

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, факультету)
Кафедра транспортних технологій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ
ДОСТАВКИ ЕЛЕМЕНТІВ ДЕРЕВ'ЯНОЇ ТАРИ ДО ЦХП-1
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи Т-318м

Спеціальності 275 «Транспортні технології»
(на автомобільному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

Огородник Є.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник Турпак С.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Сосик А.Ю.
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний інститут, транспортний факультет
 Кафедра транспортних технологій
 Ступінь вищої освіти магістр
 Спеціальність 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри 
 «07» жовтня 2019 року

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

Огородника Євгена Сергійовича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та удосконалення процесу доставки елементів дерев'яної тари до ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проєкту (роботи) Турпак Сергій Миколайович, доктор техн. наук, професор,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «14» листопада 2019 року №389

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 29.11.2019 р.

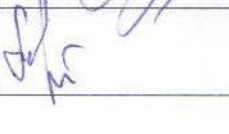
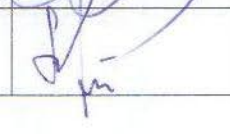
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема генерального плану; існуючі вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних машин; вартість перевезення вантажів та виконання транспортно-складських робіт; заробітна плата робітників; існуючі транспортно-технологічні схеми.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Попередня обробка статистичних даних; 2.2 Розрахунок основних параметрів вибіркової сукупності; 2.3 Виключення грубих аномальних значень випадкової величини; 2.4 Розрахунок тривалості обороту автомобілів; 2.5 Розробка моделі транспортного обслуговування.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Концептуальна модель транспортування та вантажопереробки пиломатеріалів; 2. Аналіз надходження пиломатеріалів для кріплення рулонів; 3. Аналіз надходження пиломатеріалів для формування пачок на салазках; 4. Аналіз надходження пиломатеріалів для формування пачок на брусах; 5. Графік роботи автомобіля за базовим варіантом; 6. Графік руху автомобіля за проектним варіантом; 7. Моделювання за базовим варіантом; 8. Моделювання за проектним варіантом; 9. Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

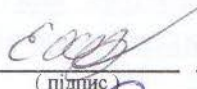
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Основна частина	Турпак С.М.		
Економічна частина	Харченко Т.В.		
Охорона праці	Лазуткін М.І.		

7. Дата видачі завдання «07» жовтня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Аналітична частина	07.10-18.10	
2.	Основна частина	21.10-04.11	
3.	Економічна частина	05.11-15.11	
4.	Охорона праці	18.11-22.11	
5.	Оформлення МР	25.11-29.11	
6.	Отримання зовнішніх рецензій	02.12-09.12	

Студент(ка)


 (підпис)
Є.С. Огородник
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


 (підпис)
С.М. Турпак
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 94 с., 8 рис., 7 табл., 2 додатки, 40 джерел.

Об'єкт дослідження – транспортно-складська система доставки елементів дерев'яної тари до цеху холодного прокату № 1 ПАТ «Запоріжсталь».

Мета дослідження – моделювання процесів перевезень та вантажопереробки елементів дерев'яної тари в умовах ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь».

Методи дослідження – статистичний аналіз перевезень та вантажопереробки елементів дерев'яної тари, аналітичний, графічний, імітаційне моделювання.

В магістерській роботі запропонована концептуальна модель транспортування та вантажопереробки елементів дерев'яної тари, що використовуються в процесі пакування металопродукції. За рахунок раціонального розподілу площі складів запропоновано ліквідувати зовнішню додаткову ділянку, зменшити витрати на вантажопереробку та підвищити ефективність перевезень.

ДЕРЕВ'ЯНА ТАРА, ДОСТАВКА, СКЛАД, УПАКОВКА, СПОЖИВАЧ, ВАНТАЖ, РУЛОНИ, ПАЧКИ, ГЕНЕРЕЛЬНА СУКУПНІСТЬ, ВИБІРКА, ІНТЕРВАЛ, МОДЕЛЮВАННЯ.

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу	2
Реферат	4
ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Загальні відомості про об'єкт дослідження	8
1.2 Розвиток технології кріплення вантажу на рухомому складі і виконання вантажних робіт	11
1.3 Сучасні тенденції розвитку технологій перевезень	15
1.4 Недоліки існуючого положення і постановка задач у магістерській роботі	20
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	21
2.1 Попередня обробка статистичних даних	21
2.2 Розрахунок основних параметрів вибірових сукупностей	23
2.3 Виключення грубих аномальних значень випадкової величини	27
2.4 Розрахунок тривалості обороту автомобілів	39
2.5 Розробка моделі транспортного обслуговування	45
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	52
3.1 Розрахунок витрат за базовим варіантом	55
3.1.1 Розрахунок річних амортизаційних відрахувань	55
3.1.2 Розрахунок витрат на ремонт	58
3.1.3 Розрахунок витрати на електроенергію	59
3.1.4 Розрахунок витрат на заробітну плату	60
3.1.5 Розрахунок відрахувань в фонд соціального страхування	62
3.1.6 Розрахунок величини накладних витрат	62

3.1.7 Розрахунок витрат на обслуговування зовнішньої ділянки автотранспортом	63
3.1.8 Розрахунок загальних річних експлуатаційних витрат	63
3.2 Розрахунок витрат за базовим варіантом	64
3.2.1 Розрахунок річних амортизаційних відрахувань	64
3.2.2 Розрахунок витрат на ремонт	66
3.2.3 Розрахунок загальних річних експлуатаційних витрат	67
3.2.4 Розрахунок економії експлуатаційних затрат	68
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
4.1 Аналіз потенційних небезпек	70
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки	71
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	72
4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	79
4.4.1 Заходи з пожежної безпеки	79
4.4.2 Інформування, оповіщення і дії робітників та службовців промислового об'єкта, при загрозі виникнення надзвичайної ситуації	80
4.5 Висновки з розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	86
ВИСНОВКИ	87
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	88
Додаток А – Базовий варіант моделювання	93
Додаток Б – Проєктний варіант моделювання	94

ВСТУП

Публічне акціонерне товариство «Запоріжсталь» є одним з найбільших промислових підприємств України. Його продукція відома та користується попитом у споживачів на внутрішньому ринку країни та в багатьох країнах світу [1].

Основними потенційними споживачами продукції комбінату є виробники зварних труб, підприємства сільськогосподарського та транспортного машинобудування, виробники побутової техніки.

Найбільшим попитом серед споживачів користується гарячекатаний плоский прокат в рулонах із вуглецевих та низьколегованих сталей товщиною 2-8 мм, а також холоднокатаний плоский прокат із вуглецевих сталей товщиною 0,5-2 мм.

Упаковка для металопродукції, що виготовляється комбінатом, забезпечує збереження й товарний вигляд при доставці її кспоживачам будь-яким видом транспорту.

У магістерській роботі будемо розробляти концептуальну модель транспортування та вантажопереробки елементів дерев'яної тари, що використовуються для пакування рулонів, тари для пачок на салаках та тари для пачок на брусках за допомогою імітаційного моделювання.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про об'єкт дослідження

ЦХП №1 почав видавати свою продукцію 1 квітня 1939 року. У передвоєнні роки комбінат видавав 70% холоднокатаної продукції від валового випуску в країні. Близько 3200 тонн прокатного обладнання було евакуйоване на Магнітогорський металургійний комбінат на початку Великої Вітчизняної війни [1].

Основні етапи розвитку об'єкта дослідження наведено нижче [1].

Другим народженням для ЦХП №1 стало 27 вересня 1947 року - в цей день машинобудівникам був урочисто відвантажено перший ешелон листового прокату. А в 1948 році на стані «2180» освоєно виробництво широкого холоднокатаного листа для автомобіля «Перемога».

З 1956 року в ЦХП №1 діє реверсивний стан «1200».

У 1963 року прокатники і будівельники ударними темпами (всього за 20 днів) завершили реконструкцію прокатного стану «Тандем».

У 1966 році в ЦХП-1 приступили до випуску нової продукції - чорної лакованої жерсті. У тому ж році в експлуатацію вводиться дресирувальний стан, три блоки газових печей і агрегат поперечної різання, а в 1972 році – 20-валковий стан холодної прокатки нержавіючої сталі.

У жовтні 1973 року завершено будівництво відділення металопласту.

У 1976 році колектив стану «1680» ЦХП №1 визнаний переможцем Всесоюзного змагання серед прокатників з присудженням звання «Кращий прокатний стан», у 1980 році це досягнення повторив колектив стану «1700-2».

У 1981 році - запущений новий агрегат дресирування, правки і різання нержавіючої сталі.

У 1989 році реконструйований дресувальний стан «Кварто 1680» з переходом на рулонний спосіб. У наступному році введено новий блок газових колпакових печей №15. У 1995 році пущений агрегат поздовжнього різання холоднокатаних смуг. Успішно освоюється зовнішній ринок. Холоднокатані листи і смуги йдуть на експорт.

1996 рік – рік об'єднання цеху жерсті з ЦХП №1 і впровадження нової технології упаковки листів і рулонів відповідно до вимог міжнародних стандартів.

У 1999-2000 роках в термічному відділенні підвищена стійкість колпакових печей за рахунок застосування нових футерувальних матеріалів, розпочато впровадження напрямних апаратів, крильчаток вентиляторів і конвекторних кілець.

3 квітня 2003 року запроваджено в дію модернізований агрегат гарячого лудіння №3 по виробництву білої жерсті шириною 512 мм. для виробників харчової продукції.

У лютому 2006 року здано в експлуатацію блок термічних печей, побудований за контрактом з австрійською фірмою «Ебнер».

Активна фаза будівництва лінії соляно-кислотного травлення в цеху холодної прокатки №1 і установки регенерації відпрацьованих травильних розчинів (НТА-4) була розпочата в січні 2014 року, а введена в експлуатацію в кінці жовтня 2014 року. НТА-4 - це унікальний промисловий об'єкт для України, аналогів якому немає. Його особливість - це повна автоматизація виробництва і виключення людського фактору в роботі механізмів. Продуктивність НТА-4 - 1350 тис. Т / рік травленого металу [2].

Інвестиції комбінату в 2014 році в загальному розмірі 1,65 мільярдів гривень були наймасштабнішими в рамках економіки всієї країни. Частина цих коштів була спрямована на будівництво промислового об'єкту НТА-4, аналогів якому немає в Україні, в світі ж подібних проєктів реалізовано всього лише два. При будівництві НТА-4 було використано 3,5 тис. тонн

металоконструкцій, 13 тис. м³ бетону, 30 км кабельної продукції. Площа промислових будівель 1,45 га. Розмір інвестицій в проєкт - близько 762 млн. грн. НТА-4 має екологічну складову - скорочення викидів парів сірчаної кислоти на 83%, повна ліквідація скидів ЦХП-1 в річку Дніпро, а також поліпшення якості металу. Унікальність проєкту полягає в тому, що вся відпрацьована в процесі виробництва кислота подається на установку регенерації і повністю відновлюється і подається назад у виробництво [2].

В дійсний час цех холодної прокатки №1 виробляє холоднокатаний плоский прокат завтовшки від 0,5 до 2,0 мм, шириною від 850 до 1500 мм в листах завдовжки до 4000 мм і в рулонах масою до 16 т, а також холоднокатану стрічку товщиною від 0,2 до 2,0 мм.

У ЦХП № 1 на безперервному чотирьохклітковому стані «1680», двох однокліткових реверсивних станах «1680» і «1200» і двох безперервних вузькосмугових чотирьохкліткових станах, двадцятивалковому стані «1700» і двох безперервних вузькосмугових чотирьохкліткових станах «450» і «650» виробляється холоднокатаний прокат з вуглецевої і низьколегованої сталі. Цех оснащений засобами для дресирування, поперечного різання і подовжнього розпуску, що забезпечують постачання холоднокатаного прокату товщиною від 0,2 до 2,0 мм, шириною від 10 до 1500 мм і довжиною листа до 3950 мм, а також рулонів масою до 15 т [3].

Тож серед продукції, яка виготовляється в ЦХП-1, є така, яка класифікується як великоваговий вантаж при перевезенні та потребує виконання особливих вимог до її розміщення та кріплення на рухомому складі. Це, в свою чергу, обумовлює вимоги до пакування такої продукції, що забезпечує безпеку при перевезеннях.

Доставка елементів дерев'яної тари здійснюється автотранспортом зі складів Управління підготовкою виробництва.

1.2 Розвиток технології кріплення вантажу на рухомому складі і виконання вантажних робіт

Вантажі, що перевозяться автомобільними транспортними засобами, закріплюються в кузові незалежно від відстані перевезення. Вибір засобів кріплення залежить від типу і складу вантажу. При визначенні способів кріплення вантажу і виборі засобів кріплення враховуються такі сили, що діють на вантаж:

- поздовжні горизонтальні інерційні сили, що виникають в процесі гальмування;
- поперечні горизонтальні сили, виникають при русі автомобільного транспортного засобу на поворотах і закругленнях дороги;
- вертикальні сили, виникають при коливаннях рухомого автомобільного транспортного засобу; сила тертя;
- сила тяжіння (вага вантажу).

Засоби кріплення вантажів поділяються на:

- притискні (ремені, ланцюги, троси та інше);
- розтяжні (ремені, троси та інше);
- розпірні (дерев'яні пристрої, бруски, упори та інше);
- фрикційні (протиковзкі мати і інше).

Для кріплення вантажів на автомобільному транспортному засобі застосовуються засоби кріплення багаторазового використання: розпірні пристрої, стійки, щити, ремені з хімічних волокон, ланцюги, троси дротяні та інші.

Фірма Braun GmbH (Німеччина) пропонує інвентарні кріпильні засоби для кріплення великовагових і великогабаритних вантажів при їх перевезеннях автомобільним транспортом. Кріплення моделі Trans 2G зменшує трудомісткість робіт з кріплення і скорочує витрату кріпильних

стрічок приблизно на одну третину. Пристрій складається з попередньо напруженою стрічки різної товщини і ширини і замкового пристрою.

Необхідно ретельно кріпити перевізні вантажі у відповідності з діючими вимогами. Повідомляється, що виміряні значення поздовжнього і поперечного прискорень, викликаних різними ситуаціями при їзді, дають інформацію про сили, які виникають при вивільненні незакріпленого вантажу. Відзначається, що одна фірма – член Асоціації страховиків (StBG) – вже кілька років проводить випробування на дорогах падіння погано закріплених вантажів. Ці випробування фінансуються і документуються StBG за допомогою відео зйомок. Приведено опис цих випробувань при перевезенні вантажів вагою 16 т [4].

Спілка інженерів Німеччини (VDI) і Союз автомобільної промисловості Німеччини (VDA) приділяють велику увагу питанням забезпечення збереження вантажів при автомобільних перевезеннях та створення для цих цілей надійних і простих у використанні засобів кріплення. Нормативні вимоги з цього питання викладені в нормалях VDI 2700 ff і DCE 9.5. Фірмою Schmitz Cargobull AG (Німеччина) створена сертифікована система кріплення вантажів в автотранспортних засобах, яка вже отримала широке застосування [5].

Неправильна фіксація вантажу в кузові автомобіля може стати причиною не тільки його пошкодження, але і аварії, що тягне людські жертви. Саме тому документи, які регламентують розміщення та кріплення вантажів, розробляються на державному рівні. Наприклад, в Америці діє Північноамериканський стандарт кріплення вантажу, у Великобританії - Кодекс безпеки вантажу на транспортному засобі, в Білорусії існують Правила безпечного розміщення та кріплення вантажів у кузові автомобільного транспортного засобу, затверджені в 2002 році. У Росії також є подібний документ, але виданий він ще в 1971 році і, на думку фахівців, на сьогоднішній день потребує серйозного доопрацювання. Один з найкращих

стандартів - німецький, і дорожня поліція Німеччини активно застосовує його при перевірці на автомагістралях. На базі німецького стандарту VDI 2700 розроблений загальноєвропейський стандарт EN 12195, який був ратифікований багатьма європейськими країнами. Важливість цього документа в тому, що в ньому заявлені сили, що діють на вантаж під час руху автомобіля по дорозі, які повинні бути компенсовані кріпленням. Крім цього, є стандарти, що визначають міцність самого транспортного засобу як частини системи кріплення і регламентують кількість і міцність точок кріплення, встановлених в кузові. Розглянуто сучасні способи фіксації вантажних одиниць на тентових причепах, контейнерах і на бортових платформах [6].

