

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА
РОБОТА**

01.10 – ДР. 13 «С» 06.01.2024. 014. ПЗ

НЕСУКАЯ МИКОЛИ ВІКТОРОВИЧА

2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Механіко-технологічний

УДК 656.073.43:658.8.036.6

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету (Директор ННІ)

Механіко-технологічний факультет
(назва факультету (ННІ))

Братішко В.В.

(підпис)

(ПІБ)

“ ___ ” _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Кафедра транспортних технологій та засобів у АПК
(назва кафедри)

Савченко Л.А.

(підпис)

(ПІБ)

“ ___ ” _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Організація розвезення дрібних партій швидкопсувних вантажів в Донецькій області»

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(код і назва)

Освітня програма «Транспортні технології» зі спеціальності 275 «Транспортні технології (завидами)» (за спеціалізацією 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»)

(назва)

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Доктор економічних наук, професор
кафедри транспортних технологій та
засобів АПК – гарант освітньої програми;

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Загурський О.М.

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Доктор технічних наук, професор,
академік Транспортної академії України
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Мацюк В.І.
(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Несукай М.В.

(ПІБ студента)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	2
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ АКТУАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ДИСТРИБУТИВНОЇ ЛОГІСТИКИ	6
1.1 Інформація про підприємство та продукцію	6
1.2 Інформація про рухомий склад та норми перевезення.....	8
1.3 Сучасні проблеми в перевезенні дрібних партій вантажів	21
ВИСНОВКИ.....	24
РОЗДІЛ 2 Розробка моделі руху транспорту підприємства за допомогою	27
2.1 Створення моделі руху транспорту підприємства за допомогою AnyLogic.....	27
2.2 Опис моделі.....	32
ВИСНОВКИ.....	50
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СИМУЛЯЦІЙНОЇ ПРОГРАМИ В ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	53
3.1	53
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ НА АВТОТРАНСПОРТІ	59
4.1 Безпека праці.....	59
ВИСНОВКИ.....	71
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	74
Список літератури.....	77

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить розрахунково-пояснювальну записку на 50 сторінок тексту, таблиць - 1, рисунків - 11, 11 назв використаних літературних джерел.

Дана характеристика АТ «АПК-Інвест».

В результаті аналізу АТП підприємства «АПК-Інвест», було запропонована розробка плану заходів щодо підвищення ефективності функціонування автопарку та його оптимізація за допомогою програмного забезпечення “AnyLogic”.

Дано аналіз заходів по охороні праці в господарстві: розрахований комплекс параметрів по впровадженню й використанню систем моніторингу "WEB-GPS/GSM-ГЛОНАСС/GSM".

ВСТУП

Предмет дослідження: Організація перевезень швидкопсувних малогабаритних вантажів по території Донецької області.

Дистрибуція малорозмірних швидкопсувних вантажів є важливою складовою логістики більшості підприємств. Це напрямок має значний вплив на економіку, оскільки сприяє оперативній та ефективній доставці товарів до кінцевих споживачів. Одночасно, ефективне управління вантажним складом є ключовим фактором, який може знизити витрати на транспортування та скоротити час доставки.

Однак, розрахунок і аналіз оптимальної роботи вантажного складу є складним завданням, особливо в умовах масштабної дистрибуційної мережі. У таких випадках корисним інструментом може стати імітаційне моделювання, яке дає змогу точно оцінювати процеси та відображати роботу системи в режимі реального часу.

Об'єкт дослідження: вивчення логістичного процесу на м'ясокомбінаті «АПК-Інвест»

Дослідження логістичних процесів на м'ясокомбінаті «АПК-Інвест» може бути ефективно проведено за допомогою імітаційного моделювання вантажного складу. Для цього підходять різні програмні інструменти, але Anylogic вирізняється серед них своєю потужністю та універсальністю для моделювання бізнес-процесів і оптимізації систем. Ця програма надає можливість створювати моделі, використовуючи різні підходи, такі як дискретно-подієве, агентне та системне моделювання. Це забезпечує максимальну гнучкість і точність у процесі моделювання.

У цій магістерській роботі буде здійснено аналіз і порівняння попередніх досліджень у сфері дистрибутивної логістики та оптимізації вантажних складів. Крім того, будуть розроблені математичні моделі, які використовуватимуться для проведення експериментів за допомогою

програмного забезпечення Anylogic. Основна увага буде приділена створенню моделей оптимального розміщення товарів на складі, розподілу товарів по різних маршрутах і раціонального використання транспортних засобів для їх доставки.

Після розробки моделей будуть проведені експерименти для визначення найбільш ефективних варіантів функціонування вантажного складу та організації доставки товарів. Для оцінки результатів будуть використані різні показники, зокрема час доставки, вартість перевезень, кількість задіяних транспортних засобів та інші ключові метрики. Результати експериментів нададуть цінні дані, які допоможуть сформулювати оптимальні рішення щодо управління вантажним складом і процесами доставки товарів.

Отже, ця магістерська робота пропонує рішення актуальної проблеми: оптимізації управління складом та доставки швидкопсувних товарів у Донецькій області. За допомогою програмного забезпечення AnyLogic ми зможемо моделювати складні логістичні процеси та знайти найкращі способи їх вдосконалення. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення теорії та практики управління складськими комплексами.

Мета дослідження: Ця робота спрямована на підвищення ефективності логістичних процесів у Донецькій області, шляхом оптимізації управління складом та доставки швидкопсувних товарів. За допомогою програмного забезпечення AnyLogic буде розроблена імітаційна модель, яка дозволить виявити вузькі місця в існуючій системі та запропонувати конкретні рекомендації для їх усунення.

Дослідження передбачає розробку моделей для оптимізації логістичних процесів, зокрема, визначення оптимальних маршрутів доставки та ефективного використання транспортних засобів. Це дозволить мінімізувати витрати на транспортування та прискорити доставку товарів.

За допомогою комплексного підходу, що включає дискретно-подієве, агентне та системне моделювання в середовищі AnyLogic, буде проведений детальний аналіз логістичних процесів. Це дозволить розробити оптимальні

рішення щодо управління складськими запасами, планування маршрутів доставки та використання транспортних засобів, що в кінцевому результаті призведе до підвищення ефективності логістичних операцій.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ АКТУАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ДИСТРИБУТИВНОЇ ЛОГІСТИКИ

1.1 Інформація про підприємство та продукцію

Зважаючи на те, що «АПК Інвест» є провідним виробником на м'ясному ринку Донецької області, його основна продукція під брендом "М'ясна Весна" включає свіже м'ясо свинини, яловичини та птиці, відоме своєю високою якістю. Підприємство дотримується всіх стандартів утримання та годівлі тварин завдяки власним фермерам, що забезпечує якість продукції на всіх етапах виробництва.

На підприємстві працює команда висококваліфікованих фахівців: технологів, ветеринарів, мікробіологів та інших. Завдяки їхній професійності та досвіду, забезпечується найвищий рівень якості на всіх етапах виробництва. Сучасне обладнання, таке як автоматизовані лінії розрізки м'яса та високотехнологічні холодильні камери, дозволяє дотримуватися стандартів гігієни та безпеки. Кожен етап виробництва, проходить ретельний контроль якості.

Окрім виробництва та переробки м'яса, підприємство АПК Інвест має власну роздрібну мережу магазинів "М'ясна Весна", вона є невід'ємною частиною бізнес-моделі компанії "АПК Інвест". Власний роздріб дозволяє компанії безпосередньо взаємодіяти зі споживачем, забезпечуючи швидку реалізацію свіжої продукції та отримуючи зворотний зв'язок щодо якості. Це сприяє підвищенню лояльності споживачів та зміцненню позицій компанії на ринку."

Очікується, що результати дослідження дозволять розробити рекомендації щодо оптимізації бізнес-моделі "АПК Інвест" та сприятимуть розвитку агропромислового комплексу регіону."

Як один з ключових гравців агропромислового комплексу Донецької області, підприємство "АПК Інвест" відіграє важливу роль у забезпеченні населення регіону свіжою та якісною м'ясною продукцією. Компанія має власне сучасне виробництво, що дозволяє їй виробляти продукцію, яка відповідає найвищим стандартам.

Підприємство "АПК Інвест" має впроваджену систему управління якістю, що охоплює всі етапи виробництва, від надходження сировини до відвантаження готової продукції. Регулярний лабораторний контроль забезпечує відповідність продукції вимогам стандартів безпечності харчових продуктів (наприклад, ISO 22000, HACCP).

Виробництво продукції "М'ясна Весна" базується на сучасних технологіях, що включають автоматизовані лінії обробки м'яса, вакуумне пакування та енергоефективну термообробку. Такий підхід забезпечує високу якість продукції, її безпечність та мінімізує негативний вплив на довкілля.

Асортимент продукції "М'ясна Весна" постійно оновлюється з урахуванням сучасних споживчих трендів. Компанія пропонує широкий вибір традиційних та інноваційних м'ясних виробів, включаючи делікатеси та продукцію під індивідуальні замовлення. Такий підхід дозволяє задовольнити потреби різних сегментів ринку і забезпечує конкурентоспроможність підприємства.

Компанія "АПК Інвест" використовує різноманітні види упаковки для продукції "М'ясна Весна", включаючи вакуумні пакети, термопакети та індивідуальну тару. Вибір упаковки здійснюється з урахуванням типу продукту, умов зберігання та транспортування. Вся упаковка відповідає екологічним стандартам і забезпечує збереження свіжості та якості продукції протягом усього терміну зберігання.

Компанія М'ясна Весна має широку дистриб'юторську мережу, яка охоплює різні регіони України.

Логістична система підприємства "АПК Інвест" базується на використанні власного автопарку та сучасних технологій. Це дозволяє

забезпечити оперативну доставку продукції "М'ясна Весна" до клієнтів в будь-яку точку регіону з дотриманням необхідних санітарно-гігієнічних норм.

Застосування сучасних інформаційних технологій, таких як системи GPS-навігації та програмного забезпечення для оптимізації маршрутів, дозволяє компанії "АПК Інвест" забезпечити оперативну доставку продукції "М'ясна Весна" та знизити логістичні витрати. Реальний час моніторинг транспортних засобів дозволяє контролювати виконання замовлень та підвищити рівень сервісу.

Підприємство "АПК Інвест" має впроваджену систему управління якістю, що відповідає міжнародним стандартам ISO 22000. Регулярний лабораторний контроль сировини та готової продукції, а також дотримання оптимальних умов зберігання і транспортування забезпечують безпечність та високу якість продукції "М'ясна Весна". Система трасування дозволяє відстежити історію кожної партії продукції.

1.2 Інформація про рухомий склад та норми перевезення

Механічні та теплофізичні властивості швидкопсувних продуктів визначають оптимальні умови їх зберігання та транспортування. Ці властивості необхідно враховувати при виборі холодильного обладнання, матеріалів для упаковки та режимів зберігання.

Для забезпечення збереження свіжості швидкопсувних продуктів під час транспортування використовують рефрижераторні контейнери. Ці контейнери дозволяють створювати індивідуальний температурний режим для кожного виду продукції, незалежно від пори року. Влітку товари охолоджуються, а взимку підігріваються, що гарантує оптимальні умови зберігання.

Холодильні системи рефрижераторних вантажівок можуть працювати як від двигуна автомобіля, так і від автономних джерел живлення, що забезпечує гнучкість у використанні.

Рефрижераторні вантажівки обладнані автономними холодильними системами, що складаються з компресора, конденсатора, випарника та терморегулятора, які забезпечують точне підтримання заданої температури.

Різні види м'ясної продукції мають свої вимоги до температурного режиму. Так, для свіжої телятини оптимальна температура зберігання становить від 0 до +2°C, а для замороженої яловичини – мінус 18°C і нижче. Ковбасні вироби найкраще зберігаються при температурі від +4 до +8°C.

Дотримання правил гігієни та санітарії є не менш важливим, ніж підтримання температурного режиму. Водії рефрижераторних вантажівок повинні використовувати спецодяг, рукавички та інші засоби індивідуального захисту, а також регулярно дезінфікувати руки та робочу зону.

Для збереження свіжості та якості м'ясної продукції під час транспортування необхідно створити комплекс умов, що включають не лише підтримання оптимальної температури, але й забезпечення необхідної вологості та циркуляції повітря. Кожен з цих факторів відіграє важливу роль у запобіганні розмноженню бактерій та збереженні органолептичних властивостей продукту.

Рефрижераторні вантажівки є спеціально обладнаними транспортними засобами, які дозволяють зберігати продукти при заданій температурі протягом всього транспортування. Для цього у вантажівках встановлюються спеціальні рефрижераторні установки, які забезпечують необхідну температуру для збереження якості продукту. Також важливо забезпечити провітрювання вантажного відділення, щоб уникнути накопичення запахів та вологості.

Україна, як країна, яка прагне інтегруватися в ЄС, поступово впроваджує європейські стандарти безпечності харчових продуктів. Багато українських підприємств, особливо ті, що працюють на експорт, дотримуються стандартів НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) та інших міжнародних норм. В Україні діє низка національних стандартів, які регламентують виробництво, зберігання та транспортування м'яса та м'ясних

продуктів. Ці стандарти визначають вимоги до якості сировини, технологічних процесів, упаковки, маркування та транспортування.

Рухомий склад АПК Інвест є невід'ємною ланкою у забезпеченні безперебійної доставки свіжих продуктів до споживачів у Донецькій області. Флот з 10 спеціалізованих автомобілів дозволяє компанії оперативно реагувати на зміни попиту та підтримувати високий рівень сервісу.

Норми перевезення швидкопсувних продуктів включають в себе ряд вимог, які необхідно виконувати під час транспортування. Основні вимоги до перевезення швидкопсувних продуктів включають:

Температурний режим. Збереження свіжості та якості швидкопсувних продуктів безпосередньо залежить від точного дотримання температурного режиму протягом усього транспортування. Саме тому автомобілі, призначені для перевезення таких продуктів, оснащуються спеціальними системами, що підтримують задану температуру.

Гігієнічні вимоги. транспортування харчових продуктів, що швидко псується, має здійснюватися з дотриманням суворих санітарно-гігієнічних вимог. Транспортні засоби, призначені для перевезення такої продукції, повинні бути оснащені спеціальним обладнанням, що забезпечує збереження мікробіологічної безпеки продукту під час транспортування.

Вчасна доставка. Критично важливим фактором при транспортуванні швидкопсувних продуктів є дотримання строгих часових рамок. Будь-які затримки можуть призвести до погіршення якості продукції.

Несвоєчасна доставка харчових продуктів, що швидко псується, може спричинити не тільки фінансові збитки, але й негативно вплинути на репутацію компанії. Для забезпечення вчасної доставки швидкопсувних продуктів необхідно оптимізувати логістичні процеси, включаючи планування маршрутів, вибір транспортних засобів та контроль за рухом вантажів.

Ефективне планування маршрутів. Ефективно сплановані маршрути дозволяють компанії "АПК Інвест" підвищити продуктивність автопарку та знизити операційні витрати. Завдяки оптимізації маршрутів, компанія "АПК

Інвест" забезпечує своєчасну доставку продукції, підвищуючи задоволеність клієнтів та зміцнюючи свою позицію на ринку.

Безпека перевезення. Регулярне технічне обслуговування автопарку та контроль стану доріг є невід'ємною частиною системи забезпечення безпеки перевезень, що діє в компанії "АПК Інвест".

Швидкопсувні вантажі, такі як м'ясна продукція, вимагають особливих умов перевезення, щоб зберегти свою якість та безпечність для споживачів. Вибір вантажного автомобіля для перевезення швидкопсувних вантажів є важливою задачею для забезпечення ефективного та безпечного транспорту.

У даному дослідженні будуть розглянуті основні параметри та критерії для вибору моделі вантажного автомобіля для перевезення швидкопсувних вантажів, зокрема м'ясної продукції. Також будуть розглянуті різні види вантажних автомобілів та їх характеристики з точки зору перевезення швидкопсувних вантажів.

Характеристики швидкопсувних м'ясних вантажів:

Температурний режим є одним з найважливіших факторів, що впливають на збереження якості м'яса під час транспортування. Відхилення від оптимальних температурних показників може призвести до розвитку патогенної мікрофлори, зміни кольору, текстури та смакових якостей м'яса. Крім температури, на якість м'яса впливають також вологість повітря, тривалість транспортування та режим руху. Оптимальна тривалість перевезення м'яса не повинна перевищувати 24 годин при середній швидкості 50-60 км/год.у.

Вибір моделей вантажних автомобілів

Після визначення основних параметрів для перевезення швидкопсувних м'ясних вантажів, необхідно розглянути різні види вантажних автомобілів та їх характеристики.

Одним з найпоширеніших видів вантажних автомобілів для перевезення швидкопсувних вантажів є рефрижератори. Рефрижератори відрізняються

друг від друга типом холодильної установки (абсорбційна, компресорна, електрична), об'ємом кузова, системою управління температурою і додатковим обладнанням (генератори, системи опалення, системи моніторингу). Вибір конкретної моделі залежить від кількох факторів, включаючи тип перевозимого м'яса, дальність маршруту, частоту використання і бюджет.

Крім рефрижераторів, для перевезення швидкопсувних продуктів використовують ізотермічні машини. Вони мають спеціальну теплоізоляцію, яка допомагає зберегти задану температуру протягом певного часу. Хоча ізотерми не такі потужні, як рефрижератори, вони більш економічні і підходять для менш вимогливих вантажів.

Також існують вантажівки з термоізованими кузовами. Їхня ізоляція менш ефективна, ніж у ізотермів, тому вони підходять лише для коротких перевезень і продуктів, які не потребують строгого температурного режиму.

Критерії вибору моделі вантажного автомобіля

При виборі моделі вантажного автомобіля для перевезення швидкопсувних м'ясних вантажів необхідно враховувати такі критерії:

Відповідність параметрам вантажу - об'єм кузова транспортного засобу має бути достатнім для розміщення необхідної кількості м'ясних продуктів з урахуванням їх упаковки. Важливо також врахувати висоту та ширину кузова, щоб уникнути пошкодження вантажу під час завантаження та розвантаження.

Температурний діапазон - один з найважливіших критеріїв. Обираючи транспортний засіб, необхідно звернути увагу на його здатність підтримувати стабільну температуру в заданому діапазоні протягом усього маршруту. Для перевезення м'яса зазвичай використовують рефрижератори з різними типами холодильних установок.

Вартість - крім температури, важливим параметром є вологість повітря в кузові. Занадто низька вологість може призвести до висихання продукту, а занадто висока – до розвитку мікроорганізмів.

Система вентиляції - ефективна система вентиляції забезпечує рівномірний розподіл температури та вологості в кузові, що запобігає утворенню конденсату та забезпечує оптимальні умови зберігання продукту.

Ізоляція - якісна теплоізоляція кузова допомагає зменшити втрати холоду та забезпечує стабільність температурного режиму навіть за умови значних перепадів температури зовнішнього середовища.

