

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ТА ТРАНСПОРТНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ СКЛАДУ МЕТАЛУ КІП «НВК «ІСКРА»

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи T-311сп2

Спеціальності 275 Транспортні технології
(за видами)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Організація перевезень і логістичне управління
на автомобільному транспорті»

ОВСЮК В.К.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник КУЗЬКІН О.Ф.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент АРТЮХ О.М.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Транспортний
 Кафедра «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти бакалавр
 Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) «Організація перевезень і логістичне управління на автомобільному транспорті»
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

« 20 » травня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ОВСЮКА Владислава Костянтинівича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Моделювання роботи та транспортного обслуговування складу металу КП «НВК «Іскра»

керівник проєкту (роботи) д.т.н., проф., КУЗЬКІН Олексій Феліксович,
 (науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» травня 2024 року №248

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) вантажопотоки відвантаження готової продукції підприємства, існуюча технологія та організація переробки і внутрішньозаводських перевезень вантажів, техніко-економічні показники існуючої технології та організації внутрішньозаводських перевезень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити 1. Аналітична частина, 2. Розрахункова частина, 2.1 Побудова імітаційної моделі роботи складу металу КЕМЗ «Іскра», 2.2 Моделювання випадкових величин роботи складу, 2.3 Імітаційна модель складу металу, 2.4 Програмна реалізація моделі та аналіз результатів моделювання роботи складу металу, 2.5 Розробка графіків обробки вагонів і суден у порту, 3. Економічна частина.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	КУЗЬКІН О.Ф., професор		
2	КУЗЬКІН О.Ф., професор		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш.викл.		

7. Дата видачі завдання «20» травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи	06.06. – 20.06.	

Студент(ка)


(підпис)

Владислав ОВСЮК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Олексій КУЗЬКІН
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 84 с., 7 табл., 1 рис., 7 джерел.

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, СИСТЕМА, ПОТІК, ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ОПТИМІЗАЦІЯ, ТРАНСПОРТ, УПРАВЛЯЮЧІ ЗМІННІ

Об'єкт дослідження: склад металу Казенного електромашинобудівного заводу «Іскра».

Мета дипломного проекту: дослідження та оптимізація роботи транспортно-перевантажувальних комплексів.

Методи дослідження: імітаційне моделювання.

Сутність моделювання складається у виявленні можливості прийняття на обслуговування заявок послідовно розташованих елементів технологічних каналів або відмовлення в обслуговуванні (накопичування в очікуванні). Модель транспортного процесу імітує на ЕОМ реальний процес роботи складу з врахуванням обмежень, які накладаються на цей процес різноманітними умовами та особливостями роботи систем, структури транспортного потоку, наявності який є в розпорядженні ресурсів, вимог виробництва та взаємодія факторів, які вказують вплив на транспортний процес. Найбільш узагальнюючим критерієм є вартісний – мінімум суми експлуатаційних і капітальних, зведених до експлуатаційних витрат, які мають місце на транспортно-перевантажувальному комплексі. Находження цього мінімуму забезпечується багатоваріантними розрахунками на комп'ютері. Чисельне значення параметру системи, відповідне самому «дешевому» варіанту, і являє собою оптимальне.

ЗМІСТ

Завдання на дипломну роботу	2
Реферат	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	8
1.1 Аналіз об'ємно – планувальних рішень та технологія роботи складів	
1.1.1 Варіанти технологічної компоновання складів металу.....	8
1.1.2 Технологія організації навантажувально-розвантажувальних та складських робіт.....	10
1.2 Характеристика металопродукції, умови перевезення та зберігання вантажів.....	13
1.3 Технічне оснащення складів.....	18
1.3.1 Складське обладнання.....	18
1.3.2 Навантажувально-розвантажувальні машини та механізми.....	21
1.3.3 Вантажозахватні пристрої.....	23
1.4 Управління роботою складу та транспорту.....	24
1.5 Постановка задач роботи	29
2 Основна частина	31
2.1 Побудова імітаційної моделі роботи складу металу КЕМЗ «Іскра».....	31
2.2 Моделювання випадкових величин роботи складу.....	39
2.3 Імітаційна модель складу металу.....	48
2.3.1 Блок-схема алгоритму моделі.....	48
2.3.2 Опис блок-схеми моделюючого алгоритму.....	49
2.3.3 Управляючі змінні та критерій оптимальності.....	53
2.4 Програмна реалізація моделі та аналіз результатів моделювання роботи складу металу.....	55
2.4.1 Призначення пакету Service model.....	55
2.4.2 Описання елементів моделі	56

2.4.3 Обслуговуючі елементи системи.....	58
2.4.4 Операційні елементи транспортно-складського процесу	62
2.4.5 Обробка та аналіз результатів моделювання роботи складу металу.....	65
3 Економічна частина	69
3.1 Розрахунок собівартості перевезень.....	69
3.1.1 Амортизаційні відрахування.....	69
3.1.2 Визначення потреби в кадрах, вибір системи оплати праці і розрахунок заробітної платні водіїв.....	70
3.1.3 Витрати на соціальне страхування і накладні витрати.....	71
3.1.4 Розрахунок витрат на ремонт, паливо та заміну шин.....	71
3.2 Визначення витрат на роботу баштового крану.....	75
3.3 Визначення витрат на роботу автокрану.....	78
3.4 Розрахунок економічної ефективності пропонуваніх рішень	82
Висновки	83
Перелік джерел посилання	84

ВСТУП

Організація труда на терміналах має мету планомірного та раціонального використання робочого часу працюючих для забезпечення високої продуктивності при одночасному покращенню умов праці. Впровадження нової техніки та технології обумовлює необхідність удосконалення форм організації праці.

На сучасному рівні розвитку техніки та технології виробництва складських робіт з'являється необхідність впровадження наукової організації труда.

Математичним апаратом дослідження, розрахунку та оптимізації логістичних систем є імітаційне моделювання на комп'ютері цих систем і процесів, які в них протікають. Подібний вид імітації названий імітаційним моделюванням. Імітаційне моделювання має відношення до теорії імовірності, математичної статистики, теорії запасів, резервування та представляється в терміналах теорії масового обслуговування. Можна представити логістичну систему і в якості обслуговуючої системи. Та і інша представляють собою системи, зайняті в організації та управління матеріальних та інформаційних потоків.

Сутність моделювання складається у виявленні можливості прийняття на обслуговування заявок послідовно розташованих елементів технологічних каналів або відмовлення в обслуговуванні (накопичування в очікуванні).

Модель транспортного процесу імітують на комп'ютері реальний процес роботи вантажного двору з врахуванням обмежень, які накладаються на цей процес різноманітними умовами та особливостями роботи систем, структури транспортного потоку, наявності який є в розпорядженні ресурсів, вимог виробництва та взаємодія факторів, які вказують вплив на транспортний процес.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз об'ємно – планувальних рішень та технологія роботи складів

1.1.1 Варіанти технологічної компоновки складів металу

Складування вантажів об'єктивно необхідно в зв'язку з наявними нерівномірностями циклів виробництва, транспортування та споживання матеріальних цінностей. Склади різних типів створюються в началі та в кінці транспортних вантажопотоків або виробничих процесів для не тривалого накопичення вантажів та своєчасного постачання виробництва матеріалами в необхідних кількостях.

Тимчасове накопичення вантажу обумовлене характером виробництва і транспорту. Воно дозволяє подолати часові, просторові, кількісні та якісні невідповідності між наявністю та потребою в матеріалах в процесі виробництва та споживання.

Склади металів на промислових підприємствах дуже важливі в загальному технологічному процесі виробництва, підтримує або завдавши ритм виробництва. Тому від рівня технічної оснащеності та організації робіт на цих складах залежить організованість, загальний ритм та ефективність виробничого процесу.

Аспекти об'ємно – планувальних рішень розробка зовнішнього планування, яка характеризується розміщенням на території залізничних колій, автопріздів, службово – технічних будівель, архітектурним обліком та загальної композиції комплексу; побудова схеми внутрішнього компоновки – взаємне розташування зони зберігання, ділянок комплектації та консервування вантажів, фронтів навантаження та розвантаження, робочих місць для обслуговування, оснащенням АСУ та інше. Від схеми зовнішнього планування транспортно – складського комплексу, та в першу чергу його оперативної зони, де виконуються основні технологічні операції, залежить безпека руху автомобілів по території і тривалість маневрових переміщень

вагонів, витрати, зв'язані з спорудженням та обслуговуванням технічних пристроїв. Внутрішні планувальні пристрої визначають технологію та тривалість навантажувально – розвантажувальних, транспортних та складських операцій, використання робочої площі, витрати на будівництво та експлуатацію складської системи та інше.

Планувальні рішення різних типів транспортно – складських комплексів мають свої особливості.

Якщо при роботі мостових та без консольних козлових кранів не має значення, на якій відстані від опор крану (природно, в межах меж опорного простору) розташовується залізнична колія, то при використанні консольних кранів його розташовують на можливо більшому віддаленні від повздовжньої вісі складу або розчинної вісі козлового крану тощо, повздовжня вісь вагону повинна розміщуватись під кінцем консолі крану (крайній точці робочого прольоту крану). Цим досягається значний економічний вигаш, так як підвищується ефективність використання складської площини за рахунок виносу повздовжньої половини під'їзної залізничної колії за межі складу. Такої раціоналізації використання площі неможливо досягти при використанні мостових та без консольних козлових кранів, оскільки під'їзна колія завжди лишається між опорами таких кранів та повністю в межах їх робочих прольотів. Ширина смуги, яка відділяє штабелі від залізничної колії, повинна бути не менш 2,25 м.

Варіанти схем характерні комплекtnим положенням всіх елементів : секцій тарно-штукованих, великовагових та довгомірних вантажів та службовими приміщеннями. При дефіциті території вантажні пристрої та адміністративно-службові приміщення розміщують окремо один від іншого. Повздовжні автопроїзди розташовані в середньої частині комплексу, дозволяють суттєво (на 25-30%) зменшити загальний пробіг по його території автотранспортом. Також можливі нетрадиційні варіанти розміщення автомобільного та залізничного вантажних фронтів – не паралельно, а повздовж один іншому. Для практичної реалізації нетрадиційного варіанту

взаємного положення вантажних фронтів необхідно у торцовій частині критого складу розташовувати майданчик шириною не менше 40 – 50 м для стоянки автомобілів. Обмежує сферу використання такого варіанту переробна здібність автомобільного вантажного фронту, довжина та вмістимість якого менше, ніж у попереднього варіанту.

Головні достоїнства нетрадиційної схеми: суттєво скорочений пробіг автомобілів по території комплексу для вантажів які надходять на склад на 25-50% зменшена площа автопроїздів. Цей варіант практично реалізуємо також на відкритих майданчиках, де переробляються вантажі, якщо число навантажувально-розвантажувальних машин не перевищує двох. Практично використання нетрадиційного варіанту планування відкритих майданчиків при автоматизованому управлінні та цілодобової роботі навантажувально-розвантажувальних машин, як показують розрахунки, обмежена об'ємом роботи: 400-500 т/добу в секції з одною машиною та 800-1000 т/добу з двома.

Техніко-економічні дослідження показали, що при сумарному вантажообігу металів до 100 вагонів/добу найвигідніша схема – розміщення автомобільного вантажного фронту з торцової частини будівлі. Вантажопотоки металу, які прибувають залізницею, розподіляють за спеціалізованими стелажним зонам, а потім після комплектації сумарний вихідний потік надходить для завантаження автомобілем.

1.1.2 Технологія і організація навантажувально-розвантажувальних та складських робіт

Транспортно-складські комплекси виконують великий об'єм навантажувально-розвантажувальних і цілий комплекс складських операцій пов'язаних з надходженням матеріалів організації їх прийманню та зберігання, з підготовкою до видачі. Разом з цим вони виконують транспортні роботи за

вивезенням матеріалів від постачальників, переміщенню їх усередині складу і доставки споживачам.

Склади металів на машинобудівних підприємствах виконують наступні функції:

- прийом металів виробничо-технічних призначень за кількістю та якістю від підприємств-виробників та транспортних організацій;
- навантаження та розвантаження вантажів із залізниці та автотранспорту;
- замовлення автотранспортних засобів для централізованого вивозу вантажів споживачам;
- зберігання вантажів у відповідності із технологічним, протипожежним, санітарно-технічних та іншими нормами від моменту прибуття до видачі на транспорт для доставки споживачам;
- відбір комплектації та видачу матеріалів за заявками споживачів або приказом відповідних відділів та служб;
- оформлення документів на вантажі, які приймаються та відправляються зі складу;
- облік та звітність за прийманням видачі та наявності вантажів на складі;
- періодичну інвентаризацію складських запасів вантажів.

Усі ці операції склад виконує в визначеній послідовності.

Успішне виконання складських операцій може бути досягнуто дякуючи раціональної організації всієї роботи складу (почавши з надходження металопродукції від постачальників та закінчуючи відвантаженням споживачам) шляхом упровадження правильно розробленого технологічного процесу. Рішучий вплив у цьому повинно належати комплексній механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних, транспортних та складських операцій, а також застосування передових методів та наукової організації труда.

Технологічним процесом роботи складу є затверджений порядок виконання складських операцій, який заснований на впровадженні механізації

та автоматизації, передових методів праці та направлений на підвищення його продуктивності та знижені собівартості складської переробки 1т вантажу.

Процес управління розміщенням металів, які надходять до складу, та пошуком металів, які потрібні для комплектування та відправлення цехам споживачам, в автоматизованій системі управління складськими процесами виглядає наступним чином. Метали, які прибувають на склад направляються на приймальний майданчик, а супровідна документація передається у диспетчерську, де заноситься до електронно-обчислювальної машини.

На комп'ютері записується інформація про вантажі, які надійшли до складу. З урахуванням інформації, яка є у комп'ютері, визначається місце розвантаження цих вантажів та печатається відомість розміщення. Потім вантажі ,які надійшли, з приймального майданчику направляються до зони зберігання за допомогою крану. На цьому процес реєстрації та розміщення вантажів, які надійшли, закінчується.

При відправленні металів зі складу необхідні данні з цехів надходять до складу та вводяться до комп'ютера, та переносяться з нарядів на відправлення матеріалів. На основі цих даних та інформації, яка є в комп'ютері про наявність вантажів на складі, формується добовий план відвантаження та добирається відбірний лист, за яким метали із зони зберігання переміщуються на комплектувальний майданчик.

Наряд на видання являє собою основу для оформлення транспортних документів та водночас є супровідним та обліковим документом.

В умовах використання комп'ютерної техніки сурове виконання поопераційних складських технологій, раціональне використання та чітка взаємодія технологічного обладнання та механізмів мають рішуче значення для забезпечення нормальної роботи складу.

Для організації своєчасної доставки матеріалів споживачам склади розробляють графіки централізованої доставки матеріалів місцевим споживачам, графіки відвантаження матеріалів лінійним організаціям а також графіки розвезення матеріалів цехам. Ці графіки зв'язують з термінами

поповнення запасів матеріалів у виробничих коморах у відповідності з мережними графіками ремонту рухомого складу або виконання будівельних робіт. Графіками керуються всі підрозділи матеріального складу, їх доводять також до відома. Графіки централізованої доставки матеріалів місцевим споживачам складають на п'ятиденку, декаду та місяць. Графіки відвантаження металів лінійними організаціями звичайно складають на місяць.

З метою більш ефективного використання автомобілів, механізмів та підйомно-транспортного устаткування складають розрахунковий графік добової їх роботи. Для цього спочатку встановлюють об'єм навантажувально-розвантажувальних та складських робіт належить виконати кожному підрозділу.

1.2 Характеристика металопродукції, умови перевезення та зберігання вантажів

Метали та металопродукція за умовами перевезення, перевантаження та зберігання поділяються на наступні основні групи : чавун та феросплави, сталь та стальний прокат, металовироби. Особливу групу складають вторинні чорні метали та металобрухт. Незважаючи на велику номенклатуру, різноманітність форм, розмірів, мас виробів, специфічні особливості основних груп чорних металів, всі вони мають ряд однакових властивостей, які необхідно враховувати при складанні транспортної характеристики : корозійна стійкість, електропровідність, здібність намагнічуватись міцність та пружність.

Чавун та феросплави являються кінцевими продуктами доменного процесу , при цьому випуск чавуну складає 98%. Чавун випускають двох видів: передільний та ливарний.