Найбільш надійно вантаж покладений, якщо він розташовується уздовж периметра кузова автомобіля, а конструкції кузова та засоби кріплення мають міцність, відповідну вимогам норм ЄП 12642. Це стосується автофургонів та причепів з дозволеною максимальною масою 3,5т. Повідомляється про проведені випробування на автофургонах з метою визначення ступеня надійності кріплення вантажів. Проводились статичні і динамічні випробування, результати яких наведені на малюнках і схемах. При динамічних випробуваннях автомобіль здійснював рух з гальмуванням вперед і назад, а також виконував різка зміна рядності руху. Зроблено висновки і дано прогноз [7-8].

В Німеччині діють нормативні вимоги про періодичність та порядок проведення випробувань підйомно-транспортного устаткування і вантажозахоплювальних пристроїв. Регулярне і якісне проведення випробувань є основою безпеки вантажно-розвантажувальних і транспортно-складських робіт. Фірма Heidkamp пропонує послуги з проведення всіх видів випробувань [9-10].

Для переміщення і транспортування важких вантажів, зокрема - обладнання, агрегатів, верстатів запропоновано транспортний пристрій, який

складається з двох транспортних плит на роликовому або гусеничному ході, причому кожна плита має по дві жорстко приварені стріли. Плити попарно з'єднані напрямними штангами з гідроциліндром і електродвигуном, причому харчування електродвигуна можливо від стаціонарної мережі або від акумуляторної батареї [11].

Пристрій використовується для установки на місце мостового настилу, який є переміщуваним важким вантажем і містить приводні блоки, розташовані на опорах мосту, кожен з яких містить стаціонарне підставу, а також взаємно поєднувані перший і другий рухливі елементи. Згадані елементи включають в себе інсталяційний клин і кулісу. Установчий клин і куліса виконують під впливом домкратів чергуються циклічні рухи, під час яких куліса підводиться і піднімає за собою настил, який спочатку розміщувався на підставі, потім куліса переміщається разом з настилем в поздовжньому напрямку по відношенню до основи і, врешті-решт, опускається, поміщаючи настил на основу. Винахід забезпечує підвищення надійності переміщення вантажу [12].

Фірма RBS Forderanlagen GmbH (Німеччина) створила вантажно-розвантажувальне пристрій продуктивністю до 1000 тарно-штучних вантажів в 1 ч. Пристрій побудований на модульній основі і може вбудовуватися в різні транспортно-складські та виробничо-транспортні системи, наприклад в систему ВК140 поставки тієї ж фірми [13].

Для широкого застосування у внутрішній логістики та, зокрема, в тарно-пакувальному виробництві та для сортування штучних вантажів по призначеннях, фірмою Oystar A + F (Німеччина) розроблена нова роботизована технологія на основі застосування шарнірно-зчленованих роботів з двома ступенями свободи. Вантажопідйомність таких роботів може бути до 63 кг. Наявність двох роздільних приводів забезпечує тривалість циклу в 2 с. Продуктивність при цьому досягається до 20000 одиниць на один рік [14].

Запропоновано спосіб перевантаження вантажів у змішаному повідомленні з використанням залізничного і автомобільного транспорту та пристрій для реалізації запропонованого способу. Згідно з пропозицією штучні вантажі, включаючи контейнери, змінні кузова і напівпричепи, завантажуються на спеціальні транспортні піддони, які за допомогою тягача пристрою завантажуються на залізничну платформу спеціальної конструкції і кріпляться до неї інвентарними засобами, створюючи єдине ціле. У цьому випадку платформа може бути полегшеної конструкції, оскільки всі зусилля при русі сприймаються платформою разом з піддоном, як єдиним екіпажем [15].

1.3 Сучасні тенденції розвитку технологій перевезень

Відзначається, що незважаючи на потреби захисту навколишнього середовища і різні соціальні аспекти, вантажні автомобільні перевезення будуть тільки зростати, що визначається їх безальтернативністю по ряду позицій. Така тенденція визначає необхідність удосконалення вантажних автомобілів великої вантажопідйомності і насамперед підвищення їх безпеки і зниження впливу на навколишнє середовище. Засобом вирішення цих завдань є системи із загальною назвою інтелектуальні системи шасі - електронне координоване управління всіма підсистемами шасі (двигун, трансмісія, гальма і підвіска) високорівневими інтелектуальними системами з використанням відеокамер, систем розпізнавання [16].

Транспортна компанія Kolner Eisenbahn Hafen und Guterverkehr Koln (HGK) виступає на ринку транспортних послуг Німеччини як фірма з широким спектром транспортних і логістичних послуг. Фірма здійснює перевезення вантажів як за власними залізничних коліях, так і по шляхах

загального користування концерну німецькі залізні дороги (DB AG), а також на коліях великих промислових підприємств. Наведені приклади перевезень металовідходів автомобільного заводу фірми Ford AG, вантажів заводу з виробництва алюмінію і ін. Дочірня структура компанії у м.Бергіш-Гладбахе має крупний логістичний центр з високостелажним складом-терміналом для перевезення вантажів у змішаному сполученні [17].

За прогнозами фахівців у Європі обсяги вантажних автоперевезень до 2015 р. зростуть на 20%. Союз автоіндустрії запропонував для вирішення цієї проблеми використовувати автопоїзда типу Eurocombi, які були показані на виставці IAA. На думку Союзу, поїзди довжиною 25,25 м і місткістю до 60 т з об'ємом фургона 150 м мають витрачати палива менше на 15% в порівнянні з традиційними автомобілями і дозволяють знизити на 10% завантаженість автодоріг. Відзначається, що цей потяг має підвищену безпеку. Запропоновано дві модифікації автопоїзда: 7 осей, місткістю до 48 т, об'єм 150 м та вантажопідйомністю 40 т, 8 осей, максимальне навантаження на вісь 9,5 т. Потужність двигуна становить 600 л. с. [18].

Фірма CargoLine, що перевозить штучні вантажі, і компанія TIP Services GmbH розширюють співпрацю. Фірма CargoLine має намір орендувати у цієї компанії ще 125 сидельних причепів до вже наявних в її парку 3000 причепів, що зафіксовано в недавно підписаному контракті. Компанія TIP бере на себе зобов'язання підтримувати, ремонтувати і перевіряти ці причепа, а також надає фірмі свою комп'ютерну програму Barcode, що дозволяє відслідковувати переміщення причепів і отримувати про них дані (вага вантажу, пошкодження та ін.). Щодня у фірми CargoLine перебувають у дорозі 1400 причепів [19].

Розглянуто питання надійного транспортування рулонів сталі на вантажних автомобілях. Наведено рекомендації по надійному кріпленню цих рулонів на сидельних причепах. Повідомляється, що для цієї мети в 1970-х рр. компанією Thyssen було розроблено спеціальний пристрій типу жолоби, яке

сьогодні дозволяє транспортувати рулони при точковому навантаженні в 30 т на довжині 1,5 м. Сьогодні багато виробників причепів виготовляють подібне обладнання. Описано досвід фірми Salzgitter AG з перевезення подібних вантажів, коли навантаження здійснюється в мінімальні терміни [20].

Наукова новизна роботи полягає в розвитку логістичного підходу до складних транспортних систем; уточненні багатовимірної класифікації КТГ, що враховує відсутність зв'язку між параметрами вантажу, тобто його особливі специфічні габаритно-вагові характеристики; розробці інтегрального критерію оцінки пристосованості транспортного засобу до вантажу з урахуванням специфіки і технології його перевезення; створення методики багатофакторної оптимізації параметричного ряду; дослідженні та визначенні типорозмірів технологічного оснащення транспортного засобу за допомогою розрахунково-графічного методу; розробці моделі вибору пристосованого транспортного засобу на основі методу кваліметрії та експертних оцінок [21].

Для перевезення навантажувачів та великовагових вантажів фірма Fligl (Німеччина) виготовила на спеціальне замовлення двохосьовий напівпричіп з вбудованою відкидний рамкою Jumbo-Curtainsider. Внутрішня довжина - 8200 мм, висота - 3050 мм, вантажопідйомність - 22500 кг [22].

Порожній пробіг автомобілів значно збільшує витрати на транспортно-експедиційне обслуговування та перевезення вантажів. Союз вантажовідправників Elvis спільно з Інститутом матеріальних потоків і логістики ім. Фраунгофера (Німеччина) створив транспортну систему, яка передбачає мінімізацію або повне виключення порожнього пробігу автомобілів та мінімізує зустрічні перевезення вантажів. Наведені приклади використання системи [23].

Транспортно-експедиційна фірма Krone (Німеччина) для перевезення рулонів сталевих листів використовує спеціально обладнані автопоїзда моделі Mega Liner Coil. Напівпричіп в такому автопоїзді має 4 пари

сідлоподібний кишень, в які вкладаються рулони в положенні лежачи на твірної. Довжина кишень - 7236 мм, що визначається довжиною рулонів. Є дах з гідравлічним механізмом [24].

Система Multilift Transportsysteme Deutschland (Німеччина) складається з семи незалежних транспортних підприємств, які спеціалізуються на перевезеннях великовагових і великогабаритних вантажів. Для перевезень система має в своєму розпорядженні парк спеціальних автотранспортних засобів у формі транспортних модулів, все - поставки фірми Goldhofer (Німеччина). Маса перевезених вантажів може досягати 1000 т. Перевезення виконуються не тільки в Німеччині, а й в інших країнах Європи [25].

В даний час підвищення ефективності автомобільних перевезень пов'язано із застосуванням методів класичної і сучасної математики. На законах лінійної алгебри, математичного аналізу, теорії графів і математичної статистики базуються математичне моделювання виробничих процесів і економіко-математичні методи (ЕММ) їх рішення. При складанні оптимального плану перевезень вантажів використовують завдання лінійного програмування транспортного типу. Транспортну проблему щодо перевезення вантажів можна представити у вигляді двох окремих послідовно розв'язуваних самостійних завдань, описуваних відповідними економіко-математичними завданнями. Перше завдання описується звичайної класичної економіко-математичної моделлю транспортного типу, друге завдання полягає в ефективності використання транспортних засобів, що є на підприємстві. При вирішенні завдань, пов'язаних з розподілом на транспортній мережі вантажопотоків застосовується метод потенціалів лінійного програмування. Запис та рішення транспортної задачі методом потенціалів виконується в таблично-матричній формі [26,27].

Транспортно-експедиційна фірма Rudinger (Німеччина) спеціалізується на перевезеннях великогабаритних вантажів (машин, устаткування,

вертольотів та ін.). Граничні розміри вантажів: ширина - 5 м, висота - 4 м, довжина - 17 м; маса - до 32 т. Фірма має власний парк тягачів, причепів і автомобілів. Обслуговує більше 100 фірм-замовників. У рік перевозить більше 8000 вантажів [28].

Результати дослідження, виконаного фірмою Shell у співпраці з німецьким центром транспорту і космосу, показують, що до 2030 р. у країні обсяги вантажних автоперевезень зростуть на 73% до 817 млрд. ткм. За даними Інституту транспортних досліджень зазначеного центру, до 2030 р. зростання викидів вуглекислого газу вантажним автотранспортом складе 32-50% і досягне 61-70 млн. т. Щорічно на ринок будуть надходити близько 300 тис. нових вантажних автомобілів. При цьому на коротких маршрутах класичні вантажні автомобілі будуть витіснені легкими вантажними автомобілями, а на зміну автопоїздам з сідельними тягачами з причепами прийдуть автопоїзда. До 2030 р. число вантажних автомобілів прогнозується близько 3 млн. од., тобто на 100 тис. більше, ніж сьогодні, а витрата палива знизиться на 20-30% [29].

Імітаційне моделювання, лінійне програмування і регресійний аналіз за діапазоном і частотою використання давно і стійко займають три перших місця серед усіх методів дослідження операцій [30].

Не є виключенням є й дослідження транспортних процесів, де також широко застосовується імітаційне моделювання [31].

1.4 Недоліки існуючого положення і постановка задач у магістерській роботі

В ході виконання магістерської роботи при розгляді процесу доставки дерев'яних елементів тари до ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь» виявлено наступні недоліки:

- внаслідок нераціонального використання ділянок для пакування металопродукції створено зовнішню додаткову ділянку, яка розташована за межами будівлі ЦХП-1;
- ускладнено процес розвантаження автомобілів, що призводить до збільшення тривалості її обороту на маршруті перевезень дерев'яних елементів тари Управління підготовки виробництва – ЦХП-1.

Для усунення вищевказаних недоліків пропонується розробити імітаційну модель роботи системи доставки та вантажопереробки дерев'яних елементів тари та визначити найбільш раціональні розміри пакувальних ділянок з метою ліквідації зовнішньої ділянки, що зменшить витрати на перевезення та вантажопереробку.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Попередня обробка статистичних даних

Першим етапом дослідження є збирання даних, яке називається статистичним дослідженням. Довільне статистичне дослідження базується на певній множині емпіричних даних, для отримання яких використовують власні спостереження явищ, виробничу звітність, офіційну статистику, опитування задіяного у виробництві персоналу тощо. В результаті отримують статистичну сукупність, яка являє собою множину елементів або одиниць одного і того ж виду [32].

Для транспортних систем це можуть бути сукупності відправників і споживачів вантажу; сукупності видів вантажу; сукупності видів вантажопереробки; сукупності показників і характеристик транспортного процесу тощо.

Кожен елемент сукупності характеризується низкою ознак, котрі змінюються під впливом різних умов, утворюючи їх мінливість, коливність, варіацію.

Вихідна, або статистична інформація спочатку являє собою неупорядкований ряд результатів окремих спостережень; у нашому випадку це є вихідні дані. Якщо ці спостереження розташувати у порядку зростання чи спадання значень ознаки, то отримаємо ранжований, або упорядкований ряд.

Розрізняють два види статистичних спостережень: суцільне і несуцільне. Суцільним називають таке спостереження, при якому обстежується вся статистична сукупність. Така сукупність називається генеральною. Несуцільним називається таке спостереження, при якому обстежується певна частина одиниць сукупності [32].

вибіркою, є приблизними оцінками відповідних характеристик генеральної сукупності.

Так як вихідна інформація є деякою випадковою вибіркою, то і шукані числові значення параметрів будуть випадковими оцінками вихідних характеристик.

До основних параметрів вибіркової сукупності належать: математичне очікування, дисперсія, стандартне відхилення та коефіцієнт варіації.

Середнє вибіркове $\bar{x}$ є слушною незміщеною оцінкою математичного очікування середнього значення $M(x)$ випадкової величини у генеральній сукупності.

Отже розрахуємо математичне очікування за формулою [32]:

$$M = \bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (2.1)$$

де n – кількість спостережень;

x_i – значення випадкової величини у i -му спостереженні.

Розрахуємо математичне очікування для вибіркової сукупності № 1 за формулою (2.1):

$$M = \frac{1}{102} \sum_{i=1}^{102} (4 + 4 + 4 + \dots + 14) = 7,01.$$

Розрахуємо математичне очікування для вибіркової сукупності № 2 за формулою (2.1):

$$M = \frac{1}{96} \sum_{i=1}^{96} (14 + 14 + 14 + \dots + 64) = 17,5.$$

Розрахуємо математичне очікування для вибіркової сукупності № 3 за формулою (2.1):

$$M = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{100} (8+9+9+\dots+13) = 11,6.$$

Дисперсія характеризує міру розсіювання випадкової величини відносно її середнього значення і розраховується за формулою [32]:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\bar{x})^2, \quad (2.2)$$

Отже, розрахуємо дисперсію для вибіркової сукупності № 1 за формулою (2.2):

$$S^2 = \frac{1}{102} (4^2 - 7^2) + (4^2 - 7^2) + \dots + (14^2 - 7^2) = 6,9.$$

Розрахуємо дисперсію для вибірки № 2 за формулою (2.2):

$$S^2 = \frac{1}{96} (14^2 - 16,5^2) + (14^2 - 16,5^2) + \dots + (64^2 - 16,5^2) = 30,8.$$

Розрахуємо дисперсію для вибіркової сукупності № 3 за формулою (2.2):

$$S^2 = \frac{1}{100} (8^2 - 11,45^2) + (9^2 - 11,45^2) + \dots + (13^2 - 11,45^2) = 0,98.$$

Середньоквадратичне (стандартне) відхилення являє собою додатний корінь із дисперсії та обчислюється за формулою [32]:

$$\sigma = \sqrt{S^2}. \quad (2.3)$$

Розрахуємо стандартне відхилення для вибіркової сукупності № 1 за формулою (2.3):

$$\sigma = \sqrt{6,9} = 2,6.$$

Розрахуємо середньоквадратичне відхилення для вибірки № 2 за формулою (2.3):

$$\sigma = \sqrt{30,8} = 5,5.$$

Розрахуємо стандартне відхилення для вибірки № 3 за формулою (2.3):

$$\sigma = \sqrt{0,98} = 0,99.$$

Коефіцієнт варіації [32] використовується як відносна оцінка характеристики розсіювання випадкової величини і являє собою процентне відношення вибіркового стандартного відхилення до вибіркового середнього:

$$\nu = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%. \quad (2.4)$$

Розрахуємо коефіцієнт варіації для вибіркової сукупності № 1 за формулою (2.4):

$$\nu = \frac{2,6}{7,01} = 0,37.$$

Розрахуємо коефіцієнт варіації для вибірки № 2 за формулою (2.4):

$$\nu = \frac{5,5}{16,5} = 0,33.$$

Розрахуємо коефіцієнт варіації для вибіркової сукупності № 3 за формулою (2.4):

$$\nu = \frac{0,99}{11,45} = 0,09.$$

2.3 Виключення грубих аномальних значень випадкової величини

Ця задача пов'язана з тим, що статистична інформація, як правило, не є однорідною. Поряд з основним масивом прямих спостережень або вимірів в екстремальних даних часто присутні грубі похибки, викликані прорахунками спостерігача, зробленими при введенні даних в ЕОМ тощо. Без аналізу якості статистичних даних, усунення або зменшення впливу аномальних значень випадкових величин на результати наступних етапів опрацювання статистичної сукупності можна зробити помилкові висновки щодо досліджуваного об'єкта або явища [32].