Система моніторингу - сучасні рефрижератори оснащуються системами моніторингу температури та вологості, які дозволяють відстежувати стан вантажу в режимі реального часу.

Надійність та довговічність - вибираючи транспортний засіб, варто віддавати перевагу моделям від перевірених виробників, які мають високу репутацію та забезпечують якісне сервісне обслуговування.

Економічність - вартість придбання та експлуатації транспортного засобу є важливим фактором при виборі. Необхідно врахувати витрати на паливо, обслуговування, ремонт та заміну комплектуючих.

Екологічність - сучасні тенденції диктують необхідність вибору екологічно чистих транспортних засобів, які відповідають європейським нормам викидів шкідливих речовин.

Вибір транспортного засобу для перевезення м'ясних продуктів обумовлюється комплексом факторів, серед яких ключовими є дистанція транспортування та необхідний температурний режим. Для короткодистанційних перевезень задовільняють транспортні засоби з термоізованими кузовами, що забезпечують базовий тепловий захист вантажу. З метою точного регулювання температури протягом усього маршруту доцільно використовувати рефрижераторні автотransпортні засоби, обладнані холодильними установками. При перевезенні великогабаритних партій м'ясних продуктів рекомендується застосовувати високотоннажні транспортні засоби, оснащені додатковими системами підтримання температурного режиму, що гарантує збереження якості продукції протягом всього терміну транспортування.

Додатковими критеріями вибору транспортного засобу для перевезення м'ясних продуктів є наступні:

Географічні особливості маршруту: При здійсненні доставки у віддалені регіони пріоритет віддається транспортним засобам з високою автономністю та надійністю, що забезпечують збереження якості продукції на протязі тривалих маршрутів.

Системи контролю мікроклімату: Обов'язковою вимогою є наявність ефективних систем регулювання температури та вологості у вантажному відсіку, що дозволяє підтримувати оптимальні умови зберігання м'ясних продуктів та запобігати їх мікробіологічному псуванню.

Специфіка вантажу: Вибір типу транспортного засобу залежить від особливостей перевезеної продукції. Зокрема, для транспортування м'ясних продуктів, що потребують сухих умов зберігання, рекомендується використовувати транспортні засоби з ізотермічними кузовами, які забезпечують стабільний температурний режим та захист від зовнішніх впливів.

Оптимізація процесу транспортування м'ясних продуктів вимагає індивідуального підходу до вибору транспортного засобу з урахуванням специфіки кожного конкретного перевезення. Ключовими факторами при прийнятті рішення є особливості маршруту, вимоги до температурного режиму та санітарно-гігієнічних умов, а також фізико-хімічні властивості перевезеної продукції. Забезпечення оптимальних умов зберігання під час транспортування є необхідною умовою для збереження якості та безпечності м'ясних продуктів.

Процес вибору транспортного засобу для перевезення м'ясних продуктів є багатофакторною задачею, що вимагає комплексного підходу. Оптимальний вибір транспортного засобу залежить від сукупності таких параметрів, як специфіка перевезення продукції (тип м'яса, ступінь обробки), температурний режим зберігання, відстань доставки та особливості маршруту. Ретельний

аналіз зазначених факторів дозволяє забезпечити збереження якості та безпечності м'ясних продуктів під час транспортування.

Оптимізація процесу транспортування м'ясних продуктів вимагає індивідуального підходу до вибору транспортного засобу з урахуванням комплексу факторів. Крім температурного режиму, важливими критеріями є габарити та маса вантажу, його фізико-хімічні властивості, відстань доставки та специфіка маршруту. Для забезпечення збереження якості та безпечності швидкопсувних м'ясних продуктів необхідне використання спеціалізованого автотранспорту, обладнаного холодильними установками, що дозволяють підтримувати заданий температурний режим протягом усього маршруту.

Необхідно зазначити, що кожен тип транспортного засобу має свої специфічні характеристики та обмеження, які слід враховувати при виборі оптимального рішення для перевезення м'ясних продуктів. Так, наприклад, транспортні засоби з ізотермічними кузовами, хоча й забезпечують певний рівень теплоізоляції, не здатні підтримувати стабільний низькотемпературний режим, необхідний для тривалого зберігання охолодженого або замороженого м'яса.

Для забезпечення збереження якості м'ясних продуктів під час транспортування, як правило, застосовують рефрижераторний автотранспорт. Завдяки наявності холодильних установок та високоякісної теплоізоляції, такі транспортні засоби дозволяють підтримувати стабільний температурний режим у діапазоні від -18°C до $+10^{\circ}\text{C}$, що є оптимальним для більшості видів м'ясної продукції. Рефрижераторні вантажівки універсальні у використанні, оскільки дозволяють перевозити як охолоджене, так і заморожене м'ясо.

Оптимізація процесу транспортування м'ясних продуктів за допомогою рефрижераторного автотранспорту передбачає комплексний підхід до вибору транспортного засобу. Ключовими критеріями є: номінальна вантажопідйомність, об'єм кузова, тип та потужність холодильної установки, а також технічні характеристики шасі та внутрішнього обладнання. Вибір конкретної моделі рефрижератора здійснюється з урахуванням специфічних

вимог до температурного режиму, габаритів вантажу та особливостей маршруту, а також відповідності чинним нормативно-правовим актам у сфері автомобільних перевезень.

Здійснення перевезень м'ясних продуктів автомобільним транспортом вимагає дотримання чинного законодавства та наявності відповідних дозволів. Крім того, для забезпечення безпеки та збереження якості продукції, водії повинні пройти спеціалізоване навчання та мати необхідні компетенції в сфері транспортування харчових продуктів. До таких компетенцій належать знання правил санітарії та гігієни, особливостей перевезення швидкопсувних продуктів, а також уміння надавати першу долікарську допомогу в екстрених ситуаціях.

Транспортування м'ясних продуктів є складним логістичним процесом, який вимагає дотримання суворих температурних режимів та інших санітарно-гігієнічних норм. Оптимізація цього процесу передбачає комплексний підхід, що враховує не лише характеристики вантажу (тип, маса, об'єм), але й особливості маршруту, а також вимоги чинного законодавства. Для забезпечення збереження якості та безпечності м'ясних продуктів під час транспортування застосовують спеціалізований автотранспорт, обладнаний холодильними установками. Вибір конкретного транспортного засобу здійснюється на основі детального аналізу його технічних характеристик та відповідності вимогам, що пред'являються до перевезення харчових продуктів.

Оптимізація процесу транспортування м'ясних продуктів вимагає ретельного підбору транспортного засобу з урахуванням комплексу факторів, що впливають на якість та безпеку продукції. Правильно обраний рефрижераторний автотранспорт забезпечує дотримання необхідних температурних режимів та інших санітарно-гігієнічних норм, що дозволяє мінімізувати ризики псування продукту під час перевезення та зберігає його споживчі властивості.

Застосування імітаційного моделювання дозволяє генерувати великі обсяги даних, що є необхідною умовою для проведення комплексного аналізу та оптимізації процесу вибору транспортних засобів для перевезення м'ясних продуктів. Такий підхід дозволяє врахувати широкий спектр факторів, включаючи характеристики вантажу, особливості маршрутів, кліматичні умови та інші параметри, що впливають на ефективність транспортування.

З огляду на високі вимоги до збереження якості та безпеки продукції, вибір конкретної моделі рефрижератора є актуальним завданням, що потребує детального аналізу.

Ключовим аспектом при транспортуванні м'ясних продуктів є забезпечення строгого дотримання температурного режиму. Відхилення від оптимальних температурних показників може призвести до мікробіологічного розмноження, що, в свою чергу, спричиняє псування продукту та робить його непридатним для споживання. З огляду на вищезазначене, вибір транспортного засобу для перевезення м'ясних продуктів повинен здійснюватись з урахуванням необхідності забезпечення стабільного температурного режиму протягом усього маршруту. Спеціалізовані рефрижераторні автотранспортні засоби, обладнані системами охолодження та контролю температури, є оптимальним рішенням для транспортування м'ясних продуктів.

При виборі транспортного засобу для перевезення м'ясних продуктів необхідно враховувати його вантажопідйомність та об'єм вантажного відсіку. Ці параметри безпосередньо залежать від кількості та габаритів вантажу, що підлягає транспортуванню. Для перевезення великих партій м'ясних продуктів доцільно використовувати великовантажні автомобілі, тоді як для менших об'ємів вантажу можуть бути застосовані транспортні засоби меншої вантажопідйомності.

Оптимізація витрат на транспортування м'ясних продуктів вимагає комплексного підходу до вибору транспортного засобу. Крім таких

параметрів, як вантажопідйомність та об'єм кузова, необхідно враховувати економічні показники експлуатації транспортного засобу. Вибір типу палива, двигуна та трансмісії суттєво впливає на витрати на паливо, обслуговування та загальну вартість володіння транспортним засобом.

Дизельні двигуни традиційно вважаються більш потужними, проте вони характеризуються підвищеною витратою палива порівняно з бензиновими аналогами. Бензинові двигуни, як правило, менш потужні, але більш економічні. Газові двигуни пропонують широкий спектр характеристик і можуть бути як більш потужними, так і більш економічними залежно від конкретної моделі та типу використаного газу.

Таким чином, вибір типу палива та силової установки є одним з ключових факторів, що впливають на економічну ефективність транспортування м'ясних продуктів.

Вибір вантажного автомобіля для транспортування швидкопсувних вантажів, зокрема м'ясної продукції, повинен базуватися на врахуванні кількох важливих чинників. Зокрема, для перевезення продукції, яка потребує дотримання визначеного температурного режиму, доцільно застосовувати транспортні засоби, оснащені холодильними установками та термоізованим кузовом. Це дозволяє підтримувати стабільну температуру протягом усього маршруту. Додатково, транспортний засіб повинен володіти достатньою потужністю, що забезпечить своєчасну та безперервну доставку продукції до кінцевого пункту, мінімізуючи ризики порушення умов зберігання.

Технічний стан транспортного засобу є ще одним критичним аспектом при виборі вантажного автомобіля для перевезення продукції. Незалежно від типу обраного автомобіля, його експлуатаційні характеристики мають відповідати встановленим нормам безпеки та стандартам. Регулярна технічна діагностика і належне обслуговування автомобіля мінімізують ризики

виникнення аварійних ситуацій, які можуть не лише завдати шкоди майну, але й створювати загрозу для життя водія і безпеки інших учасників дорожнього руху.

Особливу увагу слід приділяти технічним параметрам транспортного засобу, зокрема його максимально допустимій швидкості, вантажопідйомності та умовам зберігання вантажу. Наприклад, автомобілі, обладнані холодильними системами, забезпечують збереження м'ясної продукції в оптимальних температурних і вологісних умовах, що є критичним для підтримання її свіжості та безпеки. Відповідність технічних характеристик автомобіля вимогам перевезення допомагає мінімізувати ризики псування продуктів і гарантує їх безпечність для кінцевих споживачів.

При виборі вантажних автомобілів важливо враховувати їх економічні показники, зокрема витрату палива та вартість технічного обслуговування. Раціональне оцінювання цих характеристик дозволяє оптимізувати транспортні витрати, що безпосередньо впливає на загальну ефективність логістичних операцій. Економія палива, разом із зменшенням витрат на регулярне технічне обслуговування, сприяє зниженню операційних витрат, підвищуючи конкурентоспроможність бізнесу в довгостроковій перспективі.

Зважаючи на вищезазначені фактори, можна виділити кілька моделей вантажних автомобілів, які є найбільш підходящими для перевезення швидкопсувних м'ясних вантажів.

Одним із можливих варіантів є модель Scania R-series, яка відрізняється високою потужністю двигуна та вантажопідйомністю до 44 тонн. Ця модель оснащена сучасним холодильним обладнанням, що забезпечує підтримання необхідних умов для зберігання продуктів відповідно до стандартів якості та безпеки. Завдяки таким технічним характеристикам автомобіль підходить для перевезення швидкопсувних вантажів, зокрема м'ясної продукції, на великі відстані, забезпечуючи збереження її властивостей протягом усього транспортування.

Іншою альтернативою є модель DAF XF, яка також вирізняється високою вантажопідйомністю та здатністю розвивати значну швидкість, що робить її придатною для перевезення великих обсягів швидкопсувної продукції. Цей автомобіль оснащений холодильним обладнанням для підтримки належного температурного режиму під час транспортування. Крім того, DAF XF характеризується економічною витратою палива та низькими вимогами до технічного обслуговування, що сприяє зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню рентабельності транспортних операцій.

Третім варіантом є Mercedes-Benz Actros, який має вантажопідйомність до 44 тонн і обладнаний сучасною системою холодильного обладнання та контролю температури, що забезпечує надійне збереження швидкопсувної продукції. Ця модель вирізняється впровадженням передових технологій енергозбереження, що сприяє суттєвому зниженню витрат палива. Це робить Actros ефективним вибором для тривалих перевезень м'ясної продукції, забезпечуючи підтримання необхідних умов зберігання протягом усього транспортування при мінімальних експлуатаційних витратах.

Четвертим варіантом для розгляду є Volvo FH, відомий своєю надійністю та високим рівнем комфорту для водіїв, що є важливим фактором при здійсненні тривалих перевезень. Ця модель пропонує широкий спектр модифікацій, що дозволяє адаптувати транспортний засіб під специфічні вимоги до перевезення швидкопсувної продукції, зокрема м'яса. Завдяки своїм технічним характеристикам і можливостям налаштування, Volvo FH гарантує безпечне транспортування, збереження якості вантажу та ефективність логістичних операцій.

Останньою моделлю, яку можна розглянути, є MAN TGX, що відзначається інноваційними технічними рішеннями та високою продуктивністю. Цей автомобіль оснащений потужним двигуном, ефективною системою контролю температури та вантажопідйомністю, що відповідає вимогам перевезення швидкопсувних м'ясних вантажів. Завдяки своїм передовим технологіям, MAN TGX забезпечує стабільне

функціонування навіть за складних умов, гарантуючи збереження якості продукції та ефективність перевезень.

Вибір конкретної моделі вантажного автомобіля для перевезення швидкопсувних м'ясних вантажів потребує всебічного врахування різноманітних факторів, зокрема обсягу перевезення, технічних вимог, економічних характеристик і специфічних потреб підприємства. Для досягнення оптимальних результатів важливо провести детальне дослідження ринку, проаналізувати доступні моделі, а також звернутися до фахівців у галузі транспортування, щоб вибрати найбільш ефективний та економічно обґрунтований варіант.

1.3 Сучасні проблеми в перевезенні дрібних партій вантажів

Проблема "останньої милі" є однією з найбільш актуальних в транспортній логістиці, особливо у великих міських агломераціях. Вона виникає, коли необхідно доставити товар від дистрибуційного центру або складу безпосередньо до кінцевого споживача чи роздрібного продавця. Цей етап доставки часто є найскладнішим і дорожчим через низку факторів, таких як обмежений простір для маневрування транспортних засобів, вузькі вулиці, високий рівень дорожнього руху та велика щільність населення. У таких умовах виникають труднощі із своєчасною доставкою товару, що підвищує витрати на логістику та може погіршувати рівень обслуговування клієнтів.

Проблема "останньої милі" часто є складною і витратною через низку обмежень, таких як труднощі з організацією своєчасної доставки та необхідність оперативної зміни маршруту в разі непередбачуваних обставин. В умовах міських агломерацій або важкодоступних районів, де простір для маневру обмежений, часто виникають затори, що затримують доставку та збільшують витрати. Крім того, існує підвищений ризик пошкодження або втрати товару під час доставки, що може бути зумовлено неналежними умовами транспортування, не акуратною обробкою вантажу або іншими логістичними проблемами. Це негативно впливає на ефективність доставки та

загальні витрати підприємств.

Науковці активно працюють над удосконаленням методів і технологій для вирішення проблеми останньої милі в транспортній логістиці. Ось кілька прикладів таких підходів:

Автономні транспортні засоби та дрони: Одним із перспективних напрямів є використання безпілотних автомобілів і дронів для доставки товарів. Це дозволяє скоротити час доставки, уникнути заторів та знизити витрати на персонал. Зокрема, дрони використовуються для доставки малогабаритних вантажів у важкодоступні місця.

Мікро-центри доставки: Встановлення мікро-центрів або малих розподільчих пунктів у межах міста дозволяє зменшити відстань, яку потрібно пройти транспорту, скорочуючи час доставки та знижуючи витрати. Ці пункти можуть служити перевалочними станціями для останньої милі, де товар зберігається до моменту доставки кінцевому споживачеві.

Інтелектуальні транспортні системи (ITS): Впровадження інтелектуальних систем управління рухом та навігацією дозволяє оптимізувати маршрути доставки, зменшуючи час на дорогу та знижуючи витрати пального. Це включає використання даних в реальному часі для зміни маршрутів у разі заторів або дорожніх непередбачених ситуацій.

Електричні та компактні транспортні засоби: Використання електричних вантажівок та велосипедів з контейнерами для доставки товарів на короткі відстані може значно знизити викиди CO₂ та зменшити вплив на навколишнє середовище, при цьому дозволяючи ефективно працювати у міських умовах з обмеженим простором для транспортних засобів.

Шерінгові моделі транспорту: Розвиток платформ для спільного використання транспортних засобів дозволяє знижувати вартість доставки, оскільки кілька компаній або постачальників можуть об'єднувати свої ресурси для здійснення спільних доставок. Цей підхід також дозволяє зменшити кількість транспортних засобів на дорогах, що зменшує затори.

Одним із перспективних напрямів у вирішенні проблеми останньої милі є застосування аналітичних інструментів та штучного інтелекту для прогнозування попиту та оптимізації маршрутів доставки. Використання таких технологій дозволяє не лише покращити ефективність логістичних процесів, а й знизити витрати та час на транспортування. Алгоритми, засновані на великих даних, можуть автоматично адаптувати маршрути залежно від змін у дорожньому русі, погодних умовах чи інших факторів, що впливають на доставку. Крім того, розвиток мереж розподільчих пунктів, розташованих ближче до кінцевих споживачів, дозволяє скоротити час на останньому етапі доставки та зменшити навантаження на основні транспортні шляхи, що в свою чергу підвищує ефективність та швидкість логістичних операцій.

Узагальнюючи, проблему останньої милі в транспортній логістиці можна вирішити за допомогою різноманітних технологічних рішень, серед яких використання безпілотних дронів, автономних транспортних засобів, велосипедів, електричних скутерів, пунктів самовивозу, роботизованих систем та аналітики для оптимізації маршрутів і прогнозування попиту. Кожен із цих підходів має свої переваги та можливості, що дозволяють адаптувати їх до специфічних умов та вимог кінцевих споживачів. Водночас, при впровадженні нових технологій слід враховувати екологічні аспекти, гарантуючи, що вони будуть стійкими та не завдадуть шкоди навколишньому середовищу. Це дозволяє досягти не тільки ефективності в логістичних процесах, але й забезпечити довготривалу екологічну сталий розвиток у галузі.

