерпур, Р. Дослідження застосовності імперіалістичного конкурентного алгоритму в проблемі розподілу вантажівок на кар'єр. Rud.-Geol.-Naft. Zb. 2019, 34, 35–42.
43. Чжан, Х.; Чен, Л.; Ай, Ю.; Тянь, Б.; Цао, Д.; Лі, Л. Планування автономних гірничих вантажівок: розробка алгоритму забороненого пошуку на основі моделі розподілу. У працях Міжнародної конференції IEEE з інтелектуальних транспортних систем (ITSC) 2021 року, Індіанаполіс, Індіана, США, 19–22 вересня 2021 року.
44. Юань, В.; Лі, Д.; Цзян, Д.; Цзя, Ю.; Лю, З.; Бянь, В. Дослідження моделі диспетчеризації вантажівок у режимі реального часу на кар'єрі на основі вдосконаленого генетичного алгоритму. У працях Міжнародної конференції з кіберфізичного соціального інтелекту (ICCSI) 2022 року, Нанкін, Китай, 18–21 листопада 2022 року; с. 234–239.
45. Чой, Ю.; Нгуєн, Х.; Буй, Х.-Н.; Нгуєн-Той, Т. Оптимізація продуктивності системи перевезення вантажівок для видобутку руди на кар'єрах з використанням методів на основі великих даних та машинного навчання. Ресурси. Policy 2022, 75, 102522.
46. Чой, Ю.; Нгуєн, Х.; Буй, Х.-Н.; Нгуєн-Той, Т.; Парк, С. Оцінка видобутку руди на відкритих шахтах з використанням різних алгоритмів машинного навчання на основі системи автоперевезень та підтримки Інтернету речей. Nat. Resour. Res. 2021, 30, 1141–1173.
47. Чоудхурі, С.; Найк, Х. Використання моделей алгоритмів машинного навчання для оптимізації системи управління парком техніки на відкритих шахтах. У працях 7-ї Міжнародної конференції IEEE з конвергенції технологій (I2CT) 2022 року, Мумбаї, Індія, 7–9 квітня 2022 року.
48. Нобахар, П.; Пуррахімян, Ю.; Кошкі, Ф.М. Оптимальний вибір автопарку з використанням алгоритмів машинного навчання — тематичне дослідження: шахта каоліну «Зенуз». Гірничодобувна промисловість 2022, 2, 528–541.
49. Сун, Х.; Чжан, Х.; Тянь, Ф.; Ян, Л. Використання методу машинного навчання для прогнозування часу проїзду самоскидів на відкритих кар'єрах у режимі реального часу. Математичні проблеми інженерії 2018, 2018, 4368045.
50. Ван, К.; Чжан, Р.; Ван, Ю.; Лв, С. Ідентифікація стилю водіння водіїв вантажівок на відкритих кар'єрах на основі машинного навчання. Електроніка 2019, 9, 19.
51. Клюєв, Р.В.; Моргоєв, І.Д.; Моргоєва, А.Д.; Гавріна, О.А.; Мартюшев, Н.В.; Єфременков, Е.А.; Менсюй, К. Методи прогнозування споживання електроенергії: огляд літератури. Energies 2022, 15, 8919.
52. Лу, Х.; Чжоу, В.; Лі, Х.Б.; Ці, К.; Нгуєн, Т.-А.; Нгуєн, М.Х.; Хуан, Дж.; Фам, Б.Т. Оптимізація параметрів нейронної мережі для покращення прогнозування концентрації твердих частинок у відкритих гірничих роботах. Appl. Soft Comput. 2023, 147, 110769.
53. Лінь, К.; Чжао, Р.; Сюй, З.; Чжоу, Дж. Ефективне управління великомасштабним автопарком за допомогою багатоагентного глибокого навчання з підкріпленням. У працях 24-ї Міжнародної конференції ACM SIGKDD з питань виявлення знань та аналізу даних, Лондон, Велика Британія, 19–23 серпня 2018 р.; с. 1774–1783.
54. Bastos, G.S.; Souza, L.E.; Ramos, F.T.; Ribeiro, C.H.C. A Single-Dependent Agent Approach for Stochastic Time-Dependent Truck Dispatching in Open-Pit Mining. In Proceedings of the 2011 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Washington, DC, USA, 5–7 October 2011.
55. Чжан, К.; Одонкор, П.; Чжен, С.; Хорасгані, Х.; Серіта, С.; Гупта, К.; Ван, Х. Динамічне диспетчеризування великомасштабного гетерогенного парку за допомогою багатоагентного глибокого навчання з підкріпленням. У матеріалах Міжнародної конференції IEEE з великих даних (Big Data) 2020 року, Атланта, Джорджія, США, 10–13 грудня 2020 року.
56. Де Карвалью, Дж. П.; Дімітракопулос, Р. Інтеграція планування виробництва з рішеннями щодо диспетчеризації вантажівок за допомогою навчання з підкріпленням при управлінні невизначеністю. Minerals 2021, 11, 587.
57. Хуо, Д.; Сарі, Ю. А.; Кілі, Р.; Чжан, К. Диспетчеризація парку на основі навчання з підкріпленням для скорочення викидів парникових газів у відкритих гірничих роботах. Resour. Conserv. Recycl. 2023, 188, 106664.
58. Хазратоссейні, А.; Афраполі, А.М. Перехід до інтелектуальних систем управління автопарком на відкритих шахтах: критичний огляд застосування систем на основі навчання з підкріпленням. Min. Technol. 2023, у пресі.
59. Портер, М.Е. Конкурентна стратегія: створення та підтримка вищої продуктивності; The Free: Нью-Йорк, штат Нью-Йорк, США, 1985.
60. Муніратхінам, С. Індустрія 4.0: Промисловий Інтернет речей (IIoT). Adv. Comput. 2020, 117, 129–164.
61. Рюсманн, М.; Лоренц, М.; Герберт, П.; Вальднер, М.; Юстус, Й.; Енгель, П.; Гарніш, М. Індустрія 4.0: Майбутнє продуктивності та зростання у виробничих галузях. Boston Consult. Group 2015, 9, 54–89.
62. Хазратоссейні, А. Ретроспективно-перспективне дослідження впровадження цифрових двійників у гірничодобувну промисловість. Min. Optim. Lab. 2022, 1, 410.
63. Хазратоссейні, А.; Мораді Афраполі, А. Максимізація гірничих операцій: розкриття вирішальної ролі інтелектуальних систем управління автопарком у ланцюжку створення вартості наземного видобутку корисних копалин. Mining 2024, 4, 7-20. https://doi.org/10.3390/mining4010002