Грубими аномальними вважаються такі дані які в значній мірі відрізняються від інших даних варіаційного ряду. При проведенні

попереднього статистичного аналізу для відсіву грубих похибок можна використати декілька методів, заснованих на порівнянні максимального відносного відхилення випадкової величини від критичного значення деякого критерію. У нашому випадку будемо здійснювати перевірку за допомогою критерію Шовене [32].

Згідно з критерієм Шовене елемент вибірки x_i об'ємом n є викидом, якщо ймовірність його відхилення від середнього значення не перевищує $1/(12 \cdot n)$. Статистика Шовене розраховується за формулою [32]:

$$\delta = \frac{|x_i - \bar{x}|}{\sigma}, \quad (2.5)$$

де x_i – значення випадкової величини у i -му спостереженні;

$\bar{x}$ – середнє вибіркве значення;

σ – стандартне відхилення.

Отримане значення δ порівнюється з критичним значенням K^* статистики Шовене (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Критичні значення статистики Шовене

n	4	5	6	10	15	25	50	100	300
K^*	1,54	1,65	1,73	1,96	2,13	2,33	2,57	2,81	3,14

Якщо $\delta > K^*$, то значення x_i ($i = 1, n$) вважається викидом і виключається із вибірки.

Отже, проведемо перевірку нормальності розподілу статистичних даних вибіркової сукупності №1 (пиломатеріали для рулонів).

Середнє вибіркве значення згідно пункту 2.2 дорівнює 7,01.

Стандартне відхилення згідно пункту 2.2 дорівнює 2,6.

Для найбільшого за значенням спостереження ($x_{102} = 14$) обчислюємо за формулою (2.5) статистику Шовене:

$$\delta_{102} = \frac{(14 - 7,01)}{2,6} = 2,7.$$

За таблицею критичних значень статистики Шовене (табл. 2.1) для $n = 102$ маємо $K^* = 2,8$. Так як $\delta_{102} = 2,7 < 2,8$, то $x_{102} = 14$ не є викидом.

Отже, вибірка № 1 не має грубих аномальних значень.

Проведемо перевірку нормальності розподілу статистичних даних вибіркової сукупності № 2 (пиломатеріали для пачок на салазках).

Середнє вибіркове значення згідно пункту 2.2 дорівнює 17,5.

Стандартне відхилення згідно пункту 2.2 дорівнює 5,5.

Для найбільшого за значенням спостереження ($x_{96} = 64$) обчислюємо за формулою (2.5) статистику Шовене:

$$\delta_{96} = \frac{(64 - 17,5)}{5,5} = 8,5.$$

За таблицею критичних значень статистики Шовене (табл. 2.1) для $n = 96$ маємо $K^* = 2,8$. Так як $\delta_{96} = 8,5 > 2,8$, то $x_{96} = 64$ є викидом.

Проводимо перевірку на наявність грубих аномальних значень далі.

Для вибірки місткістю 95 значень:

1) Середнє значення розрахуємо за формулою (2.1):

$$\bar{x} = \frac{1}{95} \sum_{i=1}^{95} (14 + 14 + 14 + \dots + 27) = 16,9.$$

2) Розрахуємо дисперсію за формулою (2.2):

$$s^2 = \frac{1}{95}(14^2 - 16,5^2) + (14^2 - 16,5^2) + \dots + (27^2 - 16,5^2) = 7,4.$$

3) Стандартне відхилення розрахуємо за формулою (2.3):

$$\sigma = \sqrt{7,4} = 2,7.$$

Для найбільшого за значенням спостереження ($x_{95} = 27$) обчислюємо статистику Шовене за формулою (2.5):

$$\delta_{95} = \frac{(27 - 16,9)}{2,7} = 3,7.$$

За таблицею критичних значень статистики Шовене (табл. 2.1) для $n = 95$ маємо $K^* = 2,8$. Так як $\delta_{95} = 3,7 > 2,8$, то $x_{95} = 27$ є викидом.

Проводимо перевірку далі для вибірки місткістю 94 значень:

1) Середнє значення розрахуємо за формулою (2.1):

$$\bar{x} = \frac{1}{94} \sum_{i=1}^{94} (14 + 14 + 14 + \dots + 25) = 16,8.$$

2) Розрахуємо дисперсію за формулою (2.2):

$$s^2 = \frac{1}{95}(14^2 - 16,5^2) + (14^2 - 16,5^2) + \dots + (25^2 - 16,5^2) = 6,3.$$

3) Стандартне відхилення розрахуємо за формулою (2.3):

$$\sigma = \sqrt{6,3} = 2,5.$$

Для найбільшого за значенням спостереження ($x_{94} = 25$) обчислюємо статистику Шовене за формулою (2.5):

$$\delta_{94} = \frac{(25 - 16,8)}{2,5} = 3,28.$$

За таблицею критичних значень статистики Шовене (табл. 2.1) для $n = 94$ маємо $K^* = 2,8$. Так як $\delta_{94} = 3,28 > 2,8$, то $x_{94} = 25$ є викидом.

Проводимо перевірку на наявність грубих аномальних значень далі для вибірки місткістю 93 значення:

1) Середнє значення розрахуємо за формулою (2.1):

$$\bar{x} = \frac{1}{93} \sum_{i=1}^{93} (14 + 14 + 14 + \dots + 24) = 16,7.$$

2) Розрахуємо дисперсію за формулою (2.2):

$$s^2 = \frac{1}{93} (14^2 - 16,7^2) + (14^2 - 16,7^2) + \dots (24^2 - 16,7^2) = 5,5.$$

3) Стандартне відхилення розрахуємо за формулою (2.3):

$$\sigma = \sqrt{5,5} = 2,3.$$

Для найбільшого за значенням спостереження ($x_{94} = 24$) обчислюємо статистику Шовене за формулою (2.5):

$$\delta_{93} = \frac{(24 - 16,7)}{2,3} = 3,2.$$

За таблицею критичних значень статистики Шовене (табл. 2.1) для $n = 93$ маємо $K^* = 2,8$. Так як $\delta_{93} = 3,2 > 2,8$, то $x_{93} = 24$ є викидом.

Проводимо перевірку вибірки місткістю 92 значення:

1) Середнє значення розрахуємо за формулою (2.1):

$$\bar{x} = \frac{1}{92} \sum_{i=1}^{92} (14 + 14 + 14 + \dots + 23) = 16,6.$$

2) Розрахуємо дисперсію за формулою (2.2):

$$s^2 = \frac{1}{92} (14^2 - 16,6^2) + (14^2 - 16,6^2) + \dots (23^2 - 16,6^2) = 4,9.$$

3) Стандартне відхилення розрахуємо за формулою (2.3):

$$\sigma = \sqrt{4,9} = 2,2.$$

Для найбільшого за значенням спостереження ($x_{92} = 23$) обчислюємо статистику Шовене за формулою (2.5):

$$\delta_{92} = \frac{(23 - 16,6)}{2,2} = 2,9.$$

За таблицею критичних значень статистики Шовене (табл. 2.1) для $n = 92$ маємо $K^* = 2,8$. Так як $\delta_{92} = 2,9 > 2,8$, то $x_{92} = 23$ є викидом.

Проводимо перевірку вибірки місткістю 91 значення:

1) Середнє значення розрахуємо за формулою (2.1):

$$\bar{x} = \frac{1}{91} \sum_{i=1}^{91} (14 + 14 + 14 + \dots + 22) = 16,5.$$

2) Розрахуємо дисперсію за формулою (2.2):

$$s^2 = \frac{1}{91} (14^2 - 16,5^2) + (14^2 - 16,5^2) + \dots + (22^2 - 16,5^2) = 4,4.$$

3) Стандартне відхилення розрахуємо за формулою (2.3):

$$\sigma = \sqrt{4,4} = 2,1.$$

Для найбільшого за значенням спостереження ($x_{91} = 22$) обчислюємо статистику Шовене за формулою (2.5):

$$\delta_{91} = \frac{(22 - 16,5)}{2,1} = 2,6.$$

За таблицею критичних значень статистики Шовене (табл. 2.1) для $n = 91$ маємо $K^* = 2,8$. Так як $\delta_{91} = 2,6 < 2,8$, то $x_{91} = 22$ не є викидом.

Проведемо перевірку нормальності розподілу статистичних даних вибіркової сукупності № 3 (пиломатеріали для пачок на брусках).

Середнє вибіркве значення дорівнює 11,57.

Стандартне відхилення – 0,7.

Для найбільшого за значенням спостереження ($x_{100} = 13$) обчислюємо статистику Шовене за формулою (2.5):

$$\delta_{100} = \frac{(13 - 11,57317)}{0,703264} = 2,03.$$

За таблицею критичних значень статистики Шовене (табл. 2.1) для $n = 100$ маємо $K^* = 2,8$. Так як $\delta_{100} = 2,03 < 2,8$, то $x_{100} = 13$ не є викидом.

Перейдемо до визначення законів розподілу випадкової величини.

Закони розподілу неперервної ознаки задаються у вигляді інтервального ряду розподілу. У цьому випадку частоти підраховується не для окремого значення ознаки, а по відношенню до прийнятого інтервалу. При побудові таких рядів розподілів використовують метод групування, сутність якого полягає у тому, що в результаті об'єднання близьких значень ознаки статистичний ряд розбивається на окремі групи [32].

Побудова інтервального ряду включає такі ознаки:

- упорядкування ряду за зростанням значень випадкової величини – побудова варіаційного ряду.
- розбиття варіаційного ряду на групи (інтервали). Ця операція називається табулюванням або групування. Як правило, ширину інтервалу приймають однаковою для всіх інтервалів.

Приблизно кількість інтервалів можна визначити за формулою Стреджеса [33]:

$$k = 1 + 3,222 \lg n. \quad (2.6)$$

Розрахуємо кількість інтервалів для вибіркової сукупності № 1 за формулою (2.6):

$$k = 1 + 3,222 \lg 102 = 7,5.$$

Отже приймаємо 7...8 інтервалів.

Розрахуємо кількість інтервалів для вибіркової сукупності № 2 за формулою (2.6):

$$k = 1 + 3,222 \lg 91 = 7,3$$

Приймає 7...8 інтервалів.

Розрахуємо кількість інтервалів для вибіркової сукупності № 3 за формулою (2.6):

$$k = 1 + 3,222 \lg 100 = 7,4$$

Отже приймаємо кількість інтервалів 6...8.

На основі проведених розрахунків будемо графіки у програмі Statistica.

Для цього копіюємо з програми Exel в Statistica вибірку сукупність, що була перевірена на грубі аномальні значення, у стовпчик Var1. На панелі інструментів обираємо вкладку Statistica, далі вкладку Distribution Fitting. У віконці Distribution Fitting обираємо нормальний розподіл – Normal. У вкладці Parameters в строчці Number of categories вписуємо розраховану кількість інтервалів, в строчці Lower limit вписуємо мінімальне значення вибіркової сукупності, в строчці Upper limit вписуємо максимальне значення вибірки. Далі заходимо у вкладку Quick та натискаємо на кнопку Plot of observed and expected distribution. На екрані з'являється вікно Select the variable for the analysis, у якому обираємо строку – 1-Var1 та натискаємо кнопку Ok. На екрані з'являється результат нашого аналізу – графік.

Отже, перевіряємо першу вибірку сукупність на належність до закону розподілу. Спочатку перевіряємо вибірку на нормальний закон розподілу. У вкладці Parameters в строчці Number of categories ставимо 7 інтервалів згідно з нашими розрахунками, в строчці Lower limit ставимо 4, в строчці Upper limit ставимо 14. Далі на екрані можемо побачити результат нашого аналізу – графік вибіркової сукупності № 1, який наведений на рисунку 2.1.

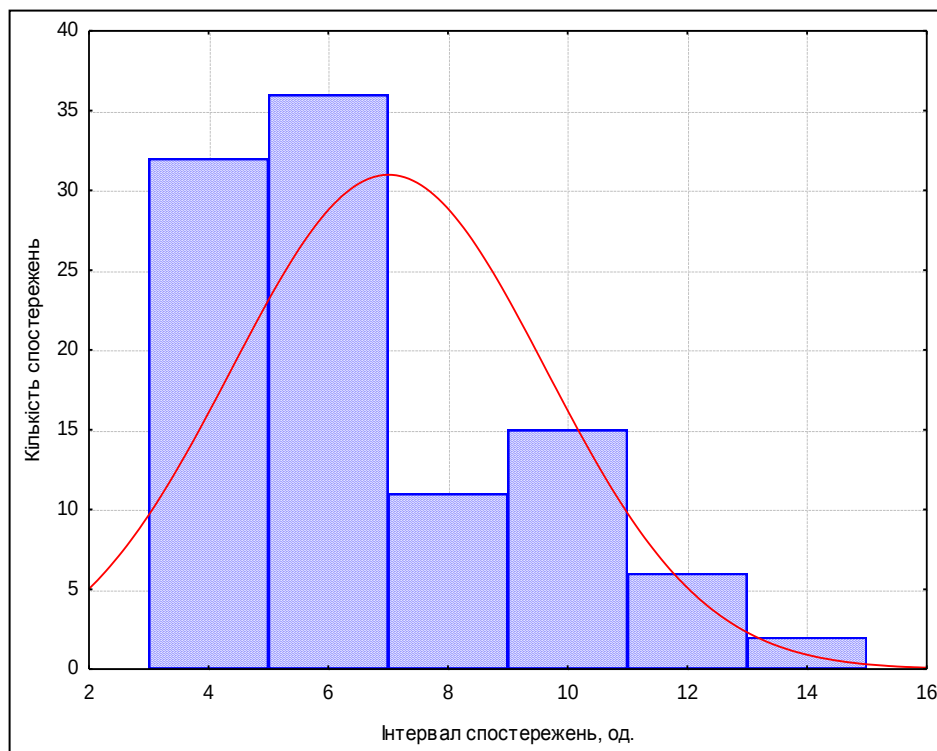


Рисунок 2.1 – Графік вибіркової сукупності № 1
(пиломатеріали для рулонів)

Здійснюємо перевірку вибірки № 2. Спочатку здійснюємо перевірку вибіркової сукупності на нормальний закон розподілу. У вкладці Parameters в графі Number of categories ставимо 7 інтервалів згідно з нашими розрахунками, в строчці Lower limit ставимо 14, в строчці Upper limit ставимо 22.

Далі на екрані можемо побачити результат нашого аналізу – графік вибіркової сукупності № 2, який наведений на рисунку 2.2.