Чавун випускають у вигляді чушек довжиною 60 см масою 45 кг; за узгодженням з споживачем розміри та маса чушек може бути змінена.

Перевезення чавуну в чушках здійснюється навалом на відкритому рухомому складі. Об'ємна маса при цьому $2,8-3,2 \text{ т/м}^3$, кут природного відкосу 48° . Чавун у чушках являється досить крихким вантажем, тому для зменшення втрат від биття при навантаженні і забезпечення схоронності полу вагону необхідно скидати чушки з висоти не більш $0,5 \text{ м}$. При розвантаженні чавуну з піввагону крізь люки гравітаційним засобом окремі чушки розламуються (загальні втрати до $1,5\%$), при цьому осколки що відлітають створюють небезпеку для робочих, які знаходяться в зоні розвантаження. Чушки чавуну являються пакетопридатними вантажами, їх можливо пакетувати без застосування піддонів. Стабільність пакету і можливість механізованого виконання вантажних операцій забезпечуються спеціальною формою чушки і обв'язкою проволокою або стрічкою. Чавун в чушках зберігають на відкритих спланованих площадках або під навісом.

Сталь та сталевий прокат пред'являють до перевезення у вигляді злитків та виробів з них, отриманих на прокатних станах металургійних підприємств. Розрізняють наступні види прокату: сортовий, листовий, спеціальний та труби. Сортковий прокат поділяється на простий та фасонний та включає в себе приблизно 20 основних підгруп. До простого прокату відносяться кругла, квадратна, кутова, полоsoва сталь та інші види відносно простого профілю готової прокатної продукції. Круглу та квадратну сталь випускають у вигляді прутків з найбільшим розміром до 200 мм при довжині прутка $3-10 \text{ м}$. Фасонний прокат – рейки, швелерні балки, а також інші досить складні за профілем види продукції прокатних станів. Звичайно вказані види прокату бувають довгомірні до $12-19 \text{ м}$, а рейки – до 25 м , що обумовлюють особливості навантаження та кріплення.

Листовий прокат включає дві групи: товстолистовий з товщиною листа $4-60 \text{ мм}$ та тонколистовий – $0,2 - 4 \text{ мм}$. Ширина та довжина листа може бути різних розмірів у відповідності до сортименту. До тонколистової сталі відносяться дахове залізо, листова хвильова сталь, біла та чорна жерсть.

Підготування прокату до перевезення залежить від розмірів, виду прокату, якості, обробки та специфічних вимог, які пов'язані з географічним положенням споживача. Прокат можна перевозити без упаковки окремими місцями, пачках, мотках, бухтах, пакетами та навалом. При підготовці прокату до перевезення або тривалому зберіганню необхідно враховувати чуткість виробів до зовнішніх впливів, яка підвищується з переходом виробничого процесу на більш високу ступінь. Таким чином напівфабрикати сталюого виробництва відрізняються незначною чутливістю, їх можна перевозити та зберігати без упаковки та інших захисних мiр, але окремі види високоякісних легованих сталей вимагають досить складної упаковки.

Умови та технологія складування сталюого прокату залежить від розмірів, способу заводської упаковки, партії та особливих властивостей вантажу.

На відкритих площадках зберігають балки великих розмірів та профілей, сталь тонколистову рядових марок, рейки, рейкові скріплення, труби сталюі великого діаметру, чавунні труби, фасонні частини до них. Висота штабелю залежить від способу виконання навантажувально-розвантажувальних робіт і може досягати 3-4 м. Прокат розміщують на башмачні або стоїчні стелажі, а також в штабеля на бетонні або дерев'яні основи щоб запобігти корозії при зіткненні з землею та для полегшення умов виконання навантажувально-розвантажувальних робіт. Між рядами прокладають прокладки товщиною не менш 40 мм.

Під навісом зберігають сортову конструкцію, гарячекатану конструкційну, листову сталь товщиною 4 мм і більше, тонколистову сталь рядових марок товщиною 1,9-3,9 мм, троси, проволочу великих розмірів. Для створення кращих умов зберігання та захисту від атмосферних опадів у таких навісів можуть бути дві-три стійки з досок. Порядок укладання в штабеля на зберігання аналогічно прийнятому для відкритих площадок.

Для запобігання металів, металовиробів та металоконструкцій від атмосферної корозії при транспортуванні та зберіганні використовують

різноманітні змазки, масла, обертання у волого непроникний папір та створюють спеціальний мікроклімат в геометричній упаковці виробу. Найбільш ефективним засобом подавлення корозійних процесів являється введення в агресивну середу та зміст смазок, масел, папіру інгібіторів – речовин, попереджуючих, гальмуючих або повністю подавляючи корозію. В якості інгібіторів використовують аміак, різноманітні алюмінієві основи, слабкі органічні та неорганічні кислоти.

Розрізняють летучі інгібітори, які знаходяться в газовій фазі, та контактні інгібітори, які входять до складу смазок і масел. Летучі інгібітори використовують у вигляді порошку, розчинів та парів. Порошок інгібітору у спеціальних тканинних мішечках розміщують усередині транспортної тари. Послідовно випаровуючись, інгібітор насичує весь об'єм, адсорбує на металевих поверхнях та утворює при з'єднанні з влагою захисну плівку. Аналогічний захисний процес проходить при використанні розчинів(спиртових, водних і водно-спиртових) та парів інгібіторів, які входять до герметичної упаковки.

Найбільш простим та економічним засобом боротьби з корозійними процесами являється обертання металевих виробів в папір, насичений інгібіторами. Використання двохбічної інгібірованого папіру вимагає додаткового обгортання виробу вологонепропускним папіром. Використання двохшарового інгібіторного папіру, другим шаром який являється поліетиленова плівка, виключає додаткову упаковку.

Вибір типу захисту від корозійних руйнувань залежать від властивостей виробів, а також умов зберігання та транспортування.

Засоби розташування на місця зберігання, а також складська переробка металів повинно забезпечувати їх якісну та кількісну схоронність, виключаючи можливість появи механічних ушкоджень. Особливу увагу необхідно приділяти довгомірним, тонкостінним, фасонним профілем металу, ті що легко піддаються деформаціям в процесі переробки та зберіганні. Прутки, штанги, листи чорних металів при зберіганні повинні знаходитись в

не навантаженому стані, що забезпечить запобігання їх від втомленого старіння та погіршення якостей.

Сортовий, фасонний та листовий прокат чорних металів при зберіганні у великих кількостях вкладають в стоїчні стелажі або в штабеля на дерев'яні, частіше шпальні основи. Іноді становлять спеціальні під штабельні основи із старих рейок, швелерів тощо, розкладених на бетонні подушки.

Невеликі партії сортового прокату чорних металів в прутках зберігають на консольних стелажах насипом або розкладеними на спеціальні піддони для довгомірних матеріалів. Окремі листи чорних металів зберігають на полочних стелажах.

Укладання чорних та кольорових металів, а також виробів з них безпосередньо на підлогу складу або на поверхню відкритої площадки без підкладок забороняється.

Складська переробка металів та металевих виробів здійснюється за прийнятою на складі схемою механізації. Так на відкритих площадках можуть бути застосовані залізничні крани, автомобільні крани на пневмоколісному або гусеничному ході, а також козлові і мостові крани та автонавантажувачі.

При механізованій складській переробки металопродукату, труб та металовиробів із застосуванням залізничних кранів на площадці, пристосованій для зберігання цих матеріалів, влаштовують одну або дві залізничні колії. В нашому випадку розташування двох колій одна з них використовується як підкранова, а іншій служить для подання вагонів під навантаження та розвантаження. Штабеля розташовані з одного боку від залізничної колії.

Схема механізованій переробки металопродукату із застосуванням автомобільних кранів або автонавантажувачів відрізняється тим, що на площадці для зберігання металу прокладають одну залізничну колію для постановки вагонів, а у впродовж нього улаштовують автомобільну дорогу для переміщення крану або автонавантажувача. Розташування штабелів та засоби

завантаження і вкладання металу ті ж самі що і при схемі механізації з використанням залізничних кранів.

При переробці металопрокату з використанням козових або мостових кранів розташування стелажів та штабелів на майданчику може бути паралельним або перпендикулярним підкрановим коліям в залежності від величини партії металу тих чи інших сорторозмірів, які підлягають переробці та зберіганню. Ширина проходів між штабелями приймається мінімальною (не більше 1м) тільки для проходу робітників складу та стропольщиків.

1.3 Технічне оснащення складів

1.3.1 Складське обладнання

Основні види обладнання, необхідного для механізованої переробки на складах металу: складська тара, стелажі, штабелюючі обладнання, напільні засоби переміщення металопрокату, обладнання для зважування, обв'язування та розв'язування в'язка металу.

Метали та металопродукція потребують для зберігання спеціальних пристроїв: стелажів, піддонів, бункерів та інше.

Основні вимоги, які пред'являють, до обладнання для зберігання матеріалів: повинна бути забезпечена якісна схоронність матеріалів та виробів. Кожну марку, сорт та розмір того чи іншого металу необхідно зберігати у відповідному стелажі, бункері тощо. В однієї комірці стелажа, бункеру не можна зберігати два та більше сортів та марок металів тому, що це ускладнює відпустку матеріалів, який викликає порчу та пересортування ; якісна схоронність матеріалу або виробу забезпечується тільки у тому випадку, якщо вмісті з корисним типом споруди для зберігання даного матеріалу буде прийнятий ще один відповідний тип стелажа або іншого пристрою;

При виборі типу стелажу або іншого пристрою необхідно намагатись , щоб забезпечувалась зручне вкладання та виймання матеріалу із стелажу або іншого пристрою за допомогою підйомно-транспортних механізмів, які використовуються на складі;

обладнання повинно дозволяти вкладати матеріали з одного боку, а опускати з іншого, забезпечує при чому прямопоточність надходження та відправлення матеріалів;

повинно бути забезпечене максимальне використання об'єму складу, стелажу або іншого пристрою зберігання;

конструкція стелажів та інших пристроїв в необхідних випадках їх ємність у зв'язку зі зміною кількості матеріалів які зберігаються;

конструкція стелажів та інших пристроїв повинна бути простою, легкою, дешевою, а необхідних випадках і збірно-розбірних.

Розміри комірки та стелажів приймаються в залежності від габаритів матеріалів, засобів їх вкладання та прийнятої організації та механізації внутріскладських робіт.

Обладнання для зберігання різних матеріальних цінностей залежить від фізико-хімічних властивостей вантажів.

Обладнання для зберігання металів складається з різних типів універсальних та спеціалізованих стелажів. Велике різноманіття стелажів, які використовуються, ускладнює роботу складу, знижується ефективність використання підйомно-транспортного обладнання.

Зараз метали та різноманітні вироби зберігаються на складах в основному в стелажах на піддонах.

Стелажі звичайно виготовляють з металу, деревини та змішані конструкції. В порівнянні з дерев'яними металеві стелажі мають ряд переваг: високу міцність та довговічність, можливість витримувати великі навантаження та безпека у пожежному відношенні. Металеві стелажі використовуються і для зберігання матеріалів та виробів на піддонах.

Універсальні стелажі використовуються для зберігання різноманітних вантажів та виробів.

Спеціальні стелажі призначаються для зберігання окремих видів матеріалів та виробів : прокату металу, труб, інструментів, різних деталей.

Для зберігання металу в прутках та труб застосовуються різні типи стелажів. Для горизонтального збереження сортового прокату металу та труб найбільш вжитими являються стоїчні та консольні стелажі, а також металеві скоби.

Стоїчні використовуються для зберігання великої кількості сортового металу та труб однієї марки профілю і розміру. Ємність комори таких стелажів може досягати 20-60 т та більше. Кількість окремих комор в стелажі приймається різна – від двох до п'яти. Такі стелажі можуть бути стаціонарними та пересувними. В стоїчні стелажі укладаються сортовий метал та труби за допомогою різних підйомно-транспортних механізмів, а тому вони рекомендуються для використання на механізованих складах.

Крім стоїчних стелажів на складах металу можливо використовувати і спеціальні металеві скоби. Скоби виготовляються із швелеру або товстих смуг металу. Ємність скоб звичайно використовуються виходячи з вантажопідйомності, які використовуються на складі підйомно-транспортних механізмів та досягають 5 т і більше. Для забезпечення великого навантаження на 1 м² площі складу скоби з одним і тим же металом можливо вкладати в декілька рядів за висотою. Використання скоб дозволяє більш ефективно використовувати підйомно-транспортні механізми.

Для зберігання невеликих кількостей окремих профілів і марок прокату та труб використовують консольні стелажі. Такі стелажі використовують на складах невеликого вантажообігу та ємності. Вони виготовляються з сортового металу та бувають стаціонарні та пересувні, одnobокі та двобічні.

Кількість комор в стелажі може бути різна. В більшості вони мають від 10 до 18 комор. Розміри нижніх комор стелажа звичайно більше верхніх. Середня ємність комори складає близько 3-5 т. При зберіганні прутків металу

та труб на відкритих складах такі стелажі можуть мати дах, яка охороняє від попадання на метал вологи. Консолі стелажу можуть бути горизонтальні та нахильні, які забезпечують механізацію вкладання та забирання металу різними кранами.

За мети підвищення коефіцієнта використання площі складу знаходять використання пересувні консольні стелажі. Такий стелаж складається з чотирьохколісного візка і консольного стелажу, укріпленого на ній. Нахилене положення комор стелажу дозволяє вкладати та забирати метал із комор, використовуючи різні крани. Для того щоб стелажі встановлювалися щільніше один до одного, передні колеса візку мають більш вузьку колію, чим задні. Кожен стелаж має привод з дистанційним управлінням.

На великих складах сортового металу та труб доцільно використовувати консольні стелажі з висотою вкладання металу до 12 м і більше.

1.3.2 Навантажувально-розвантажувальні машини та механізми

Для переробки металів на складах можуть використовуватися різні види підйомно-транспортних механізмів та пристроїв.

Зручність та економічна ефективність використання тих чи інших механізмів залежить від вантажообігу, характеру переробних матеріалів, їх ваги, габаритних розмірів та інших умов. Тільки ретельний аналіз та економічні підрахунки дозволяють встановити та вибрати найбільш вигідніший для даного складу тип підйомно-транспортної машини або іншого пристрою.

У якості підйомно-транспортного обладнання для переробки металопродукції на складах використовуються:

Мостові крани – для навантаження та розвантаження транспортних засобів (піввагонів, автомобілів тощо), механізації комплектуючих робіт на

відкритих та закритих складах та для обслуговування зон зберігання металопрокату на відкритих підкранових естакадах;

Козлові крани, стрілові залізничні та баштові крани-навантажувачі – на відкритих складах металу для навантаження та розвантаження вагонів та автомобілів, обслуговування зони зберігання вантажів та механізації комплектувальних робіт ;

Консольні пересувні електроталі – для навантаження та розвантаження автомобілів та механізації комплектувальних робіт на закритих складах металопрокату;

Мостові крани-штабілери – для обслуговування зон зберігання металопрокату, навантаження та розвантаження автотранспорту на закритих та відкритих складах металу;

Автонавантажувачі з бічним висувним вантажопідійомником – на відкритих складах металопрокату для обслуговування стелажів в зоні зберігання.

Козлові крани мають гратчасті ферми, які змонтовані на опорах-ногах. Переміщується кран за допомогою ходових візків по підкрановим коліям, які вкладені на пів шпалах на баласті. Козлові крани мають вантажопідйомність 1, 2, 3, 5, 15, 20, 30 та 50, а проліт – від 4 до 32 м.

Козлові крани великих прольотів дозволяють перекривати значні складські площини, залізничні колії та автодороги, забезпечує тим самим зручну організацію перевантажувального процесу. Живлення механізмів кранів здійснюється за допомогою тролей або кабелів котушки від перемінного току напругою 220/380 В.

Баштові крани використовують на відкритих складах для механізації навантажувально-розвантажувальних та складських робіт з металами, лісоматеріалами, сипучими вантажами тощо. Їх вантажопідйомність 5 – 10 т. Складаються крани з порталу, башти, опорно-поворотного пристрою вантажопідйомної стріли, противаги та механізмів підйому вантажів, повороту стріли та переміщення крану.