Сучасні наукові дослідження підкреслюють, що проблема останньої милі в логістиці набуває все більшого значення в умовах, коли швидкість і точність доставки є критично важливими для задоволення вимог споживачів. Вчені вивчають різноманітні підходи до вирішення цієї проблеми, зокрема застосування безпілотних літальних апаратів, розширення мережі пунктів самовивозу, а також використання аналітичних інструментів для вдосконалення маршрутів доставки. Це дозволяє підвищити ефективність,

зменшити витрати та оптимізувати час доставки, при цьому враховуючи фактори, що впливають на навколишнє середовище та регулювання в галузі

Збільшення складності та витрат на доставку на короткі відстані може стати значним бар'єром для ефективного вирішення проблеми останньої милі. Для досягнення оптимального результату необхідно ретельно балансувати між вартістю та ефективністю доставки. З одного боку, швидка та точна доставка є критично важливою для задоволення вимог споживачів, з іншого — це вимагає значних ресурсів, які можуть збільшувати вартість операцій. Тому важливо враховувати не лише технічні й економічні аспекти, а й потреби кінцевих споживачів, які очікують мінімальних затримок при високій точності виконання замовлень. Цей баланс є основою для успішного вирішення проблеми останньої милі в умовах сучасного логістичного середовища

ВИСНОВКИ

У складі транспортного парку підприємства "АПК Інвест" можуть бути використані вантажні автомобілі різних марок, оснащені холодильними установками, що забезпечують необхідний температурний режим для перевезення швидкопсувних вантажів. Вибір таких автомобілів охоплює широкий спектр марок, серед яких Mercedes-Benz, Volvo, Scania, DAF, MAN, Renault та інші. Кожна з цих марок має відповідне обладнання та технічні характеристики, що дозволяють дотримуватись вимог до температурного контролю, що є критично важливим для збереження якості та безпеки вантажів, особливо у сфері харчової промисловості.

Місткість автомобільних рефрижераторів може значно варіюватися залежно від моделі та марки транспортного засобу. Наприклад, в автопарку компанії "АПК Інвест" можуть бути використані автомобілі з рефрижераторами, здатні перевозити вантажі в межах від 3 до 20 тонн. Цей діапазон дозволяє компанії забезпечувати різні типи перевезень, відповідно до специфікацій вантажу та вимог до температурних умов. Технічні характеристики, такі як місткість, потужність охолоджувальної системи та температурний режим, можуть

змінюватися залежно від потреб конкретного замовлення та виду продукції, що транспортується.

Для забезпечення високої якості та безпеки перевезення швидкопсувних вантажів, підприємства, такі як "АПК Інвест", застосовують спеціалізоване та надійне обладнання, а також регулярно проводять технічні огляди та обслуговування свого рухомого складу. Вибір вантажного автомобіля для транспортування таких вантажів, зокрема м'ясної продукції, вимагає врахування численних факторів. Серед основних аспектів, які необхідно розглянути, є потужність силового агрегату, розміри кузова, ефективність охолоджувальних і вентиляційних систем, наявність захисних механізмів для запобігання пошкодженням товару під час транспортування, а також економічні показники, такі як витрати палива та необхідність в технічному обслуговуванні.

Для проведення цього дослідження було застосовано метод імітаційного моделювання процесу перевезення м'ясних вантажів за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Це дозволило створити модель перевезень з урахуванням різноманітних факторів, таких як дорожні умови, трафік та особливості конкретних моделей вантажних автомобілів. За допомогою цього підходу було змодельовано різні сценарії перевезення, що дозволило оцінити ефективність і безпеку транспортування, а також виявити оптимальні варіанти для забезпечення збереження продукції та мінімізації витрат на транспортування.

В результаті дослідження було встановлено, що для ефективного перевезення м'ясних вантажів доцільно використовувати вантажні автомобілі, оснащені спеціальними системами, такими як рефрижераторні установки, для підтримки необхідних температурних режимів. Це забезпечує не лише оптимальні умови зберігання продукції під час транспортування, але й захист вантажу від фізичних пошкоджень, що можуть виникнути через удари чи вібрацію. Спеціалізовані автомобілі дозволяють мінімізувати ризики, пов'язані з порушенням товарного вигляду або безпеки продукції, що особливо

важливо для продуктів, які швидко псуються, як-от м'ясо.

Під час моделювання було також виявлено, що вибір конкретної моделі вантажного автомобіля може суттєво впливати на витрати на паливо та потреби в технічному обслуговуванні. Це зумовлено різними характеристиками моделей, такими як потужність двигуна, аеродинаміка, тип трансмісії та інші фактори, що можуть безпосередньо впливати на економічні показники експлуатації. Тому перед прийняттям рішення щодо вибору вантажного автомобіля необхідно здійснити детальний аналіз ефективності витрат, враховуючи не лише початкову вартість автомобіля, а й довгострокові витрати на паливо та регулярне технічне обслуговування. Це дозволяє оптимізувати витрати на транспортування і забезпечити максимальну економічну ефективність при перевезенні швидкопсувних вантажів.

РОЗДІЛ 2 Розробка моделі руху транспорту підприємства за допомогою

2.1 Створення моделі руху транспорту підприємства за допомогою AnyLogic

Створення логістичної моделі перевезення м'ясної продукції в програмі AnyLogic може бути важливо з кількох причин:

Оптимізація процесу транспортування є ключовим елементом ефективної логістики, і в цьому контексті використання логістичних моделей, заснованих на комп'ютерних симуляціях, є важливим інструментом для аналізу та покращення перевезень. Така модель дозволяє провести симуляцію різних сценаріїв доставки, враховуючи параметри, як-от дорожні умови, часові обмеження та характеристики транспортних засобів. Завдяки цьому можна визначити оптимальний маршрут, скоротити час доставки та мінімізувати витрати, а також забезпечити надійність та знизити ризики втрат продукції, що є особливо важливим при перевезенні швидкопсувних товарів. Застосування таких методів дозволяє значно підвищити ефективність логістичних операцій та зменшити загальні витрати на транспортування.

У плануванні виробничих процесів логістична модель є ефективним інструментом для оптимізації виробничих графіків, забезпечуючи своєчасну доставку продукції. Така модель може враховувати численні змінні, включаючи попит на ринку, доступність транспортних засобів та наявність ресурсів для виробництва. Це дозволяє сформувати збалансований графік, що відповідає вимогам щодо часу доставки і одночасно враховує можливості виробництва та логістичних систем. Застосування таких моделей дає змогу мінімізувати час простою, знизити витрати на виробництво та транспортування, а також покращити ефективність взаємодії між різними ланками ланцюга поставок.

Логістична модель може бути корисним інструментом для оцінки необхідності додаткового обладнання під час перевезення швидкопсувних

товарів, таких як м'ясна продукція. За допомогою такої моделі можна врахувати різні фактори, які визначають вимоги до зберігання та транспортування, такі як температура, вологість та час перебування товару на шляху. Моделювання дозволяє оцінити, чи потрібне додаткове обладнання, наприклад, холодильники, термоконтейнери або рефрижераторні вантажівки, для забезпечення належних умов перевезення. Це допомагає мінімізувати ризики зіпсування продукції, знизити втрати та підвищити ефективність доставки, зокрема в умовах змінних погодних умов або високої температури на маршруті.

Логістична модель може бути важливим інструментом для розробки та реалізації системи моніторингу і контролю якості м'ясної продукції під час транспортування. Моделювання дозволяє точно відтворити умови перевезення, включаючи температурні коливання, вологість та інші фактори, які можуть впливати на якість продукту. Завдяки цьому можна визначити оптимальні параметри для зберігання та транспортування, що забезпечують максимальну безпеку і збереження властивостей м'ясної продукції. Моделі можуть бути налаштовані таким чином, щоб відслідковувати температурні режими в реальному часі, а також генерувати попередження в разі порушень вимог щодо зберігання. Це дозволяє своєчасно реагувати на зміни умов транспортування і мінімізувати ризики зіпсування товару, що є критично важливим для забезпечення безпеки харчових продуктів.

Імітаційне моделювання є науковим підходом, який дозволяє створювати комп'ютерні моделі для аналізу та дослідження різних систем і процесів. Цей метод використовується для вивчення складних динамічних систем, де взаємодія численних змінних має суттєвий вплив на кінцеві результати. У сфері вантажних перевезень, наприклад, моделювання дає змогу оцінювати вплив різних факторів, таких як умови дорожнього руху, вибір транспортних засобів, маршрутизація та витрати. Завдяки цьому можна проводити аналіз ефективності операцій і мінімізувати витрати, оптимізуючи процеси транспортування та логістики. Цей підхід допомагає не лише

прогнозувати можливі сценарії, але й удосконалювати стратегії прийняття рішень у різних умовах.

За допомогою імітаційного моделювання можна створити віртуальну модель процесу вантажного перевезення, що включає в себе всі етапи цього процесу, від прийому вантажу до його доставки. Така модель може включати в себе різні фактори, такі як типи вантажів, маршрути, типи транспорту та рівень трафіку.

Після розробки моделі можливе проведення серії експериментів для дослідження різних сценаріїв та оцінки впливу різних стратегій на показники ефективності. Імітаційні експерименти дозволяють змінювати вхідні параметри системи, такі як рівень завантаженості транспортних шляхів, кількість вантажних одиниць або швидкість обслуговування, і прогнозувати їхній вплив на кінцеві результати. Це може включати аналіз того, як зміни в інтенсивності дорожнього руху впливають на тривалість доставки, енергоспоживання чи загальні витрати на транспортування вантажів.

Імітаційне моделювання є цінним інструментом для визначення оптимальної кількості транспортних засобів, необхідних для задоволення потреб у перевезеннях. Використання цього методу дозволяє моделювати різні сценарії попиту на логістичні послуги, зокрема враховувати сезонні коливання, зміни в транспортних потоках та інші змінні фактори. Це дає можливість точно оцінити, скільки автомобілів необхідно для забезпечення безперебійної доставки без надмірного навантаження на автопарк.

Завдяки аналізу моделей попиту і пропозиції, моделювання допомагає уникнути зайвих витрат на експлуатацію зайвих автомобілів, знижуючи таким чином експлуатаційні витрати. Водночас, воно гарантує наявність достатньої кількості транспортних засобів, щоб покрити актуальні логістичні потреби, запобігаючи затримкам або браку ресурсів під час пікових періодів. Це сприяє досягненню балансу між витратами на транспортування та ефективністю логістичних операцій.

За допомогою імітаційного моделювання можна ретельно проаналізувати різні аспекти логістичного процесу, щоб визначити найбільш оптимальні варіанти перевезення вантажів. Наприклад, можна дослідити, які типи транспортних засобів найкраще підходять для перевезення конкретних категорій товарів з урахуванням особливостей вантажу, таких як термічні умови або фізичні характеристики. Також можливо оцінити ефективність використання різних типів автомобілів на певних маршрутах залежно від їх вантажопідйомності, витрати палива та маневреності.

Імітаційне моделювання дозволяє враховувати широкий спектр факторів, що можуть значно вплинути на процес перевезення вантажів, таких як погодні умови, затори на дорогах, або технічний стан транспортних засобів. Ці фактори можуть викликати значні коливання в тривалості доставки та витратах, тому їх моделювання дозволяє створювати стратегії, які забезпечують максимальну ефективність навіть в умовах непередбачених змін. Наприклад, погодні умови можуть суттєво вплинути на швидкість транспортування, особливо в зимовий період або під час сильних опадів. У таких випадках моделювання може враховувати можливі затримки та допомогти оптимізувати маршрути, щоб мінімізувати ризики. Подібним чином, моделювання заторів на дорогах дозволяє вибрати альтернативні маршрути або зкоригувати графік доставки для уникнення пікових годин руху.

Таким чином, імітаційне моделювання є ефективним інструментом для підвищення ефективності вантажних перевезень. Воно дозволяє аналізувати різні сценарії та стратегії, що сприяє вибору оптимальної кількості транспортних засобів та підбору найбільш ефективних маршрутів для конкретних умов. Такий підхід допомагає не тільки мінімізувати витрати на транспортування, але й оптимізувати час доставки, забезпечити надійність і безпеку перевезення вантажів.

Дискретно-подієві та агентні методи симуляції є важливими інструментами для моделювання складних систем, зокрема у сфері

вантажних перевезень, оскільки вони дозволяють аналізувати різноманітні процеси на основі змінних умов.

Дискретно-подієвий метод симуляції (DES) дозволяє моделювати систему як послідовність дискретних подій, що змінюють стан системи. Подія відбувається в певний момент часу та впливає на різні параметри системи. Кожна подія може включати зміну стану, наприклад, прибуття транспорту на склад, завантаження товару, чи завершення поїздки. Це робить метод корисним для моделювання систем із чіткими процесами та етапами, які можна відокремити як окремі події.

У контексті вантажних перевезень DES може моделювати рух транспортних засобів, де кожна подія представляє прибуття, відправлення чи зміну стану транспорту. Наприклад, кожна подія може відображати такі процеси, як прибуття вантажу на склад, завантаження, відправлення, зміна маршруту через затори, або завершення транспортування. Це дозволяє досліджувати такі питання, як оптимізація маршрутів доставки, управління ресурсами чи мінімізація часу простою.

Агентний метод симуляції (Agent-Based Simulation, ABS) використовується для моделювання систем, де кожен елемент (агент) має власну поведінку, цілі та правила взаємодії з іншими агентами в системі. У таких моделях агенти можуть представляти окремі одиниці або учасників, наприклад, водіїв вантажівок, логістичні компанії чи навіть дорожні умови, і мають можливість приймати рішення, базуючись на своїх стратегіях, обмеженнях та зовнішніх впливах. Вони можуть взаємодіяти один з одним, обмінюватися інформацією або впливати на інші елементи системи.

У контексті вантажних перевезень, агентний метод може бути використаний для моделювання таких процесів, як взаємодія між водієм вантажівки і диспетчером, вибір маршруту в залежності від умов на дорозі, а також прийняття рішень щодо того, як оптимально доставити вантаж в певний час з урахуванням різних змінних. Наприклад, кожен агент може представляти

окремий транспортний засіб, який має власні характеристики (потужність, вантажопідйомність, час роботи) і взаємодіє з іншими агентами (водіями, диспетчерами) для досягнення спільної мети — ефективної доставки товару.

Обидва методи — дискретно-подієвий та агентний — є потужними інструментами для моделювання систем вантажних перевезень, оскільки вони дозволяють враховувати численні змінні та аналізувати ефективність різних управлінських стратегій. Дискретно-подієвий метод, завдяки своєму фокусу на окремих подіях, є корисним для вивчення систем, де вплив кожної події можна чітко відстежити. Наприклад, він може моделювати процеси, пов'язані з переміщенням вантажу або прийняттям рішень щодо зміни маршруту. У свою чергу, агентний метод дозволяє моделювати взаємодію різних агентів — водіїв, диспетчерів, постачальників — з врахуванням їх індивідуальних цілей і стратегій, що дає можливість прогнозувати більш комплексні сценарії в реальному світі, де важливу роль відіграють не тільки технічні, але й соціально-економічні фактори.

Застосування обох методів в моделюванні вантажних перевезень дозволяє розробляти стратегії для оптимізації розкладів руху, визначати найбільш ефективні маршрути для перевезень та оцінювати можливі ризики (наприклад, через погані погодні умови чи дорожні затори). Крім того, ці методи можуть бути використані для визначення необхідної кількості автомобілів для покриття різного рівня попиту на перевезення, що дозволяє значно знизити витрати на транспортування.

Імітація поведінки системи з різними варіантами управлінських рішень дозволяє дослідити взаємозв'язки між такими факторами, як час доставки, вартість перевезення, вплив несприятливих умов і ефективність використання транспорту. Тому ці методи є важливими інструментами для підприємств, що займаються логістикою, оскільки вони допомагають у прийнятті обґрунтованих рішень для оптимізації процесу перевезення вантажів.

2.2 Опис моделі

Модель, розроблена в середовищі AnyLogic за допомогою компілятора Java, використовує потужні можливості для створення агентів, які можуть моделювати різноманітні елементи системи. У контексті вантажних перевезень агенти можуть представляти транспортні засоби, одиниці обладнання, люди, що займаються управлінням, а також інші важливі компоненти логістичної мережі, такі як маршрути, склади чи навіть кінцеві клієнти. Кожен агент у системі має свої властивості, може взаємодіяти з іншими агентами і виконувати певні операції відповідно до правил моделі.

Таблиця 2.1

Назва агента	Призначення
Main	Містить в собі візуалізацію нашої моделі
Order	Містить параметр покупців
Shop	Містить блоки із інструкціями для агенту замовлень, тобто «Order»
Truck	Містить параметр з інформацією про вантажні автомобілі, їх кількість, місткість, тощо
Warehouse	Містить головний алгоритм імітаційної моделі

У моделі, розробленій за допомогою AnyLogic, агент Main є центральним елементом, що містить ГІС (геоінформаційну систему) карту, прив'язану до реальних координат. Така карта дозволяє візуалізувати та аналізувати дані на основі географічних точок, що є критичними для ефективного планування логістичних маршрутів.