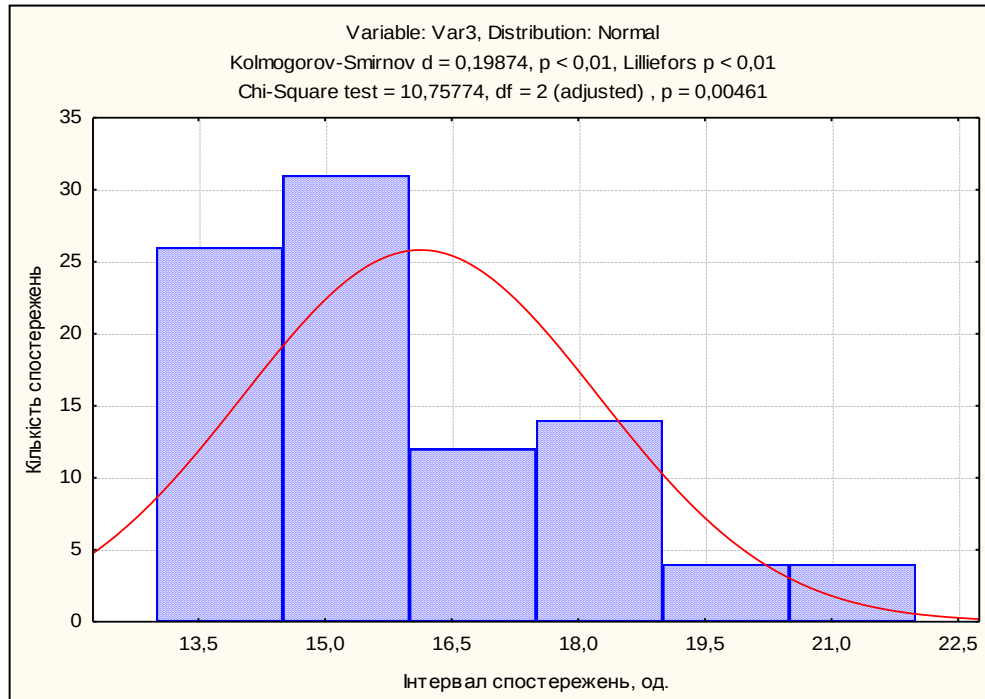


Рисунок 2.2 – Графік вибіркової сукупності № 2
 (пиломатеріали для пачок на салазках)

Здійснюємо перевірку вибірки № 3. Спочатку здійснюємо перевірку вибіркової сукупності на нормальний закон розподілу. У вкладці Parameters в графі Number of categories ставимо 6 інтервалів згідно з нашими розрахунками, в строчці Lower limit ставимо 8, в строчці Upper limit ставимо 13.

Далі на екрані можемо побачити результат нашого аналізу – графік вибіркової сукупності №3, який наведений на рисунку 2.3.

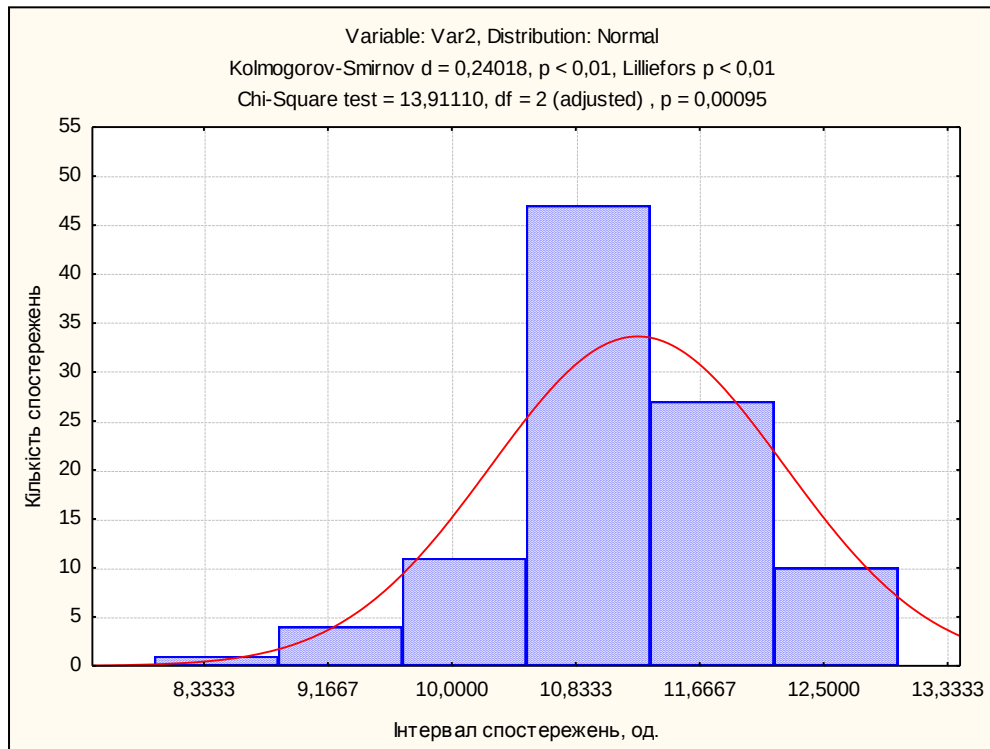


Рисунок 2.3 – Графік вибіркової сукупності № 3
 (пиломатеріали для пачок на брусах)

Концептуальна модель транспортування та вантажопереробки пиломатеріалів, яка показана на слайді 1 передбачає моделювання по отриманому для всіх вибірок нормальному закону розподілу.

Головні статистичні характеристики розподілів зведемо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Головні статистичні характеристики

Показники	Вибірка №1	Вибірка №2	Вибірка №3
1. Середнє значення, $\bar{x}$	7,0	16,5	11,57
2. Дисперсія, S^2	6,9	4,4	0,98
3. Стандартне відхилення, σ	2,6	2,1	0,99
4. Коефіцієнт варіації, ν	0,37	0,13	0,09

Результати аналізу представлені на слайдах 2-4 графічної частини.

2.4 Розрахунок тривалості обороту автомобілів

Перевезення здійснюється автомобілями КАМАЗ-53212, характеристики яких наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічна характеристика автомобіля КАМАЗ-53212

Показники	Значення
1. Колісна формула	6x4
2. Вантажопідйомність, кг	10000
3. Повна маса автомобіля, кг	18225
4. Потужність двигуна, л.с.	210
5. Максимальна швидкість, км/год.	90
6. Паливний бак, л	240

Час виконання вантажних операцій на складі тимчасового зберігання розраховується за формулою [34]:

$$t_{\text{вант.}} = \frac{q_{\text{с}} \cdot 60}{\Pi} + t_{\text{о}}, \quad (2.7)$$

де $q_{\text{с}}$ - середня маса вантажу в автомобілі, т;

Π – продуктивність вантажного механізму, т/год.;

$t_{\text{о}}$ - витрати часу на допоміжні операції в процесі навантаження, вивантаження, що не входять у робочий цикл, $t_{\text{о}} = 5$ хв.

Продуктивність для мостового крану визначається за формулою [34]:

$$\Pi = \frac{q_{\text{ц}} \cdot 3600}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.8)$$

де $t_{\text{ц}}$ - тривалість одного циклу роботи, с. Визначається відрізком часу від одного захвата вантажу до наступного захвата й встановлюється розрахунковим шляхом на підставі даних технічної характеристики машини. У розрахунках повинна враховуватися можливість поєднання робочих рухів машини за часом [34].

$q_{\text{ц}}$ - середня маса вантажу, що переміщується за один цикл, $q_{\text{ц}} = 0,75$ т.

Для мостового крану тривалість робочого циклу визначається за формулою [34]:

$$t_{\text{ц}} = \varphi_0 \cdot \left(\frac{H_{\text{но}}}{v_{\text{но}}} + \frac{L_{\text{не}}}{v_{\text{не}}} + \frac{L_{\text{нк}}}{v_{\text{нк}}} \right) + t_3 + t_6, \quad (2.9)$$

де φ_0 - коефіцієнт суміщення операцій машиністом під час керування краном, $\varphi_0 = 0,7 \dots 0,8$. Приймаємо $\varphi_0 = 0,7$;

$H_{\text{но}}$ - сумарна висота підйому-опускання вантажу за цикл, $H_{\text{но}} = 12$ м;

$L_{\text{не}}$ - сумарний шлях переміщення вантажного візка крану за цикл, $L_{\text{не}} = 10$ м;

$L_{\text{нк}}$ - сумарний шлях переміщення крану за цикл, $L_{\text{нк}} = 20$ м;

$v_{\text{но}}, v_{\text{не}}, v_{\text{нк}}$ - відповідно швидкості підйому-опускання вантажу, переміщення вантажного візка та переміщення крану із урахуванням часу на пуск і гальмування. Приймаємо $v_{\text{но}} = 1$ м/с, $v_{\text{не}} = 1,25$ м/с, $v_{\text{нк}} = 1,25$ м/с.

t_3 - час захоплення вантажу, $t_3 = 10 \dots 15$ с. Приймаємо $t_3 = 15$ с;

t_6 - час вивільнення вантажу, $t_6 = 5 \dots 12$ с. Приймаємо $t_6 = 12$ с.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.9):

$$t_{\text{ц}} = 0,7 \cdot \left(\frac{12}{1} + \frac{10}{1,25} + \frac{20}{1,25} \right) + 15 + 12 = 52,2 \text{ с.}$$

Отже визначимо продуктивність мостового крану за формулою (2.8):

$$\Pi = \frac{0,75 \cdot 3600}{52,2} = 52 \text{ т / год.}$$

Визначимо час на вантажні операції за формулою (2.7):

- при вивантаженні усього ватажу на складі тимчасового зберігання (в автомобілі розміщується 9 пачок пиломатеріалів на піддонах вагою 0,75 т кожна, з них чотири довгою стороною уздовж кузова автомобіля, 5 – поперек, разом $9 \cdot 0,75 = 6,75$ т):

$$t_{\text{вант.}} = \frac{6,75 \cdot 60}{52} + 5 = 13 \text{ хв.};$$

- при вивантаженні 6 пачок (4,5 т) на склад тимчасового зберігання (інші 3 пачки вивантажуються на зовнішній ділянці):

$$t_{\text{вант.}} = \frac{4,5 \cdot 60}{52} + 5 = 11 \text{ хв.}$$

Проведемо аналогічні розрахунки для визначення часу виконання вантажних операцій на зовнішній додатковій ділянці.

Для визначення тривалості робіт з вивантаження 3 пачок на зовнішній ділянці виконаємо подальші розрахунки.

Тривалість робочого циклу електронавантажувача [34]:

$$t_y = t_0 + \frac{2 \cdot (L_d - L_0)}{v_{\text{сер}}}, \quad (2.10)$$

де t_0 - тривалість нульового циклу, під яким розуміється тривалість найпростіших операцій окрім переміщення вантажу до місця штабелювання, $t_0 = 30 \dots 40$ с. Приймаємо $t_0 = 35$ с;

L_0 - дальність переміщення вантажу із місця його розташування до місця штабелювання, $L_0 = 20$ м;

L_0 - плече переміщення навантажувача при виконанні операцій нульового циклу, $L_0 = 5$ м;

$v_{сер}$ - середнє арифметичне значення швидкості навантажувача між її мінімальним і максимальним значенням, що указані в технічній характеристиці електронавантажувача, $v_{сер} = 3,89$ м/с.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.10):

$$t_{ц} = 35 + \frac{2 \cdot (20 - 5)}{3,89} = 43 \text{ с.}$$

Визначимо продуктивність електронавантажувача за формулою (2.8):

$$\Pi = \frac{0,75 \cdot 3600}{43} = 63 \text{ т / год.}$$

Розрахуємо час виконання вантажних операцій за формулою (2.7):

$$t_{вант} = \frac{4,5 \cdot 60}{63} + 5 = 10 \text{ хв.}$$

За визначеними даними побудуємо графік роботи автомобіля (рисунок 2.4), який наведено на слайді 5.

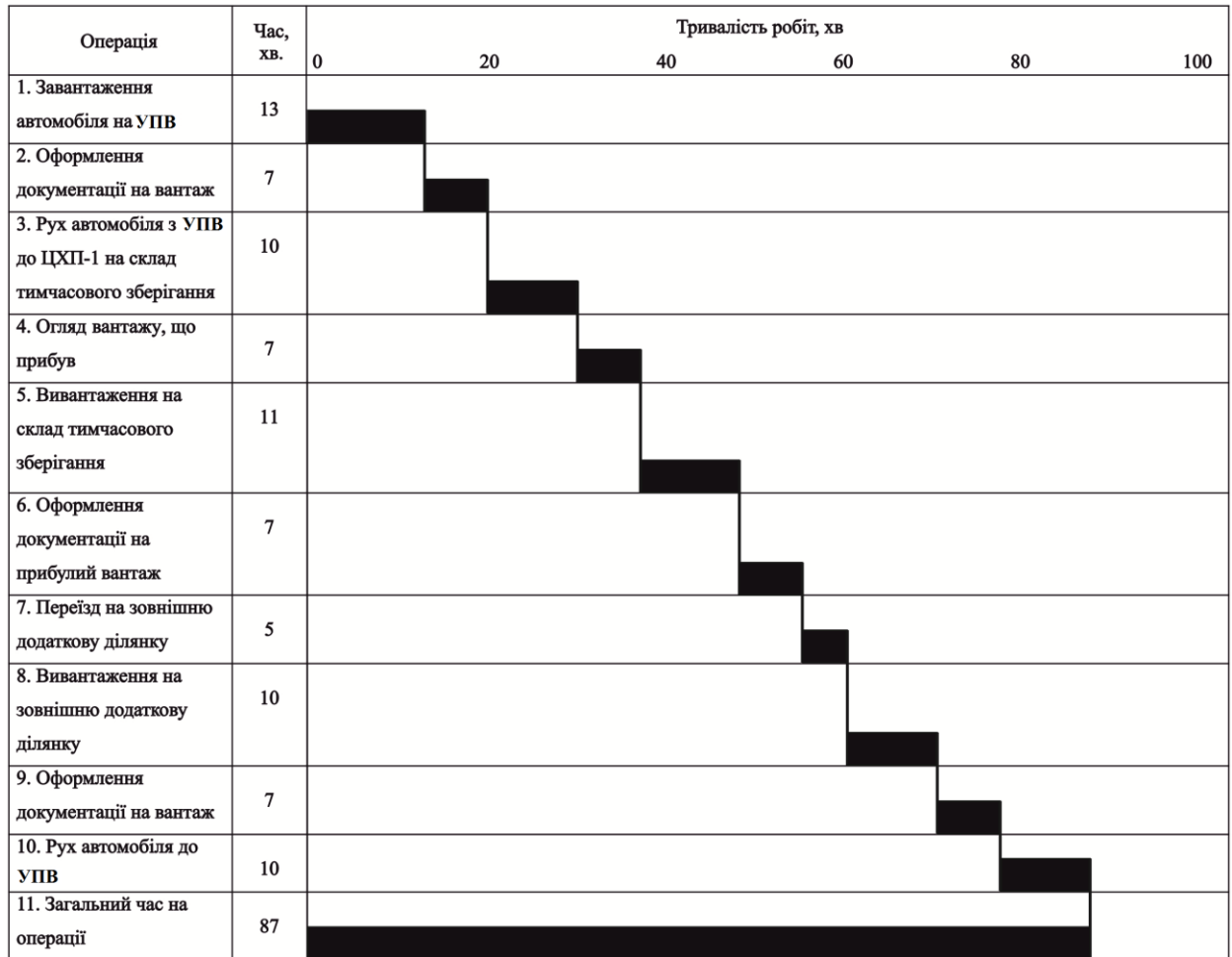


Рисунок 2.4 – Графік роботи автомобіля за базовим варіантом

Визначимо тривалість обороту автомобіля на маршруті:

$$t_{об.} = \sum_{i=1}^n t_i, \quad (2.11)$$

де t – час на виконання операцій.

Виконаємо розрахунки за формулою (2.11):

$$t_{об.} = 13 + 7 + 10 + 7 + 11 + 7 + 5 + 10 + 7 + 10 = 87 \text{ хв.}$$

Час обороту автомобіля за базовим варіантом складає 87 хвилин.

Розробимо графік руху автомобіля за проєктним варіантом, який представлено на рисунку 2.5 та на слайді 6.