Існують багатообразні конструкції баштових кранів відрізняються одна від іншого улаштуванням башт, стріли, її підвісом, опорною частиною та місцем положення кабіни. Управління краном здійснюється з кабіни крану, де розташовується і все електроустаткування. Крани обладнаються обмежувачами вантажопідйомності, висоти підйому вантажу, переміщення крану по підкрановій колії. Портал крану в окремих конструкціях (при великих вантажопідйомностях) може пропускати залізничний состав по внутрішній колії нормальної колії.

1.3.3 Вантажозахватні пристрої

Вантажозахватні пристрої, які використовуються для перевантаження металопрокату на складах у відповідності з різними вантажопідйомними механізмами дуже різноманітні за своєю структурою.

Вантажозахватні пристрої для перевантаження металопрокату діляться на кліщеві, ексцентрикові, електромагнітні.

На складах застосовують такі види вантажезахватів: двохвитковий ланцюговий строп для листів металу з ексцентриковим захватом; клиновий вантажозахват для листа та захват для пачки листів; траверса для довгомірного металопрокату; штирьовий захват для бухт проволочи та стрічки; вантажопідйомний електромагніт.

Використовують електромагніти постійного струму напругою 220 В, круглої (типу М) та прямокутної форми (типу МП). Вантажопідйомність їх досягає 10 т. Для використання вантажопідйомних електромагнітів на кранах встановлюється додаткове обладнання – спрямовувач току. Електромагніти використовують для перевантаження чушкового чавуну, лому чорних металів, металевої шихти для ливарних цехів, листової сталі.

Також використовується вантажозахватний пристрій для труб з магнітами та страхуючими захватами.

1.4 Управління роботою складу та транспорту

Основна задача управління складським хазяйством складається в досягненні високих результатів з найменшими витратами, забезпечувати найбільш ефективного використання матеріальних, трудових та фінансових ресурсів.

У відповідності з виконуваною на складі роботою та транспортно-експедиційним обслуговуванням створюються відділи: оперативний, транспортний, господарський, бухгалтерія тощо. На складі при малому об'ємі транспортно-експедиційної роботи транспортний та господарський відділи з'єднують в один.

Загальне керівництво складом здійснює начальник. В його безпосередньому підпорядкуванню знаходяться : бухгалтерія, юрисконсульт, інспектор по кадрам. У начальника можуть бути один чи два заступника в залежності від об'єму та особливостей роботи складу.

Начальник складу та його заступники повинні забезпечити виконання завдань по реалізації матеріальних фондів та децентралізованих заготовок матеріалів та виробів у співвідношенні із завданням служби матеріально-технічного забезпечення, а також своєчасне та ритмічне забезпечення матеріалами підприємств (цехів), які знаходяться у складу на постачанні.

Для забезпечення виконання завдань керівники складу розробляють та здійснюють заходи по удосконаленню організації складського хазяйства та збереженню матеріальних цінностей, раціональному використанні складських приміщень та транспортних засобів, покращенню організації навантажувально-розвантажувальних та транспортних робіт, механізації цих робіт та скороченню простоїв транспортних засобів під навантаженням чи розвантаженням, підвищенню продуктивності праці. Вони організують вивчення та використання передових заходів роботи, досягнень науки та техніки.

Основними структурними підрозділами матеріального складу є спеціалізовані склади. Безпосереднє керівництво спеціалізованим складом здійснює завідувач цим складом. В його віданні знаходяться завідуючі секціями, старші комірники та комірники, пакувальники та робочі складу. На великих складах можуть бути контролери, які приймають матеріали за якістю та комплектності.

Завідуючий складом організовує та здійснює приймання матеріалів, які надходять, розміщення їх на складі, зберігання та відпускання. Він повинен знати основні властивості матеріалів та виробів, які підлягають зберіганню на складі, їх виробниче призначення, умови зберігання та засоби вкладання, порядок обліку та поводження з ними при навантаженні, розвантаженні, транспортуванні, упакуванні та розпакуванні. В обов'язки завідуючого складу входить також організація праці робітників складу, створення умов для їх високопродуктивної роботи. Він не повинен допускати простоїв поверх встановлених норм рухомого складу, який прибуває під навантаження, розвантаження. Повинен здійснювати щоденний контроль за справним станом приміщень складу, його устаткуванням, вагових приладів, знарядь, безпекою проведення навантажувально-розвантажувальних робіт.

Завідуючий складом, завідуючий коморами являються матеріально-відповідальними особами. Вони відповідають за кількісну та якісну збереженість матеріальних цінностей, прийнятими на зберігання.

Матеріально-відповідальні особи ведуть облік матеріальних цінностей у відповідності з діючими інструкціями та вказівками, проводять вибіркові перевірки наявності матеріальних цінностей та беруть участь в проведенні інвентаризації матеріалів та виробів, які знаходяться на складі, порівнюючи фактичну їх наявність з обліковими документами.

Завідуючі складами, коморами, як матеріально-відповідальні особи підписують всі первісні документи по прийманню та відправленні матеріальних цінностей. Без їхнього підпису первісні документи являються не дійсними. Про нестачу та псування, зникнення матеріальних цінностей, а

також про нещасні випадки, які трапились на складі, завідуючий складом повинен негайно сповідати начальнику складу.

Оперативний відділ складу здійснює реалізацію матеріальних фондів та децентралізовану заготівлю матеріалів, устаткування та виробів за затвердженим планом, а також контролює виконання плану матеріально-технічного постачання. Робітники відділу складають специфікації на поставку продукції, складають договори з постачальниками, ведуть контроль за постачанням, беруть участь в комісіях по прийняттю матеріалів на склад, документально оформлюють поставку, здійснюють контроль за правильним розташуванням та зберіганні матеріальних цінностей, слідкують за виконанням норм запасів та наявності необхідного асортименту матеріалів та виробів на складі, виявляють наднормативних та неходових матеріалів та приймають міри до їх реалізації. Крім цього, вони оформлюють документи на відправлення та доставку матеріалів споживачам і ведуть облік та звітність по виконанню плану реалізації виділених фондів, плану матеріально-технічного постачання.

Бухгалтерія веде облік матеріальних цінностей, розрахунки з постачальниками та споживачами за матеріали та різні послуги по централізованій доставці матеріалів, а також розрахунки по заробітній платі з робітниками складу. Вона здійснює контроль за станом матеріальних запасів на складі, оформлює застави банку, здійснює аналіз розходів за витратами обертання та господарсько-фінансової діяльності складу, бере участь у проведенні інвентаризації матеріальних цінностей та основних фондів, які знаходяться на балансі матеріального складу, та інвентарю.

На відділеннях залізниць бухгалтерія виконує ті ж самі функції, але до її складу входить ще й обліково-контрольна група в кількості 2 – 3 чоловік.

Договірно-правовими питаннями на терміналах займається юрисконсульт. До його зобов'язань входить перевірка правильності підписання договорів з постачальниками, оформлення судових та арбітражних справ, участь при розгляданні позовних заяв складу в арбітражах та судах.

На складах відділов матеріально-технічного забезпечення цю роботу виконує оперативна група сумісно з юридичним відділенням дороги.

Транспортний відділ здійснює всю транспортно-експедиційну роботу за доставкою матеріалів від постачальників, доставці їх місцевим та відвантаження лінійним споживачам. Цей відділ складає заявки на подання вагонів та автотранспорту, розробляє графіки доставки матеріалів споживачам та графіки роботи підйомно-транспортного обладнання та автомобілів, організовує подання вагонів на склад для навантаження і розвантаження матеріалів, прибирання їх з території складу, забезпечує навантажувально-розвантажувальні роботи та переміщення матеріалів на території складу, організовує роботу автотранспорту машин та механізмів. Крім цього, транспортний відділ оформлює всі необхідні транспортні документи, інформує споживачів про доставку вантажів, реєструє вантажі, які прибувають до складу.

На терміналах з великим об'ємом транспортно-експедиційної роботи цей відділ безпосередньо підпорядковується заступнику начальника терміналу.

Основними робітниками транспортного відділу являються диспетчер, механік, експедитори, приймальники вантажу, водії, вантажники тощо.

У відомі транспортного відділу знаходяться маневрові засоби, автомобілі, крани, навантажувачі та інші підйомно-транспортні механізми та прилади. Для ремонту та утримування технічних засобів в справному стані є гараж, а також зарядна станція та механічні майстерні.

Господарський відділ виконує роботи по утриманню та ремонту складських, виробничих та службово-побутових приміщень та споруджень матеріального складу, по утриманню та ремонту залізничних колій, автомобільних шляхів та інших комунікацій. На цих роботах зайняті інженери та техніки споруд, будівельні та інші робочі.

Господарському відділу підпорядкована тарна майстерня по ремонту та виготовленню тари. Крім того, у веденні цього відділу знаходиться сторожова

та пожежна охорона, яка охороняє склад, здійснює контроль за вивозом та виносом матеріальних цінностей з його території, слідкувати за станом протипожежних засобів та пожежної безпеки.

Важливою умовою успішної роботи всіх підрозділів терміналу являється добре організоване оперативне керування його роботою – безпосереднє управління технологічним процесом.

Оперативне керівництво повинно бути направлене на своєчасне та повне виконання складом планових завдань по товарообігу та досягненню високих якісних показників. Воно передбачає чітке розподілення функцій окремих підрозділів складу та правильне розподілення праці між всіма робітниками. Труд робочих, службовців, інженерно-технічних робітників організовується так, щоб кожен мав закріплену за ним ділянку роботи, інструмент, машину тощо, та ніс за собою відповідальність за свою роботу. Зобов'язання робітників регламентуються доленосними інструкціями, які, крім того, визначають відповідальність та необхідні знання робітників.

В організації оперативного керівництва значний вплив має добре налагоджений зв'язок керівництва складу із всіма його підрозділами, а також підрозділів між собою, з постачальниками матеріалів, транспортними організаціями та споживачами. Велике значення має також точна та своєчасна інформація про підхід вантажів, поданні вагонів та автомобілів під навантаження та розвантаження, про наявність підготовлених до розвантаження матеріалів та відвантаження їх споживачам, про наявність матеріалів на складі тощо. Оперативне керівництво включає щоденний контроль за надходженням матеріалів на склад, їх відвантаженням, виконанням постачальниками договірних зобов'язань по постачанням, своєчасному вивозі від постачальників особливо важливих та дефіцитних матеріалів, правильного приймання матеріальних цінностей їх розміщенням та зберіганням на складі.

Чіткість роботи складу в багатьох випадках залежить від оперативного керування транспортними та навантажувально-розвантажувальними

операціями, здійснюється диспетчером транспортного відділу. Диспетчер повинен мати пряму телефонну лінію з всіма підрозділами складу, постачальниками, споживачами та транспортними організаціями. Маючи всебічну інформацію про підводження вантажів та роботі автотранспорту, він слідкує за своєчасним поданням під навантаження та розвантаження вагонів, вивозом їх з території складу по закінченню навантажувально-розвантажувальних робіт, ведеться контроль за їх ходом, за виконанням графіків доставки матеріалів споживачам, передає їм інформацію про час доставки або вивантажені матеріалів.

Важливим засобом виконання технологічного процесу роботи складу являються правила внутрішнього трудового розпорядку, затверджені начальником складу. Правила встановлюють час початку та закінчення роботи, час обідньої перерви, відпускання матеріалів.

1.5 Постановка задач роботи

Організація труда на терміналах та базах матеріально-технічного забезпечення має мету планомірного та раціонального використання робочого часу працюючих для забезпечення високої продуктивності при одночасному покращенню умов праці. Впровадження нової техніки та технології обумовлює необхідність удосконалення форм організації праці. На сучасному рівні розвитку техніки та технології виробництва складських робіт з'являється необхідність впровадження наукової організації труда.

Під науковою організацією труда в складському хазяйстві слід розуміти сукупність організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, які дозволяють кращім чином з'єднати техніку та людей в єдине ціле в транспортно-складському процесі, який забезпечує найбільш ефективне використання робочого часу та матеріальних ресурсів, підвищити продуктивність труда, створити сприятливі умови для роботи.

Наукова організація труда в складському хазяйстві базується на використанні прогресивних засобів механізації та передової технології виконання складських робіт.

Процес моделювання роботи автотранспортно-складської системи на комп'ютері відносно трудомісткий, що являється основною причиною відмовлення від нього дослідників та практичних працівників. Витрати часу та праці на розробку моделі (хоча та себе і багаторазово окупить) названих працівників не приваблює.

В той же час принципіальний пристрій обслуговуючих систем в багатьох складових аналогічно, а деякі частини (блоки) системи практично однакові.

Дослідження показали, що, наприклад, такі блоки моделі, як прибуття автомобілів на вантажний пункт, їх диспетчерське обслуговування, обслуговування вантажними операціями, процес виходу з ладу обслуговуючих пристроїв, робота складів та вантажних площадок аналогічні в технологічних процесах широкого класу задач. Звідси народилася ідея типізації імітаційного моделювання та стандартизації основних блоків імітаційної моделі. Далі ця ідея буде розвита на прикладі задачі моделювання автомобільно-залізничного перевалочного пункту (ПП).

Необхідність освоєння теорії та практики імітаційного моделювання на прикладі рішення окремих задач являється особливістю розглянутого інструмента дослідження. Обробка вихідних даних здійснюється за правилами математичної статистики. Основним в цієї частині концепції імітаційного моделювання є закон великих чисел, який в свою чергу, є основним законом теорії імовірності. Вид пропонованих моделей можна віднести до класу статистичних.

Особливістю метода імітаційного моделювання є обов'язкова умова використання комп'ютерів. Це допускає математичну формалізацію дослідного процесу. Математична уява моделі складається з таких елементів, як параметри, характеристики тощо. Практичною реалізацією моделі є блок-схема її алгоритму та програмне забезпечення останнього [5].

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Побудова імітаційної моделі роботи складу металу КЕМЗ «іскра»

Перед початком моделювання підсумовуємо вихідні дані, які включають в себе :

- існуючу структуру системи в цілому та складаючи її видів транспорту;
- загальний вантажопотік на розрахункові терміни, розподіл за видами вантажів, напрямками руху.

Після підбору та встановлення вихідних даних починається процес імітації, який складається з пропускання потоків через систему з перевіркою можливості послідовного прийому заявок у даний елемент або при відсутності такої можливості.

Сутність моделювання складається у виявленні можливості прийняття на обслуговування заявок послідовно розташованих елементів технологічних каналів або відмовлення в обслуговуванні (накопичування в очікуванні). Але багато-чисельні пристрої не дають можливість послідовного набору заходів та передбачають "прорахування" на ЕОМ всього технологічного циклу від прибуття вагонів до відправлення за різноманітними розглянутими варіантами з подальшим їх порівнянням за кількісними та якісними показниками та критерій ефективності.

Модель транспортного процесу імітуємо на ЕОМ реальний процес роботи вантажного двору з врахуванням обмежень, які накладаються на цей процес різноманітними умовами та особливостями роботи систем, структури транспортного потоку, наявності який є в розпорядженні ресурсів, вимог виробництва та взаємодія факторів, які вказують вплив на транспортний процес.

При описанні технологічного процесу роботи вантажного двору ретельно вивчають структуру та особливості роботи наступних елементів транспортної системи:

- під'їздних колій : характер і розмір вантажообігу за прибуттям та відправленням ;
- станцій, постів, з'єднувальних колій. При цьому повинні враховуватись особливості зовнішнього транспорту тому, що можливо велике надходження масових вантажів маршрутами або немаршрутизованого потоку;
- надходження вантажених та порожніх автомобілів на вантажний двір;
- їх диспетчерське обслуговування;
- подання під навантажувально-розвантажувальні операції;
- навантажування та розвантажування автомобілів;
- надходження вантажу з вагонами або пустих під навантаження;
- проходження вантажів крізь склад.

Основний технологічний процес обробки автомобілів на вантажному дворі моделюються сумісно з імітацією умов , в яких цей процес протікає, у тому числі і умов імовірного характеру.

В цієї частині моделі імітуються :

- внутрішньодобова , внутрішньотижнева , та сезонна нерівномірності вхідного потоку;
- нерівномірності передачі вантажів на залізницю і назад;
- режим роботи вантажного двору і автотранспорту;
- потужність обслуговувальних засобів на різних фазах обслуговування автомобілів, у тому числі кількість диспетчерів, вагових пристроїв і навантажувально-розвантажувальних механізмів;
- їх продуктивність та надійність;
- розподілення тривалостей обслуговування;
- ємкість складів;
- об'єми прямого варіанту вантажних робіт.