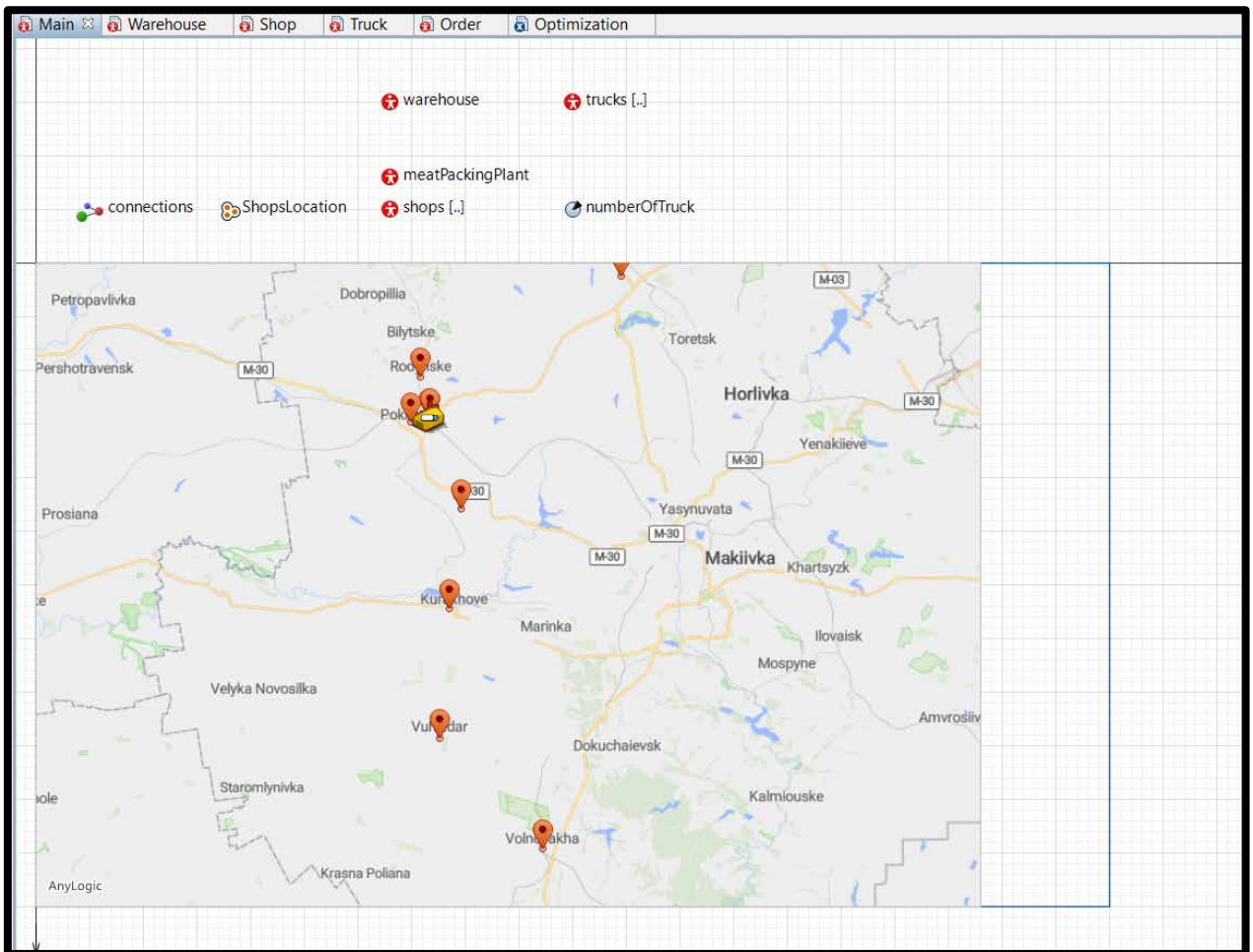


Рис 2.1 «Вікно агента Main»

Усередині агента Main ми вводим координати магазинів, позначених червоними маркерами, та складу, відміченого жовтим кольором.

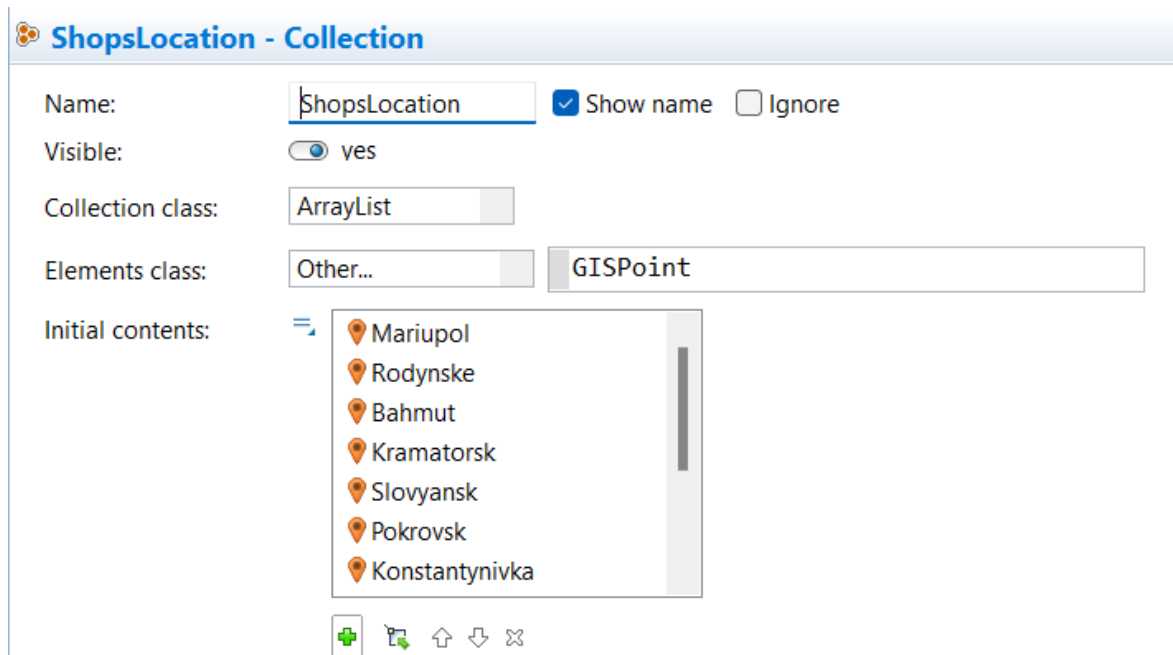


Рис 2.2 «Параметри на ГІС – мані та список ГІС – точок»

Агент Order має параметр CustomerS, який відповідає за зв'язок із агентом Shop. Це дає можливість кожному замовленню бути прив'язаним до конкретного магазину, що є важливим для ефективного управління замовленнями та їх доставкою. Отже, CustomerS визначає, до якого магазину належить конкретне замовлення, що дозволяє оптимізувати логістичні процеси, такі як розрахунок оптимальних маршрутів доставки та забезпечення якісного обслуговування клієнтів.

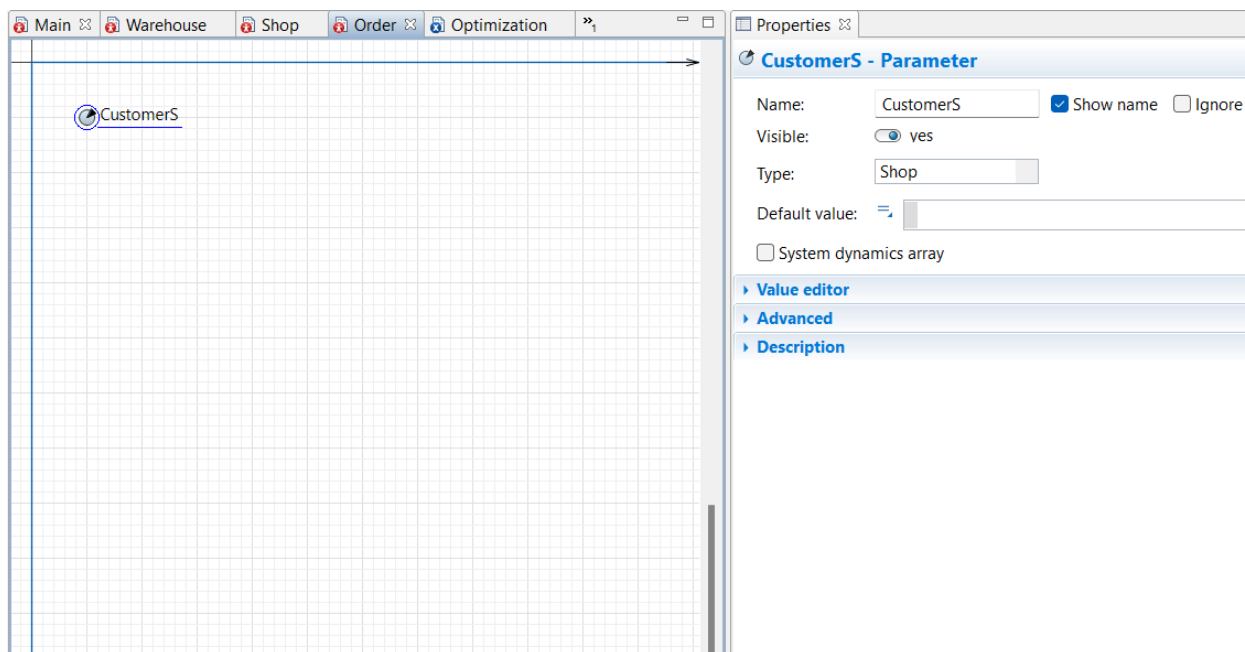


Рис 2.3 «Вікно агента Order»

Агент Shop включає циклічний алгоритм, який імітує процес відправлення замовлень від магазинів до складу. У консолі ми взаємодіємо з агентом Order, і після виконання завдання з доставки алгоритм автоматично повторюється.

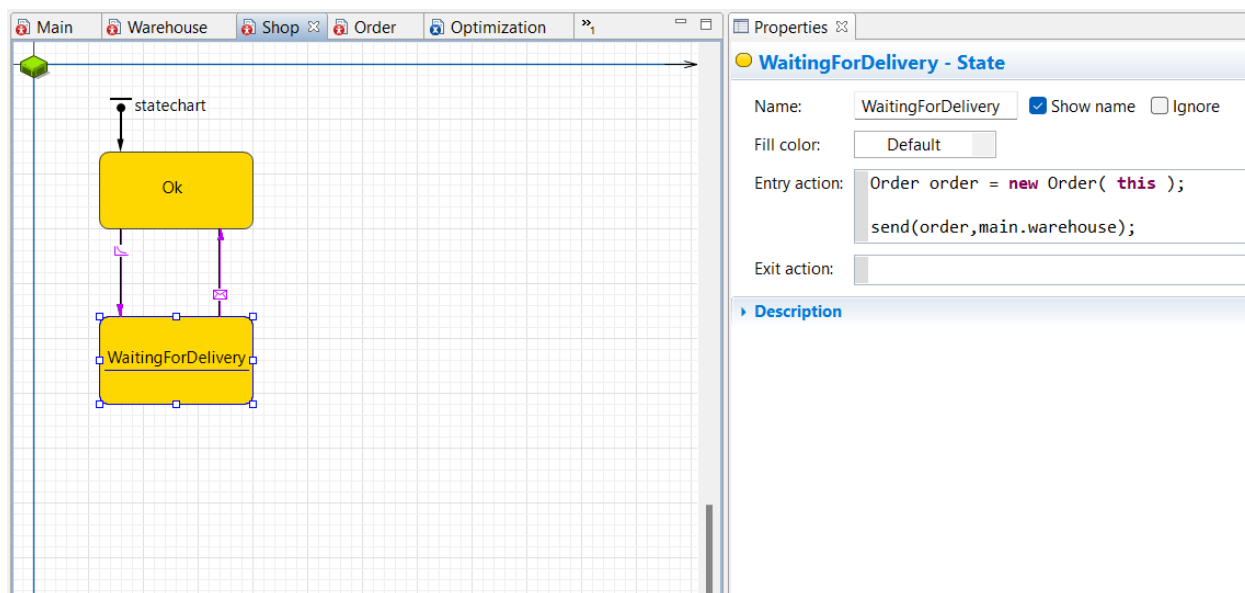


Рис 2.4 «Вікно агента Shop»

Агент Truck містить параметри, що описують характеристики вантажних автомобілів, які використовуються для транспортування товарів.

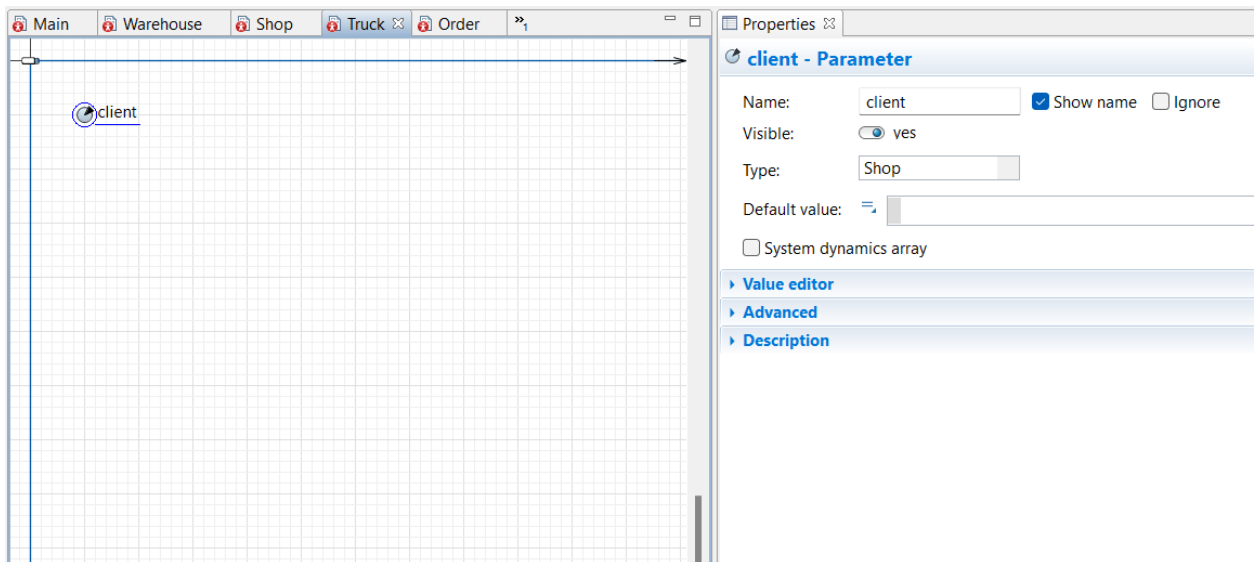


Рис 2.5 «Вікно агенту Truck»

Агент Warehouse містить основний алгоритм, що складається з кількох блоків, кожен з яких виконує конкретну задачу. Ці блоки можуть включати функції для управління запасами, обробки надходжень та відправлень товарів, а також для координації роботи з іншими агентами

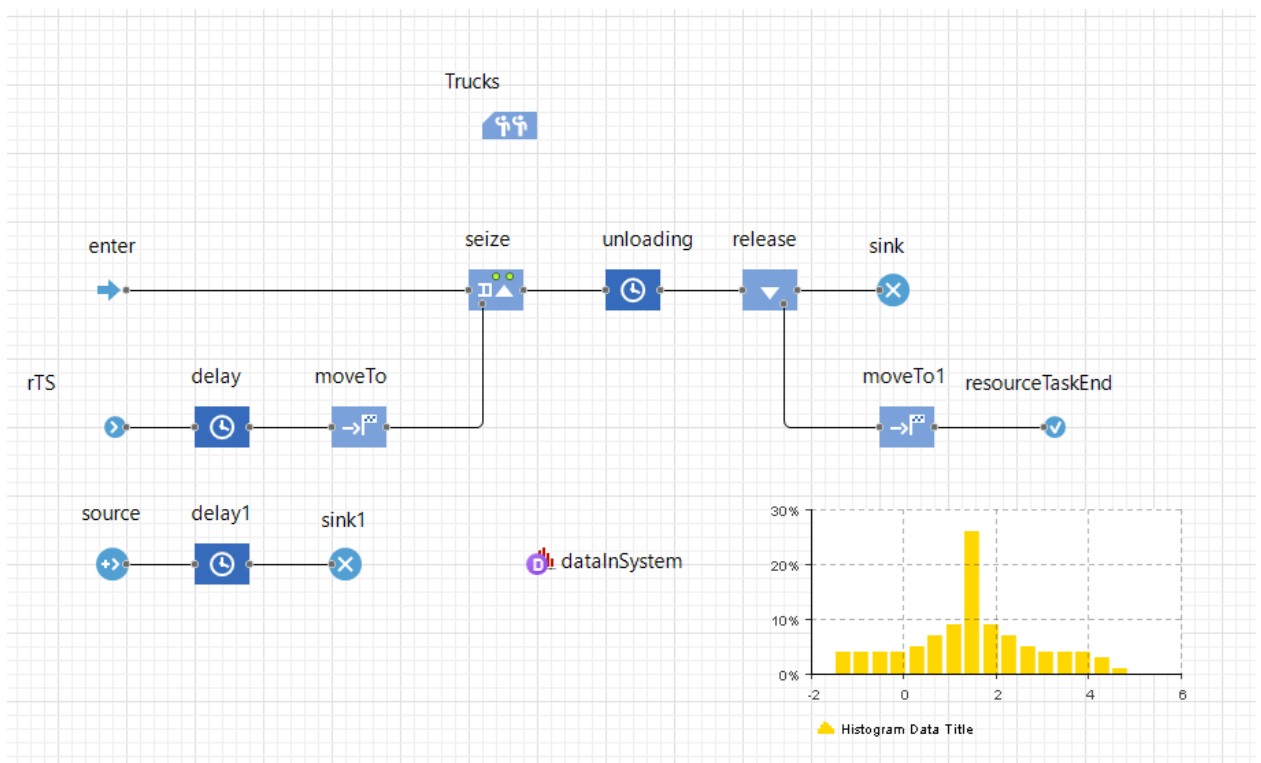


Рис 2.6 «Вікно агенту Warehouse»

Enter – вставляє вже існуючих агентів у певне місце всередині процесу, заданого потоковою діаграмою.

Цей блок зазвичай використовується для інтеграції вже існуючих агентів у певне місце процесу, що визначено потоковою діаграмою. Він дозволяє додавати агентів, створених, наприклад, через діаграми станів або події, до процесу, описаного в потоковій діаграмі. Такий підхід також часто застосовується в парі з блоком **Exit** для реалізації маршрутизації агентів, що дозволяє ефективно управляти їхнім рухом між різними етапами процесу та забезпечити оптимальне виконання завдань.

Seize – захоплює для агента задану кількість ресурсів із визначеного блоку **ResourcePool**. Існує кілька способів вказати, які саме ресурси потрібно захопити, і детальнішу інформацію про це можна знайти в статті щодо використання ресурсів. Після захоплення ресурсу агент миттєво покидає цей блок. Ресурси можна звільнити за допомогою блоку **Release**. Важливо, щоб усі захоплені ресурси були звільнені до того, як агент буде знищений за допомогою блоку **Sink**. Блок також містить чергу **Queue**, в якій агенти чекають, поки ресурси, що запитуються, стануть доступними. Ресурси спочатку запитуються для першого агента в черзі, і поки цей агент не захопить ресурси або не покине блок з іншої причини, ресурси для наступних агентів не будуть виділятися, навіть якщо вони можуть бути доступні.

Trucks – задає набір ресурсів, які можуть захоплюватися та звільнятися агентами за допомогою блоків **Seize**, **Release**, **Assembler** та **Service**.

Ресурси можуть бути трьох типів:

Статичні ресурси прив'язані до конкретного місця (наприклад, вузла) в мережі та не можуть бути переміщені. Прикладом статичного ресурсу може бути рентгенівський кабінет або ваги-платформа, які постійно залишаються на одному місці.. Приклад статичного ресурсу може бути рентгенівський кабінет або ваги-платформа.

Рухомі ресурси можуть переміщатися самостійно, і це може стосуватися персоналу, транспорту чи іншої техніки, що здатна змінювати своє розташування.

Переносні ресурси можуть бути переміщені агентами або іншими рухомими ресурсами. Прикладом таких ресурсів можуть бути переносні ультразвукові пристрої або крісло-каталка, які можуть переміщатися в межах процесу.