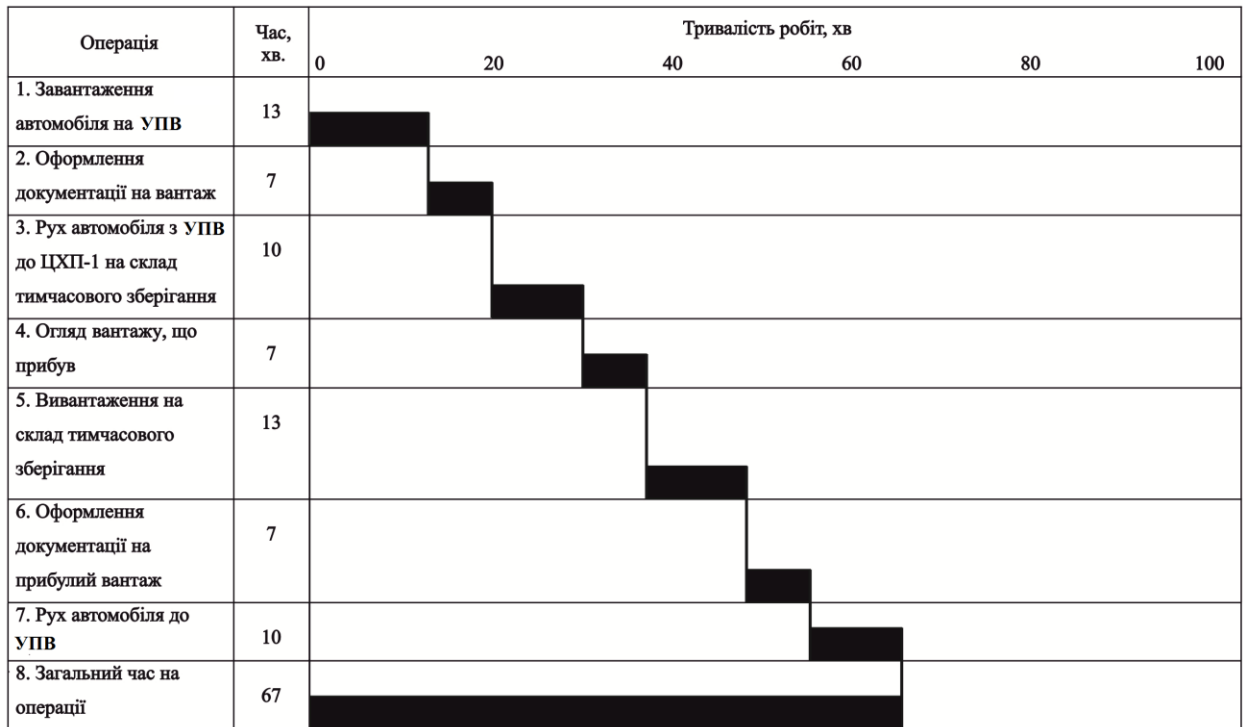


Рисунок 2.5 – Графік руху автомобіля за проєктним варіантом

Розрахуємо час обороту автомобіля за формулою (2.11):

$$t_{об.} = 13 + 7 + 10 + 7 + 13 + 7 + 10 = 67 \text{ хв.}$$

Час обороту автомобіля за проєктним варіантом складає 67 хвилин.

За рахунок скорочення часу обороту автомобіля на маршруті на час $87 - 67 = 20$ хв. підвищується ефективність його використання та можливе виконання додаткових перевезень по території підприємства.

Протягом доби виконується 6 оборотів, тобто можливе скорочення часу використання автомобілів на 2 години, або на 732 години на рік.

2.5 Розробка моделі транспортного обслуговування

Професійний інструмент імітаційного моделювання AnyLogic розроблен на основі сучасних концепцій в області інформаційних технологій і результатів досліджень в теорії гібридних систем та об'єктно-орієнтованого моделювання. Побудована на їх основі інструментальна система AnyLogic не обмежує користувача однією парадигмою моделювання, що є характерним для існуючих на ринку інструментів моделювання. В AnyLogic користувач може використовувати різні рівні абстрагування та різноманітні стилі й концепції і змішувати їх при створенні однієї і тієї ж моделі [35].

Імітаційне моделювання складається з двох великих етапів: створення моделі та аналіз отриманих за допомогою моделі результатів з метою прийняття рішень.

Побудова дійсно корисної імітаційної моделі потребує великої роботи. Спочатку розробник моделі повинен визначити, які задачі будуть вирішуватись з її допомогою, тобто моделюванню повинна передувати формування мети моделювання. Від мети залежить які процеси у реальній системі слід виділити та відтворити у моделі, а від яких процесів абстрагуватись, які характеристики цих процесів враховувати, а які – ні, які співвідношення між перемінними й параметрами моделі повинні бути відтворені у моделі.

Даний етап можна охарактеризувати як побудову концептуальної моделі, яка представлена на рисунку 2.6.

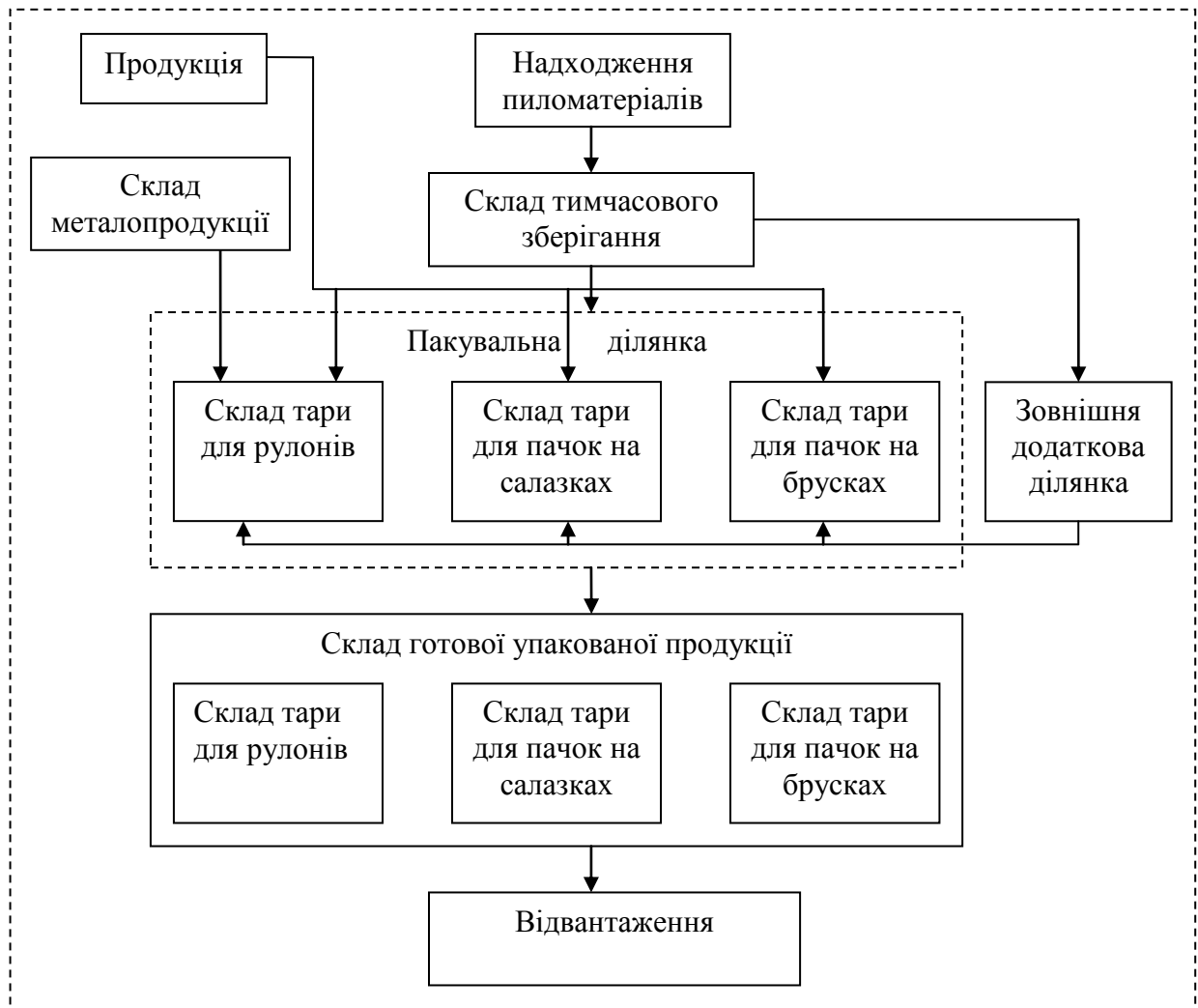


Рисунок 2.6 – Концептуальна модель транспортування та вантажопереробки пиломатеріалів

Згідно з концептуальною моделлю, яка зображена на рисунку 2.6 на ділянці виготовлення тари надходять пиломатеріали автомобільним транспортом. Автомобіль розвантажують на приймальній ділянці, з якої вантаж переміщується в зону тимчасового зберігання. Якщо зона тимчасового зберігання заповнена, то пиломатеріали відправляють на зовнішню додаткову ділянку.

З зони тимчасового зберігання в залежності від інтенсивності споживання пиломатеріали переміщуються на ділянці виготовлення тари для рулонів, тари для пачок на салазках та пачок на брусах.

Певні види продукції «з'єднуються» з відповідною тарою й потрапляють на склад готової продукції для подальшого відвантаження на транспорт.

Реалізація моделі у програмі AnyLogic. Бібліотека *AnyLogic Enterprise Library* підтримує дискретно-подійний підхід моделювання. За допомогою об'єктів *Enterprise Library* можливо моделювати системи реального світу, динаміка яких представляється як послідовність операцій (прибуття, затримка, захват або нестача ресурса, розподіл) над якимись сутностями (*entities*, українською - заявки) [35].

Сутностями можуть бути повідомлення, запити, документи, дзвінки, пакети даних, транспортні засоби, технічні пристрої та інше. Ці сутності пасивні та самі не контролюють свою динаміку. Але вони можуть мати певні атрибути, що впливають на процес їх обробки (наприклад, складність роботи, довжина повідомлення) або накопичуючими статистику (загальний час очікування, вартість, час обробки).

Процеси задаються у формі поточкових діаграм (блок схем). Поточкові діаграми *AnyLogic* ієрархічні, масштабовані, об'єктно-орієнтовані, що дозволяє користувачу моделювати складні системи будь-якого рівня детальності.

Моделювання за базовим варіантом:

Етап моделювання № 1: задається потік пиломатеріалів, що прибувають на підприємство автомобільним транспортом об'єктом *Source1* бібліотеки *Enterprise Library*. Об'єкт *Source* створює заявки. Зазвичай використовується в якості початкової точки потоку заявок. Заявки можуть бути чи базового для заявок класу *Entity*, або будь-якого класу користувачів, успадкованого від цього базового класу. Можливо сконфігурувати об'єкт так, щоб він створював заявки інших типів, вказавши конструктор потрібного класу в параметрі Нова заявка, а також задати дію, яка повинна виконуватись

перед тим, як нова заявка залишить об'єкт, та зв'язати із заявкою певну фігуру анімації.

Заявки можуть створюватись відповідно заданої інтенсивності, часом між прибуттями, інтенсивністю, що змінюється у часі. Якщо створення заявок підпорядковується закону розподілу, то час до створення наступної заявки розраховується при створенні заявки.

Етап моделювання № 2: після розвантаження автомобіля вантаж потрапляє на склад тимчасового зберігання, який задається об'єктом *Queue1*. Цей об'єкт моделює чергу заявок, що очікують приймання об'єктами, що слідує за даними у потоковій діаграмі.

Заявка може покинути об'єкт *Queue* різними способами [35]:

- 1) «звичайним способом» через порт *out*, коли об'єкт, що слідує за ним у блок-схемі, готовий прийняти заявку;
- 2) через порт *outTimeout*, якщо заявка буде чекати у черзі задану кількість часу (якщо включений режим таймаута);
- 3) через порт *outPreempted*, будучи витісненою іншою заявкою, що надійшла, при заповненій черзі (якщо включений режим витіснення);
- 4) «вручну», шляхом виклику функції *remove()* або *removeFirst()*.

В першому випадку об'єкт *Queue* залишає заявка, що знаходиться у самому початку черги (у нульовій позиції). Якщо заявка направлена у порт *outTimeout* або *outPreempted*, вона повинна покинути об'єкт миттєво. Якщо включена опція витіснення, об'єкт *Queue* завжди готовий прийняти нову заявку, в протилежному випадку при заповненій черзі заявка прийнята не буде.

У нашому випадку заявка покидає об'єкт *Queue* «звичайним способом» через порт *selectOutput*.

Заявки, що надходять, розміщуються у черзі у визначеному порядку: або відповідно правилу *FIFO* (у порядку надходження в чергу), або згідно пріоритетам заявок. Черга з пріоритетами завжди прийме нову вхідну заявку,

вирахає її пріоритет й розмістить у чергу в позицію, що відповідає її пріоритету. Якщо черга буде заповнена, то прихід нової заявки змусить останню, що зберігається у черзі, заявку покинути об'єкт через порт *outPreempted* (але якщо пріоритет нової заявки не буде перевищувати пріоритет нової заявки, то тоді замість неї буде витіснена ця нова заявка).

Етап моделювання № 3: зі складу тимчасового зберігання вантаж потрапляє на ділянки виготовлення тари для рулонів місткістю 1000 одиниць – *Source 2*, тари для пачок на салаках місткістю 1000 одиниць – *Source 3*, тари для пачок на брусах місткістю 1000 одиниць – *Source 4*.

Якщо склад тимчасового зберігання повністю заповнений вантаж відправляють на зовнішню додаткову ділянку – *Queue10*. З цієї ділянки потім вантаж переправляють на ділянку тари для рулонів - *Source 2*, ділянку тари для пачок на салаках - *Source 3* та ділянку тари для пачок на брусах - *Source 4*.

Об'єктами *Queue*, *Queue 2*, *Queue 3* задаються ділянки тимчасового зберігання пиломатеріалів.

Queue 4, *Queue 5*, *Queue 6* - це черги заявок, що очікують прийому об'єктами *Source 2*, *Source 3*, *Source 4*. Цими об'єктами задаються ділянки тимчасового зберігання неупакованої металопродукції.

Об'єктами *Queue 7*, *Queue 8*, *Queue 9* задаються ділянки зберігання упакованої металопродукції.

Об'єкт *Queue 1* з'єднується з *Source 2*, *Source 3*, *Source 4* за допомогою об'єкта *selectOutput*, *selectOutput 1*. Об'єкт *selectOutput* направляє вхідні заявки в один з двох вихідних портів в залежності від виконання заданої (детерміністичної або заданої за допомогою ймовірностей) умови. Умова може залежати як від заявки, так і від якихось зовнішніх факторів. Заявка, що надходить, залишає об'єкт у той же момент часу.

Об'єкт *Combine* очікує надходження двох заявок у порти *in1* и *in2* (в будь-якому порядку), а потім створює нову заявку й направляє її у вихідний

порт. Заявка, що прибуває першою, зберігається всередині об'єкта, доки не прийде інша. Як тільки прибуває інша заявка, утворена заявка відразу ж залишає об'єкт.

Етап моделювання № 4: після пакувальної ділянки готова продукція поступає на склад готової упакованої продукції, що задається об'єктами *Delay*, *Delay 1*, *Delay 2*. Цей об'єкт затримує заявки на заданий період часу. Час затримки вираховується динамічно, може бути випадковим, залежить від поточної заявки або від яких-небудь інших умов.

Одночасно можуть бути затримані декілька заявок (не більше заданої місткості об'єкта *capacity*). Заявки затримуються незалежно одна від одної – час затримки вираховується окремо для кожної заявки. Як тільки час затримки закінчується, заявка відразу ж покидає об'єкт. Якщо об'єкт *Delay* повністю заповнений, нову заявку він не прийме і в цьому випадку потрібно розмістити перед ним спеціальний об'єкт буферизації. У нашому випадку це об'єкт *Queue 7*, *Queue 8*, *Queue 9*.

Етап моделювання № 5: зі складу готової упакованої продукції вантаж відвантажується на транспорт, що задається об'єктом *Sink 1*, *Sink 2*, *Sink 3*.

Цей об'єкт знищує заявки, що надходять. Зазвичай використовується в якості кінцевої крапки потіка заявок. Для того, щоб заявки видалялись із моделі й знищувались, потрібно з'єднати вихідний порт останнього блока процесної діаграми з портом об'єкта *Sink*.

Для успішного знищення заявок потрібно, щоб виконувались три умови [35]:

- 1) якщо заявка знаходиться у мережі, вона повинна бути видалена з цієї мережі за допомогою об'єкта *NetworkExit*;
- 2) заявка не повинна володіти жодним ресурсом чи сітьовим ресурсом.;
- 3) якщо заявка містить інші заявки, вони теж повинні задовольняти указаним умовам.