Розглядається модель яка відноситься до класу статистичних, що передбачає збір великого об'єму статистичного матеріалу спостереження з їх послідовної обробки за правилами математичної статистики.

Основною метою реалізації подібних моделей є визначення залежності між параметрами досліджуваної транспортно-складської системи (числом і продуктивністю обслуговуваних пристроїв, ємність складів або вантажних площадок, режимом робочого дня учасників розглядаємого процесу, тощо). Докладний перелік параметрів дослідної транспортно-складської системи та характеристики які відбуваються в системі процесів (простій автомобілів в очікуванні обслуговування, числом автомобілів які обслужені, простоями технічних засобів в очікуванні роботи, тощо)

Умовами адекватності проектованої моделі реальному дослідному процесу являється використання в моделі закономірності, які мають місце в процесі.

Ці закономірності виявляються шляхом статистичної обробки спостережень за всіма елементами моделюючої системи. Ці спостереження умовно розділені на детерміновані та імовірні. В залежності від цього використовується той чи інший механізм обробки. Результатом обробки спостережень являються гістограми і таблиці моделювання, останні вводяться в пам'ять комп'ютера та використовуються для імітації того процесу, який закладений в підготовку відповідних таблиць.

Таблицями детермінованих подій являються таблиці розкидів внутрішньодобової, внутрішньотижневої, та сезонної нерівномірностей вхідних автомобільних потоків. Крім цих, як правило, на вантажному дворі мають місце вхідні потоки порожніх автомобілів, порожніх та навантажених вагонів.

Таблицями імовірних подій, наприклад, являються таблиці розподілення кількості вантажу, який прибуває або убуває з одним автомобілем або розподілення інтервалів між послідовними відмовами навантажувачів та тривалості їх встановлення.

Найбільш узагальнюючим критерієм є вартісний – мінімум суми експлуатаційних і капітальних, зведених до експлуатаційних витрат, які мають місце на вантажному дворі. Находження цього мінімуму забезпечується

багатоваріантними розрахунками на комп'ютері. Чисельне значення параметру системи, відповідне самому "дешевому" варіанту, і являє собою оптимальне.

Вхідні потоки вимоги на обслуговування в загальному виді відносяться до імовірних процесам. Вони можуть бути потоками одиниць транспортних засобів та потоками моменту початку та закінчення яких-то подій (як правило, моментів відмови в роботі та встановлення обслуговуючих пристроїв).

Транспортні вхідні потоки – це потоки автомобілів, вагонів, автопоїздів. Вони характеризуються двома складовими: за часом та за величиною.

Не стаціонарність за часом є однією із найважливіших при знаків вхідних потоків автомобілів та автопоїздів.

Значна не стаціонарність автомобільних вхідних потоків за часом можна пояснити нерівномірною роботою автотранспорту протягом доби. Днем інтенсивність його роботи відносно велика. Вночі вона різко спадає або зовсім зникає.

Вхідні потоки вантажовідправника складаються з первісного потоку – потоку автомобілів, які надходять з стоянки під перше навантаження, та основного потоку – потоку автомобілів, які надходять до вантажовідправника після обробки його у вантажоодержувача. В сукупності ці потоки складають загальний вхідний потік. У вантажоодержувача першоначальний потік відсутній, а поняття основного та загального потоків ідентичні.

В розрізі тижня потоки транспортних засобів суттєво розрізняються в робочі та вихідні дні, року – сезонні відмінності.

Факт наявності трьох видів нерівномірностей автомобільних потоків (внутрішньодобова, внутрішньотиждєвова та сезонна) накладає ряд специфічних вимог на дослідження вхідних потоків, методику збору вихідних даних та їх статистичну обробку, а також на методичні умови імітації вхідних потоків на ЕОМ.

На процес проходження вантажів через термінал, обмеження лягають наступними параметрами: середніми інтенсивностями вхідних потоків

вантажних та порожніх автомобілів, числом вантажних пристроїв, ємністю складу, тривалістю робочих змін вантажників, числом та продуктивністю диспетчерських, продуктивністю та надійністю роботи вантажних пристроїв тощо.

Досліди показали, що кожний параметр системи оказує вплив на чисельні значення характеристик транспортно-виробничих процесів, які протікають в дослідній системі (простой рухомого складу в очікуванні тих чи інших операцій, на кількість оброблених за робочу зміну автомобілів та вантажів, швидкість проходження останнього через вантажний об'єкт та інше).

Однак не тільки значення параметрів впливають на величину характеристик. Другою важною особливістю розглянутої функціонального зв'язку є то, що значення характеристик транспортно-виробничої системи залежать також від нерівномірності протікаючих на моделюючому об'єкті процесів, головним чином, нерівномірності вхідних потоків вимог на обслуговування.

Подібні нерівномірності можуть бути оцінені чисельно але не у вигляді значень, а у вигляді функцій, заданих, як правило, в табличній формі і тільки шляхом внутрішніх алгоритмічних прийомів.

Суттєвість застосованого Δt методу, де роль Δt грає D , заключена в оптимізації одного якого-небудь параметру або з метою знаходження оптимального співвідношення параметрів в групі за часовими показниками.

Слід звернути увагу на важливість вибору чисельного значення такту D . Чім менше величина перевірного такту D , тим точніше рішення задачі, однак при цьому зростають витрати часу реалізації на комп'ютері. Якщо нижня границя величини D може бути практично любою, то верхня обмежується значенням мінімального інтервалу між моментами появи імітованих на комп'ютері подій. До цих подій відносять:

1. Моменти надходження автомобілів $t_{a1}, t_{a2}, \dots, t_{ai}, \dots$ умовно враховується, що перший автомобіль прибуває в момент $T_{ан}$. Наступний

автомобіль появиться через інтервал E_1 . Тобто $t_{a2}=t_{a1}+E_1$. Тут кожен раз значення E визначається із допомогою таблиці розподілу інтервалів між послідовно прибуваючими автомобілями $F_{n1}(E)$, яка скоректована на коефіцієнти обліку внутрішньодобової Z , внутрішньотижневої J та сезонної L нерівномірностей. Подібним чином визначаються моменти $t_{a3}, t_{a4}, \dots, t_{ai}, \dots$

З'явившись в момент t_{ai} завантаженому автомобілю надається величина маси прибувшого з ним вантажу q_i . Величина q_i визначається по таблиці розподілу кількості вантажу, перевози мого одним автомобілем $F_{n3}(q)$.

Тривалість розвантаження автомобілю та відповідно зайнятості вантажного пристрою визначається за формулою:

$$\tau_{ai} \leftrightarrow \frac{q_i}{v}, \quad (2.1)$$

де v – продуктивність вантажного пристрою, т/год

$$t_{a6} = \frac{20}{60} = 0,3 \text{ год}$$

Аналогічним чином імітуються надходження та обробка порожнього автомобілю. Моменту t_j прибуття порожнього автомобілю додається кількість вантажу, який убуває з цим автомобілем q_j , яке подібним чином визначається $F_{n4}(g)$.

2. Моменти виходу з ладу вантажних пристроїв

$$t_{r1}, t_{r2}, \dots, t_{re}, \dots, \quad \text{де} \quad t_{re} = t_{r(e-1)} + j_{re} \quad t_0 = t_{r1} = T_{rn} + j_e^r / 2$$

Тут величина j_e^r визначається за таблицею розподілення випадкових значень інтервалу виходу з ладу вантажних пристроїв.

Кожному моменту t_e^r також присвоюється тривалість простою вантажного пристрою в ремонті. Імовірна величина t_{re} визначається за таблицею $F_{n6}(t^r)$ розподілення тривалостей простою вантажних пристроїв в ремонті.

3. Моменти зміни внутрішньодобової інтенсивності вхідних автомобільних потоків $T_{c1}, T_{c2}, \dots, T_{cy}, \dots, T_{ck}$, де $J_{c1} = T_{c2} - T_{c1}$ перший інтервал стаціонарного стану вхідного потоку автомобілів; $T_{ck} = T_{ak} - J_{cr}$ – останній момент зміни інтенсивності вхідного потоку автомобілів.

Чисельне значення інтервалу J_{cy} імовірно і може бути різним в діапазоні $T_k - T_n$, однак опит довів, що з незначною втратою в точності рішення задачі можна прийняти значення постійними та цим забезпечити значне спрощення роботи по обробці вихідних даних, алгоритмізації та програмуванню моделі.

4. Моменти зміни внутрішньотижневої інтенсивності вхідних автомобільних потоків.

Нерівномірності автомобільних потоків можна пояснити тим, що, як правило, у вихідні дні, суботу та неділю водії відпочивають та не працюють деякі об'єкти транспортного обслуговування. Мають місце циклічні повторювальні послідовності $J_1, J_2, J_3, \dots, J_y, \dots, J_7$ відносних добових інтенсивностей.

В подібній постановці задачі моменти зміни внутрішньотижневої інтенсивності автомобільного потоку T_{ny} визначається наступним чином:

$$T_{n1} = 0$$

$$T_{n2} = T_{n1} + 24$$

$$T_{ny} = T_{n(n-1)} + 24$$

$$T_{n7} = T_{n6} + 24$$

Відносна добова інтенсивність враховується в долях одиниці. Середньодобова інтенсивність $J_{cp} = 1,000$, в той же час $J_1 + J_2 + \dots + J_7 = 7,000$.

5. Моменти зміни сезонної інтенсивності вхідних автомобільних потоків

Причини сезонної нерівномірності вантажних потоків заключається в сезонній нерівномірності функціонування виробничих підприємств, зв'язаного, в основному з сезонністю в роботі суміжних видів транспорту та ряді інших факторів.

Моменти зміни сезонних інтенсивностей автомобільних потоків не прив'язані до моментів зміни місяців. В цьому значенні внутрішньо річна нерівномірність схожа на внутрішньодобову. Без суттєвих погрешностей в кінцевих результатах розрахунків можна прийняти, що моменти зміни внутрішньо річних інтенсивностей вантажних потоків T_r співпадають з першими днями місяців.

Тобто інтервали існування постійних інтенсивностей завжди дорівнюють 30 добам (720 часів). В цьому випадку має місце послідовність відносних місячних об'ємів вантажних перевезень $Q_{m1}, Q_{m2}, \dots, Q_{m1}, \dots, Q_{m12}$ та послідовність моментів зміни сезонних інтенсивностей $T_{m1}, T_{m2}, \dots, T_{m1}, \dots, T_{m12}$. Також буде мати відносний середньомісячний потік

$$Q_{mcp} \Leftrightarrow \Leftrightarrow \frac{\sum Q_{ml}}{12} = \Leftrightarrow 1,000, \quad (2.2)$$

де $Q_{m1} + Q_{m2} + \dots + Q_{m12} = 12$;

$$Q_{mcp} = \frac{0,6 + 0,7 + 0,8 + 1 + 1,2 + 1,5 + 1 + 1,1 + 1 + 1,1 + 1,1 + 0,9}{12} = 1$$

6. Особливе місце в імітаційному моделюванні займає визволення обслуговуючого пристрою (вантажних механізмів, вагових, диспетчерських) від обслуговуючої операції – t_{ocb} .

Про момент звільнення обслуговуючого пристрою можна узнати в процесі реалізації моделі за появою признака $T_i > t_{ocb}$. Це означає, що в момент $T_{(i-1)}$ пристрій ще не звільнений, а в момент T_i вже вільне.

Фактично, воно звільнилось в інтервалі $T_i - T_{(i-1)}$. Враховуючи що подія зміни стану пристрою в процесі реалізації моделі носить масовий характер і те, що розподілення моментів t_{ocb} в діапазоні $T_i - T_{(i-1)}$ можна розглядати як рівномірне, що кожен раз звільнення пристрою здійснюється в середині інтервалу $T_i - T_{(i-1)}$. Величина цього інтервалу дорівнює D :

$$t_{ocb} = T_i + J_{xm} - D/2 \quad (2.3)$$

$$t_{ocb} = 30 + 7 - 0,02/2 = 36,99 \text{ хв.}$$

Подібний запис моментів визволення обслуговуваних пристроїв від обслуговуючої операції є універсальним.

Очевидно, що для побудови будь-якої частини моделі необхідна система правил (принципів), які дозволяють конкретно здійснити процес формалізації виробничих систем [2].

2.2 Моделювання випадкових величин роботи складу

Під імітацією розуміється чисельний метод проведення машинних експериментів з математичними моделями, котрі описують поведінку складних систем протягом тривалого періоду часу.

Суть імітаційного моделювання полягає у тому, що замість аналітичного опису взаємозв'язків між входами, станами і виходами системи будують алгоритм, який відбиває послідовність розвитку внутрішніх процесів досліджуваного об'єкту, а потім "програють" поведінку об'єкту на ЕОМ.

Основою будь-якого імітаційного експерименту на ЕОМ є модель системи, що імітується. Також як і в натурному експерименті задають зовнішні дії, після чого модель "розвивається" і функціонує за своїми законами, котрі реалізуються у вигляді програм на ЕОМ. Дослідник з допомогою ЕОМ реєструє результати різних зовнішніх дій на модель. При цьому виконується справжній експеримент, який відрізняється від звичайного лише тим, що він проводиться не з самим об'єктом, а з його моделлю.

Імітаційна модель - це розрахункова процедура, яка формалізовано описує досліджуваний об'єкт і імітує його поведінку. Для імітаційного

моделювання характерним є імітація елементарних явищ, які складають досліджуваний процес при зберіганні їх логічної структури, послідовності протікання за часом, характеру і складу інформації щодо станів процесу. Модель за своєю формою є логіко -математичною (алгоритмічною).

Моделювання процесу можливе тільки в такому випадку, коли для нього побудовано чіткий формальний опис, котрий враховує основні закономірності процесу і діючі фактори.

Імітаційне моделювання у загальному випадку включає наступні основні етапи:

- а) постановка задачі і визначення мети моделювання;
- б) змістовний опис системи (об'єкту) або процесу і побудова формалізованої схеми;
- в) формулювання і побудова математичної моделі.
- г) розробка схеми моделюючого алгоритму.
- д) планування машинних експериментів.
- е) проведення машинних експериментів.
- ж) аналіз результатів моделювання і розробка висновків за одержаними даними.

В основі імітаційного моделювання лежить метод статистичних випробувань (метод Монте-Карло), який базується на використанні випадкових чисел, тобто можливих значень деякої випадкової величини з заданим розподілом ймовірностей. Кожного разу, коли на хід модельованого процесу впливає випадковий фактор, його вплив імітується за допомогою спеціально організованого розіграшу ("жеребу"). Таким чином, будується одна реалізація випадкового явища, котра відтворює якби результат одного досліду. В процесі моделювання формується велике число реалізацій.

Із вище зазначеного виходить, що суть метода статистичного моделювання зводиться до побудови для процесу функціонування Досліджуваної системи деякого моделюючого алгоритму, який імітує поведінку і взаємодію елементів системи з урахуванням випадкових вхідних дій і дій зовнішнього

середовища , і реалізації цього алгоритму з використанням програмно-технічних засобів ЕОМ.

Щоб дослідити сезонну нерівномірність надходження вантажу до транспортно-складського терміналу слід обробити статистичні дані за допомогою програм "Statistica" та "Excel". Результати обробки статистичних даних наведені в таблиці 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Об'єми заявок металу

Місяці	Одержувачі, т			
	№1	№2	№3	№4
1 Січень	219,9	113,3	71,1	726,4
2 Лютий	375,0	331,5	85,6	672,2
3 Березень	325,0	220,5	95,0	983,1
4 Квітень	446,7	61,8	94,4	683,0
5 Травень	470,0	175,7	60,1	1048,8
6 Червень	172,8	105,0	69,0	642,8
7 Липень	282,5	81,6	55,2	626,8
8 Серпень	141,5	96,5	63,0	650,0
9 Вересень	396,3	127,3	49,8	627,5
10 Жовтень	417,5	131,5	79,3	781,8
11 Листопад	450,0	179,4	86,8	891,5
12 Грудень	611,8	152,5	71,3	906,8

До терміналу надходять листи металу та труби, тому відпускання вантажів з терміналу здійснюється за заявками одержувачів у відповідному об'ємі (метал в тоннах, труби в метрах).