Рухомі та переносні ресурси мають основне місцезнаходження, до якого вони можуть бути повернуті за потреби. Кожен тип ресурсів може мати свої унікальні характеристики, відображатися в інтерфейсі, вести статистику використання та інше. Ви також маєте можливість створювати нові типи ресурсів. Агент використовує назву типу для ідентифікації ресурсів і може вибирати конкретний ресурс на основі його властивостей.

Кожен ресурс може бути або вільним, або зайнятим. Блок збирає статистику зайнятості ресурсів, зокрема безперервний відсоток зайнятих ресурсів від загальної кількості. Окремі ресурси також можуть фіксувати індивідуальну статистику своєї завантаженості. Крім того, ви можете збирати дані про час, який ресурс витрачає на обслуговування, перерви, поломки та виконання додаткових завдань.

Ресурси, що рухаються, не взаємодіють один з одним як перешкоди, тому їхній рух не завжди відповідає реальності. Якщо при створенні моделі ви хочете враховувати можливі зіткнення або вирішувати навігаційні конфлікти, більш підходящим рішенням будуть транспортери, які рухаються по визначеному шляху, або системи з довільною навігацією. Це дозволяє краще моделювати реальні ситуації, коли потрібно уникати зіткнень або оптимізувати рух.

Delay – затримує агентів на визначений час. Час затримки може бути визначений динамічно, бути випадковим або залежати від характеристик поточного агента чи інших умов. Одночасно можуть бути затримані кілька агентів (не більше заданої місткості блоку, що визначається параметром

capacity), при цьому затримка для кожного з них відбувається незалежно один від одного.

Приклад завдання часу затримки може бути наступним: припустимо, що час обробки пакета даних (агент типу `Packet`) пропорційний розміру пакета. Для цього можна додати параметр `size` до типу агента `Packet`, який буде визначати розмір пакета. Тоді, у полі параметра **Час затримки** блоку `Delay`, можна вказати вираз `processingTimePerDataUnit * agent.size`, де `processingTimePerDataUnit` — це час, необхідний для обробки одного одиничного розміру даних, а `agent.size` — це розмір поточного пакета. Такий підхід дозволить динамічно розраховувати час затримки залежно від розміру пакета..

Якщо місткість блоку `Delay` змінюється динамічно і кількість агентів, що знаходяться в блоці, перевищує поточну місткість, то блок `Delay` дозволить кожному агенту завершити його час очікування. Нові агенти не будуть прийматися до блоку, поки кількість агентів у ньому не зменшиться до нового значення місткості блоку. Таким чином, система гарантує, що блок не переповниться і забезпечує правильне управління агентами, забезпечуючи їх завершення завдання перед тим, як допустити нові агенти.

Ви можете виконувати різноманітні дії з агентами, які знаходяться в блоці. Наприклад, можна визначити, скільки часу залишилось агентам до завершення їх перебування в блоці, або навіть витягнути агентів з блоку, не чекаючи, поки їх часи затримки завершаться. Це дає можливість більш гнучко керувати агентами та їх перебуванням у блоці, дозволяючи реалізувати різноманітні сценарії, наприклад, для термінового оброблення або перенаправлення агентів в інші частини процесу.

Блок `Delay` може показувати анімацію агентів, що перебувають у ньому, як у вигляді рухомих по визначеному шляху, так і таких, що просто чекають у певних точках. Якщо агенти зображуються як рухомі, під час затримки вони повинні пройти весь шлях, визначений фігурою анімації цього блоку..

moveTo – переміщує агента в нове місце. Якщо до агента приєднані ресурси, вони також переміщуються разом з ним. Незалежно від швидкості ресурсів, вся група, що складається з агента та його ресурсів, буде рухатися зі швидкістю агента. Час, який агент проводить у цьому блоці, визначається як довжина найкоротшого шляху від поточної позиції до місця призначення, поділена на швидкість агента. Агент буде зображатися на анімації, рухаючись по обраному шляху або маршруту..

Release – звільняє задану кількість ресурсів, які були раніше захоплені агентом за допомогою блоку **Seize**. Процес звільнення займає нульовий модельний час. Важливо зазначити, що перед знищенням агента всі захоплені ним ресурси повинні бути звільнені. Один набір ресурсів може бути використаний для виконання завдань з різними пріоритетами, що визначаються в кількох блоках.

Sink – знищує агентів, що надходять. Зазвичай він використовується як кінцева точка потоку агентів. Щоб агенти були видалені з моделі та знищені, необхідно підключити вихідний порт останнього блоку в процесній діаграмі до порту блоку **Sink** або **Exit**. Це гарантує, що агенти будуть коректно завершені і знищені після виконання всіх необхідних операцій.

Користуючись даними блоками ми приходимо до такого алгоритму:

- Через блок **Enter** ми отримуємо агентів замовлення (**Order**) в наш алгоритм
- Далі в блоці **Seize** відбувається захоплення вільного автомобіля з ресурсного пулу **Truck**,
- Тим часом ми імітуємо завантаження за допомогою блоку **Delay**, який затримує агент вантажівки на вказаний час
- За допомогою блоку **moveTo**, авто рухається по існуючим автомобільним дорогам і з відповідною швидкістю
- Імітуємо розвантаження через той же блок **Delay**
- Виконавши своє завдання агент авто «відпускається», за допомогою блоку **Release** та рухається **moveTo** до точки складу, яка прив'язана до

ГІС – карти, тобто повертається до ресурсного пулу і робиться знову активним.

- Після цього замовлення вважається виконаним і воно знищується через блок Sink.

У вікні презентації моделі можна спостерігати рух автомобілів по мережі автодоріг. Зеленими будинками позначені магазини, а червоним — м'ясопереробний завод. Це дозволяє візуально відстежувати пересування транспорту та взаємодію між різними об'єктами в мережі.

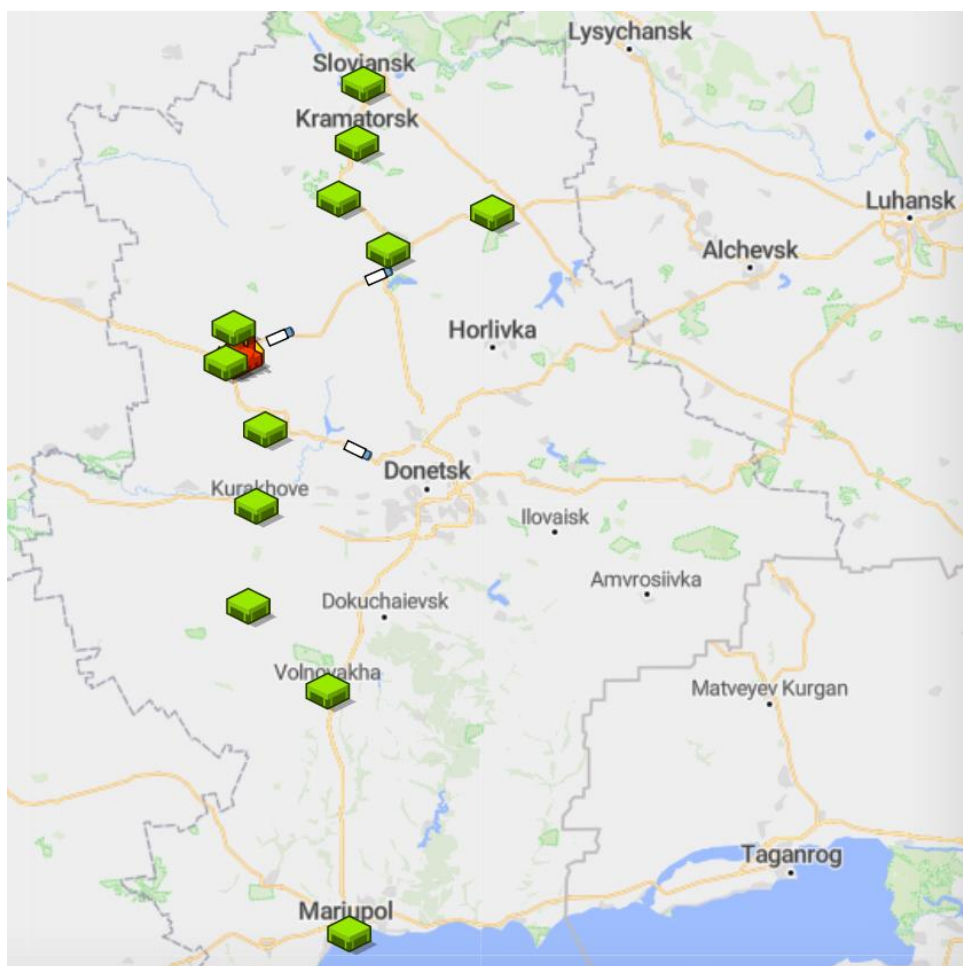


Рис 2.7 «Вікно презентації моделі»

Перевезення товарів і пасажирів є однією з основних складових економічної інфраструктури, яка забезпечує ефективне функціонування ринкових механізмів та сприяє розвитку торгівлі і промисловості. В умовах глобалізації та інтенсивного розвитку логістичних процесів важливим аспектом є забезпечення ефективності перевезень, що потребує впровадження методів оптимізації на всіх етапах транспортного процесу.

Перевезення товарів та пасажирів є процесом переміщення вантажу або осіб з одного місця в інше за допомогою транспортних засобів. Економічна сутність перевезень полягає у забезпеченні транспортування за мінімальних витрат, що включає в себе витрати на експлуатацію транспортних засобів, утримання інфраструктури та управління перевезеннями. Оптимізація витрат у сфері перевезень є важливим напрямом економічного аналізу, оскільки ефективність транспортування безпосередньо впливає на конкурентоспроможність підприємств і регіонів.

Система економіки перевезень включає декілька факторів, що визначають її ефективність:

- Транспортні витрати — це основний показник економічної ефективності перевезень, що охоплює витрати на паливо, обслуговування транспортних засобів, оплату праці водіїв, інші експлуатаційні витрати.
- Часова ефективність — важливим чинником є швидкість перевезення, що визначається, зокрема, інфраструктурними умовами та технічними характеристиками транспорту. Зменшення часу на перевезення безпосередньо впливає на загальну ефективність процесу.
- Навантаження і заповнюваність транспортних засобів — оптимізація цього показника дозволяє зменшити кількість непотрібних рейсів та витрат на перевезення. Максимальна заповнюваність транспортних засобів дозволяє досягти зниження одиничних витрат на транспортування.

- Інфраструктура — на ефективність перевезень суттєво впливає якість та наявність необхідної інфраструктури (дороги, перевантажувальні термінали, склади тощо). Погіршення інфраструктурних умов може призводити до значних додаткових витрат.

Оптимізація в сфері перевезень є критично важливою з кількох причин, які безпосередньо впливають на ефективність та конкурентоспроможність підприємств, а також на загальну економічну стабільність і розвиток. Ось кілька основних аспектів, чому оптимізація є важливою

Перевезення є однією з найбільших статей витрат для багатьох компаній, особливо для тих, хто займається торгівлею або виробництвом. Оптимізація дозволяє зменшити такі витрати, як паливо, заробітна плата водіїв, обслуговування транспортних засобів, а також витрати на обробку і зберігання товарів. Зменшення витрат на перевезення без втрати якості та часу транспортування є основною метою оптимізації.

Оптимізуючи процеси перевезень, компанії можуть значно підвищити свою загальну ефективність. Це дозволяє скоротити час, необхідний для доставки товарів, а також максимізувати використання транспорту. Наприклад, оптимізація маршрутів дозволяє уникнути заторів, зменшити кількість порожніх пробігів і гарантувати більш швидку доставку, що може підвищити рівень задоволення клієнтів.

Ефективне управління перевезеннями сприяє зменшенню викидів вуглекислого газу та інших забруднювачів в атмосферу. Оптимізація маршрутів, підвищення заповнюваності транспортних засобів і зменшення кількості порожніх пробігів дозволяє скоротити витрати пального та зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище. Це також може бути важливою частиною корпоративної соціальної відповідальності.

Сучасні споживачі очікують швидкої та надійної доставки товарів. Оптимізація перевезень дозволяє забезпечити більш точне дотримання термінів доставки, зменшуючи ймовірність затримок або помилок у доставці.

Це в свою чергу підвищує рівень задоволення клієнтів і сприяє зростанню лояльності до компанії.

У сучасному бізнес-середовищі конкуренція є дуже сильною, і компанії, що не впроваджують оптимізацію в свої процеси перевезень, ризикують відставати від конкурентів. Здатність швидко реагувати на зміни попиту, знижувати витрати і забезпечувати високу якість обслуговування дає конкурентну перевагу. Оптимізація допомагає компаніям бути більш гнучкими та адаптивними до змін на ринку.

Оптимізація процесів перевезень дозволяє краще управляти ризиками, такими як дорожні аварії, затримки через погодні умови або проблеми з інфраструктурою. За допомогою аналізу даних та використання математичних моделей можна прогнозувати й управляти ризиками, зменшуючи їх негативний вплив на бізнес.

Оптимізація допомагає максимізувати використання наявних ресурсів, таких як транспортні засоби, склади, персонал і інфраструктура. Завдяки правильному плануванню та управлінню перевезеннями компанії можуть уникати перевантажень або непотрібних порожніх пробігів, що дозволяє заощадити час і гроші.

Процес оптимізації також включає впровадження інновацій і нових технологій, таких як автоматизація, цифровізація, використання великих даних і штучного інтелекту. Ці технології дозволяють покращити процеси планування, управління і моніторингу перевезень, що відкриває нові можливості для розвитку та покращення бізнес-операцій.

У рамках експерименту з оптимізації процесу доставки в ланцюгу постачань була використана математична модель, що дозволяє максимізувати швидкість доставки вантажів за умови ефективного використання виробничих ресурсів. Модель базується на принципах лінійного та нелінійного програмування та враховує вплив ключових параметрів системи на показники продуктивності. Основною метою цього експерименту є визначення

оптимальних значень параметрів, які забезпечують максимальну результативність доставки за умов раціонального використання ресурсів.

Основне завдання моделі полягає у максимізації показника t , що характеризує швидкість або ефективність процесу доставки. Цей показник визначається як функція параметрів a_1, \dots, a_n , що представляють ключові змінні системи, зокрема кількість транспортних засобів, потужність складів, кількість персоналу та інші важливі ресурси. Формалізація задачі оптимізації представлена рівнянням:

$$t = f_{pr}(a_1, \dots) \rightarrow \max,$$

з обмеженнями:

$$\{\xi_r \leq \varphi_{st.}(a_1, \dots, a_n), \varphi_{prog.}(a_1, \dots, a_n) \leq \xi_n\}.$$

де f_{pr} — функція продуктивності, яка залежить від параметрів (a_1, \dots, a_n) . Вона описує залежність швидкості доставки від основних параметрів системи та підлягає максимізації.

Раціональне використання ресурсів:

$$\{\xi_r \leq \varphi_{st.}(a_1, \dots, a_n)\}$$

Це обмеження вказує, що середнє використання ресурсів, описане функцією $\varphi_{st.}$, має бути не меншим за деякий поріг ξ_r . Така умова гарантує, що виробничі ресурси, зокрема транспортні засоби, використовуються ефективно та не перебувають у простой.

Відмовостійкість ресурсів:

$$\varphi_{prog.}(a_1, \dots, a_n) \leq \xi_n$$

Це обмеження визначає верхню межу використання ресурсів, що забезпечує відмовостійкість системи. Параметр ξ_n вказує на максимальний допустимий рівень навантаження на виробничі ресурси, зокрема транспортні одиниці та склади, щоб уникнути ризику їх зносу або відмов.

ξ_r - межа раціонального використання обраного виробничого ресурсу;

ξ_n - межа відмовостійкості для використання обраного виробничого ресурсу.

Проведення даного експерименту з оптимізації дозволяє визначити, як зміна окремих параметрів (наприклад, кількості вантажівок або розподілу ресурсів) впливає на швидкість та ефективність доставки. Результати моделювання можуть використовуватись для ухвалення рішень щодо вдосконалення логістичних процесів, включно з оптимізацією графіків транспортування, розподілу персоналу та управління складськими запасами. Таким чином, ця модель забезпечує можливість не лише оцінити поточну ефективність ланцюга постачань, але й тестувати різні сценарії розвитку, дозволяючи досягати максимальної результативності за мінімальних витрат.

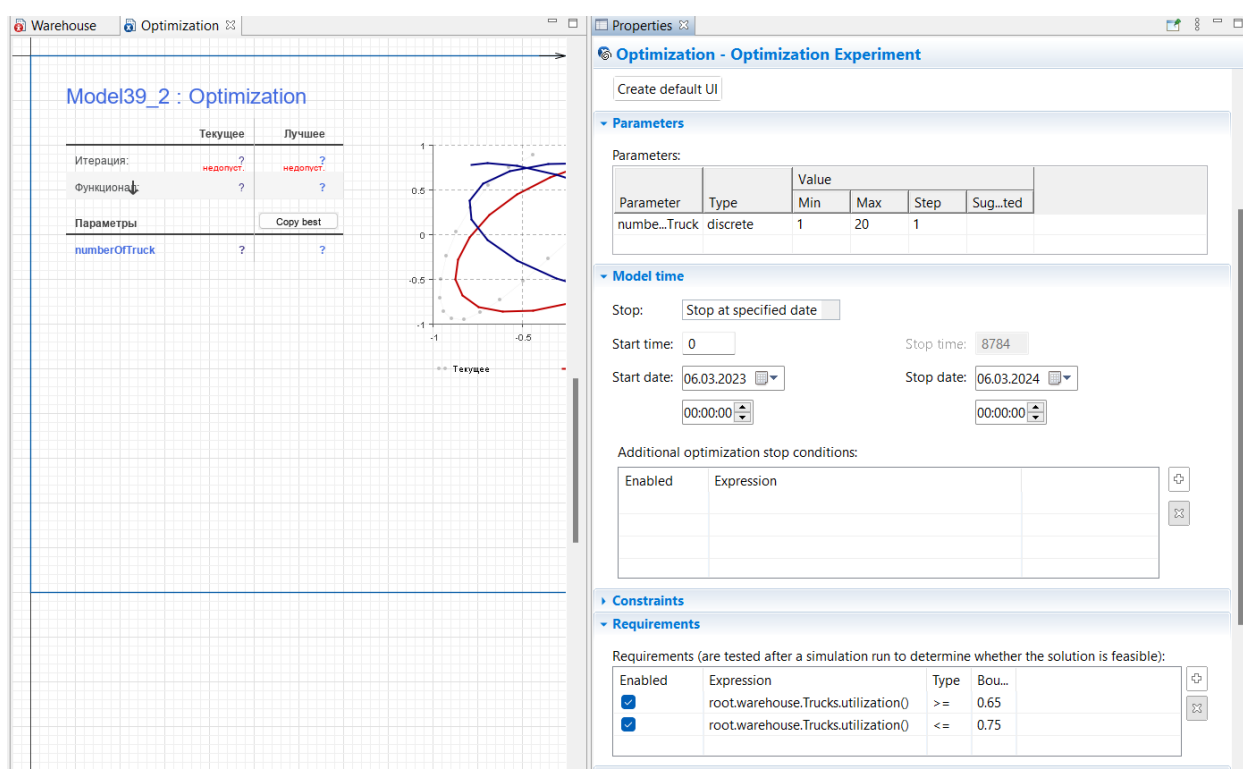


Рис 2.8 «Сторінка оптимізації з заданими параметрами»

Оптимізаційна модель з використанням дискретно-подієвих і агентних методів симуляції надає потужний інструментарій для підвищення ефективності системи доставки вантажів. Завдяки встановленим обмеженням можна уникнути надмірного навантаження на ресурси та забезпечити

стабільну роботу ланцюга постачань. Такий підхід дозволяє не лише оптимізувати процеси, а й забезпечити їхню стійкість до коливань у рівні навантаження, що є важливим фактором для довготривалої експлуатації транспортної системи.