Якщо яка-небудь умова не виконується, об'єкт *Sink* видає помилку.

Схема моделювання базового варіанту наведена у додатку А та на слайді 7 графічної частини.

Моделювання проєктного варіанту:

За допомогою імітаційного моделювання пропонується збільшити місткість ділянки виготовлення тари для рулонів до 2700 одиниць, ділянки виготовлення тари для пачок на салаках зменшити до 200 одиниць та зменшити ділянку виготовлення тари для пачок на брусках до 100 одиниць.

Завдяки цьому ліквідуємо зовнішню додаткову ділянку.

Схема проєктного варіанту наведена у додатку Б та на слайді 8 графічної частини.

.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В економічній частині проведемо розрахунки за базовим та проєктним варіантом роботи ділянок складів тари для рулонів, складу тари для пачок на салаках, складу тари для пачок на брусах та зовнішньої додаткової ділянки.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані за двома варіантами розрахунків

Показники	Базовий варіант	Проєктний варіант
1	2	3
1. Площа, кв.м:		
1.1 Склад 1	50	120
1.2 Склад 2	50	20
1.3 Склад 3	50	15
1.4 Зовнішня додаткова діляниця	100	–
2. Місткість, од.:		
2.1 Склад 1	1000	2700
2.2 Склад 2	1000	200
2.3 Склад 3	1000	100
2.4 Зовнішня додаткова діляниця	1500	–
3. Вартість складів, тис.грн:		
3.1 Склад 1	300	700
3.2 Склад 2	300	100
3.3 Склад 3	300	75
3.4 Зовнішня додаткова діляниця	180	–

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
4. Кількість змін:		
4.1 Склад 1	3	3
4.2 Склад 2	3	3
4.3 Склад 3	3	3
4.4 Зовнішня додаткова ділянка	2	—
5. Тривалість робочого дня, год.:		
5.1 Склад 1	8	8
5.2 Склад 2	8	8
5.3 Склад 3	8	8
5.4 Зовнішня додаткова ділянка	11	—
6. Кількість бригад на складі:		
6.1 Склад 1	4	4
6.2 Склад 2	4	4
6.3 Склад 3	4	4
6.4 Зовнішня додаткова ділянка	2	—

Таблиця 3.2 – Кількість робітників на складах

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
1	2	3
1. Бригадир:		
1.1 Склад 1	1	1
1.2 Склад 2	1	1
1.3 Склад 3	1	1
1.4 Зовнішня додаткова ділянка	1	—
2. Стропальники:		
2.1 Склад 1	2	3
2.2 Склад 2	2	2
2.3 Склад 3	2	1
2.4 Зовнішня додаткова ділянка	—	—
5. Водій електронавантажувача:		
5.1 Склад 1	—	—
5.2 Склад 2	—	—
5.3 Склад 3	—	—
5.4 Зовнішня додаткова ділянка	1	—

3.1 Розрахунок за базовим варіантом

3.1.1 Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Квартальна амортизація розраховується за формулою [36-37]:

$$A_a = \frac{B_a \cdot a_n}{100}, \quad (3.1)$$

де B_a - балансова вартість складського приміщення;

a_n - норма амортизації.

Річна амортизація розраховується за формулою [36]:

$$A_{p\dot{u}ч} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4. \quad (3.2)$$

Розрахунок річних амортизаційних відрахувань ділянок складів.

Балансова вартість ділянки складу - $B_a = 300\,000$ грн (за базовим варіантом використовується три однакових ділянки);

a_n - норма амортизації, $a_n = 2\%$ (перша група основних фондів).

Розрахуємо квартальну амортизацію ділянки складу за формулою (3.1):

$$A_1 = \frac{300000 \cdot 2}{100} = 6000 \text{ грн},$$

$$A_2 = \frac{(300000 - 6000) \cdot 2}{100} = 5880 \text{ грн},$$

$$A_3 = \frac{(294000 - 5880) \cdot 2}{100} = 5762,4 \text{ грн},$$

$$A_4 = \frac{(288120 - 5762,4) \cdot 2}{100} = 5647,15 \text{ грн.}$$

Розрахуємо річну амортизацію за формулою (3.2):

$$A_{\text{річ}} = 6000 + 5880 + 5762,4 + 5647,15 = 23289,55 \text{ грн.}$$

Отже річна амортизація для трьох складів:

$$A_{\text{річ.заг.}} = 23289,55 \cdot 3 = 69868,65 \text{ грн.}$$

Розрахунок річних амортизаційних відрахувань зовнішньої додаткової ділянки.

Балансова вартість зовнішньої додаткової ділянки - $B_a = 180\,000$ грн;

a_n - норма амортизації, $a_n = 2\%$ (перша група основних фондів).

Розрахуємо квартальну амортизацію зовнішньої додаткової ділянки площею 100 кв.м за формулою (3.1):

$$A_1 = \frac{180000 \cdot 2}{100} = 3600 \text{ грн,}$$

$$A_2 = \frac{(180000 - 3600) \cdot 2}{100} = 3528 \text{ грн,}$$

$$A_3 = \frac{(176400 - 3528) \cdot 2}{100} = 3457,44 \text{ грн,}$$

$$A_4 = \frac{(172872 - 3457,44) \cdot 2}{100} = 3388,29 \text{ грн.}$$

Розрахуємо загальну річну амортизацію за формулою (3.2):

$$A_{\text{річ}} = 3600 + 3528 + 3457,44 + 3388,29 = 13973,73 \text{ грн.}$$

Розрахунок річних амортизаційних відрахувань електронавантажувача.

Балансова вартість електронавантажувача - $B_a = 96\,000$ грн;

a_n - норма амортизації, $a_n = 6\%$ (третя група основних фондів).

Розрахуємо квартальну амортизацію електронавантажувача за формулою (3.1):

$$A_1 = \frac{96000 \cdot 6}{100} = 5760 \text{ грн,}$$

$$A_2 = \frac{(96000 - 5760) \cdot 6}{100} = 5414,4 \text{ грн,}$$

$$A_3 = \frac{(90240 - 5414,4) \cdot 6}{100} = 5089,54 \text{ грн,}$$

$$A_4 = \frac{(84825,6 - 5089,54) \cdot 6}{100} = 4784,16 \text{ грн.}$$

Розрахуємо річну амортизацію за формулою (3.2):

$$A_{\text{річ}} = 5760 + 5414,4 + 5089,5 + 4784,2 = 21048,1 \text{ грн.}$$

3.1.2 Розрахунок витрат на ремонт

Витрати на ремонт визначаються за формулою [37]:

$$З_{рем} = \frac{B_a \cdot a_{\%}}{100}, \quad (3.3)$$

де $a_{\%}$ - відсоток від балансової вартості об'єкта.

Розрахуємо витрати на ремонт одного складського приміщення за формулою (3.3), $a_{\%}=2,1\%$:

$$З_{рем} = \frac{300000 \cdot 2,1}{100} = 6300 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на ремонт для трьох складських приміщень:

$$З_{рем.заг.} = 6300 \cdot 3 = 18900 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на ремонт зовнішньої додаткової ділянки за формулою (3.3), $a_{\%}=2,1\%$:

$$З_{рем} = \frac{180000 \cdot 2,1}{100} = 3780 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на ремонт електронавантажувача за формулою (3.3) при $a_{\%}=5\%$:

$$З_{рем} = \frac{96000 \cdot 5}{100} = 4800 \text{ грн.}$$

3.1.3 Розрахунок витрат на електроенергію

Витрати на електроенергію електронавантажувачем при роботі на зовнішній додатковій ділянці розрахуємо за формулою [37]:

$$Z_{\text{ел.ен.}} = \frac{W \cdot u \cdot T \cdot n \cdot k_p}{t \cdot \theta \cdot \cos \varphi \cdot 1000} \cdot C, \quad (3.4)$$

де W – ємність акумуляторної батареї, А/год. В наших розрахунках $W = 370$ А/год.;

u – напруга, В. В наших розрахунках $u = 48$ В;

n – кількість акумуляторних батарей; $n = 1$ од.;

C – ціна 1 кВт/год; $C = 2,244$ грн. за 1 кВт/год;

t – час роботи механізму при одній зарядці; $t = 12$ год.;

k_p – коефіцієнт, що враховує витрати в мережі; $k_p = 1,1$;

θ – коефіцієнт корисної дії; $\theta = 0,7$;

$\cos \varphi = 0,8$;

T – дійсний річний фонд роботи обладнання, год. Розраховується за формулою:

$$T = t_{\text{факт}} \cdot 365, \quad (3.5)$$

де $t_{\text{факт}}$ – фактичний час роботи електронавантажувача; $t_{\text{факт}} = 6$ год.

$$T = 6 \cdot 365 = 2190 \text{ год.}$$

Отже, розрахуємо витрати електроенергії за формулою (3.4):

$$З_{\text{ел.ен.}} = \frac{370 \cdot 48 \cdot 2190 \cdot 1 \cdot 1,1}{11 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1000} \cdot 2,244 = 15585,54 \text{ грн.}$$

3.1.4 Розрахунок витрат на заробітну плату

Розрахуємо заробітну плату водія електронавантажувача.

Визначимо необхідну кількість водіїв:

$$N_{\text{вод.}} = n_{\text{зм}} \frac{t_{\text{зм}} \cdot 365}{t_{\text{річ}}}, \quad (3.6)$$

де $n_{\text{зм}}$ – кількість змін, $n_{\text{зм}} = 2$.

$t_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.; $t_{\text{зм}} = 11$ год.;

$t_{\text{річ}}$ – кількість робочих годин на рік; $t_{\text{річ}} = 1993$ год.

$$N_{\text{вод.}} = 2 \cdot \frac{11 \cdot 365}{1993} = 4 \text{ водія.}$$

Розрахуємо заробітну плату водіїв навантажувача за формулою [37]:

$$З_{\text{зн}} = N \cdot k_{\text{пр}} \cdot C_{\text{год}} \left[\Phi_p (7/6 + k_{\text{ук}}) + \Phi_{\text{св}} \right], \quad (3.7)$$

де N – кількість працівників;

$k_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, який враховує премію, $k_{\text{пр}} = 1,3$;

$C_{\text{год}}$ – годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього грейда працівника), грн/год.; для водія $C_{\text{год}} = 51,13$ грн;

Φ_p – фонд робочого часу за рік, $\Phi_p = 1993$ год.;

7/6 – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній (20% – з 18:00 до 22:00) та нічний час (40% – з 22:00 до 6:00);

$k_{шк}$ – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах.

Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається $k_{шк} = 0,11$.

$\Phi_{св}$ – час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі, $\Phi_{св} = (1993/365) \cdot 11 = 60$ год.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$З_{зн} = 4 \cdot 1,3 \cdot 51,13 [1993(7/6 + 0,11) + 60] = 692446,57 \text{ грн.}$$

Розрахуємо заробітну плату бригадирів.

Визначимо необхідну кількість робітників за формулою (3.6):

$$N_{бр} = 2 \cdot \frac{11 \cdot 365}{1993} = 4 \text{ бригадира.}$$

Заробітну плату бригадирів розрахуємо за формулою (3.7) при $C_{год}^M = 54,5$ грн:

$$З_{бр} = 4 \cdot 1,3 \cdot 54,5 [1993(7/6 + 0 + 0,11) + 60] = 738086,02 \text{ грн.}$$

Розрахуємо загальний фонд заробітної плати:

$$З_{заг} = 692446,57 + 738086,02 = 1430532,59 \text{ грн.}$$

3.1.5 Розрахунок відрахувань в фонд соціального страхування

Розрахуємо відрахування в фонд соціального страхування за формулою [37]:

$$O_{cc} = \frac{B}{100} \cdot Z_{\text{заг}}, \quad (3.8)$$

де $B = 22\%$ - внесок від загального фонду заробітної плати.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.8):

$$O_{cc} = 0,22 \cdot 1430532,59 = 314717,17 \text{ грн.}$$

3.1.6 Розрахунок величини накладних витрат

Розрахуємо величину накладних витрат за формулою [37]:

$$Z_{\text{нак}} = \frac{B_{\text{нак}}}{100} \cdot Z_{\text{заг}}, \quad (3.9)$$

де $B_{\text{нак}} = 34\%$ від загального фонду заробітної плати.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$Z_{\text{нак}} = 0,34 \cdot 1430532,59 = 486381,08 \text{ грн.}$$

3.1.7 Розрахунок загальних витрат на заробітну плату

Розрахуємо загальних витрат на заробітну плату за формулою:

$$З_{зп} = З_{заг} + О_{сс} + З_{нак} . \quad (3.10)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.10):

$$З_{зд} = 1430532,59 + 314717,17 + 486381,08 = 2231630,84 \text{ грн.}$$

3.1.8 Розрахунок загальних річних експлуатаційних витрат за базовим варіантом

Загальні річні експлуатаційні витрати визначаються за формулою:

$$\begin{aligned} З_{річ.}^{експ.} = & A_{річ.заг.скл.} + A_{річ.діл} + A_{річ.ел.нав.} + З_{рем.заг.скл.} + З_{рем.діл} + \\ & + З_{рем.ел.нав.} + З_{ел.ен.} + З_{заг} + О_{сс} + З_{нак} , \end{aligned} \quad (3.11)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.11):

$$\begin{aligned} З_{річ}^{експ.} = & 69868,65 + 13973,73 + 21048,1 + 18900 + 3780 + 4800 + \\ & + 15585,54 + 1430532,59 + 314717,17 + 486381,08 = 2379586,86 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.2 Розрахунок за проєктним варіантом

За цим варіантом пропоную збільшити місткість першого складу до 2700 одиниць, зменшити склад тари для пачок на салаках до 200 одиниць та зменшити склад тари для пачок на брусках до 100 одиниць.

Отже, слід збільшити площу першого складу до 120 кв.м, зменшити площу другого складу до 20 кв.м та зменшити площу третього складу до 15 кв.м.

Внаслідок таких змін ліквідуємо зовнішню додаткову ділянку.

3.2.1 Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Розрахуємо квартальну амортизацію для складу тари для рулонів за формулою (3.1):

Балансова вартість складського приміщення - $B_a = 700\,000$ грн;

a_n - норма амортизації, $a_n = 2\%$ (перша група основних фондів).

$$A_1 = \frac{700000 \cdot 2}{100} = 14000 \text{ грн,}$$

$$A_2 = \frac{(700000 - 14000) \cdot 2}{100} = 13720 \text{ грн,}$$

$$A_3 = \frac{(686000 - 13720) \cdot 2}{100} = 13445,6 \text{ грн,}$$

$$A_4 = \frac{(672280 - 13445,6) \cdot 2}{100} = 13176,69 \text{ грн.}$$

Розрахуємо річну амортизацію за формулою (3.2):

$$A_{\text{річ}} = 14000 + 13720 + 13445,6 + 13176,69 = 54342,29 \text{ грн.}$$

Розрахуємо квартальну амортизацію для складу тари для пачок на салазках за формулою (3.1):

Балансова вартість складського приміщення - $B_a = 100\,000$ грн;

a_n - норма амортизації, $a_n = 2\%$ (перша група основних фондів).

$$A_1 = \frac{100000 \cdot 2}{100} = 2000 \text{ грн,}$$

$$A_2 = \frac{(100000 - 2000) \cdot 2}{100} = 1960 \text{ грн,}$$

$$A_3 = \frac{(98000 - 1960) \cdot 2}{100} = 1920,8 \text{ грн,}$$

$$A_4 = \frac{(96040 - 1920,8) \cdot 2}{100} = 1882,38 \text{ грн.}$$

Розрахуємо річну амортизацію за формулою (3.2):

$$A_{\text{річ}} = 2000 + 1960 + 1920,8 + 1882,38 = 7763,18 \text{ грн.}$$

Розрахуємо квартальну амортизацію для складу тари для пачок на брусках за формулою (3.1):

Балансова вартість складського приміщення - $B_a = 75\,000$ грн;

a_n - норма амортизації, $a_n = 2\%$ (перша група основних фондів).

$$A_1 = \frac{75000 \cdot 2}{100} = 1500 \text{ грн},$$

$$A_2 = \frac{(75000 - 1500) \cdot 2}{100} = 1470 \text{ грн},$$

$$A_3 = \frac{(73500 - 1470) \cdot 2}{100} = 1440,6 \text{ грн},$$

$$A_4 = \frac{(72030 - 1440,6) \cdot 2}{100} = 1411,79 \text{ грн}.$$

Розрахуємо річну амортизацію за формулою (3.2):

$$A_{\text{річ}} = 1500 + 1470 + 1440,6 + 1411,79 = 5822,39 \text{ грн}.$$

Отже річна амортизація для трьох складів:

$$A_{\text{річ. заг.}} = 54342,29 + 7763,18 + 5822,39 = 67927,86 \text{ грн}.$$

3.2.2 Розрахунок витрат на ремонт

Розрахуємо витрати на ремонт першого складу за формулою (3.3),

$$a_{\%} = 2,1\%:$$

$$З_{рем1} = \frac{700000 \cdot 2,1}{100} = 14700 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на ремонт другого складу за формулою (3.3),
 $a_{\%} = 2,1\%$:

$$З_{рем2} = \frac{100000 \cdot 2,1}{100} = 2100 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати на ремонт третього складу за формулою (3.3),
 $a_{\%} = 2,1\%$:

$$З_{рем3} = \frac{75000 \cdot 2,1}{100} = 1575 \text{ грн.}$$

Отже загальні витрати на ремонт:

$$З_{рем.заг} = 14700 + 2100 + 1575 = 18375 \text{ грн.}$$

3.2.3 Розрахунок загальних річних експлуатаційних витрат

Визначаємо загальні річні експлуатаційні витрати за проєктним варіантом:

$$З_{річ}^{пр} = A_{річ.заг} + З_{рем.заг} \text{ ,} \quad (3.12)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.12):

$$Z_{\text{річ}}^{\text{пр}} = 67927,9 + 18375 = 86302,9 \text{ грн.}$$

3.2.4 Розрахунок економії експлуатаційних витрат

Визначимо економію експлуатаційних затрат:

$$Z = Z_{\text{річ}}^{\text{баз}} - Z_{\text{річ}}^{\text{пр}}, \quad (3.13)$$

де $Z_{\text{річ.1}}^{\text{експ}}$ - загальні річні експлуатаційні витрати за базовим варіантом;

$Z_{\text{річ.2}}^{\text{експ}}$ - загальні річні експлуатаційні витрати за проектним варіантом.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.13):

$$Z = 2379586,86 - 86302,86 = 2293284 \text{ грн.}$$

Результати економічних розрахунків показано у таблиці 3.3 та слайді 9.

