Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

«Затверджую»
Зав. кафедри теоретичної та
прикладної системотехніки
_____ д.т.н., проф. С. І. Шматков
«___» _____ 2024 р

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: **«МОДЕЛЬ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА»**

Захищено на засіданні
Атестаційної комісії № 44
протокол № __ від __.06.2024 р.
Оцінка _____ / _____
Голова Атестаційної комісії
_____ **СКОБ Ю. О.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Виконав:
студент 4 курсу, групи КУ– 41
Галузь знань: 15 – Автоматизація та приладобудування
Спеціальність: 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
ГОНЧАРЕНКО Іван Сергійович_____

Керівник: PhD, ст.викл.ЗВО кафедри теоретичної та прикладної системотехніки
МОРОЗ Ольга Юріївна _____

Рецензент: к.т.н., доцент,
заст. декана факультету комп'ютерних наук з навчальної роботи
КОЛОВАНОВА Євгенія Павлівна_____

Харків – 2024

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи складає 69 сторінок, із яких 48 сторінок основної частини з 14 рисунками. Список використаних джерел містить 47 найменувань.

Мета роботи – підвищення ефективності управління ресурсами та забезпечення конкурентоспроможності підприємства на ринку за рахунок інтеграції автоматизованих логістичних систем у виробничі процеси пивоварного підприємства для оптимізації логістичних операцій.

Об'єкт дослідження – логістичні процеси на пивоварних підприємствах, а саме: управління запасами, транспортування, зберігання продукції та забезпечення її доставки.

Предмет дослідження – автоматизовані логістичні системи на пивоварних підприємствах.

В умовах воєнного стану підприємства можуть бути змушені оперативно змінювати місце розташування. Автоматизовані логістичні системи можуть значно полегшити цей процес, забезпечуючи гнучкість і можливість швидкої адаптації до нових умов. Це дозволяє швидко налаштовувати виробничі і логістичні процеси на новому місці, мінімізуючи втрати часу і ресурсів.

Результати дослідження можуть бути використані пивоварними підприємствами для оптимізації логістичних операцій, підвищення ефективності управління ресурсами та забезпечення конкурентоспроможності на ринку.

Ключові слова: *автоматизація, логістика, пивоварне виробництво, інтеграція, ефективність.*

ABSTRACT

The explanatory note to the bachelor's thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references and appendices. The total volume of the work is 69 pages, including 48 pages of the main part with 14 figures. The list of references includes 47 titles.

The purpose of the work is to increase the efficiency of resource management and ensure the competitiveness of the enterprise on the market due to the integration of automated logistics systems into the production processes of the brewery to optimize logistics operations.

The object of the study is logistics processes at brewing enterprises, namely: inventory management, transportation, product storage and ensuring its delivery.

The subject of research is automated logistics systems at brewing enterprises.

In the conditions of martial law, enterprises may be forced to quickly change their location. Automated logistics systems can greatly facilitate this process, providing flexibility and the ability to quickly adapt to new conditions. This allows you to quickly set up production and logistics processes at a new location, minimizing the loss of time and resources.

The results of the research can be used by breweries to optimize logistics operations, increase the efficiency of resource management and ensure competitiveness in the market.

Keywords: *automation, logistics, brewing, integration, efficiency.*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ 6

ВСТУП 7

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ПРИКЛАДІ ВИРОБНИЦТВА ПИВА 10

1.1. Аналіз існуючих автоматизованих логістичних систем у виробництві пива 10

1.2. Переваги та проблеми автоматизації бізнес-процесів транспортної логістики. 12

1.3. Підходи до оцінки ефективності логістичних систем у виробництві пива 14

1.4. Постановка задачі дослідження 16

Висновки до розділу 1 19

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МОДЕЛІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ У ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ПИВА 21

2.1. Вибір моделі автоматизованої логістичної системи для покращення якості послуг у виробництві пива 21

2.2. Засоби автоматизації та програмне забезпечення моделі автоматизованої логістичної системи 25

2.3. Опис обраної моделі автоматизованої логістичної системи для виробництва пива 27

Висновки до розділу 2 30

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ АВТОМАТИЗОВАННОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ПИВА 31

3.1. Застосування і оцінка нової моделі автоматизованої логістичної системи у процес виробництва пива 31

3.2. Приклад роботи моделі автоматизованої логістичної системи. 38

3.3. Аналіз впливу застосування моделі на продуктивність та якість послуг у виробництві пива. 43

3.4. Підсумки дослідження та рекомендації щодо оптимізації логістичних процесів у виробництві пива. 47