Таблиця 2.2 – Об'єми заявок труб

Місяці	Одержувачі, м			
	№1	№2	№3	№4
1 Січень	2950,000	1268,000	698,000	486,850
2 Лютий	2834,000	830,000	764,000	334,000
3 Березень	1150,000	500,000	425,000	529,000
4 Квітень	1732,000	1000,000	445,000	552,870
5 Травень	1765,000	330,000	467,000	1450,000
6 Червень	1637,000	650,000	372,000	920,000
7 Липень	1350,000	1255,000	516,000	600,000
8 Серпень	1805,000	780,000	637,000	885,000
9 Вересень	2046,550	870,000	415,000	1040,500
10 Жовтень	2250,000	1010,650	700,000	975,000
11 Листопад	3905,300	2205,000	918,000	1350,550
12 Грудень	4105,000	3160,000	1050,000	1630,000

За даними таблиць будуємо графіки розподілу металів та труб кожному одержувачу на протязі усього року. На графіках видно, що влітку відбувається менше заявок внаслідок падіння виробництва, тому попит як на метал так і на труби невеликий. На початку року спостерігається хаотичне коливання об'ємів заявок. Але починаючи з 9-го місяця вантажопотік збільшується по кожному з одержувачів з кожним місяцем.

В процесі вивчення статистичного матеріалу постає задача визначення об'єму вибірки. Суть даної задачі полягає у тому, що об'єм вибірки повинен бути достатньо представницьким і характеризувати стан досліджуваного об'єкту.

При побудові статистичного ряду неперервної випадкової величини весь діапазон спостережень розбиваємо на інтервали. Величина інтервалу визначається за формулою Стреджерса:

$$I = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3.222 * \lg n} \quad (2.4)$$

де $x_{\max}$ – найбільше значення із n спостережень;

$x_{\min}$ – найменше значення із n спостережень;

n – кількість спостережень.

В процесі вивчення статистичного матеріалу та визначення емпіричного розподілу дискретної випадкової величини необхідно розрахувати частість.

Відповідно величина інтервалу для першого одержувача:

$$I = \frac{26 - 1}{1 + 3,222 * \lg 51} = 4$$

для другого одержувача

$$I = \frac{29 - 1}{1 + 3,222 * \lg 34} = 3$$

третього одержувача

$$I = \frac{18 - 1}{1 + 3,222 * \lg 35} = 2$$

четвертого одержувача

$$I = \frac{15 - 1}{1 + 3,222 * \lg 76} = 2$$

Таблиця 2.3 – Емпіричний розподіл неперервної випадкової величини першого одержувача

№ інтервалу	Межі інтервалу	Частота попадання результатів спостережень в інтервал	Відносна частота (частість)
1	1 – 4	23	0,45
2	4 – 8	13	0,25
3	8 – 12	5	0,09
4	12 – 16	5	0,09
5	16 – 20	1	0,019
6	20 – 24	1	0,019
7	24 – 28	2	0,039

Таблиця 2.4 – Емпіричний розподіл неперервної випадкової величини другого одержувача

№ інтервалу	Межі інтервалу	Частота попадання результатів спостережень в інтервал	Відносна частота (частість)
1	1 – 3	9	0,24
2	3 – 6	11	0,32
3	6 – 9	4	0,12
4	9 – 12	4	0,12
5	12 – 15	3	0,09
6	15 – 18	1	0,029
7	18 – 21	2	0,06
8	21 – 24	1	0,029
9	24 – 27	1	0,029
10	27 – 30	1	0,029

Таблиця 2.5 – Емпіричний розподіл неперервної випадкової величини
третього одержувача

№ інтервалу	Межі інтервалу	Частота попадання результатів спостережень в інтервал	Відносна частота (частість)
1	1 – 2	8	0,229
2	2 – 4	6	0,171
3	4 – 6	4	0,114
4	6 – 8	3	0,086
5	8 – 10	5	0,143
6	10 – 12	3	0,086
7	12 – 14	3	0,086
8	14 – 16	2	0,057
9	16 – 18	2	0,057

Таблиця 2.6 – Емпіричний розподіл неперервної випадкової величини
третього одержувача

№ інтервалу	Межі інтервалу	Частота попадання результатів спостережень в інтервал	Відносна частота (частість)
1	1 – 2	28	0,368
2	2 – 4	17	0,224
3	4 – 6	12	0,158
4	6 – 8	7	0,092
5	8 – 10	5	0,066
6	10 – 12	4	0,053
7	12 – 14	2	0,026
8	14 – 16	1	0,013

На основі таблиць 2.3 – 2.6 будуємо гістограми розподілу неперервної величини по кожному одержувачу.

Для загального визначення попиту металу та труб по терміналу, визначаємо відносну інтенсивність за відповідними вантажами. За формулою (2.4) розраховуємо межі інтервалу та будуємо таблиці розподілу неперервної випадкової величини для металу:

$$I = \frac{168 - 1}{1 + 3,222 * \lg 3\,09} = 11$$

Таблиця 2.7 – Емпіричний розподіл неперервної випадкової величини за об'ємами металу

№ інтервалу	Межі інтервалу	Частота попадання результатів спостережень в інтервал	Відносна частота (частість)
1	1 – 11	69	0,223
2	11 – 22	55	0,178
3	22 – 33	43	0,139
4	33 – 44	33	0,107
5	44 – 55	21	0,068
6	55 – 66	16	0,052
7	66 – 77	14	0,045
8	77 – 88	14	0,045
9	88 – 99	10	0,032
10	99 – 110	9	0,029
11	110 – 121	6	0,019
12	121 – 132	5	0,016
13	132 – 143	5	0,016
14	143 – 154	4	0,013
15	154 – 165	3	0,010
16	165 – 176	2	0,006

Таким же чином розраховуємо для труб :

$$I = \frac{1660 - 30}{1 + 3,222 * \lg 611} = 95$$

Таблиця 2.8 – Емпіричний розподіл неперервної випадкової величини за об'ємами труб

№ інтервалу	Межі інтервалу	Частота попадання результатів спостережень в інтервал	Відносна частота (частість)
1	30 – 125	61	0,100
2	125 – 220	88	0,144
3	220 – 315	94	0,154
4	315 – 410	81	0,133
5	410 – 505	77	0,126
6	505 – 600	55	0,090
7	600 – 695	43	0,070
8	695 – 790	26	0,043
9	790 – 885	21	0,034
10	885 – 980	17	0,028
11	980 – 1075	11	0,018
12	1075 – 1170	9	0,015
13	1170 – 1265	9	0,015
14	1265 – 1360	5	0,008
15	1360 – 1455	4	0,007
16	1455 – 1550	4	0,007
17	1550 – 1645	3	0,005
18	1645 – 1720	3	0,005

За даними таблиць 2.7 – 2.8 будуємо гістограми розподілу неперервної величини за об'ємами заявок металу та труб.

2.3 Імітаційна модель складу металу

2.3.1 блок-схема алгоритму моделі

Моделюється робота транспортно-складського терміналу перевантажувального пункту, зайнятого переробкою листів металу та металевих труб.

На комп'ютері імітуються: надходження навантажених та порожніх автомобілів на транспортно-складський термінал; їх диспетчерське обслуговування, подання під навантажувально-розвантажувальні операції; навантаження та розвантаження автомобілів; надходження вантажів з вагонами; проходження вантажів через склад.

Основний технологічний процес обробки автомобілів на вантажному терміналі моделюється сумісно з імітацією умов, в яких цей процес протікає, у тому числі і умов імовірного характеру. В цієї частині моделі імітуються:

- внутрішньодобова, внутрішньотижнева, та сезонна нерівномірності вхідного автомобільного потоку; нерівномірності передачі вантажів з залізниці;
- режим роботи транспортно-складського терміналу та автотранспорту;
- потужність обслуговуючих засобів на різних фазах обслуговування автомобілів, навантажувально-розвантажувальних механізмів; їх продуктивність та надійність; розподілення тривалості обслуговування; ємності складу; об'єми прямого варіанту вантажних робіт [3].

Розглянута модель відноситься до класу статистичних, що передбачає збір великого об'єму даних, з їх послідовною обробкою за правилами математичної статистики. Маємо статистичні дані роботи вантажного терміналу з металом та трубами за рік.

Запис алгоритму, який призначений для моделювання роботи, у вигляді комп'ютерної програми не легкий. Крім цього, такий запис із-за великої кількості деталей, які пов'язані з обчислювальною процедурою, робить модель

мало зрозумілою та ускладнює орієнтир в ній. Тому необхідний запис алгоритму в такому вигляді, щоб, по-перших, добре була видна структура моделі, по-друге, алгоритм полегшував би процес розробки програми.

Найбільш наглядною та зручною формою запису алгоритму є блок-схема, яка має ланцюги послідовно розташованих операторів.

З точки зору моделювання роботи обслуговуючої системи можна визначити наступні класи операторів:

- а) арифметичний або обчислювальний (A_i)
- б) логічний або порівняльний (P_i)
- в) формування випадкових величин (Φ_i)
- г) контрольний лічильник (K_i)
- д) підготовки результатів реалізації моделі (R_i)

Кожен оператор має номер, який вказує, як правило, яким за рахунком він вступає в дію. Після логічного оператора управління передається в залежності від результатів зрівняння одному чи операторів [4].

2.3.2 Опис блок-схеми моделюючого алгоритму

Спочатку необхідно ввести в пам'ять комп'ютера початкові умови моделі за принципами імітаційного моделювання. Далі перерахуємо всі можливі варіанти переробки вантажопотоків за різними схемами:

1. Формування вхідних потоків вантажних та порожніх автомобілів.

Оператор $P1$ перевіряє, не наступив чи момент переходу до наступного стаціонарної ділянки добового вхідного автомобільного потоку. Якщо наступив, то $A2$ визначає момент переходу до наступної стаціонарної ділянки, $A3$ визначає його номер (збільшує на одиницю попередній номер). Оператори $P4, P5, P6$ виконують аналогічні дії по відношенню до вантажних потоків, які проходять через склади терміналу.

Оператор P7 перевіряє, на настала чи наступна ділянка стаціонарності по внутрірічному розрізі потоків A, B, Q, G (сезонна нерівномірність), якщо наступив, то A8 визначає момент переходу до наступної стаціонарної ділянки, а A9 визначає його номер.

Оператор P19 перевіряє, не закінчився чи робочий тиждень модельного часу. Якщо закінчилась, то A20 фіксує той факт; якщо не закінчилась, то A21 визначає номер наступного робочого дня тижня.

Оператор P10 перевіряє, чи почалася робоча зміна автотранспорту, якщо почалася, то P11 перевіряє, не закінчилась чи вона, якщо і почалася та не закінчилась, то A12 формує кількість автомобілів, відповідно навантажених та порожніх, прибувши за перевірочний такт Ді на термінал. Частіше ця доля автомобілю, A13 накопичує ці долі, P14 перевіряє, не "накопились" чи вже цілий автомобіль, якщо "накопився", то A15 зменшує накоплене число на одиницю, фіксуючи надходження на транспортно-складський термінал автомобілю з вантажем, враховує кількість надходження автомобілів та збільшує на одиницю чергу навантажених автомобілів, які очікують диспетчерську обробку та розвантаження. K15 сумує всі автомобілі які надійшли до терміналу.

Оператори P16, A17 та K17 виконують теж саме за відношенням до потоку порожніх автомобілів.

Якщо момент закінчення робочої зміни автотранспорту наступив (P11), то оператор A12 настраює модель на імітацію роботи автотранспорту у наступну зміну (добу).

2. Розвантаження автомобілів в склад.

Оператор P40 перевіряє, чи маються автомобілі які потребують розвантаження, якщо так, то P41 перевіряє, чи маються автомобілі які потребують розвантаження на транспортно-складському терміналі. Якщо так, то Ф42 формує величину кількості вантажу на наступному автомобілі. Оператор P43 перевіряє чи досить вільного місця на складі, щоб прийняти цей вантаж. Якщо досить, то оператор P45 сумісно з A46 та P47 визначають номер

вантажного пристрою, яке займеться цією операцією (тобто першого вільного вантажного пристрою).

Якщо вільний механізм мається та його номер визначений, то A48 зменшує чергу автомобілів, які очікують розвантаження на одиницю, A50 зменшує загальну кількість автомобілів, які знаходяться на терміналі на одиницю, P50 визначає варіант вантажних робіт (прямий або через склад). Якщо прямий, то A52 фіксує той факт, якщо не прямий, то A51 визначає тривалість розвантаження автомобілю на склад, A53 визначає момент визволення вантажного механізму від цієї операції, A54 збільшує кількість вантажу, який знаходиться на складі на кількість вивантаженого із автомобілю, лічильник K54 накопичує кількість вантажу та автомобілю, які пройшли дану вантажну операцію.

Оператор A55 встановлює послідовність перевірки зайвості вантажних механізмів.

3. Навантаження автомобілів із складу або безпосередньо з вагонів.

Оператор P61 перевіряє, маються чи автомобілі, які потребують навантаження на вантажному терміналі, якщо так, то Ф63 формує величину кількості вантажу, який вибуває з наступним автомобілем. Оператор P64 перевіряє, достатньо чи вантажу на складі, щоб завантажити цей автомобіль. Якщо вантаж мається, то оператор P66 сумісно з A67 та P68 визначає номер вантажного пристрою, який займеться навантаженням цього автомобілю.

Якщо вільний механізм є та його номер визначений, A69 зменшує на одиницю чергу автомобілів, які очікують навантаження, A70 зменшує загальну кількість автомобілів, які є на транспортно-складському терміналі на одиницю; P71 визначає варіант вантажних робіт (прямий або через склад). Якщо прямий, то A71 фіксує цей факт. Якщо навантаження здійснюється через склад, то A72 визначає тривалість навантаження автомобілю; A73 розраховує момент визволення вантажного механізму від цієї операції; A74 зменшує кількість вантажу, який знаходиться на складі, на величину завантаженого на

автомобіль; лічильник K74 накопичує кількість вантажу, який пройшов дану операцію, та рахує загальне число завантажених автомобілів за період F.

Оператор R65 рахує простій за причиною відсутності вантажу на складі.

Оператор A75 встановлює послідовність перевірки зайнятості вантажних механізмів.

K82 контролює послідовність перевірок модельного обслуговування потоків A – інтенсивності потоку навантажених автомобілів та B – порожніх (в момент $T=F$ повинно бути $H1=H2$).

4. Розвантаження вагонів в склад.

Оператор A89 накопичує тактові об'єми вантажу, який поступив з групою вагонів на транспортно-складський термінал під розвантаження. P90 визначає, чи достатньо вантажу в вагонах на прийнятий об'єм разового розвантаження (g_i). Якщо достатньо, то P92 перевіряє, чи мається вільне місце на складі, щоб цю партію вантажу прийняти. Якщо мається, то P94, A95, та P96 визначають номер вільного вантажного пристрою, який можна поставити на розвантаження вагону. Якщо вільний вантажний пристрій є та його номер визначений, A97 визначає момент визволення цього механізму від даної вантажної операції; A98 зменшує кількість вантажу в вагонах на величину g_i ; A99 збільшує кількість вантажу на складі на величину g_i .

Оператор A101 встановлює послідовність перевірки зайнятості вантажних пристроїв.

Якщо вантажу у вагоні нема (P90), R91 рахує простої груп вагонів за цією причиною.

Якщо місця на складі нема (P92), R93 рахує простої груп вагонів за цією причиною.

2.3.3 Управляючі змінні та критерій оптимальності

На характеристики роботи обслуговуючої системи впливає не тільки величина її параметрів, але і ряд інших складових. Маються на увазі ті або інші організаційні та технологічні заходи. На простой рухомого складу на терміналі впливають нерівномірності вхідних потоків транспортних засобів. Чим менша нерівномірність вхідного потоку автомобілів, тим менша, при інших рівних умовах, їх простої в черзі в очікуванні обробки. Збільшення робочих змін обслуговуючих механізмів також приводить до скорочення простоїв рухомого складу. Той же самий ефект на транспортно-складському терміналі викликає ріст об'ємів прямого варіанту навантажувально-розвантажувальних робіт.

Задача складається з виявлення впливу на роботу транспортно-складського терміналу якого-небудь одного параметру, необхідно задати наступним параметрам достатню пропускну здібність, таку, щоб на процес в неї ці параметри впливу не оказували.