Таблиця 3.3 – Результати економічних розрахунків, грн/рік

Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
1. Річна амортизація складів	83842	67928
2. Річна амортизація електронавантажувача	21048	-
3. Загальні витрати на ремонт складів	22680	18375
4. Витрати на ремонт електронавантажувача	4800	-
5. Витрати на електроенергію	15586	-
6. Загальна заробітна плата	1430533	-
7. Відрахування в фонд соціального страхування	314717	-
8. Величина накладних витрат	486381	-
9. Загальні експлуатаційні витрати	2379587	86303
10. Економія експлуатаційних витрат	-	2293284

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі розглядається аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника та робітників під час перевезення частин дерев'яної тари. Розглянуто заходи по їх усуненню.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Потенційні небезпеки:

- при невірному складуванні упаковок з рейками на складі можливо їх обрушення, що може призвести до травмування робітників;
- при перевезенні дерев'яних виробів в упаковці електронавантажувачами з-за малого простору можливо наїзди на робітників чи зіткнення з упаковками;
- ураження робітників та дослідника електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених дротів підводки струму, що призводить до електричної травми людини або пожежі;
- при не задовільненому освітлені в цеху можливо порушення технологічного процесу навантаження, що призведе до травмування робітників;
- на майданчиках для навантаження вантажів може відбутися падіння вантажу з-за різних висот пандуса та рівня кузова автомобіля. Це може призвести до травмування як робітників так і дослідника.
- при перевезенні деревини у пачках можливо розірвання проволочки, яка зв'язує пачки, й розсип з кузова, що може призвести до аварійній ситуації;

- пожежа може виникнути при розпалюванні вогню біля складу чи попаданні в приміщення складу блискавки;
- при перевезенні пачок деревени можливо їх падіння з кузова з-за не вірного розташування та кріплення, що може призвести до аварійній ситуації;
- при навантаженні вантажу в холодний період, робітники можуть отримати переохолодження та захворіти.
- важкість праці, яка характеризується для робітників зайнятих на вантажних операціях, фізичними навантаженнями, а також масою вантажу, яку доводиться піднімати та переносити. Важкість праці приводить до втоми, і, як наслідок, травмам;
- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливо виникнення шкідливих факторів санітарно-гігієнічного характеру такі, як не задовільнено освітлення, порушення норм мікроклімату, підвищений шум та інше, що може визивати важкість та напруженість праці.

4.2. Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання наїзду на робітників, на складі робиться розмітка для руху електронавантажувачів. Знаком визначається перехід для робітників. Швидкість руху навантажувачів повинна бути не більш 5 км/год. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

На майданчиках для навантаження вантажу у зв'язках, що зберігаються на складах, повинні бути облаштовані платформи, естакади, рампи висотою, що дорівнює висоті підлоги кузова автомобіля або платформи відповідно ДБН А.5.2-2-2008 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

При перевезенні пачок з виробами треба розташовувати у кузові транспортного засобу торцем одної пачки до вздовж іншої. Борта кузова повинні бути міцними щоб задержувати пачки від зсуву.

Згідно НПОАП 63.21-1.22-07 «Правила охорони праці під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт на транспорті» переміщення вантажу масою більш ніж 20 кг здійснюється за допомогою підйомно-транспортних засобів механізації, а також переміщення вантажу на відстань більш 25 м повинно бути механізовано.

4.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Для запобігання переохолодження в холодний період часу, робітники повинні бути одягнуті в теплий одяг та взуття. Обов'язково повинні бути спеціальні кімнати для обігріву робітників, сушіння одягу. відповідно ДСТУ 7339:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на складах, при навантаженні вантажу, передбачається, відповідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне та штучне освітлення», застосування лампи типу ДРЛ-400, які мають високу світлову віддачу, тривалий термін служби та стійкість до коливань мережевої напруги міцністю 80 кВт. Висота підвісу буде більш 6 м. Робоча освітленість становить 50 лк.

При обробці статистичних даних в лабораторії, де є комп'ютер, можливе виникнення напруженості праці та інші шкідливі фактори санітарно-гігієнічного характеру

У відповідності до вихідних даних, які були заміряні в цьому приміщенні, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища

що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [38], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [38], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці 4.1 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця 4.1 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	29,1	6	23,5-26,4	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E, \text{лк}$	370	6	500	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	А-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, \text{дБА}$	98	4	60	—	3.3	1,5

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Загальні енергозатрати організму, <i>Bm</i>	260	6	290	0,67	3.2	2
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	40000	6	40000	0,75		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	79	6	75	0,79		
Тривалість робочого дня, год.	6	6	8	0,08		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці» [39], визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [38]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1 [38]:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 6}{6} = 4$$

Для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2 [38]. Результати розрахунків наведено нижче.

Загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{260 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,67;$$

Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{40000 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 0,75;$$

Тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{79 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,79;$$

Тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{6 \cdot 6 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,08$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [38] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вум} = 370$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [38] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 98 \text{ дБА}$, за додатками Д та табл. Д.1 [38] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [38]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,67 + 0,75 + 0,79 + 0,08 = 2,3$$

З таблиці 7.3 [38] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 2,3$ – 3 клас, 2 ступінь (3.2).

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 2 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{см} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 9 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [38]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 5}{8} = 1,25$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 2 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 2$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [38]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 1,5 + 2 = 8,5$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 8,5$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [38]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

- умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

- відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 1а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 21,0-24,4°C;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями й відеотерміналами відповідає розряду зорових робіт А-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 500$ лк;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 60 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 140 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;
- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

- для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;
- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;
- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год
- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;
- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви;
- якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [38], у розмірі 20%.

4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

4.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Складські приміщення, де розташована деревина, повинні бути обладнані блискавкозахистом 11 категорії відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.5-38:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд».

Ізоляція електропроводки незалежно від електропроводки має бути розрахована на напругу не нижче 500 В. У місцях з'єднання електропроводів повинні застосовуватися розподільні коробки.

Для попередження займання ізоляції на складі необхідно захистити електропроводку від пошкодження, розмістивши її в товстостінні труби, відповідно вимогам ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека».

Клас можливої пожежі буде визначено як «А», а категорія приміщення складу по пожежній безпеці – до «Г». Площа складу складає – 1850 кв.м. Згідно НАПБ 03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» обираються 6 вогнегасників ВП-8. Первинні засоби пожежогасіння розташовуються при вході до складу на пожежному щиті, та із внутрішньої сторони на стінах чи колонах складу. Біля пожежного щита повинні бути азбестова ковдра, пісок.

Відповідно нормативам по пожежній безпеці, в приміщенні де розташовані ПК, на кожні 20 кв.м повинен бути один вогнегасник. Для гасіння електрообладнання, до яких відноситься і ПК, застосовується вогнегасник порошковий. Тому для кімнати, де розташований ПК, з площею 46 м² треба розмістити вогнегасник ВВП-5 в кількості 2 од.

4.4.2 Інформування, оповіщення і дії робітників та службовців промислового об'єкта, при загрозі виникнення надзвичайної ситуації

Головним і невід'ємним елементом всієї системи захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру є інформація та оповіщення [40].

Зміст інформації мають становити відомості про надзвичайні ситуації, що прогножуються або вже виникли, з визначенням їхньої класифікації, меж поширення і наслідків, а також заходи реагування на них.

Оперативну і достовірну інформацію про стан захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, методи та способи їх захисту, заходи безпеки зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації центральні та місцеві органи виконавчої влади та виконавчі органи рад.

Оповіщення про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій і постійне інформування про них населення забезпечується шляхом:

- завчасного створення, підтримання в постійній готовності загальнодержавної і територіальних автоматизованих систем централізованого оповіщення населення;

- організаційно-технічного з'єднання територіальних систем централізованого оповіщення і систем оповіщення на об'єктах господарювання;

- завчасного створення та організаційно-технічного з'єднання із системами спостереження і контролю постійно діючих локальних систем оповіщення та інформування населення в зонах можливого катастрофічного затоплення, районах розміщення радіаційних і хімічних підприємств та інших об'єктів підвищеної небезпеки;

Оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайної ситуації у мирний, в особливий період та постійне інформування його про наявну обстановку - одне з важливих завдань цивільного захисту України. Для цього створюється система, організаційно-технічне об'єднання засобів для передачі сигналів і розпоряджень органів управління цивільного захисту.

Система оповіщення та інформативного забезпечення створюється завчасно в усіх ланках пунктів управління.

Оснoву системи оповіщення утворюють автоматизована система централізованого оповіщення мережі зв'язку та радіомовлення, а також спеціальні засоби [40].

Автоматизована система оповіщення створюється завчасно на базі загальнодержавної мережі зв'язку та радіомовлення і поділяється на державну та територіальну. Вона може забезпечити оповіщення населення, поєднавши місцеву телефонну мережу для подачі сигналу «Увага всім!» та повну інформацію за допомогою засобів радіомовлення й телебачення.

Оповіщення підпорядкованих штабів, органів управління цивільного захисту і населення організовується і забезпечується старшими органами управління.

Додатково в Україні створюється локальна державна система оповіщення про загрозу катастрофічного затоплення в разі руйнування гідроспоруд на р. Дніпро.

Відповідальним за організацію оповіщення про загрозу і виникнення надзвичайної ситуації і постійне інформування населення про становище є органи управління цивільного захисту відповідної адміністративно-територіальної одиниці.

Сигнали передаються каналами зв'язку, радіотрансляційними мережами і засобами телебачення. Одночасно з інформацією про надзвичайну ситуацію передаються вказівки про порядок дій формувань цивільного захисту і населення. Сигнали, подані вищим органом управління цивільного захисту, мають дублюватися всіма підпорядкованими підсистемами. Дублювати сигнали на об'єктах і в населених пунктах можна за допомогою місцевого радіотрансляційного вузла, гудків підприємств, сирен транспорту, ударами в рейку, дзвони.

Для своєчасного попередження населення введені сигнали попередження населення у мирний і воєнний час.

Сигнал «Увага всім!» повідомляє населення про надзвичайну обстановку в мирний час і на випадок загрози нападу противника у воєнний час. Сигнал подається органами цивільного захисту за допомогою сирени і виробничих гудків. Тривалі гудки означають попереджувальний сигнал.

Почувши їх, необхідно включити радіо, телевізор і прослухати текст інформації про дії населення після одержання сигналу. Якщо немає радіо, телевізора або вони не працюють, слід з'ясувати значення і зміст інформації у сусідів або інших людей, які знають про неї.

Після одержання інформації необхідно виконати всі вказівки тексту інформації сигналу.

Сигнали і варіанти оповіщення населення в мирний час такі [40].

«Аварія на атомній електростанції». Повідомляються місце, час, масштаби аварії, інформація про радіаційну обстановку та дії населення. Якщо є загроза забруднення радіоактивними речовинами, необхідно провести герметизацію житлових, виробничих і складських приміщень. Провести заходи захисту від радіоактивних речовин сільськогосподарських тварин, кормів, урожаю, продуктів харчування та води. Прийняти йодні препарати. Надалі діяти відповідно до вказівок штабу органів цивільного захисту.

«Аварія на хімічно небезпечному об'єкті». Повідомляються місце, час, масштаби аварії, інформація про можливе хімічне зараження території, напрямки та швидкість можливого руху зараженого повітря, райони, яким загрожує небезпека. Дається інформація про поведінку населення. Залежно від обставин: залишатися на місці, у закритих житлових приміщеннях, на робочих місцях чи залишати їх і застосувавши засоби індивідуального захисту, вирушити на місця збору для евакуації або в захисні споруди. Надалі діяти відповідно до вказівок штабу органів управління цивільного захисту.

«Землетрус». Подається повідомлення про загрозу землетрусу або його початок. Населення попереджається про необхідність відключити газ, воду, електроенергію, погасити вогонь у печах; повідомити сусідів про одержану

інформацію; взяти необхідний одяг, документи, продукти харчування, вийти на вулицю і розміститися на відкритій місцевості на безпечній відстані від будинків, споруд, ліній електропередачі.

«Затоплення». Повідомляється район, в якому очікується затоплення в результаті підйому рівня води в річці чи аварії дамби. Населення, яке проживає в даному районі, повинне взяти необхідні речі, документи, продукти харчування, воду, виключити електроенергію, відключити газ і зібратись у вказаному місці для евакуації. Повідомити сусідів про стихійне лихо і надалі слухати інформацію штабу органів управління цивільного захисту.

«Штормове попередження». Подається інформація для населення про посилення вітру. Населенню необхідно зачинити вікна, двері. Закрити в приміщеннях сільськогосподарських тварин. Повідомити сусідів. Населенню, по можливості, перейти в підвали, погреби.

Сигнали оповіщення населення у воєнний час такі.

Сигнал «Повітряна тривога» подається для всього населення. Попереджається про небезпеку ураження противником даного району. По радіо передається текст: «Увага! Увага! Повітряна тривога! Повітряна тривога!» Одночасно сигнал дублюється сиренами, гудками підприємств і транспорту. Тривалість сигналу 2-3 хв.

При цьому сигналі об'єкти припиняють роботу, транспорт зупиняється і все населення укривається в захисних спорудах. Робітники і службовці припиняють роботу відповідно до інструкції і вказівок адміністрації. Там, де неможливо через технологічний процес або через вимоги безпеки зупинити виробництво, залишаються чергові, для яких мають бути захисні споруди. Сигнал може застати у будь-якому місці й будь-який час. В усіх випадках необхідно діяти швидко, але спокійно, впевнено, без паніки. Суворо дотримуватися правил поведінки, вказівок органів цивільного захисту [40].

Сигнал «Відбій повітряної тривоги». Органами цивільного захисту через радіотрансляційну мережу передається текст: «Увага! Увага! Громадяни! Відбій повітряної тривоги!». За цим сигналом населення залишає захисні споруди і повертається на свої робочі місця і в житла.

Сигнал «Радіаційна небезпека» подається в населених пунктах і в районах, в напрямку яких рухається радіоактивна хмара, що утворилася від вибуху ядерного боєприпаси [40].

Почувши цей сигнал, необхідно з індивідуальної аптечки АІ-2 прийняти 6 таблеток радіозахисного препарату № 1 із гнізда 4, надіти респіратор, протипилову пов'язку, ватно-марлеву маску або протигаз, взяти запас продуктів, документи, медикаменти, предмети першої потреби і направитися у сховище або ПРУ [40].