Таким чином виглядає сторінка Optimization, на ній можна побачити команди, які ми використали для адекватного розподілу авто та експерименту оптимізації.

Supply chain : Optimization

	Current	Best
Iterations completed:	20 <i>infeasible</i>	10
Objective: ↓	3.035	2.886
Parameters		Copy best
numberOfTruck	3	8

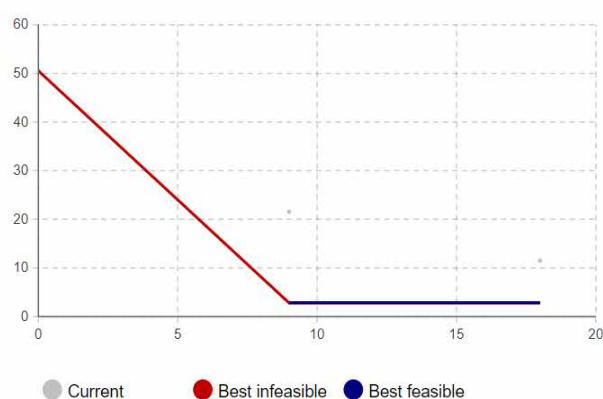


Рис 2.9 «Сторінка з графіком, який прораховує оптимальну кількість автомобілів при заданих параметрах»

На даному рисунку зображений наш алгоритм, але вже в процесі роботи, коли було оброблено 300 заявок, де ми можемо спостерігати за середньою зайнятістю автотранспорту і гістограму, яка вже сформувала середній час доставки

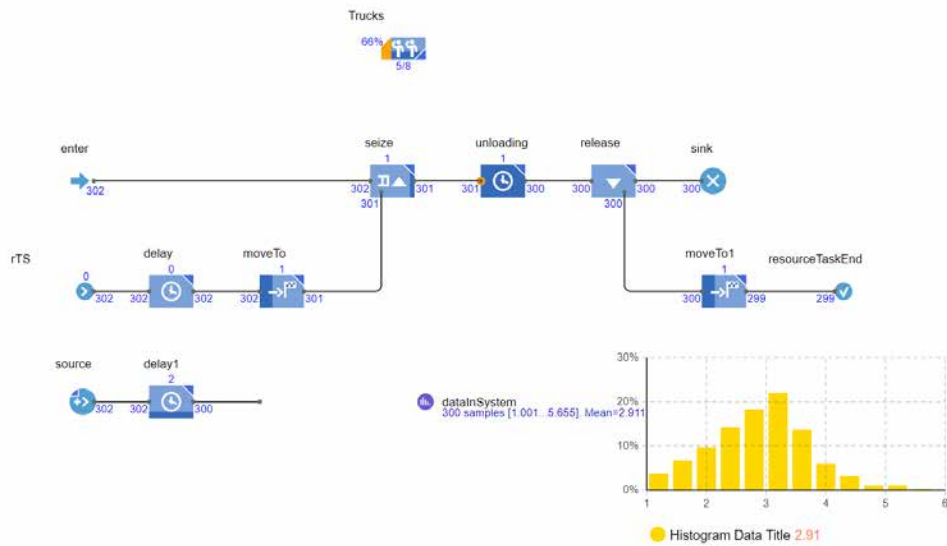


Рис 2.10 «Алгоритм в дії, зображено гістограму середнього часу доставки вантажу»

ВИСНОВКИ

У підсумку, дискретно-подієвий та агентний методи симуляції є ключовими засобами у сфері вантажних перевезень, що забезпечують можливість моделювання складних систем та аналізу їх функціонування за різних умов. Це сприяє вдосконаленню процесів доставки, оптимізації витрат і підвищенню ефективності логістики. Застосування таких методів дозволяє вирішувати завдання планування, контролю та оптимізації перевізних операцій. Крім того, ці підходи дають змогу проводити експерименти з альтернативними стратегіями управління та оцінювати їх вплив на загальну результативність і продуктивність процесів.

Наприклад, якщо постає завдання збільшити обсяги доставлених вантажів за короткий час, симуляційні методи можуть бути використані для аналізу ефективності різних логістичних стратегій. Такий підхід дозволяє оцінити вплив різних варіантів на продуктивність та витрати. Завдяки цьому можна визначити оптимальний підхід до доставки, що забезпечить максимальну ефективність за мінімальних витрат.

Отже, застосування дискретно-подієвого та агентного методів симуляції надає можливість підвищити якість і ефективність процесів вантажних перевезень. Ці підходи дозволяють відтворювати складні системи, досліджувати їхні реакції в різних сценаріях і знаходити оптимальні рішення, що забезпечують мінімальні витрати при високій продуктивності.

Графік нижче демонструє результати експерименту з оптимізації, які дозволяють визначити оптимальну кількість автомобілів для ефективного обслуговування — 8 одиниць. Подальше збільшення кількості автомобілів не призводить до значного покращення результатів, що вказує на економічну недоцільність додаткових витрат.

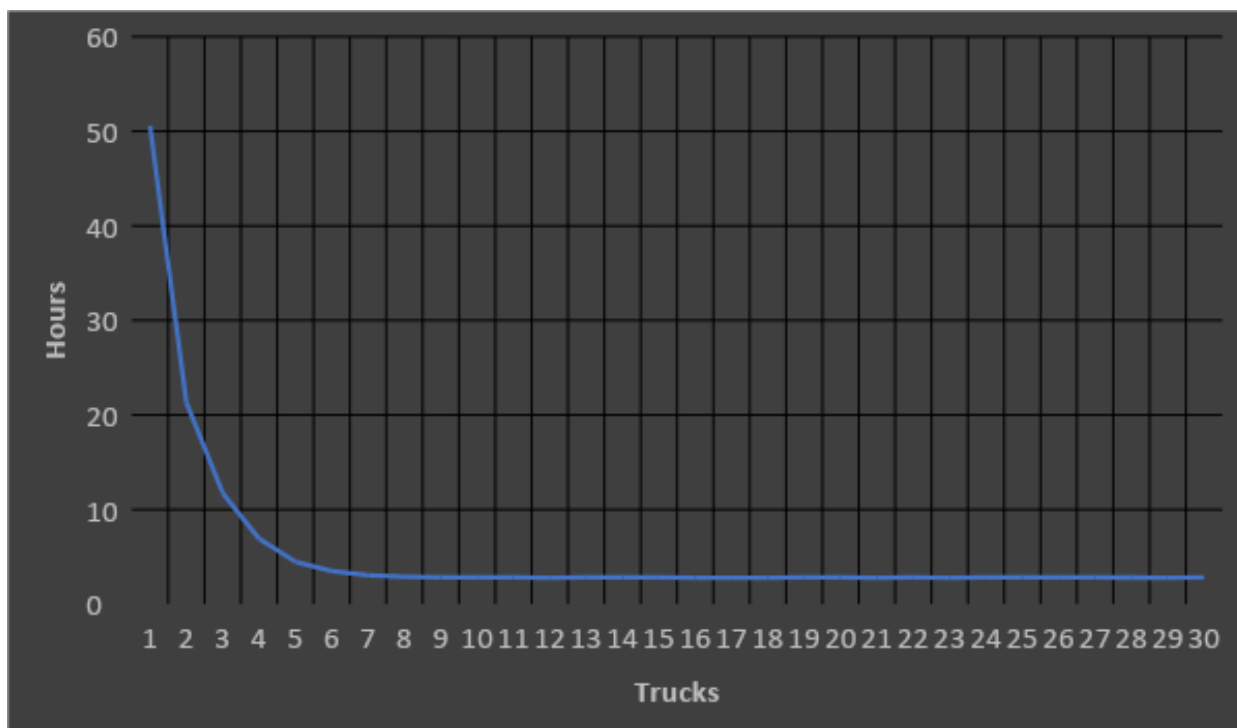


Рис 2.11 «Графік залежності середнього часу доставки вантажу до кількості вантажних автомобілів»

1. Розроблена імітаційна модель розподільчої логістики детально відтворює логістичний процес нашої компанії, включаючи маршрути доставки, розподіл вантажів, часові затримки, роботу складів і навантаження на транспорт. Ця модель дозволяє обирати оптимальні параметри для підвищення ефективності перевезень, зокрема визначати оптимальну кількість автомобілів, щоб обслуговувати всі точки доставки без зайвих витрат на ресурси. Завдяки моделі ми також можемо розрахувати реальні терміни доставки з урахуванням затримок, що дозволяє точно планувати логістичні процеси та своєчасно виконувати замовлення. Крім того, модель надає можливість тестувати різні варіанти маршрутизації, аналізувати, як змінюється навантаження на транспорт при різній кількості автомобілів, і оптимізувати витрати на паливе, амортизацію та обслуговування. Для визначення оптимальних параметрів було проведено експеримент з оптимізації, в якому визначено найефективніші значення змінних, таких як кількість автомобілів, маршрути й частота доставок. Така модель є цінним інструментом для прийняття обґрунтованих рішень, оскільки дозволяє

прогнозувати результати змін у логістичній стратегії та забезпечує гнучкість у плануванні ресурсів.

2. У ході оптимізаційного експерименту було визначено, що для досягнення оптимальної продуктивності транспортної системи потрібно 8 одиниць автотранспорту. Це число дозволяє ефективно розподілити завантаження між транспортними засобами, зберігаючи середнє завантаження на рівні 68%. Такий рівень завантаження вважається збалансованим, оскільки він забезпечує високу ефективність використання ресурсів, мінімізуючи витрати, пов'язані з простоем чи надмірним навантаженням автомобілів.

При цьому середній час доставки складає 2,86 години, що є оптимальним для швидкого обслуговування замовлень у розподільчій мережі компанії. Цей показник часу доставки дає змогу гарантувати своєчасне виконання логістичних завдань, знижуючи затримки та підвищуючи загальний рівень обслуговування. Завдяки такому підходу вдалося знайти ефективний баланс між кількістю транспорту, часом доставки й економічними витратами, що є ключовим для успішного управління логістичними процесами.

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СИМУЛЯЦІЙНОЇ ПРОГРАМИ В ОПТИМІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

3.1 Економічна ефективність симуляційного моделювання в логістиці та транспортних перевезеннях

Історія створення та впровадження симуляційних програм для управління логістикою та оптимізації транспортних процесів починається з 1960-х років. Тоді почали розроблятися перші обчислювальні моделі для аналізу систем виробництва та транспорту. Протягом наступних десятиліть ці моделі вдосконалювалися, інтегруючи більш комплексні підходи до планування й оптимізації, що стало основою для сучасних симуляційних програм.

Початково симуляційне моделювання застосовувалося для наукових досліджень у військовій та авіаційній сферах, де була потреба в складних розрахунках і прогнозах поведінки складних систем. Перші програми використовували методи, такі як монте-карло та дискретно-подієве моделювання для відтворення динаміки різних систем.

У 1980-1990-х роках розвиток персональних комп'ютерів дав потужний поштовх для розвитку таких програм, і вони почали поширюватися у сфері бізнесу, включаючи виробництво, логістику та транспорт. На початку 2000-х симуляційні платформи стали доступними для великих підприємств, і були розроблені комплексні інструменти для специфічних галузей. Сьогодні популярні симуляційні програми, такі як Arena, FlexSim, Simio, AnyLogic, дозволяють відтворювати реальні бізнес-процеси, враховувати економічні показники, моделювати змінні фактори і навіть прогнозувати результати на основі штучного інтелекту.

Нижче наведені приклади успішного досвіду впровадження симуляційних програм у логістиці та транспорті на підприємствах:

1. Toyota та Just-in-Time (JIT): Одним із класичних прикладів успішного впровадження оптимізаційних технологій є компанія Toyota, що

використовує симуляційні програми для оптимізації системи Just-in-Time. Для своєчасного постачання компонентів на виробництво, Toyota розробила моделі, які відстежують, прогнозують та коригують маршрути доставки в режимі реального часу. Використання цих технологій дозволило компанії знизити запаси на складах і суттєво скоротити витрати на логістику, підтримуючи високу продуктивність без надлишкових витрат на зберігання компонентів.

2. DHL та оптимізація перевезень: Одна з провідних логістичних компаній світу, DHL, активно використовує симуляційне моделювання для оптимізації маршрутів доставки та зменшення витрат на перевезення. Завдяки використанню моделей, компанія може тестувати нові маршрути та оцінювати різні сценарії доставки в умовах мінливих обсягів вантажів та вартості пального. Результатом є зниження витрат на 10-15%, а також скорочення викидів CO₂ завдяки більш ефективному використанню транспорту.
3. Procter & Gamble (P&G): P&G використовує симуляційні програми для управління ланцюгами постачання, моделюючи маршрути постачання сировини, логістичні процеси та розподіл готової продукції. Завдяки цьому компанія скорочує час на прийняття рішень і швидко реагує на зміни ринкового попиту. Використання моделей дозволило P&G зменшити витрати на логістику на 20% та поліпшити показники швидкості доставки, що стало важливим конкурентною перевагою.
4. Maersk та управління морськими перевезеннями: Maersk, один із лідерів у галузі морських контейнерних перевезень, використовує симуляційне моделювання для управління глобальними маршрутами суден, розподілу вантажів та оптимізації портових операцій. Моделювання дозволяє прогнозувати завантаженість маршрутів та коригувати шляхи суден у реальному часі для уникнення затримок. Це сприяє зниженню витрат на паливо та оптимізації часу в портах, що покращує загальну продуктивність та ефективність компанії.

5. Amazon та оптимізація складування: Amazon широко використовує симуляційне моделювання для оптимізації роботи своїх складів і доставки товарів. Моделі допомагають планувати ідеальне розташування товарів, маршрути руху товарів від складу до пункту доставки, а також дозволяють планувати розклад транспортних засобів для забезпечення швидкої доставки. Завдяки таким технологіям Amazon досягає високої швидкості обробки замовлень та зниження витрат на транспортування, що підвищує загальну ефективність операцій.

Результати впровадження симуляційних програм у цих компаніях демонструють наступні важливі економічні показники:

- **Зменшення операційних витрат:** Оптимізація маршрутів та ефективне планування доставок знижує загальні витрати на паливо, технічне обслуговування транспорту та експлуатаційні витрати на 10-20% у середньому.
- **Скорочення часу на обробку замовлень та доставку:** Використання симуляційного моделювання дозволяє швидше обробляти замовлення та скорочувати час простоїв транспорту, що підвищує загальну продуктивність і задоволеність клієнтів.
- **Покращення пропускної здатності логістичних систем:** Завдяки оптимізації ресурсів підприємства можуть зменшити кількість рейсів та максимізувати завантаження транспорту, що підвищує ефективність використання автопарку і складає до 30% підвищення пропускної здатності.
- **Зниження викидів CO₂:** Ефективне використання транспорту сприяє екологічній сталості, зменшуючи викиди та знижуючи негативний вплив на довкілля, що для багатьох сучасних компаній є важливим показником сталого розвитку.

Сучасні вимоги до ефективності логістичних операцій значно зростають у зв'язку зі стрімким розвитком ринку, глобалізацією та зростанням конкуренції. Для підприємств, що займаються виробництвом та переробкою, таких як «АПК Інвест», ефективне управління транспортними потоками є ключовим фактором конкурентоспроможності. Використання симуляційних програм для моделювання логістичних процесів дозволяє об'єктивно оцінити, оптимізувати та прогнозувати всі аспекти транспортних перевезень, що є важливим інструментом зниження витрат і підвищення загальної продуктивності.

Симуляційне моделювання є підходом, що дозволяє відтворити складні логістичні процеси у вигляді цифрових моделей. Завдяки цьому можна вивчати різні сценарії транспортних перевезень, що допомагає підприємству оцінювати ефективність рішень, знижувати ризики та зменшувати втрати. Основні переваги симуляційного моделювання для підприємств, подібних до «АПК Інвест», включають такі аспекти:

- **Моделювання транспортних маршрутів:** В умовах розгалуженої мережі поставок моделювання дозволяє визначити оптимальні маршрути перевезення сировини та готової продукції. Це сприяє зниженню витрат на паливо та зменшенню часу, що транспортні засоби витрачають на дорогах, що у свою чергу позитивно впливає на експлуатаційні витрати.
- **Оптимізація завантаженості транспортних засобів:** Через моделювання можна оцінити оптимальне завантаження кожного транспортного засобу, що дозволяє зменшити частоту рейсів і, відповідно, знизити експлуатаційні витрати. Це забезпечує максимальне використання транспортного парку без перевантаження автомобілів, що сприяє зниженню амортизаційних витрат та підвищенню ефективності логістики.
- **Оцінка та прогнозування технічного обслуговування транспорту:** Моделі дозволяють не лише відтворити транспортні операції, але й

врахувати фактори, пов'язані з зношенням транспорту, потребами в технічному обслуговуванні і ремонті. Це допомагає мінімізувати несподівані поломки та витрати на аварійне обслуговування, дозволяючи здійснювати технічне обслуговування в оптимальні моменти.

- **Аналіз логістичних сценаріїв і реагування на зміни:** Завдяки симуляційним моделям можна прогнозувати вплив різних сценаріїв, таких як сезонне збільшення обсягів перевезень, затори, погодні умови тощо. Це дозволяє гнучко адаптувати транспортні потоки до мінливих умов ринку, підвищуючи гнучкість і оперативність прийняття рішень. Симуляційне моделювання транспортних перевезень дає значний економічний ефект, що пов'язано зі зменшенням експлуатаційних витрат та оптимізацією ресурсів підприємства. Основні економічні вигоди включають:

1. **Зменшення витрат на паливо:** Завдяки оптимізації маршрутів можна знизити загальну довжину поїздок, що суттєво скорочує витрати на паливо. Дослідження свідчать, що оптимізовані маршрути можуть знизити витрати на паливо на 15–20%, що є важливим фактором для таких підприємств, як «АПК Інвест», де транспортні витрати складають вагомую частину бюджету.
2. **Зниження витрат на технічне обслуговування та ремонт:** Оптимізація завантаженості та використання транспортних засобів дозволяє уникнути перевантажень, які призводять до прискореного зношення техніки. Це, своєю чергою, зменшує потребу в технічному обслуговуванні, скорочує ризик позапланових поломок та підвищує термін служби обладнання, що може знизити річні витрати на обслуговування на 10–15%.
3. **Підвищення продуктивності перевезень:** Завдяки можливості моделювання можна виявити оптимальну кількість рейсів та оптимізувати графік, що дозволяє уникнути надлишкових рейсів та підвищити загальну продуктивність транспортного парку. Це також

сприяє зниженню витрат на заробітну плату водіїв і зменшує витрати на перевезення.