Пропускна здібність технологічного ланцюга визначається її найслабшим ланцюгом. Якщо модель системи вже є, то проблема виявлення на неї слабшого ланцюга достатньо проста. Її рішення складається в наступному: необхідно задати всім обслуговуючим пристроям, крім одного який досліджується, резерв пропускну здібності $p=0,3...0,4$; задати всім ємностям достатньо великі значення. То, пристрій, який викликає найбільші простої рухомого складу і є найбільш слабе.

Проблема заключається в тому, щоб визначити вплив параметру автотранспортної обслуговуючої системи, тих чи інших організаційно-технічних заходів на характеристики, які відбуваються в системі процесів – на простої рухомого складу в очікуванні обслуговування, простої обслуговуючих пристроїв в очікуванні роботи, кількість обробленого рухомого складу, об'єм переробленого вантажу.

Залежність величини характеристик процесів, які протікають на транспортно-складських терміналах, від числа навантажувально-розвантажувальних пристроїв. Ця залежність є одною з основних з якою маніпулюють при виникненні проблеми недостатньої пропускну здібності.

Залежність величини характеристик процесів від типу вантажного пристрою. Концепція цієї залежності виходить з того що моделі навантажувально-розвантажувальних пристроїв відрізняються один від одного продуктивністю (v), а також вартістю та надійністю. Міняючи у вихідних даних варіантів моделі параметр v , можна як би переходити від однієї моделі вантажних пристроїв до іншої та спостерігати, як відповідно цьому змінюються чисельні значення характеристик дослідних процесів.

Залежність величини характеристик процесів, які протікають на терміналі від ємності складу стали можливими за допомогою методу імітаційного моделювання.

Залежність величини характеристик процесів, які протікають на терміналі від режиму його роботи. Мається на увазі початок та закінчення робочих змін на автомобільному транспорті. Задача може вирішуватись як на зміну величин роботи так і на переміщення їх на вісі часу.

Залежність величини характеристик процесів, які протікають на терміналі від інтенсивності вхідного потоку транспортних засобів. Задача вирішується для визначення можливостей автотранспортних обслуговуючих систем на перспективу, на випадок зміни в майбутньому вантажообігу та спостереження на моделі функціонування системи. Для визначення доцільного зростання потужності системи в модель закладається як існуюча потужність системи, так і можлива тривалість робочого періоду вантажного терміналу. Особливістю рішення задачі полягає в тому, що потрібно вирішити чи можливо без коректур використовувати існуючі закономірності вхідних потоків на майбутній період. Розрахунки довели те що при зростанні середньої інтенсивності вхідного вантажного потоку приблизно до 30% його закономірність змінюється несуттєво. В інших випадках може виникнути потреба в коректуванні названої закономірності.

Залежність величини характеристик процесів, які протікають на терміналі від середньої вантажопідйомності рухомого складу та кількості вантажу який надійшов чи вибув з одним автомобілем. Суттєвість проблеми заключає у тому, що прості автомобілів в обслуговуючій системі залежать від моделей (вантажопідйомності) автомобілів, які складають вхідний потік. На початковому етапі розглядання проблеми можна допустити, що при рівних об'ємах перевезення рухомому складу більшої вантажопідйомності відповідають менші сумарні прості автомобілів на вантажних пунктах. Що торкається впливів на прості рухомого складу в вантажних пунктах видів розподілення, то також можна допустити, що більш рівномірним потокам не тільки за часом, але і за величиною відповідають менші прості транспортних засобів в очікуванні обслуговування на вантажних об'єктах.

Основний технологічний процес обробки автомобілів на вантажному дворі моделюються сумісно з імітацією умов, в яких цей процес протікає, у тому числі і умов імовірного характеру.

Залежність величини характеристик процесів, які протікають на терміналі від величини прямого варіанту навантажувально-розвантажувальних робіт. Розглядається залежність яка має місце на перевалочних пунктах та оцінюється долею вантажу, який передається безпосередньо з кузова автомобілю у вагон, виключаючи склад та вантажні майданчики. Використання прямого варіанту скорочує число вантажних операцій і тим самим визволяє вантажні пристрої від деякого об'єму роботи.

2.4 Програмна реалізація моделі та аналіз результатів моделювання роботи складу металу

2.4.1 Призначення пакету Service Model

Service Model – потужний пакет, розроблений спеціально для покращення процесів обслуговування. Використання пакету дає можливість

зменшити витрати на операції обслуговування, зменшити час очікування в системах обслуговування, покращити використання різних ресурсів та якості обслуговування.

Пакет має бібліотеку візуалізованих графічних елементів, які дозволяють в процесі розробки моделі виключити необхідність програмування. Достатньо вказати контрольні точки моделі, визначити частоту надходження та тип обслуговуваних елементів та вказати час обслуговування та необхідні для цього ресурси для кожної контрольної точки та кожного елементу обслуговування.

В процесі моделювання система показує аніміроване уявлення процесу обслуговування та веде статистику, яка потім може бути автоматично оброблена.

2.4.2 Описання елементів моделі

Елементи моделі використовуються для уявлення структури та операцій модельованої системи. Елементи моделі можна розділити на три основні групи:

1. Елементи, які визначають об'єкти системи (контрольна точка – Locations,КТ; обслуговуваний елемент – Entity,ОЕ; ресурс - Resource; сітковий шлях - Path Network,СП);
2. Елементи, які визначають операції в системі (процес – Process, прибуття – Arrival; часовий режим – Downtime; розклад – Shift);
3. Елементи, які визначають параметри об'єктів та логіку виконаних операцій (перемінні, атрибути, масиви, системні функції, математичні функції, закони розподілення, табличні функції, підпрограми, макроси, вирази).

2.4.3 Обслуговуючі елементи системи

Контрольна точка – представляє собою фіксоване місце моделі, через яке проходять маршрути руху обслуговуючого елемента, утворюються черги обслуговуючого елемента або приймаються рішення відносно подальшого руху обслуговуючого елемента. КТ мають визначну обмежену ємність, значенням якої можна управляти тобто в визначений момент часу в КТ може знаходитись один або декілька ОЕ. Одна контрольна точка може представляти собою деяку підмножину однотипних контрольних точок (модулів) – багатомодульна контрольна точка.

Контрольні точки представляються на робочому полі моделі у вигляді графічних елементів, для них можуть бути визначені часові режими. Для кожної контрольної точки встановлюється порядок відбору та сортирування обслуговуючого елемента на виході в контрольну точку та на виході із контрольної точки. Крім загальних типів існують два спеціальних типу контрольних точок – конвеєр та черга.

Конвеєр – представляє собою контрольну точку, яка моделює рух обслуговуючого елемента по конвеєру з накопиченням або без накопичення на виході з нього. Обслуговуючі елементи можуть ввійти на конвеєр, переміститись на ньому до кінцевої точки та зійти з конвеєру. На накопичувальному конвеєрі у випадку, якщо який-небудь обслуговуючий елемент не може зійти з конвеєру, позаду від нього виникає черга. На конвеєрі без накопичення в такому випадку здійснюється зупинка конвеєру. Для конвеєру задається швидкість та довжина.

Черга – представляє собою контрольну точку, яка моделює процес виникнення черг із обслуговуючих елементів, які очікують виконання з ними якого-небудь процесу. Для черги встановлюється дисципліна сортування на виході в чергу та на виході з неї.

Властивості контрольної точки, які визначає розробник:

Іконка (Icon) – графічне представлення контрольної точки на робочому полі моделі.

Ім'я (Name) – ім'я контрольної точки, яке складається з 80 символів, не більше.

Ємність (Capacity) – число обслуговуваних елементів, які можуть одночасно знаходитись в КТ. Для визначення необмеженої ємності можна використовувати зарезервоване слово INF або INFINITY.

Підмножина КТ (Units) – кількість КТ в підмножині.

Часовий режим (DTs) – дозволяє вказати часовий режим функціонування КТ. Часовий режим КТ може бути представлений в одному із наступних видів: погодинний розклад (вказується час інтервалів роботи КТ), лічильник надходжень (вказує кількість обслуговуючих елементів, після обслуговування яких стан контрольної точки змінюється), час роботи до зупинки, тип обслуговуючих елементів (наприклад зміна режиму роботи пропускового пункту для автомобілів в залежності від типу автомобілю, який прибуває).

Статистика (Stats) – вказується рівень ведення статистики для контрольної точки в процесі моделювання. Приймає одне з наступних значень: статистика не ведеться (None), ведеться підсумкова статистика (Based), ведеться детальна статистика (Detailed).

Правила (Rules) – викликає появу на екрані діалогового вікна, яке дозволяє встановити правила функціонування контрольної точки. Правила функціонування контрольної точки діляться на три групи:

1. Вибір серед очікуючи вхідних обслуговуючих елементів (Selecting Incoming Entities): найвищий за пріоритетом (Oldest By Priority), випадковий (Random), який надходить із контрольної точки з найменшою імовірною ємністю (Least Available Capacity), який надходить із той же контрольної точки, що і попередній обслуговуючий елемент (Last Selected Location), з найвищим (нижчим) встановленим пріоритетом (Highest / Lowest Attribute Value);

2. Дисципліна черги на виході контрольної точки (Queuing For Output): без черги (No Queuing), першим прийшов – першим вийшов (FIFO), останнім прийшов – останнім вийшов (LIFO), в порядку зростання або зниження пріоритету (Highest / Lowest Attribute Value);

3. Правило вибору контрольної точки у випадку багатомодульної контрольної точки: перший вільний модуль (First Available), по черзі (By Turn), модуль з найбільшою ємністю (Most Available Capacity), модуль з найменшим числом надходжень (Fewest Entries), випадковий модуль (Random), модуль який найбільше часу простоює (Longest Empty).

Обслуговуючий елемент – це предмет, який обслуговується в моделі, наприклад, вантажне місце або замовника. Обслуговуючими елементами можуть бути згруповані, зібрані, розділені або преобразовані в інший тип обслуговуючого елементу. Кожний обслуговуючий елемент має своє ім'я та графічне зображення. Обслуговуючі елементи можуть мати швидкість, розміри та атрибути, призначення розробником моделі. Обслуговуючі елементи переміщуються в моделі по визначених маршрутах або сітковим шляхам. Переміщення обслуговуючого елементу може вимагати використання ресурсів (наприклад, кранів).

Властивості обслуговуючого елементу, які визначаються розробником:

Іконка (Icon) – графічне представлення обслуговуючого елементу на робочому полі моделі.

Ім'я (Name) – ім'я обслуговуючого елементу, яке складається з 80 символів, не більше.

Швидкість (Speed) – визначається швидкість обслуговуючого елементу в метрах або фунтах у хвилину при переміщенні обслуговуючого елементу за сітковим шляхом. Може приймати різні додатні значення та змінюватись в процесі моделювання.

Статистика (Stats) – вказується рівень ведення статистики для обслуговуючого елементу в процесі моделювання. Приймає одне з наступних значень: статистика не ведеться (None), ведеться підсумкова статистика (Based), ведеться детальна статистика (Detailed).

Ресурс – це об’єкт (наприклад людина, обладнання), який використовується для переміщення обслуговуючого елемента, виконання технологічних операцій, обслуговування контрольної точки або інших ресурсів. Ресурс складається із одного або декількох елементів, які мають загальні характеристики, такі як бригада вантажників або парк транспортних засобів. Ресурси можуть бути динамічними та статистичними, в залежності від того, рухаються вони в моделі або ні. Якщо ресурс є динамічним, то йому обов’язково повинен бути призначений сітковий шлях, за яким він переміщується. Для ресурсу може бути призначений часовий режим.

Властивості ресурсу, які визначаються розробником:

Властивості контрольної точки, які визначає розробник:

Іконка (Icon) – графічне представлення ресурсу на робочому полі моделі.

Ім’я (Name) – ім’я ресурсу, яке складається з 80 символів, не більше.

Підмножина ресурсів (Units) – кількість одиниць ресурсу в підмножині (наприклад, кількість вантажників в бригаді).

Часовий режим (DTs) – дозволяє вказувати часовий режим для ресурсу. Часовий режим може бути заданий у вигляді по часового розкладу (Clock) або в залежності від використання ресурса за часом (Usage).

Статистика (Stats) – вказується рівень ведення статистики для ресурсу в процесі моделювання. Приймає одне з наступних значень: статистика не ведеться (None), ведеться підсумкова статистика зведена для всіх одиниць ресурсів в підмножині (Based), ведеться детальна статистика для кожної одиниці ресурсу в окремості, так і зведена для всіх одиниць (By Units).

Специфікація ресурсу (Specs) – дозволяє визначити властивості ресурсу. Нижче приведені призначення та можливі значення властивостей ресурсу, які встановлюються в діалоговому вікні *Specifications*:

- сітковий шлях (Path Network) – задає сітковий шлях для динамічного ресурсу або приймає значення *none* для статичного ресурсу;

- місце стоянки (Home) – задає номер шляхової точки сіткового шляху, в якому знаходиться ресурс в момент початку моделювання. Встановлене

значення прапорця *Return Home If Idle* дозволяє вказати, що ресурс повинен знаходитись в місці стоянки у випадках, якщо він в даний момент не займаний;

- в списках *Off Shift* та *Break* у випадку, якщо ресурсу призначений сітковий шлях та розклад роботи, можна вказати шляхові точки, в яких буде розташовуватись ресурс відповідно в неробочий час та в час перерви в роботі;

- група опцій *Resource Search* задає правило, за яким обслуговуючий елемент буде обирати із декількох вільних одиниць ресурсу та може приймати одне з наступних значень: найближчий вільний ресурс (*Closest Resource*), найменш використаний ресурс (*Least Utilized Resource*), ресурс який найбільш простоює;

- група опцій *Entity Search* задає правило, за яким вільний ресурс буде обирати одну з декількох обслуговуючих елементів, які очікують обслуговування. Вільний ресурс спочатку перевіряє, чи є обслуговуючий елемент, який очікує обслуговування в контрольній точці, які вказані у властивості ресурсу *Work Search* (пошук роботи). Якщо список контрольної точки в властивості *Work Search* визначений як бездоганий (*exclusive*), то розглянуте правило не діє. Правило може приймати одно з наступних значень: найбільш довго простоює обслуговуючий елемент (*Longest waiting entity*), найближчий обслуговуючий елемент (*Closest Entity*), обслуговуючий елемент з мінімальним значенням атрибуту (*Entity with minimum value for a specified entity or location attribute*), обслуговуючий елемент з максимальним значенням атрибуту (*Entity with maximum value for a specified entity or location attribute*);

- група опцій *Motion* дозволяє вказати значення швидкості та часу для базових операцій, які виконуються ресурсом: швидкість руху без обслуговуючого елемента (*Speed [Empty]*), швидкість руху з обслуговуючого елемента (*Speed [Full]*), прискорення ресурсу (*Accelerate*), сповільнення ресурсу (*Decelerate*), час захвату ресурсом обслуговуючого елемента (*Pick-up time*), час звільнення ресурсом обслуговуючого елемента (*Deposit time*). Значення швидкостей вказують в метрах (фунтах) за хвилину (максимальне значення 10000 м/хв), значення прискорення в метрах за секунду в квадраті (максимальне значення 1000 м/с²), значення часу захвату та звільнення в секундах.

2.4.4 Операційні елементи транспортно-складського процесу

Пошук (Search) – вказує правила за допомогою яких ресурс буде шукати обслуговуючий елемент який очікує обслуговування (Work Search) або місце стоянки (Park Search).

Таблиця у вікні редактору Work Search може включати декілька строчок та має наступні колонки:

- вузлова точка (Node) – вказує номер вузлової точки сіткового шляху ресурсу, в якому можливо виникнення ситуації пошуку роботи ресурсом;
- список контрольних точок (Location list) – має контрольні точки, в які можливо переміщення ресурсу у випадку пошуку роботи;
- тип (Type) – вказує, що пошук роботи у випадку простою буде проводитись тільки в контрольних точках списку Location list (Exclusive) або в любых допустимих контрольних точках моделі (Non-Exclusive).

– таблиця у вікні редактора Park Search може включати декілька строк та має наступні колонки:

- сіткова точка (Node) – вказує номер шляхової точки сіткового шляху ресурсу, в якому можливо виникнення ситуації пошуку стоянки ресурсом;
- список точок стоянки (Parking Node List) – має список вузових точок, в яких буде переміщуватись ресурс для стоянки. Пошук місця стоянки проводиться у порядку вказаному у списку. Якщо всі місця можливої стоянки зайняті, ресурс остається в поточній точці та очікує звільнення одного з місць.