Сигнал «Хімічна тривога» подається у разі загрози або безпосереднього виявлення хімічного або бактеріологічного нападу (зараження). При цьому сигналі необхідно прийняти з індивідуальної аптечки АІ-2 одну таблетку препарату при отруєнні фосфорорганічними речовинами з пенала з гнізда 2 або 5 таблеток протибактеріального препарату № 1 із гнізда 5, швидко надіти протигаз, а за необхідності і засоби захисту шкіри, якщо можливо, та укритися в захисних спорудах. Якщо таких поблизу немає, то від ураження аерозолями отруйних речовин і бактеріальних засобів можна сховатися в житлових чи виробничих приміщеннях [40].

При застосуванні противником біологічної зброї населенню буде подана інформація про наступні дії.

Успіх захисту населення залежатиме від дисциплінованості, своєчасної і правильної поведінки, суворого дотримання рекомендацій і вимог органів цивільного захисту.

4.5 Висновки до розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»

В розділі розглянуто аналіз потенційних небезпек, що можуть вплинути на дослідника. Розроблені заходи по їх усуненню. Розглянуте питання по розрахунку доплати робітникам за шкідливі фактори, які впливають на дослідника.

Розроблені заходи по пожежній безпеці та цивільному захисту.

ВИСНОВКИ

У ході магістерської роботи було проведено статистичне дослідження даних вантажопереробки елементів дерев'яної тари в умовах ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь». В результаті дослідження даних отримали три генеральні сукупності, з яких розробили вибіркові сукупності пиломатеріалів для рулонів, пиломатеріалів для пачок на салазках та пачок на брусах. Провели розрахунок основних параметрів вибірових сукупностей.

На основі проведених розрахунків побудували три графіки у програмі Statistica – графіки вибірових сукупностей пиломатеріалів для рулонів, пиломатеріалів для пачок на салазках та пиломатеріалів для пачок на брусах, які відповідають нормальному закону розподілу. Дані параметри задано в імітаційній моделі роботи системи, що розглядається.

Виконано розрахунки тривалості виконання вантажних робіт. Розраховано час обороту автомобіля на маршруті за базовим варіантом - $t_{об.} = 87$ хв. та за проєктним варіантом - $t_{об.} = 67$ хв., побудовано графіки роботи автомобіля на маршруті. Отримані показники використані в імітаційній моделі роботи складів.

В роботі була розроблена концептуальна модель транспортування та вантажопереробки пиломатеріалів, яку реалізували у програмі AnyLogic за допомогою імітаційного моделювання. В результаті моделювання отримали базову модель роботи складів тари для рулонів, тари для пачок на салаках, пачок на брусах та проєктну модель роботи цих складів.

Завдяки зміні площі складів та ліквідації зовнішньої додаткової ділянки економія експлуатаційних витрат склала 2293284 грн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – Режим доступу: <https://www.zaporizhstal.com/ru/press-centr/novosti/ceh-holodnoj-prokatki-1/> (дата звернення 15.10.2019) – «Цех холодной прокатки № 1».
2. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – Режим доступу: <https://www.zaporizhstal.com/ru/press-centr/novosti/novaja-proizvodstvennaja-linija-mk-zaporozhstal-vydvynuta-na-konkurs-na-luchshee-promyshlennoe-sooruzhenie-2014-goda/> (дата звернення 15.10.2019) – «Новая производственная линия МК «Запорожсталь» выдвинута на конкурс на лучшее промышленное сооружение 2014 года».
3. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2019. – Режим доступу: <https://www.zaporizhstal.com/ru/predpriyatie/struktura-proizvodstva/> (дата звернення 15.10.2019) – «Структура производства».
4. Крепление грузов/К.П.Вальес /Германия/ - № 98653641/09-07; Заявлено 04.07.10; Оpubл. 06.10.10.
6. Сертификация средств крепления и обеспечения сохранности грузов при перевозках автотранспортными средствами/П.Р.Бардт /Германия/ № 87203064/06-11; Заявлено 03.03.05; Оpubл. 13.09.05.
7. Крепежные средства для тяжеловесных и крупногабаритных грузов/Н.Р.Геринг /Германия/ № 960321584/10-11; Заявлено 01.02.05; Оpubл. 26.11.05.
8. Изучение надежности крепления грузов. Б.Ф. Александер, К.В.Мартин /Германия/ № 65102398/03-06; Заявлено 10.03.05; Оpubл. 31.05.05.

9. Комбинированный вакуумно-грейферный захват / Л.Д.Сталхман /Германия/ № 10; Заявлено 02.03.05; Оpubл. 09.10.05.
10. Испытания подъемно-транспортного оборудования и грузозахватных устройств/Л.К.Генц /Германия/ № 10; Заявлено 24.02.10; Оpubл. 29.09.10.
11. Транспортное устройство для тяжелых грузов. Vorrichtung zum Bewegen und Transportieren/П.О.Кронек /Германия/ № 102007047018/07-11; Заявлено 01.10. 07; Оpubл. 02.04.09.
12. Устройство для перемещения тяжелого груза /Ф.Э.Конструксьон /Россия/ № 2004110093/11; Заявлено 02.04.2004; Оpubл. 20.12.2010.
13. Погрузочно-разгрузочное устройство/ Ф.Б.Форден, Р.Ж.Хобен /Германия/ № 69; Заявлено 05.12.09; Оpubл. 13.10.10.
14. Роботы новой модели для внутренней логистики/Н.Л.Верпак / Англия/ № 11; Заявлено 01.10.07; Оpubл. 15.04.08.
15. Способ и устройство для перегрузки грузов в смешанном сообщении с использованием железнодорожного и автомобильного транспорта/Ф.Р.Джорген , А.Р.Карстен /Германия/ № 10301591/4; Заявлено 16.01.2003; Оpubл. 29.07.2004.
16. Интеллектуальные электронные системы в грузовом автомобильном транспорте/ Ф.И.Ансгарг /Венгрия/ № 15213014; Заявлено 13.11.02; Оpubл. 25.08.03.
17. Транспортное и логистическое обслуживание промышленных предприятий/ Л.Д.Пауль /Германия/ № 48; Заявлено 02.12.03; Оpubл. 12.07.04.
18. Автопоезд Eurocombi. EuroCombi spart Diesel/Р.Т.Зандер /Германия/ № 121; Заявлено 10.10.05; Оpubл. 21.03.06.
19. Сотрудничество немецких фирм по перевозке штучных грузов/А.Ф.Дорн /Германия/ № 99; Заявлено 03.11.06.; Оpubл. 12.06.07.
20. Перевозка стальных рулонов. Die Coils bleiben an Ort und

Stelle/В.Х.Джерджен /Германия/ № 136; Заявлено 09.10.05; Оpubл. 12.05.06.

21. Формирование структуры парка и выбор автомобильных транспортных средств для перевозки крупногабаритных тяжеловесных грузов/М. В.Шилимов/Москва/ № 35; Заявлено 05.11.04; опубл. 21.02.05.

22. Полуприцеп для перевозки тяжеловесных грузов. Fliegl ubergibt Staplersattel // Frachtdienst : Frachzeitschritt fur Lager, Logistik, Transport und Verkher. - 2007. - 62, № 6. - С. 20.

23. Транспортная система для минимизации встречных автомобильных перевозок и порожнего пробега. Rendezvous mit System // DVZ: Dtsch. Logist.-Ztg. - 2008. - 62, № 94. - С. 8.

24. Автомобильные перевозки рулонов стального листа. Coil-Transporte jetzt auch im Mega Liner // Frachtdienst : Frachzeitschritt fur Lager, Logistik, Transport und Verkher. - 2009. - 64, № 2. - С. 45.

25. Перевозка тяжеловесных и крупногабаритных грузов автомобильным транспортом. Investition in die Zukunft // DHF Intralogistik. - 2009. - № 10. - С. 55.

26. Как повысить эффективность автоперевозок /В.А.Топалов /Москва/ № 10; Заявлено 03.04.09; Оpubл. 19.11.09.

27. Организация оптимальных перевозок грузов на основе экономико-математического моделирования/Д.И.Станчев, Т.П.Беляева /Воронеж / № 508; Заявлено 12.03.09; Оpubл. 03.08.09.

28. Автомобильные перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов/Ф.Л.Лионд /Германия/ № 73; Заявлено 09.09.09; Оpubл. 17.01.10.

29. Прогнозирование объемов грузовых автоперевозок в ФРГ/Л.Р.Стефан /Германия/ № 52; Заявлено 12.04.10; Оpubл. 30.09.10.

30. Василенко Т.Є. Процес імітації функціонування зупиночного пункту сумісної ділянки руху автобусів різних маршрутів / Т.Є. Василенко, Д.В. Фесенко, О.Й. Дульнявка. // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. - 2009. - № 2(9). С. 164–171.

31. Імітаційне моделювання масових перевезень готової продукції металургійних підприємств автомобільним транспортом [Текст] / Г. Ф. Бабушкін, С. М. Турпак, С. В. Грицай, Л. А. Васильєва // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2014. – №3. – С. 123-125.
32. Лащених О. А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем: навчальний посібник / О. А. Лащених, О. Ф. Кузькін, С. В. Грицай. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 419 с.
33. Кузькін, О.Ф. Прикладні задачі дослідження операцій в транспортних системах / О.Ф. Кузькін, О.А. Лащених, С.М. Турпак. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 371с.
34. Турпак, С.М. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни «Організація та технологія вантажних робіт на транспорті» / Укл. С.М. Турпак., Падченко О.О. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2015. – 66 с.
35. Маликов, Р.Ф. Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic 6 [Текст]: учеб. пособие / Р.Ф. Маликов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2013. – 296 с.
36. Геронимус, Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте / Б.Л. Геронимус, Л.В. Царфин. – М.: Транспорт, 1985. – 144 с.
37. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 36 с.
38. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС.

39. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила).

40. Демиденко Г.П. и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник. – К.: Вища школа, 1989.

Додаток А

Базовий варіант моделювання

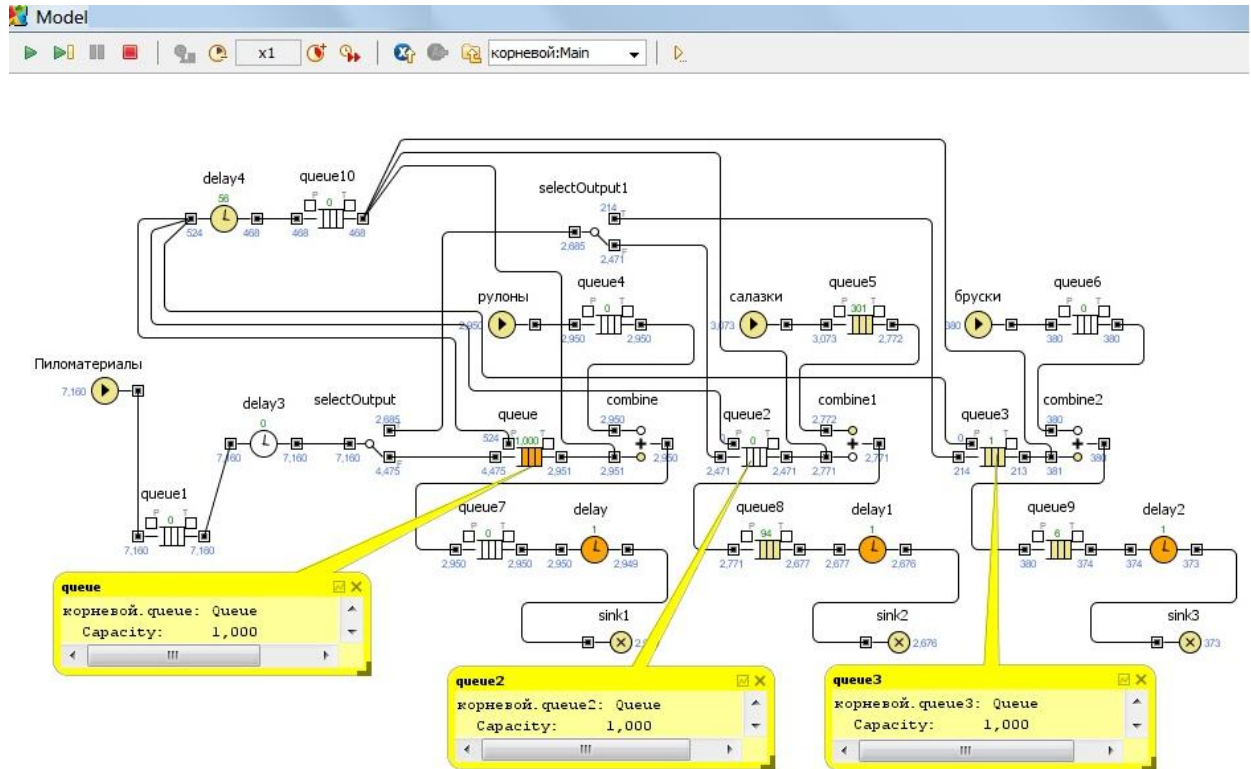


Рисунок А.1 - Базовий варіант моделювання

Додаток Б

Проектний варіант моделювання

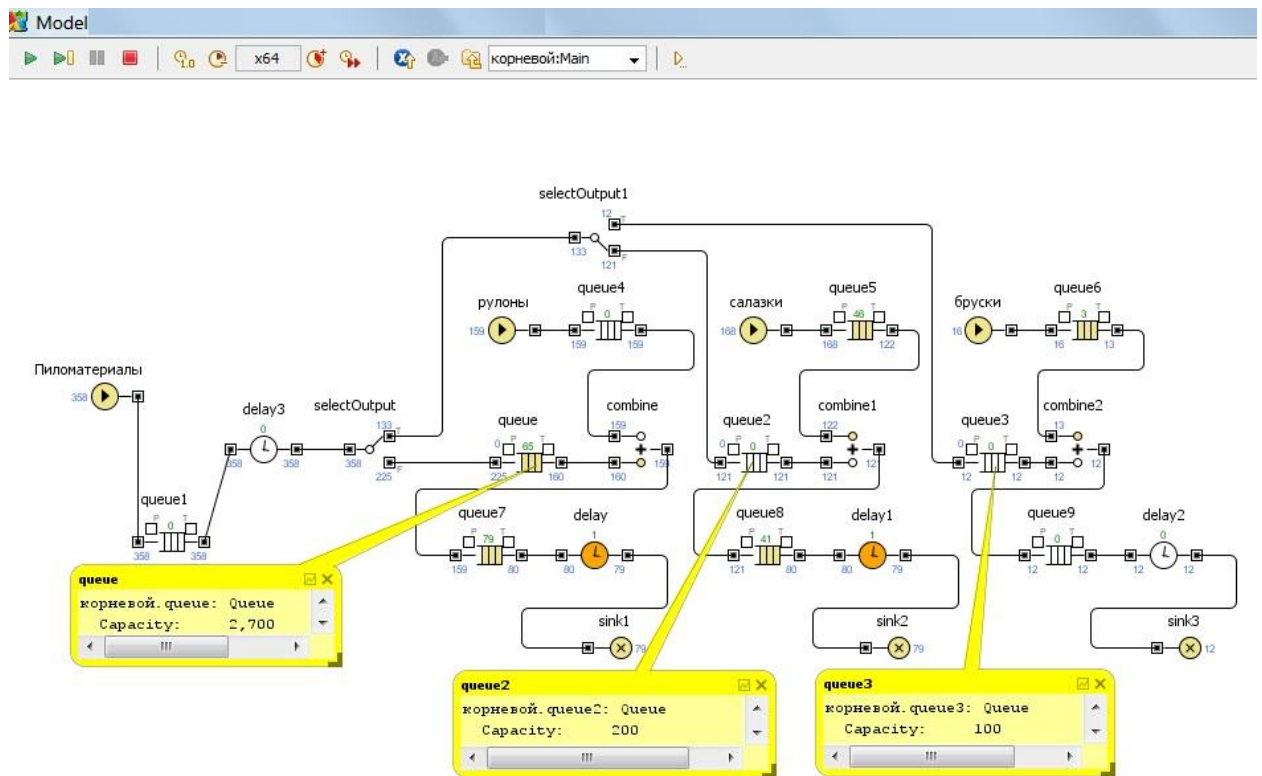


Рисунок Б.1 - Проектний варіант моделювання