4. **Запобігання затримкам та зниження рівня ризиків:** Моделювання дозволяє підприємству уникати потенційних затримок та непередбачуваних збоїв у транспортуванні продукції завдяки можливості оцінки різних сценаріїв і оперативного реагування на них. Це, у свою чергу, дозволяє уникати штрафів за невчасні поставки, підвищує надійність обслуговування клієнтів та зміцнює репутацію компанії на ринку.

Впровадження симуляційних програм потребує певних інвестиційних витрат, пов'язаних з придбанням програмного забезпечення, навчанням персоналу та налаштуванням моделей під специфіку діяльності підприємства. Проте такі витрати можуть бути виправданими завдяки значному скороченню витрат на логістичні процеси.

За попередніми оцінками, використання моделювання може забезпечити економію витрат на логістику за рахунок оптимізації маршрутів, підвищення ефективності транспортного парку та скорочення витрат на технічне обслуговування.

ВИСНОВКИ

Сучасні симуляційні програми довели свою ефективність у різних галузях завдяки здатності оптимізувати транспортні й логістичні процеси, знижуючи витрати та підвищуючи продуктивність. Такі успішні приклади, як Toyota, DHL, P&G, Maersk та Amazon, свідчать про те, що симуляційне моделювання є потужним інструментом для покращення управління ланцюгами постачання, маршрутами доставки і навіть стратегічного планування. Завдяки зростанню доступності та функціональності симуляційних програм, компанії у різних сферах можуть досягати значних економічних переваг та сталого розвитку.

Симуляційне моделювання забезпечує науково обґрунтоване управління логістичними процесами, дозволяючи підприємствам більш точно прогнозувати витрати, знижувати ризики та здійснювати оптимізацію в умовах мінливого попиту і транспортних обмежень. Використовуючи моделі, підприємства можуть проводити багатофакторний аналіз, включаючи часові витрати, завантаження транспортних засобів, змінні витрати на обслуговування та рівень сервісу. Так, можливість випробувати різні логістичні стратегії в умовах моделювання знижує потребу в дорогих експериментах у реальних умовах і мінімізує потенційні втрати. До того ж, симуляційне моделювання дозволяє адаптувати логістичні рішення в реальному часі, оперативно реагуючи на зовнішні виклики, що забезпечує високу гнучкість операцій. В умовах зростаючих вимог до якості та швидкості доставки, симуляційне моделювання стає інструментом, що не тільки покращує конкурентоспроможність, а й сприяє економічному зростанню та ефективному управлінню ресурсами в масштабах всієї організації.

Використання симуляційних програм для оптимізації транспортних перевезень є економічно виправданим рішенням для підприємств на зразок «АПК Інвест». Завдяки можливості моделювати реальні логістичні процеси та адаптувати стратегії до мінливих умов ринку, підприємство зможе значно знизити витрати, підвищити ефективність транспортування та поліпшити надійність доставки продукції клієнтам. Симуляційне моделювання є перспективним інструментом стратегічного планування логістики, що дозволяє підвищити конкурентоспроможність підприємства та забезпечити стійкий економічний розвиток.

РОЗДІЛ 4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ НА АВТОТРАНСПОРТІ

4.1 Безпека праці

Забезпечення безпеки транспортування: Перевезення швидкопсувних вантажів повинно бути здійснене з використанням безпечного транспорту. Водії повинні мати відповідний досвід і знання про характеристики перевозимих вантажів, а також про правила безпечного руху на дорозі.

Охорона праці при перевезенні швидкопсувних вантажів включає в себе наступні основні аспекти:

Забезпечення безпеки транспортування швидкопсувних вантажів є критично важливим для запобігання аваріям, псуванню товару та захисту здоров'я споживачів. Для цього необхідно використовувати спеціалізовані транспортні засоби, які здатні підтримувати необхідні умови зберігання, зокрема належну температуру. Водії таких транспортних засобів повинні мати спеціальну підготовку, яка включає не лише знання технічних характеристик вантажу, але й навички безпечного водіння в складних умовах, таких як високі швидкості, обмежений простір чи погані погодні умови.

Забезпечення безпеки перевезення швидкопсувних вантажів передбачає не тільки підтримку оптимальних умов зберігання, але й ефективні методи упаковки та кріплення товарів в транспортних засобах. Це важливо для уникнення фізичних пошкоджень вантажу під час транспортування, що може виникнути в результаті механічних впливів або коливань на дорозі. Відповідно до стандартів, кожен товар має бути надійно закріплений, зокрема завдяки використанню спеціальних кріплень, що запобігають його переміщенню.

Для ефективного та безпечного транспортування швидкопсувних вантажів необхідно використовувати спеціалізоване обладнання, яке забезпечує захист як вантажу, так і працівників. Це включає використання спеціальних засобів захисту для робітників, таких як захисні рукавички, міцне взуття, каски або інші головні убори, а також ремені безпеки, які гарантують їхню безпеку при роботі з вантажами або під час перевезення в небезпечних умовах.

Робітники, які працюють з швидкопсувними вантажами, повинні бути навчені правилам безпеки та процедурам перевезення вантажів, важливо

проводити регулярне навчання та підготовку працівників, що займаються цим процесом. Робітники повинні бути ознайомлені з усіма аспектами безпеки, починаючи від технічних характеристик вантажу до процедур при його транспортуванні. Важливо, щоб працівники знали про можливі ризики, які можуть виникнути під час роботи з такими вантажами, і мали чітке розуміння заходів, необхідних для їх запобігання.

Організація робочого місця є критично важливою для забезпечення безпеки при перевезенні швидкопсувних вантажів. Це включає в себе створення просторих умов для маневрування транспортних засобів, що дозволяє знизити ризики аварій чи пошкоджень вантажу при навантаженні або розвантаженні. Для ефективної роботи також необхідно враховувати наявність достатньої площі для зберігання вантажів у безпечних умовах, зокрема, для забезпечення належних температурних режимів, особливо для чутливих продуктів.

Не менш важливою є організація освітлення, що має відповідати стандартам для забезпечення видимості в будь-який час доби. Погане освітлення може призвести до нещасних випадків або помилок при завантаженні та перевезенні вантажів. Вентиляція також є важливою складовою: достатня циркуляція повітря необхідна для підтримки здорових умов праці, особливо коли мова йде про транспортування товарів, які можуть виділяти шкідливі або неприємні запахи, або вимагати збереження певної вологості.

Проведення регулярної перевірки обладнання: Обладнання, яке використовується для транспортування, повинно проходити регулярні перевірки на предмет пошкоджень або зносу. Оскільки це обладнання часто працює в умовах, що вимагають підтримки певних температурних режимів або суворих умов транспортування, його технічний стан безпосередньо впливає на безпеку і якість вантажу. Регулярна перевірка дозволяє виявити потенційні проблеми, такі як несправності в системі охолодження, витіки або

механічні пошкодження, що можуть призвести до псування вантажу або аварійних ситуацій.

Робітники, які займаються перевезенням швидкопсувних вантажів, повинні суворо дотримуватися встановлених правил і процедур для забезпечення безпеки та збереження вантажу. Одним з основних вимог є дотримання швидкісного режиму, щоб уникнути аварійних ситуацій на дорозі, а також забезпечити рівень безпеки для самого вантажу. Крім того, важливо не перевантажувати транспортний засіб, оскільки це може призвести до зниження маневреності транспорту, підвищення витрат палива та навіть до пошкодження вантажу.

Загальні рекомендації з охорони праці при перевезенні швидкопсувних вантажів включають забезпечення безпеки працівників на всіх етапах логістичного процесу. Важливо проводити постійну перевірку та обслуговування обладнання, забезпечувати правильне кріплення вантажів, а також здійснювати дії, спрямовані на зниження ризиків під час транспортування. Окрім того, для забезпечення безпеки необхідно приділяти увагу навчанням працівників щодо безпечних методів транспортування швидкопсувних вантажів, включаючи знання про можливі небезпеки та способи їх запобігання.

Для забезпечення безпеки робітників при перевезенні швидкопсувних вантажів важливо враховувати низку аспектів, що стосуються як технічного оснащення, так і підготовки персоналу. Ось кілька основних напрямків:

Використання належного обладнання: Для ефективного та безпечного перевезення швидкопсувних вантажів слід застосовувати спеціалізоване обладнання. Наприклад, вантажі повинні бути надійно зафіксовані на транспортному засобі, щоб уникнути їх переміщення або пошкодження під час руху. Це може включати використання контейнерів, піддонів або спеціальних рефрижераторних установок, які забезпечують належну температуру та умови для вантажу.

Відповідна підготовка робітників: Персонал, який займається

перевезенням швидкопсувних вантажів, повинен бути кваліфікованим і навчений основам безпеки. Важливо, щоб працівники знали правила правильного кріплення вантажів, методи захисту продукції під час транспортування, а також мали чітке уявлення про заходи, які потрібно вжити в разі виникнення аварійних ситуацій.

Використання належних заходів безпеки: Працівники повинні використовувати індивідуальні засоби захисту (ІЗЗ) для забезпечення безпеки. Це можуть бути захисні рукавички для запобігання травмуванню рук, окуляри для захисту очей від пилю та інших часток, а також спеціальний одяг, який убезпечить від хімічних або механічних пошкоджень.

Врахування цих факторів допомагає не тільки зменшити ризики для здоров'я працівників, але й підвищити ефективність і надійність перевезення швидкопсувних вантажів.

Попереднє планування перевезення:

Перед початком перевезення швидкопсувних вантажів необхідно ретельно спланувати операції, щоб мінімізувати потенційні ризики та забезпечити безпеку всіх учасників процесу. Важливо, зокрема, здійснити оцінку можливих небезпек на маршруті перевезення, таких як дорожні умови, погодні фактори, або наявність аварійно-небезпечних ділянок. Крім того, слід визначити специфічні вимоги до безпеки для кожного конкретного типу вантажу, які можуть включати додаткові заходи, як-от контроль температури для швидкопсувних продуктів або забезпечення відповідного кріплення вантажу для запобігання пошкодженням під час транспортування.

Робітники, які займаються перевезенням швидкопсувних вантажів, повинні проходити відповідне навчання для забезпечення безпеки на робочому місці. Це включає в себе як загальне навчання з техніки безпеки, так і спеціалізовані тренінги, спрямовані на освоєння особливостей перевезення швидкопсувних вантажів. Зокрема, важливими аспектами є ознайомлення з правилами кріплення вантажу, технологією підтримання оптимальних умов

зберігання, а також навички реагування на надзвичайні ситуації, які можуть виникнути під час транспортування. Таке навчання має на меті не лише збереження вантажу, а й гарантування безпеки працівників на всіх етапах перевезення..

Контроль за дотриманням правил безпеки повинен бути регулярним і постійним, що дозволяє запобігти порушенням і оперативно виявляти потенційні небезпеки. Зокрема, необхідно впровадити систему моніторингу, яка дозволяє відслідковувати правильність кріплення вантажів і стан транспортного обладнання. Регулярні перевірки дозволяють своєчасно виявляти дефекти або знос, що знижує ризики аварій та пошкоджень вантажу.

Системи безпеки повинні охоплювати кілька ключових аспектів: від належного кріплення вантажу та використання відповідних транспортних засобів (наприклад, рефрижераторів), до постійного навчання працівників і регулярного контролю за станом обладнання. Зокрема, використання належних засобів захисту, таких як захисний одяг і інструменти для запобігання травмам, може суттєво знизити ймовірність нещасних випадків.

Безпека робітників при перевезенні швидкопсувних вантажів потребує постійної адаптації та оновлення правил, враховуючи зміни в умовах роботи, технологіях і стандартах. Системи безпеки не повинні бути статичними — вони повинні відповідати новим вимогам, що виникають через зміну технологій, транспортних засобів або нормативних актів. Регулярні перевірки обладнання, а також перегляд процедур безпеки мають вирішальне значення для підтримання високого рівня безпеки на кожному етапі перевезення.

Вантажні автомобілі з рефрижераторами є невід'ємною частиною логістики для перевезення швидкопсувних вантажів, таких як м'ясна продукція. Вони забезпечують необхідний температурний режим, що дозволяє зберегти якість і безпеку продукції протягом транспортування. Проте експлуатація таких транспортних засобів вимагає суворого дотримання стандартів безпеки, оскільки неправильно організований процес перевезення може створити серйозні ризики для здоров'я і життя працівників.

Одна з основних небезпек при перевезенні м'ясної продукції — це ризик порушення температурного режиму. М'ясо є дуже сприйнятливим до змін температури, і навіть невелика зміна температури може призвести до швидкого розмноження патогенних мікроорганізмів. Це може спричинити не тільки втрату якості продукту, а й серйозні наслідки для здоров'я споживачів, включаючи харчові отруєння та інші захворювання, спричинені бактеріями, такими як сальмонела чи лістерія.

Для запобігання таким ризикам, необхідно забезпечити суворе дотримання рекомендованих температурних режимів протягом всього циклу транспортування та зберігання м'ясної продукції. Це включає використання спеціалізованих рефрижераторних автомобілів, які здатні підтримувати стабільну температуру на всьому шляху доставки, а також регулярний моніторинг температури в процесі перевезення.

Ще однією серйозною небезпекою, пов'язаною з експлуатацією вантажних автомобілів з рефрижераторами, є ризик отруєння газами, що можуть виділятися в процесі роботи систем охолодження. Наприклад, у випадку, якщо вихід газів, таких як азот, заблоковано, відкриття дверей рефрижератора може створити небезпечну ситуацію для працівників, які перебувають поруч. Це може призвести до нестачі кисню або появи небезпечних газових сумішей, що становлять загрозу для життя та здоров'я.

Для забезпечення безпеки праці водіїв та експедиторів, які працюють з вантажними автомобілями з рефрижераторами для розвезення м'ясної продукції, важливо дотримуватись певних правил та заходів.

Підготовка до роботи

Перед початком роботи з вантажним автомобілем, обладнаним рефрижератором, важливо провести комплексну перевірку як документів, так і технічного стану транспортного засобу. Це включає в себе перевірку наявності всіх необхідних документів, таких як ліцензії, страхові полісу, технічний паспорт та дозволи на перевезення. Такі документи є основою для забезпечення правомірності перевезень і забезпечення безпеки вантажу, а

також для захисту інтересів компанії та працівників. Особливу увагу слід приділити перевірці технічного стану автомобіля та його обладнання. Це включає в себе перевірку працездатності системи охолодження, оскільки порушення температурного режиму може призвести до псування швидкопсувних вантажів та загрози безпеці працівників. Також необхідно перевірити наявність пожежного вогнегасника та засобів для попередження аварій, таких як протипожежні системи, датчики аварійного зупинення та інші засоби безпеки.

Водії та експедитори, які працюють з вантажними автомобілями з рефрижераторами, повинні мати ґрунтовні знання та навички для правильного використання охолоджувальних систем та їх обслуговування. Це включає в себе регулярну перевірку технічного стану автомобіля, перевірку температурного режиму у вантажному відсіку, а також своєчасне обслуговування відповідно до інструкцій виробника.

Правила перевезення м'ясної продукції

При перевезенні м'ясної продукції надзвичайно важливо дотримуватись строгих норм гігієни та вимог щодо температурного режиму. М'ясо є швидкопсувним продуктом, тому транспортування та зберігання повинні здійснюватися в спеціально обладнаних рефрижераторних транспортних засобах, які підтримують необхідну температуру, що зазвичай коливається між -18°C та $+4^{\circ}\text{C}$ залежно від типу продукту. Це дозволяє уникнути розвитку бактерій та інших шкідливих мікроорганізмів, які можуть призвести до псування продукції та загрози здоров'ю споживачів.

Належне обладнання вантажних автомобілів з рефрижераторами є ключовим елементом для забезпечення безпеки транспортування швидкопсувних вантажів, зокрема м'ясної продукції. Однією з основних складових таких транспортних засобів є система охолодження, яка повинна підтримувати необхідний температурний режим для збереження якості продукції. Окрім того, для забезпечення безпеки роботи рефрижератора важливо, щоб автомобілі були оснащені сучасними системами безпеки, що

включають автоматичну пожежну сигналізацію та систему автоматичної дезінфекції. Ці системи допомагають знизити ризики виникнення пожеж чи розмноження шкідливих мікроорганізмів, що можуть бути небезпечними як для продуктів, так і для працівників.

Окрім систем охолодження та безпеки, важливою складовою є належна маневреність та стійкість вантажного автомобіля з рефрижератором на дорозі. Для забезпечення стабільного руху та запобігання аваріям, такі автомобілі повинні бути оснащені системами, які підтримують баланс та контроль під час руху. Зокрема, система стабілізації допомагає контролювати рухи автомобіля під час різких маневрів чи на слизьких дорогах, забезпечуючи рівномірний розподіл ваги вантажу, що є важливим для збереження стабільності.

При експлуатації вантажних автомобілів з рефрижераторами для перевезення м'ясної продукції необхідно суворо дотримуватись вимог, які стосуються температурного режиму та пакування. Це важливо для забезпечення безпеки продукту та підтримки його якості протягом усього процесу транспортування.

Оснащення транспортного засобу

Вибір транспортного засобу, що відповідає потребам м'ясної продукції, забезпечує ефективне зберігання та транспортування продуктів.

Рефрижератор для транспортування м'ясних продуктів повинен бути обладнаний системами контролю температури та вологості для забезпечення належних умов зберігання. М'ясні продукти, особливо в умовах перевезення, є вразливими до впливу температурних коливань і вологи, що може спричинити їх псування або втрату якості.

Транспортні засоби повинні бути обладнані спеціальними засобами для забезпечення безпеки працівників, зокрема ременями безпеки, системами аварійного оповіщення та ефективними гальмівними системами.

Навчання та кваліфікація працівників

Працівники, які займаються експлуатацією вантажних транспортних засобів з рефрижераторами, повинні проходити спеціалізоване навчання з

питань безпеки праці та санітарії. Це навчання повинно охоплювати не лише основи безпеки при перевезенні харчових продуктів, але й вимоги до підтримки температурного режиму та санітарних норм при роботі з перехідними вантажами, такими як м'ясо. Водії та інші залучені працівники повинні мати відповідні кваліфікаційні сертифікати, що підтверджують їх здатність працювати з харчовими продуктами, а також дозволи на проведення таких перевезень. Окрім цього, важливо забезпечити навчання щодо правильного використання специфічного обладнання, яке застосовується в процесі транспортування, та знання процедур на випадок виникнення аварійних ситуацій.