Для додання нової строчки в таблицях Work Search та Park Search використовується пункт головного меню Edit/Append.

Сітковий шлях - використовується для визначення шляху руху обслуговуваних елементів та ресурсів між контрольними точками. Сіткові шляхи обов'язково повинні бути наявні в моделі при наявності в неї динамічних ресурсів. Модель мати множинні сіткові шляхи. Один або декілька типів обслуговуючих елементів або ресурсів можуть переміщуватись вздовж

одного і того ж сіткового шляху. Переміщення вздовж сіткового шляху може задаватись інтервалами часу або швидкістю та відстанню. Сітковий шлях складається з вузлових точок (Node), з'єднаних між собою сегментами шляху (Path Segments). Множинні сіткові шляхи можуть починатись та закінчуватись в однієї вузлової точці. Сегменти шляхів можуть бути одно напрямлені (unidirectional) та двонаправлені (bi-directional), з чергами (тобто тільки один елемент який обслуговується або ресурс може знаходитись на даному сегменті шляху) або без (тобто обслуговуючи елементи та ресурси можуть займати та покидати сегмент шляху незалежно один від одного). Крім з'єднання шляхових сегментів вузлові точки також визначають точки сіткового шляху, в якому розміщуються ресурси в процесі свого використання.

Властивості сіткового шляху, які визначає розробник моделі:

Графічне зображення (Graphic) – визначає колір, яким на робочому полі моделі відображається сітковий шлях.

Ім'я (Name) – ім'я сіткового шляху, яке складається з 80 символів, не більше.

Тип (Type) – тип сіткового шляху. Приймає одне з наступних значень:

– непрохідний (Non-Passing) – встановлюється у випадку, якщо необхідно, щоб ресурси або обслуговуючи елементи робили черги у вузлових точках шляху. Таким чином, обслуговуючи елементи та ресурси не будуть опереджати один іншого якщо вони матимуть різну швидкість руху;

– прохідний (Passing) – в цьому випадку обслуговуючи елементи та ресурси під час руху можуть опереджати один одного на сітковому шляху.

Режим руху (T/S) – може задаватись часом руху (Time) або швидкістю та відстанню між точками (Speed&Distance).

Шляхи (Paths) – вказує кількість сегментів на сітковому шляху та їх властивості, які встановлюються в діалоговому вікні *Paths*. Вузлові точки сіткового шляху нумеруються послідовно та мають імена N1, N2,...тощо. У вікні *Paths* в стовпчиках From та To вказують імена початкової та кінцевої вузлових точок шляхового сегменту, в стовпчику Bl встановлюється

направленість сегменту (одно направлений Un або двонаправлений Bl), в стовпчику *Time* або *Distance* (в залежності від встановленого *Режиму руху*) вказують час руху між початковою та кінцевою вузловими точками або відстань між ними у встановлених одиницях виміру.

Інтерфейс (Interface) – дозволяє зв'язати вузлові точки сіткового шляху з контрольними точками моделі. Таке в'язання виконується в діалоговому вікні *Interfaces*. В стовпчику *Node* цього вікна вказується ім'я вузлової точки сіткового шляху, а в стовпчику *Location* – ім'я контрольної точки, зв'язаної з цією вузловою точкою. Зв'язок вузлових та контрольних точок показується на робочому полі моделі пунктирною лінією. Вузлова точка може бути зв'язана злюбими кількостями контрольних точок, але контрольна точка може бути зв'язана тільки з однією вузловою точкою. Вузлова точка не може бути зв'язана з однією із точок множинною контрольної точки.

Карта вибору шляху (Mapping) – дозволяє вказати спосіб вибору ресурсом або обслуговуючим елементом кінцевої точки сіткового шляху у тому випадку, якщо з початкової точки виходять декілька шляхів. В діалоговому вікні *Mappings* можна встановити порядок вибору кінцевої точки маршруту.

Вузлові точки (Nodes) – має кількість вузлових точок сіткового шляху. У зв'язаному з цим стовпчиком діалоговим вікном *Nodes* для кожної вузлової точки можна вказати максимальну кількість ресурсів, які можуть знаходитись в неї в один момент часу. Встановлене значення впливають тільки на ресурсі тобто не обмежує кількість обслуговуючих елементів в даної вузлової точці. Пусте поле означає відсутність обмежень.

2.4.5 Обробка та аналіз результатів моделювання складу металу

Розроблена модель складу метала КЕМЗ "Іскра" за існуючим генеральним планом. Вантажі які надходять до терміналу – метал сортовий, доставляється на склад автомобільним транспортом, труби – залізничним транспортом [6]. Доставка вантажів одержувачам здійснюється тільки автомобільним транспортом. Вхідними даними моделі являються річний об'єм та тип навантажувально-розвантажувального пристрою. Результати моделювання при використанні баштового крану як навантажувально-розвантажувальний пристрій наведені в таблиці 2.7, при використанні автокрану – результати наведені у таблиці 2.8. Отримані дані свідчать про те, що при збільшенні річного вантажопотоку на 50000 т, необхідно вводити в експлуатацію один автомобіль. З таблиці 2.7 видно, що при роботі 1-го баштового крану з річним вантажопотоком 10000 т його простій складає 78,8% від загального часу роботи. Це свідчить про те, що цей навантажувально-розвантажувальний тип не є ефективним при такому вантажопотоці.

Таблиця 2.9 – Результати моделювання при роботі баштового крану

Річний вантажо-потік, т	Кількість авто-мобілів, од	Рух авто-мобілів, %	Простій під НРО, %	Простій в очіку-вані НРО, %	Кількість кранів, од	Робота крану, %	Простій крану, %
10000	2	94,3	2,6	0,5	1	21,2	78,8
15000	3	95,4	2,8	1,8	1	46,5	53,5
20000	4	93	2	5	1	78,1	21,9
25000	5	90,5	2,4	7,1	1	96,4	3,6
30000	6	95,7	3,1	1,2	2	30,1	69,9

Кінець таблиці 2.9.

Річний вантажопо- тік, т	Кількість авто- мобілів, од	Рух авто- мобілів, %	Простій під НРО, %	Простій в очіку- вані НРО, %	Кількість кранів, од	Робота крану, %	Простій крану, %
35000	7	93,9	2,6	3,5	2	48,3	51,7
40000	8	91,2	2	6,8	2	64,9	35,1
45000	9	87,8	2	10,2	2	82,5	17,5
50000	10	85,3	2,7	12	2	98	2
55000	11	95,2	2,5	2,3	3	32,4	67,6

Таблиця 2.10 – Результати моделювання при роботі автокрану

Річний вантажопо- тік, т	Кількість авто- мобілів, од	Рух авто- мобілів, %	Простій під НРО, %	Простій в очіку- вані НРО, %	Кількість кранів, од	Робота крану, %	Рух крану, %
10000	2	94,98	4	1,02	1	88,8	11,2
15000	3	93,6	5,1	1,3	1	78,7	21,3
20000	4	92,3	5,3	2,4	2	64,4	45,6
25000	5	90,6	6,2	3,2	2	44,8	55,2
30000	6	91,5	5,1	3,4	2	32	68
35000	7	90	6,3	3,7	3	48,3	51,7
40000	8	91	5,8	3,2	3	48	52
45000	9	88,9	5,8	5,3	3	45,4	54,6
50000	10	86,4	5,8	7,8	3	52,3	47,7
55000	11	84,8	6,4	8,8	3	63,9	44,1

При збільшенні вантажопотоку простій крану зменшується, але зростає простій транспортних засобів в очікуванні навантажувально-

розвантажувальних операцій. При вантажопотоці 30000 т на рік необхідно 2 баштових крани, що значно зменшує чергу транспортних засобів в очікуванні та простій під навантажувально-розвантажувальними операціями. При роботі двох кранів із вантажопотоком у 50000 т на рік робота кранів складає 98%, що свідчить на необхідність введення третього крану в експлуатацію. При річному вантажопотоці 15000 т на складу металу КЕМЗ "Іскра" баштовий кран простоює 53,5% робочого часу. Виявляється необхідність пошуку альтернативи навантажувально-розвантажувального пристрою. За результатами моделювання роботи цього складу металу та при використанні в якості навантажувально-розвантажувального пристрою автокрану видно, що при річних вантажопотоках 10000, 15000 т робота крану складає відповідно 88,8% та 78,7%. (таблиця 2.7). При збільшенні річного вантажопотоку необхідно збільшувати кількість автокранів, що веде за собою додаткових капітальних вкладень.

Оптимальну кількість та тип навантажувально-розвантажувальних пристроїв при заданому річному вантажопотоці обираємо за вартісними показниками. Таким чином, можна зробити висновок, що при вантажопотоці 15000 т на рік економічно вигіднішим навантажувально-розвантажувальним типом є автокран (рисунок 2.1).

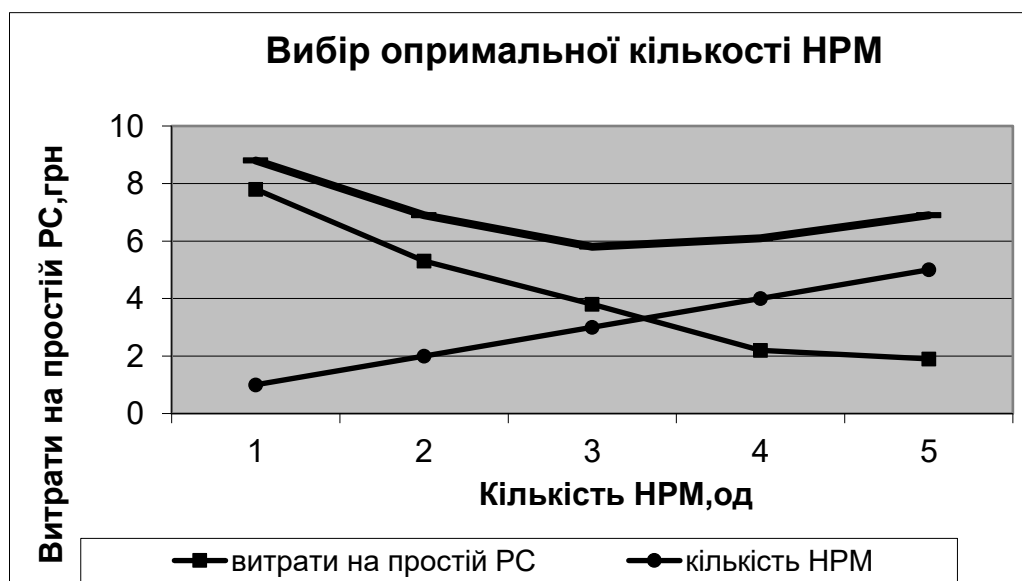


Рисунок 2.1 – Результати моделювання

Як видно з графіка при збільшені кількості кранів, витрати на простій рухомого складу в очікуванні навантажувально-розвантажувальних операцій зменшуються, але збільшуються витрати на експлуатацію НРМ.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок собівартості перевезень

3.1.1 Амортизаційні відрахування

Амортизація основних фондів розраховується за формулою:

$$A = \frac{\Phi_6 \cdot a_n}{100} \quad (3.1)$$

де Φ_6 — балансова вартість основних фондів;

a_n — відсоток амортизаційних відрахувань.

Відсоток амортизаційних відрахувань залежить від групи основних фондів. Балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду розраховується поквартально за формулою:

$$B_{(a)} = B_{(a-1)} + П_{(a-1)} - B_{(a-1)} - A_{(a-1)} \quad (3.2)$$

де $B_{(a)}$ — балансова вартість групи основних фондів на початок поточного періоду;

$B_{(a-1)}$ — балансова вартість групи основних фондів на початок попереднього періоду;

$П_{(a-1)}$ — сума витрат на придбання основних фондів, здійснення капітального ремонту, реконструкції, модернізації і інших удосконалень основних фондів;

$B_{(a-1)}$ — сума виведених з експлуатації основних фондів в ході періоду, попереднього звітному;

$A_{(a-1)}$ — сума амортизаційних відрахувань, нарахованих впродовж періоду, попереднього звітному.

Маємо 3 автомобіля марки МАЗ 6422-90 з напівпричепом МАЗ-5205А, які знаходяться 3 роки в експлуатації. Вартість кожного автопоїзда складає 789500 грн. Транспортні засоби відносяться до 5 групи основних фондів з мінімальною тривалістю використання 5 років, тож для цієї групи річна норма амортизаційних відрахувань складає $a_n = 20 \%$.

Таким чином річні амортизаційні відрахування на транспортні засоби по 5 групі основних фондів складають

$$A = 3 \cdot 789500 \cdot 0,2 = 437700 \text{ грн.}$$

3.1.2 Визначення потреби в кадрах, вибір системи оплати праці і розрахунок заробітної плати водіїв

Розрахунок заробітної плати водіїв виконуємо за формулою

$$З_v = T_n * З_{річ}, \quad (3.3)$$

де $З_{річ}$ — зарплата водія за 1 годину роботи, грн/год;

T_n — час в наряді, год.

Заробітна платня водія за рік визначається за формулою:

$$З_{річ}^B = Д \times З_v \times N \times n \times 12, \quad (3.4)$$

де N — число водіїв, що працюють на 1 машині;

n — число транспортних одиниць, задіяних у перевезеннях;

$Д$ — кількість днів в місяці.

$$З^B = 8 \times 52,8 = 422,4 \text{ грн.}$$

$$Z_{річ}^6 = 22 \times 422,4 \times 1 \times 3 \times 12 = 334541 \text{ грн.}$$

До заробітної плати додається премія в розмірі 30% , тому річний фонд заробітної плати дорівнює:

$$Z_{зп} = 334541 + 334541 \times 0,3 = 434903 \text{ грн.}$$

3.1.3 Витрати на соціальне страхування і накладні витрати

Витрати на соціальне страхування Z_{cc} складають 22 % від фонду основної та додаткової заробітної плати водіїв

$$Z_{cc} = 0,22 \cdot 434903 = 95679 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 30 % від фонду оплати праці і розраховується за формулою

$$Z_{річ}^{накл} = a_n \cdot Z_{зп} \quad (3.5)$$

де a_n – норма відрахування на накладні витрати.

$$Z_{річ}^{накл} = 0,3 \cdot 434903 = 130471 \text{ грн.}$$

3.1.4 Розрахунок витрат на ремонт, паливо та заміну шин

Витрати на ремонт рухомого складу визначаємо за формулою

$$Z_{річ}^{рем} = N_a \cdot C_a \cdot a_p \quad (3.6)$$

де N_a – кількість автомобілів, од;
 C_a – вартість автомобіля, грн.;
 a_p – норма відрахування на ремонт, приймаємо $a_p = 10 \%$.

$$З_{рем} = 3 \cdot 789500 \cdot 0,1 = 236850 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на паливо проводиться по нормативним даним витрат палива на 100 км.

Потреба в паливі за рік складає:

$$P_{пал} = \frac{m \cdot L_{річ}}{100}, \quad (3.7)$$

де m — витрата палива на 100 км пробігу;
 $L_{річ}$ — пробіг транспортного засобу за рік, км.

$$L_{річ} = \frac{Q}{q_a} \times l_{внш} + \frac{Q}{q_a} \times l_{внт}, \quad (3.8)$$

де Q – річний вантажопотік, т;
 q_a – вантажопідйомність автомобіля, т;
 $l_{внш}$, $l_{внт}$ – довжина маршруту відповідно на зовнішніх та внутрішніх перевезеннях, км.

$$L_{річ} = \frac{15000}{20} \times 280 + \frac{15000}{20} \times 3 = 212250 \text{ км};$$

$$P_{пал} = \frac{45,5 \times 212250}{100} = 96573,75 \text{ л.}$$

Витрати на паливо розраховуємо за формулою:

$$З_{річ}^п = P_{пал} \cdot Ц, \quad (3.9)$$

де Ц — вартість одного літра палива, грн.

Вартість 1 літра палива беремо за даними «Укрнафта». Для автомобілів МАЗ потрібне дизельне паливо, яке коштує 51,50 грн. за 1 літр.

$$Z_{річ}^n = 96573,75 \cdot 51,50 = 4973548 \text{ грн.}$$

Крім того, до витрат на паливо необхідно врахувати витрати на гаражні потреби і на мастильні матеріали.