Відповідність законодавству та стандартам Компанії, що займаються перевезенням м'ясних продуктів, повинні суворо дотримуватися всіх відповідних нормативних актів, стандартів та регулювань, що стосуються якості харчових продуктів, безпеки праці та охорони навколишнього середовища. Це включає виконання вимог щодо контролю температури, санітарії на транспортних засобах, а також забезпечення належних умов для зберігання і транспортування. Окрім цього, підприємства мають дотримуватися законодавчих актів, що регулюють використання екологічно чистих матеріалів, утилізацію відходів та запобігання забрудненню довкілля. Важливим є також забезпечення відповідної кваліфікації працівників та регулярне проведення перевірок на відповідність стандартам безпеки.

Забезпечення безпеки праці та високої якості продукції вимагає активної співпраці між підприємствами та регуляторними органами, а також іншими зацікавленими сторонами. Це включає постійне оновлення нормативних актів та стандартів безпеки, моніторинг дотримання цих норм, а також забезпечення ефективного зворотного зв'язку з органами, які відповідають за контроль та ліцензування. Спільні зусилля з іншими учасниками галузі, такими як постачальники, транспортні компанії та споживачі, дозволяють створити

належні умови для підтримки високого рівня якості та безпеки на всіх етапах процесу транспортування.

Комунікація та координація між працівниками

Встановлення ефективної системи комунікації між водіями, диспетчерами та іншими працівниками є важливим елементом для забезпечення оперативності та своєчасності обміну інформацією. Це включає впровадження таких технологій, як радіозв'язок, мобільні додатки для відстеження транспорту, автоматизовані системи управління вантажами та GPS моніторинг. Регулярне оновлення даних про стан транспорту та обставини на маршруті дозволяє швидко реагувати на непередбачувані ситуації, що покращує ефективність перевезень та знижує ризики.

Підтримка регулярних нарад є важливим інструментом для обговорення питань безпеки на робочому місці, і це особливо важливо в галузі транспортування швидкопсувних вантажів. Такі зустрічі допомагають виявити потенційні проблеми, здійснити оцінку поточних процесів і виробити шляхи для їх покращення. На нарадах можна обговорювати зміни в законодавстві, нові технології безпеки, аналізувати інциденти та розробляти стратегії для запобігання подібним випадкам у майбутньому.

Для ефективної роботи компанії важливо забезпечити належну координацію між різними підрозділами, такими як виробничий, логістичний і маркетинговий департаменти. Це дозволяє оптимізувати робочі процеси, підвищити продуктивність і досягти стратегічних цілей підприємства.

Моніторинг та аналіз ризиків

Регулярний аналіз ризиків, пов'язаних з експлуатацією вантажних транспортних засобів з рефрижераторами, є важливим компонентом забезпечення безпеки та ефективності операцій. Цей процес дозволяє своєчасно виявляти потенційні небезпеки, що можуть виникнути через несправності обладнання, порушення технологічних стандартів або зовнішні фактори, такі як погодні умови або дорожні умови.

Розробка планів екстреної дії та реагування на критичні ситуації є важливою складовою забезпечення безпеки при роботі з вантажними автомобілями з рефрижераторами. Такий план має чітко визначати дії працівників у разі аварійних ситуацій, включаючи пожежу, поломку холодильного обладнання, витік небезпечних газів або інші неочікувані події, що можуть виникнути під час транспортування м'ясної продукції.

Аналіз ризиків має важливе значення для вдосконалення операційних процесів та підвищення ефективності безпеки на робочому місці. Використовуючи результати такого аналізу, організації можуть оптимізувати методи навчання та професійного розвитку працівників, забезпечуючи їм необхідні навички та знання для безпечної роботи. Крім того, ці дані дозволяють вдосконалювати технічне обладнання та інфраструктуру, зокрема шляхом оновлення систем безпеки, що покращує загальний рівень захисту і зменшує ймовірність аварійних ситуацій. Впровадження рекомендацій, отриманих із аналізу, допомагає не лише мінімізувати ризики, а й створювати умови для постійного розвитку підприємства.

Забезпечення безпеки праці на вантажному транспорті з рефрижераторами вимагає системного підходу, що включає оцінку та управління ризиками на всіх етапах транспортного процесу. Відповідальність за безпеку лягає на плечі не лише водіїв, але й експедиторів та технічних працівників, що займаються обслуговуванням і ремонтом транспортних засобів. За допомогою інструментів аналізу ризиків можна адаптувати робочі процеси, вдосконалюючи систему навчання персоналу та використання сучасного обладнання для зберігання й транспортування вантажів. Застосування таких рекомендацій підвищує не лише рівень безпеки, а й сприяє належному зберіганню продуктів, зокрема м'ясних виробів, що потребують стабільного температурного режиму для збереження їх якості та безпеки.

Для досягнення ефективної безпеки праці на вантажному транспорті з рефрижераторами необхідно постійно вдосконалювати як технічну, так і організаційну складову. Це вимагає адаптації до нових технологій, які

постійно змінюються, а також врахування змін на ринку та потреб у галузі транспортування. Не менш важливою є культивування культури безпеки серед працівників на всіх рівнях, де кожен співробітник має бути залучений до активного забезпечення безпечних умов праці. Організація повинна розвивати не лише технічну оснащеність і кваліфікацію персоналу, але й підтримувати постійну взаємодію між різними підрозділами, що забезпечує надійність всього процесу.

Розробка та впровадження навчальних програм для персоналу є ключовим фактором забезпечення безпеки на вантажному транспорті, зокрема при перевезенні швидкопсувних вантажів, таких як м'ясна продукція. Важливо створити навчальні курси, що охоплюють усі аспекти безпеки праці, гігієни, екологічних стандартів, а також специфічні вимоги, пов'язані з роботою з рефрижераторами.

ВИСНОВКИ

Безпека праці водіїв вантажних автомобілів є надзвичайно важливою, оскільки цей аспект прямо пов'язаний з фізичним здоров'ям працівників, а також з ефективністю та стабільністю роботи транспортної компанії. На сьогодні безпека праці у транспортній галузі є однією з основних проблем, оскільки перевезення вантажів часто супроводжується численними ризиками, такими як аварії, травми під час вантажно-розвантажувальних робіт та тривала робота в стресових умовах.

Водії вантажних автомобілів виконують важливу роль у забезпеченні безпеки на дорогах, оскільки їхня діяльність пов'язана з перевезенням значних обсягів вантажів, часто з високими вимогами до умов транспортування. Важливо, щоб водії мали не лише технічні навички для керування великогабаритними транспортними засобами, але й здатність діяти у різних дорожніх умовах, включаючи складні ситуації. Крім того, вони повинні бути добре обізнаними з правилами дорожнього руху та технікою безпеки, а також вміти ефективно взаємодіяти з іншими учасниками руху.

Найважливішим аспектом безпеки праці для водіїв вантажних автомобілів є забезпечення їхньої безпеки під час перевезень, що безпосередньо залежить від належної організації правил дорожнього руху та їхньої суворої реалізації. Важливим чинником є розробка чітких та ефективних стандартів безпеки, що охоплюють всі етапи перевезення, включаючи навчання водіїв, регулярні перевірки та контроль за виконанням правил.

Стан вантажного автомобіля і його обладнання є одним з ключових факторів, що впливає на безпеку перевезень. Для забезпечення безпечної експлуатації транспортного засобу, автомобіль повинен бути оснащений усіма необхідними системами та пристроями, які гарантують ефективне виконання перевезень та зменшують ризики аварійних ситуацій.

Безпека праці водіїв вантажних автомобілів є критично важливою складовою забезпечення безпеки на дорогах та підтримання ефективної роботи в галузі транспортних перевезень. Водії повинні бути належно підготовленими до різних ситуацій, що можуть виникнути під час роботи, та мати чітке розуміння принципів безпеки праці. Важливою частиною цієї підготовки є навчання правильному використанню технічного обладнання, виконанню правил дорожнього руху та реагуванню в аварійних ситуаціях.

Охорона праці при перевезенні швидкопсувних вантажів є надзвичайно важливим елементом, оскільки вона забезпечує не тільки безпеку працівників, а й збереження якості вантажу. Перевезення швидкопсувних вантажів, таких як м'ясна продукція, потребує дотримання специфічних стандартів безпеки на всіх етапах: від упаковки до транспортування.

Забезпечення безпеки праці водіїв вантажних автомобілів є критично важливим аспектом для збереження їх здоров'я та мінімізації ризиків, пов'язаних з їхньою роботою в умовах підвищеного ризику. Для досягнення цього необхідно організувати робочі процеси таким чином, щоб забезпечити дотримання всіх стандартів безпеки, а також надати працівникам належне навчання та кваліфікацію. Зокрема, водії повинні пройти спеціалізовані курси,

що охоплюють основи безпеки праці, перші допомоги, правила роботи з технікою та вантажами.

Робота водіїв вантажних автомобілів, зокрема в умовах постійного стресу та фізичних навантажень, може мати негативний вплив на їх здоров'я. Важливими аспектами є регулярний медичний огляд, профілактика професійних захворювань, а також увага до психофізіологічного стану водіїв. Водії вантажівок часто піддаються ризику розвитку серцево-судинних захворювань, проблем зі спиною та порушень сну, що можуть виникнути через тривалість роботи в сидячому положенні та високий рівень стресу.

Надання водіям вантажних автомобілів комфортних умов для проживання, харчування та відпочинку є важливим аспектом забезпечення їхньої безпеки та здоров'я. У відповідності з вимогами законодавства, робочі умови повинні включати доступ до належного житла під час тривалих рейсів, а також забезпечення гарячого харчування та можливостей для відпочинку.

Комплексний підхід до управління безпекою, що включає всі ці елементи, дозволяє не лише покращити якість перевезень, а й зберегти життя водіїв та знизити фінансові витрати підприємств на ліквідацію наслідків аварій. В результаті цього, підприємства можуть не тільки знизити кількість нещасних випадків на дорогах, але й забезпечити більш ефективну та безпечну діяльність на транспортному ринку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У цій магістерській роботі було розглянуто питання перевезення швидкопсувних вантажів на території Донецької області на прикладі підприємства «АПК Інвест». Для аналізу та оптимізації процесу транспортування використано програмне забезпечення для імітаційного моделювання AnyLogic, яке дозволяє моделювати складні логістичні процеси та оптимізувати їх.

Результати дослідження показали, що для ефективного перевезення, оптимальна кількість транспортних засобів становить 8 одиниць. Ця кількість дозволяє підтримувати необхідний рівень обслуговування і забезпечувати своєчасну доставку, при цьому не перевантажуючи транспортну інфраструктуру підприємства. Крім того, розрахунки продемонстрували, що середній час доставки становить 2,86 години. Цей показник дозволяє підприємству підтримувати високу якість продуктів, зокрема м'ясної продукції, яка потребує дотримання певного температурного режиму та мінімальних часових витрат під час перевезення.

Ця магістерська робота має значний внесок у практичне застосування програми імітаційного моделювання AnyLogic для оптимізації перевезення швидкопсувних вантажів. Використання цієї програми дозволяє не тільки вдосконалити логістичні процеси, але й підвищити ефективність транспортування, що є важливим для підприємств, зокрема таких як "АПК Інвест", які працюють у сфері перевезення харчових продуктів.

Дослідження підтвердили, що застосування програми імітаційного моделювання AnyLogic є ефективним інструментом для оптимізації процесів транспортування швидкопсувних вантажів. Цей підхід дозволяє аналізувати різні варіанти сценаріїв перевезень, оцінювати вплив різних факторів, таких як маршрути, час доставки та кількість транспортних засобів, а також допомагає обирати найбільш раціональні рішення. Використання імітаційного моделювання сприяє підвищенню ефективності логістичних процесів,

зниженню витрат на транспортування та мінімізації ризиків, пов'язаних з порушенням температурного режиму.

У даній роботі було проведено дослідження тільки для території Донецької області та підприємства "АПК Інвест". Проте, результати цієї роботи можуть бути застосовані і в інших регіонах та підприємствах, які займаються перевезенням швидкопсувних вантажів.

Отримані результати можуть бути застосовані для зменшення витрат на утримання автопарку, зниження часу на доставку та покращення управління ресурсами. Крім того, ці моделі можуть стати основою для подальших досліджень у сфері оптимізації перевезень та допомогти іншим компаніям, що займаються вантажними перевезеннями, підвищити конкурентоспроможність за рахунок більш ефективної логістики.

Важливо також зазначити, що оптимізація перевезень є важливим елементом логістичних процесів, що дозволяє підвищувати ефективність та знижувати витрати. При цьому, оптимізація не повинна впливати на якість та безпеку перевезень.

Отже, на основі отриманих результатів можна зробити висновок, що оптимізація перевезення швидкопсувних вантажів є важливим елементом логістичних процесів та може бути досягнута за допомогою програм імітаційного моделювання, таких як Anylogic. Результати дослідження можуть бути корисні для розробки ефективної стратегії перевезення вантажів на підприємствах, що займаються логістикою, а також для проведення подальших досліджень у цій області.

Крім того, у процесі дослідження було виявлено, що важливим фактором для ефективної оптимізації перевезень є правильний вибір критерію оптимізації. У нашому випадку, ми обрали мінімальний час доставки як критерій оптимізації, але інші критерії, такі як мінімальні витрати на паливо або мінімальні витрати на транспортування, також можуть бути важливими для підприємств.

Для досягнення максимальної ефективності оптимізації перевезень швидкопсувних вантажів необхідно враховувати змінні фактори, такі як затори на дорогах, погодні умови та ремонтні роботи. Ці фактори можуть істотно впливати на швидкість доставки та якість перевезення. Використання додаткових інструментів, таких як системи моніторингу дорожньої ситуації та погодних умов, дозволяє вчасно коригувати маршрути і графіки перевезень. Наприклад, інтеграція транспортних систем із метеорологічними службами та даними про дорожню інфраструктуру може покращити оперативність прийняття рішень та знизити ризики затримок і втрат вантажу.

Отже, можна стверджувати, що оптимізація перевезень є важливим елементом логістичних процесів на підприємствах. Використання програм імітаційного моделювання, таких як Anylogic, дозволяє досягти ефективної оптимізації та зниження витрат. Однак, для досягнення максимальної ефективності оптимізації, важливо правильно обирати критерії оптимізації та враховувати змінні фактори.

Окрім того, результати нашої роботи можуть бути корисними для інших підприємств, які спеціалізуються на перевезенні швидкопсувних вантажів. Використання імітаційного моделювання дає змогу знижувати витрати та підвищувати ефективність логістичних процесів, адаптуючи маршрути і графіки перевезень до специфіки товарів та умов ринку. Таким чином, підприємства можуть покращити управлінські рішення, зменшуючи ризики, пов'язані з втратами і псуванням вантажів, що, в свою чергу, сприяє зростанню конкурентоспроможності на ринку.

Загалом, проведена нами магістерська робота сприяла розвитку нових знань і навичок у сфері логістики та оптимізації транспортних процесів. Ми успішно застосували отримані теоретичні знання на практиці, що дозволило досягти конкретних результатів для підприємства. Це не тільки поглибило наше розуміння складних логістичних задач, але й допомогло покращити ефективність перевезень на основі реальних даних і сценаріїв, адаптованих до потреб бізнесу.

Список літератури

1. Center S. C. L. Operations and supply chain management. Kendall Hunt Publishing Company, 2018.
2. Institution L. E. Proceedings of China Modern Logistics Engineering: Inheritance, Wisdom, Innovation and Cooperation. Springer, 2014.
3. Jia J., Hu Q. Dynamic ordering and pricing for a perishable goods supply chain. *Computers & Industrial Engineering*. 2011. Vol. 60, no. 2. P. 302–309. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.11.013>
4. O M., N B. Economic basics of perishable cargo delivery management. *The national transport university bulletin*. 2020. Vol. 2, no. 47. P. 156–162. URL: <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2020-2-47-156-162>
5. Sopotsko O. Y. Методичні підходи до управління постачаннями швидкопсувних продуктів в умовах реалізації концепції управління ланцюгами постачань. *Scientific Papers of the Legislation Institute of the Verkhovna Rada of Ukraine*. 2017. № 6. С. 141–145. URL: <https://doi.org/10.32886/instzak.2017.06.21>
6. Supply Chain / ed. by V. Kordic. I-Tech Education and Publishing, 2008. URL: <https://doi.org/10.5772/57>
7. Telematic platform for integral management of agricultural/perishable goods in terrestrial logistics / J. Santa et al. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2012. Vol. 80. P. 31–40. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2011.10.010>
8. Гнатишин А. Логістика як засіб досягнення мети підприємств. *Наукові записки Тернопільського національного економічного університету*. 2006. Вип. 16. С. 238–242.
9. Косарева Т. В. Аграрна логістика: сутність і багатоаспектність. *Економіка АПК*. 2008. № 10. С. 37–43.
10. Кунда Н. ЛОГІСТИЧНІ РІШЕННЯ В ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАННЯ ШВИДКОПСУВНИХ ПРОДУКТІВ. *InterConf*. 2021. С. 370–378. URL: <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.08.2021.035>
11. Ліпич Любов, Хілуха Оксана, Кушнір Мирослава. ЗАПАСИ В ІНТЕГРОВАНОМУ ЛАНЦЮЗІ ПОСТАЧАННЯ. *Економічний форум*. 2024. Т. 1, № 4. С. 62–69. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2308-8559-2023-4-8>
12. Приліпко Є. Л. Аналіз проблем адаптації українського законодавства до законодавства ЄС щодо перевезення швидкопсувних вантажів. *Управління проектами, системний аналіз і логістика. Серія "Економічні науки"*. 2017. Вип. 20, ч. 2. С. 44–52.
13. Терещенко С. І., Євтушенко А. М. ЛОГІСТИЧНИЙ ЛАНЦЮГ ПОСТАЧАННЯ: УПРАВЛІННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ. *Journal of Strategic Economic Research*. 2024. № 6. С. 207–214. URL: <https://doi.org/10.30857/2786-5398.2023.6.21>

- 14.Цеслів О. ОПТИМІЗАЦІЯ ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАННЯ ПРОДУКЦІЇ. *Успіхи і досягнення у науці*. 2024. Т. 2, № 3(3). URL: [https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-3\(3\)-268-279](https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-3(3)-268-279)
- 15.Шматок О. В. Аграрна логістика в Україні. *Географія та туризм*. 2012. Вип. 18. С. 221–233.
16. 李國驊. Supply Chain Contracts in E- Business for Perishable Goods : thesis. 2005. URL: <http://ndltd.ncl.edu.tw/handle/89595725517296505959>