Відрахування на гаражні потреби визначаються за формулою:

$$Z_{ГАР} = A_{Г} \times Z_{РІЧ}^n \quad (3.10)$$

де $A_{Г}$ — норма відрахувань на гаражні потреби, 7%.

$$Z_{г\text{ар}} = 0,07 \cdot 4973548 = 348148 \text{ грн.}$$

Відрахування на мастильні матеріали

$$Z_{МАСТ} = A_{М} \times Z_{РІЧ}^n \quad (3.11)$$

де $A_{М}$ — норма відрахувань на мастильні матеріали, 30%.

$$Z_{м\text{аст}} = 0,3 \cdot 4973548 = 1492064 \text{ грн.}$$

Треба врахувати ще й витрати на експлуатаційні матеріали, які складають 1 % від загальної вартості палива:

$$Z_{експл} = a_e \times Z_{річ}^n \quad (3.12)$$

де $A_{Г}$ — норма відрахувань на експлуатаційні матеріали.

$$З_{експл} = 0,01 \cdot 4973548 = 49735 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальні витрати на паливо складуть суму

$$З_{річ}^{пал} = З_{річ}^п + З_{гар} + З_{маст} + З_{експл}; \quad (3.13)$$

$$З_{пр} = 4973548 + 1492064 + 348148 + 49735 = 6\,863\,495 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на заміну шин провадиться виходячи з норм пробігу автотранспортних засобів. Число замін комплектів шин розраховується за формулою

$$K_{ш} = \frac{L_{річ}}{L_{норм}}, \quad (3.14)$$

де $L_{річ}$ — річний пробіг транспортного засобу, км;

$L_{норм}$ — нормативний пробіг транспортного засобу до заміни шин, км.

$$K_{ш} = \frac{212250}{80000} = 2,6.$$

Шини 300-508P, нормативний пробіг — 80000 км, вартість 9500 грн.

Річні витрати на шини для однієї транспортної одиниці складають:

$$З_{річ}^{ш} = n_{ш} \cdot K_{ш} \cdot Ц_{к}, \quad (3.15)$$

де $Ц_{к}$ — вартість 1 комплекту шин, грн;

$n_{ш}$ — кількість шин на автомобілі, од.

$$З_{річ}^{ш} = 20 \times 2,6 \times 9500 = 494000 \text{ грн.}$$

Для всього парку автомобілів на заміну шин треба 1 482 000 грн.

Річні витрати на експлуатацію автомобілів розраховуємо за формулою:

$$C_6 = A + Z_{3П} + Z_{річ}^{пал} + Z_{річ}^{рем} + Z_{річ}^{ш} + Z_{річ}^{соц.страх} + Z_{річ}^{накл}, \quad (3.16)$$

де A — амортизаційні відрахування, грн;

$Z_{3П}$ — фонд оплати праці, грн;

$Z_{річ}^{пал}$ — витрати на паливо і мастильні матеріали, грн;

$Z_{річ}^{рем}$ — витрати на ремонт рухомого складу, грн;

$Z_{річ}^{ш}$ — витрати на заміну шин, грн;

$Z_{річ}^{соц.страх}$ — відрахування на соціальне страхування, грн;

$Z_{річ}^{накл}$ — накладні витрати, грн.

Таким чином

$$C_6 = 437700 + 434903 + 95679 + 130471 + 236850 + 6863495 + 1482000 = 9\,681\,098 \text{ грн.}$$

3.2 Визначення витрат на роботу баштового крану

Собівартість роботи баштового крану розраховується за формулою:

$$C_{БК} = A + Z_{3П} + Z_{річ}^{СОЦ} + Z_{річ}^{РЕМ} + Z_{річ}^{ЕЛ}, \quad (3.17)$$

де $Z_{річ}^{ел}$ — витрати на електроенергію, грн.

Амортизаційні відрахування визначаються за формулами (3.1) та (3.2) з урахуванням, що кран відноситься до 4-ї групи основних фондів (машини та обладнання). Вартість крану складає 970400 грн та знаходиться в експлуатації 2 роки. Норма амортизаційних відрахувань складає 20 % (мінімальний термін експлуатації 5 років).

$$A_{\text{кб}} = 0,2 \cdot 970400 = 194080 \text{ грн.}$$

За формулами (3.3) та (3.4) розраховуємо річний фонд заробітної плати машиніста крана

$$З_{\text{МК}} = 8 \cdot 54,1 = 432,8 \text{ грн;}$$

$$З_{\text{МК}}^{\text{р}} = 432,8 \cdot 22 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 = 114259 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної плати чотирьох стропальників

$$З_{\text{с}} = 8 \cdot 50,9 = 407 \text{ грн;}$$

$$З_{\text{с}}^{\text{р}} = 407 \cdot 22 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 12 = 429792 \text{ грн.}$$

З урахуванням 30% премії річний фонд заробітної плати складає

$$З_{\text{зп}}^{\text{р}} = (114259 + 429792) \cdot 1,3 = 707266 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування визначаємо за формулою (3.5)

$$З_{\text{сс}}^{\text{р}} = 707266 \cdot 0,22 = 155599 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт крану розраховуються за формулою (3.7) у розмірі 5 % від його балансової вартості:

$$З_{\text{рем}}^{\text{р}} = 970400 \cdot 0,05 = 48520 \text{ грн.}$$

Витрати на силову електроенергію на роботу крану визначаються за формулою:

$$З_{\text{ел}} = k_1 \cdot k_2 \cdot W \cdot T \cdot C_e, \quad (3.18)$$

де k_1 – коефіцієнт втрати електроенергії (1,05 – 1,2);
 k_2 – коефіцієнт використання двигунів за потужністю (0,25 – 0,30);
 W – потужність двигунів, кВт;
 T – час роботи крану, год;
 C_e – вартість 1 кВт-год електроенергії, грн.

$$T = \frac{2 \times Q}{\Pi} \quad (3.19)$$

де Π – продуктивність крану т/год.

$$\Pi = G \times n_{\text{ц}} \quad (3.20)$$

де G – кількість вантажу, що переміщується за один цикл, т;
 $n_{\text{ц}}$ – кількість циклів, од.

$$n_{\text{ц}} = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} \quad (3.21)$$

де $T_{\text{ц}}$ – тривалість одного циклу, с [7].

$$T_{\text{ц}} = v \cdot (t_{\text{зс}} + 2(t_{\text{под}} + t_{\text{пов}}) + t_{\text{рас}} + t_{\text{ны}}) \quad (3.22)$$

де $t_{\text{зс}}$ – час застропки вантажу, с;
 $t_{\text{под}}, t_{\text{пов}}$ – час підйому та повороту стріли, с;
 $t_{\text{рас}}$ – час відстропки вантажу, с;
 $t_{\text{ны}}$ – час прийому та встановлення вантажу, с;
 v – коефіцієнт суміщення операцій (0,85 – 0,95).

$$T_{\text{ц}} = 0,93 \times (90 + 2(95 + 42) + 60 + 90) = 482 \text{ с};$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{3600}{482} = 7,47;$$

$$\Pi = 3,75 \times 7,47 = 28 \text{ м/год};$$

$$T = \frac{2 \times 15000}{28} = 1071,4 \text{ год};$$

$$З_{\text{ел}}^p = 1,2 \cdot 0,25 \cdot 340 \cdot 1071,4 \cdot 7,33 = 801043 \text{ грн.}$$

Загальні річні витрати на експлуатацію баштового крану на складі підприємства складають

$$C_{\text{кб}} = 194080 + 114259 + 707266 + 155599 + 48250 + 801043 = 2020497 \text{ грн.}$$

3.3 Визначення витрат на роботу автокрану

Собівартість роботи автокрану визначається за формулою:

$$C_{AK} = З_{\text{річ}}^{\text{роб}} + З_{\text{річ}}^{\text{np}} \quad (3.23)$$

де $З_{\text{річ}}^{\text{роб}}$ – витрати на роботу автокрану, грн;

$З_{\text{річ}}^{\text{np}}$ – витрати на переміщення автокрану, грн.

Витрати на переміщення автокрану розраховуються за формулою

$$З_{\text{річ}}^{\text{np}} = З_{\text{річ}}^{\text{нал}} + З_{\text{річ}}^{\text{ш}}. \quad (3.24)$$

Значення $З_{\text{річ}}^{\text{нал}}$ та $З_{\text{річ}}^{\text{ш}}$ знаходиться за формулами відповідно (3.9), (3.11).

$$L_{\text{річ}} = n_e \times l_m \quad (3.25)$$

де n_e – кількість їздок (визначається методом імітаційного моделювання);

l_m – довжина маршруту, км.

$$L_{p\dot{r}i\dot{c}} = 420 \cdot 4 = 1680 \text{ км};$$

$$P_{пал} = \frac{33 \times 1680}{100} = 554,40 \text{ л};$$

$$З_{p\dot{r}i\dot{c}}^n = 554,40 \times 51,50 = 28552 \text{ грн};$$

Витрати на гаражні, мастильні та експлуатаційні відрахування розраховується за формулами відповідно (3.11), (3.12), (3.13)

$$З_{г} = 0,07 \cdot 28552 = 1999 \text{ грн};$$

$$З_{маст} = 0,3 \cdot 28552 = 8566 \text{ грн};$$

$$З_{експ} = 0,01 \cdot 28552 = 286 \text{ грн.}$$

$$З_{пал.ак} = 28552 + 1999 + 8566 + 286 = 39403 \text{ грн.}$$

$$K_{ш} = \frac{1680}{80000} = 0,02;$$

$$З_{ш} = 11 \cdot 0,02 \cdot 8500 = 1870 \text{ грн};$$

$$З_{проб} = 39403 + 1870 = 41273 \text{ грн.}$$

Річні витрати на роботу автокрана знаходимо за формулою

$$З_{p\dot{r}i\dot{c}}^{роб} = \frac{(З_{зп} + З_{p\dot{r}i\dot{c}}^{соц} + З_{p\dot{r}i\dot{c}}^{рем} + A_{AK})}{1860} * (T_p + T) + T * Ц * P_p \quad (3.27)$$

де T_p – річний час руху автокрану, год;

P_p – витрати палива за 1 годину роботи автокрану, л.

Витрати заробітної плати та відрахування на соціальне страхування, визначаємо відповідно за формулами (3.4) та (3.5):

– машиніста крана

$$З_{\text{МК}} = 8 \cdot 54,1 = 432,8 \text{ грн};$$

$$З_{\text{МК.р.}} = 432,8 \cdot 22 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 12 = 114259 \text{ грн.}$$

– чотирьох стропальників:

$$З_{\text{с}} = 8 \cdot 50,9 = 407 \text{ грн};$$

$$З_{\text{с.р.}} = 407 \cdot 22 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 12 = 429792 \text{ грн.}$$

З урахуванням 30% премії річний фонд заробітної плати складає:

$$З_{\text{зп.ак}} = (114259 + 429792) \cdot 1,3 = 707266 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування визначаємо за формулою (3.5)

$$З_{\text{сс}} = 0,22 \cdot 707266 = 155599 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизаційні відрахування розраховуємо за формулами (3.1) та (3.2) з урахуванням того, що автокран КС-3562А вартістю 509500 грн мається на балансі підприємства по 5 групі основних фондів.

$$A_{\text{ак.р.}} = 509500 \cdot 0,2 = 101900 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт автокрана розраховуються за формулою (3,7):

$$З_{\text{рем.ак}} = 0,05 \cdot 509500 = 25475 \text{ грн.}$$

Тривалість роботи крана визначається за формулою

$$T_p = 2 * t_{\partial\partial} * n_e \quad (3.28)$$

де $t_{\partial\partial}$ – час руху автокрану, год.

$$t_{\partial\partial} = t_l + t_n + t_3 \quad (3.29)$$

де t_l – час руху автокрану з транспортного цеху до терміналу, год;

t_n – час на підготовчі операції автокрану до роботи, год;

t_3 – час на заключні операції, год.

$$t_{\partial\partial} = 0,14 + 0,12 + 0,07 = 0,33 \text{ год};$$

$$T_p = 2 * 0,33 * 420 = 277,2 \text{ год};$$

$$T_u = 0,9 * (90 + 2 * (432 + 172) + 60 + 90) = 1304 \text{ с};$$

$$n_u = \frac{3600}{1304} = 2,76;$$

$$\Pi = 7 * 2,76 = 19,3 \text{ м/год};$$

$$T = \frac{2 * 15000}{19,3} = 1554,4 \text{ год};$$

$$З_{\text{пр.річ.}} = 707266 + 155599 + 25475 + 101900 = 990240 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{р.річ.}} = 1554,4 * 51,5 * 6,4 = 512330 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{ак}} = 990240 + 512330 = 1502570 \text{ грн.}$$

Таким чином річні витрати на використання автокрану КС-3562А при роботі на терміналі складають 1502570 грн.

3.4 Розрахунок економічної ефективності пропонованих рішень

Оскільки пропоновані проєктні рішення не передбачають додаткових капітальних вкладень, економічний ефект від їх впровадження визначається величиною економії річних експлуатаційних витрат. За існуючим і проєктним варіантами витрати на виконання перевезень не змінюються, а змінюються лише витрати на виконання навантажувально-розвантажувальних робіт. При заміні стаціонарного баштового крану на пересувний автомобільний для обслуговування складу металу отримуємо економію річних експлуатаційних витрат у розмірі

$$E_p = E_b - E_{пр} = 2020497 - 1502570 = 517927 \text{ грн.}$$

Таким чином, в результаті побудови імітаційної моделі складу металу за існуючим генеральним планом КЕМЗ «Іскра» та оброблення отриманих результатів встановлено, що при роботі підприємства з загальним об'ємом 15000 т на рік споживання металу сортового та металевих труб, заміна на складі існуючого баштового крану на автокран марки КС-3562А, який має підприємство, дає економію річних експлуатаційних витрат у розмірі 517 927 грн на рік.

ВИСНОВКИ

В якості загальної методології поставлених задач прийнято системний підхід, який передбачає комплексний розвиток та взаємодію різних видів транспорту, а також розроблені методи побудови реальних моделей, які відображають конкретні умови функціонування транспортно-перевантажувальних комплексів.

В процесі реалізації імітаційної моделі складу металу Казенного електромашинобудівного заводу "Іскра" розглядались різноманітні варіанти обробки транспортних засобів з подальшим порівнянням за кількісними, якісними, натуральними показниками та критерієм оптимальності.

Отримані оптимальні параметри та характеристики технологічного процесу роботи складу при річному вантажопотоці 15000 т, передбачають заміну існуючого баштового крану на автокран марки КС-3562А. Економічний ефект від пропонованої схеми функціонування складу складає 517 927 грн за рік.

Пропонована методика може бути використана при розробці генеральних схем розвитку транспортних терміналів та параметрів основних технічних засобів. Також може бути використана при проектуванні та реконструкції для пошуку оптимальних співвідношень основних параметрів вантажних пристроїв та заходів підвищення пропускної та переробної здібності транспортно-перевантажувальних комплексів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бабушкін Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : навч. посібник для вузів / Г.Ф. Бабушкін - К.: ІСДО, 1993. – 190 с.
2. Грицунов О.В. Інформаційні системи і технології : навч. посіб. для студентів за напрямом підготовки «Транспортні технології» / О.В. Грицунов. – Харків, ХНАМГ, 2010. – 219 с.
3. Козаченко Д.М. Основи дослідження операцій в транспортних системах : навч. посібник для ВНЗ / Д.М. Козаченко, Р.В. Вернигора, В.В. Малашкін. – Дніпро : ДНУЗТ, 2015. – 277 с.
4. Кузькін О.Ф. Прикладні задачі дослідження операцій в транспортних системах : навч. посібник / О.Ф. Кузькін, О.А. Лашених, С.М. Турпак. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2013. – 371 с.
5. Лашених О.А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних процесів і систем / О.А. Лашених, О.Ф. Кузькін, С.В. Грицай. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 420 с.
6. Литвиненко С.Л. Механізація та автоматизація навантажувально-розвантажувальних робіт : навчальний посібник / С.Л. Литвиненко, Г.І. Нестеренко, Т.Ю. Габрієлова, П.О. Яновський. — К. : Кондор-Видавництво, 2016. – Ч. 1, 2, 3, 208 с.
7. Парунакян В.Е. Транспорт у виробничому процесі підприємств : навчальний посібник / В.Е. Парунакян, Г.В. Маслак, К.І. Сізова. – Маріуполь, 2009. - 170 с.