Висновки до розділу 3 48

ВИСНОВКИ 50

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 52

ДОДАТКИ 58

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ALS	–	Автоматизована логістична система
RFID	–	Радіочастотна ідентифікація (Radio-Frequency Identification)
ERP	–	Система планування ресурсів підприємства (Enterprise Resource Planning)
WMS	–	Система управління складом (Warehouse Management System)
TMS	–	Система управління транспортом (Transportation Management System)
KPI	–	Ключові показники ефективності (Key Performance Indicators)
IoT	–	Інтернет речей (Internet of Things)
PLC	–	Програмований логічний контролер (Programmable Logic Controller)
API	–	Інтерфейс програмування додатків (Application Programming Interface)
JIT	–	Вчасно у строк (Just-In-Time)
SKU	–	Одиниця зберігання товару (Stock Keeping Unit)
FIFO	–	Перший прийшов – перший пішов (First In, First Out)
LIFO	–	Останній прийшов – перший пішов (Last In, First Out)
3PL	–	Логістика третьої сторони (Third-Party Logistics)
SCADA	–	Система збору та обробки даних (Supervisory Control and Data Acquisition)
MES	–	Система управління виробництвом (Manufacturing Execution System)
CAD	–	Система автоматизованого проектування (Computer-Aided Design)
CAM	–	Система автоматизованого виробництва (Computer-Aided Manufacturing)
AI	–	Штучний інтелект (Artificial Intelligence)
ML	–	Машинне навчання (Machine Learning)

ВСТУП

Актуальність дослідження. У сучасному світі, де конкуренція на ринку споживчих товарів зростає з кожним днем, ефективність виробничих та логістичних процесів стає ключовим фактором успіху підприємства. Виробництво пива не є винятком, оскільки цей сектор постійно стикається з викликами, пов'язаними з потребою у швидкому реагуванні на зміну попиту, забезпеченні високої якості продукції та оптимізації витрат. У таких умовах інтеграція автоматизованих логістичних систем у виробничий процес стає не лише бажаною, а й необхідною для забезпечення конкурентоспроможності та сталого розвитку компанії.

Автоматизація логістичних процесів дозволяє значно підвищити ефективність управління запасами, покращити точність прогнозування попиту, знизити витрати на транспортування та зберігання продукції, а також мінімізувати ризики людських помилок. Інтеграція таких систем у виробництво пива дозволяє забезпечити безперервність технологічного циклу, оперативно контролювати всі етапи виробництва та дистрибуції, а також своєчасно реагувати на будь-які зміни в ринковому середовищі.

Актуальність даного дослідження обумовлена зростаючою потребою підприємств у підвищенні ефективності виробництва та логістики. В умовах швидкого розвитку інформаційних технологій та автоматизації, підприємства мають використовувати новітні досягнення науки і техніки для забезпечення своєї конкурентоспроможності. В умовах воєнного стану підприємства можуть бути змушені оперативно змінювати місце розташування. Автоматизовані логістичні системи можуть значно полегшити цей процес, забезпечуючи гнучкість і можливість швидкої адаптації до нових умов. Це дозволяє швидко налаштовувати виробничі і логістичні процеси на новому місці, мінімізуючи втрати часу і ресурсів.

Інтеграція автоматизованих логістичних систем у виробництво пива є перспективним напрямом, що дозволяє підвищити якість продукції, зменшити витрати та забезпечити високу швидкість обслуговування споживачів. Таким чином, інтеграція автоматизованих логістичних систем у виробничі процеси пивоварної галузі є актуальним напрямком дослідження, який має значний потенціал для підвищення ефективності та конкурентоспроможності підприємств.

Отже, інтеграція автоматизованих логістичних систем у виробничі процеси пивоварного підприємства в умовах воєнного стану є надзвичайно важливою для забезпечення стійкості, гнучкості та ефективності роботи підприємства.

Задача дослідження – розробити модель автоматизованої логістичної системи на пивоварному підприємстві для підвищення ефективності логістичних операцій, зниження витрат та покращення якості обслуговування споживачів.

Мета роботи – підвищення ефективності управління ресурсами та забезпечення конкурентоспроможності підприємства на ринку за рахунок інтеграції автоматизованих логістичних систем у виробничі процеси пивоварного підприємства для оптимізації логістичних операцій.

Об'єкт дослідження –логістичні процеси на пивоварних підприємствах, а саме: управління запасами, транспортування, зберігання продукції та забезпечення її доставки.

Предмет дослідження –автоматизовані логістичні системи на пивоварних підприємствах.

Відповідно до мети були визначені наступні **завдання**:

1. Провести аналіз існуючих логістичних процесів на пивоварних підприємствах та визначити основні проблеми та виклики, з якими вони стикаються.

2. Дослідити сучасні технології автоматизації логістичних процесів та їх застосування у харчовій промисловості, зокрема у пивоварній галузі.

3. Оцінити ефективність існуючих автоматизованих логістичних систем на прикладі інших галузей та можливість їх застосування у пивоварному виробництві.

4. Визначити ключові показники ефективності (KPI) для оцінки результатів впровадження автоматизованих логістичних систем.

5. Провести економічне обґрунтування доцільності впровадження автоматизованих логістичних систем у пивоварному виробництві.

6. Надати рекомендації щодо поетапного впровадження автоматизованих логістичних систем на пивоварному підприємстві та оцінити потенційні ризики та шляхи їх мінімізації.

Для розв'язання поставлених завдань нами були використані такі методи дослідження системний аналіз; зіставлення, узагальнення і синтезування здобутої інформації, також доцільно використання технологій аналізу великих даних, Інтернет речей (IoT) та хмарні технології.

Застосування цих технічних методів дозволяє оптимізувати логістичні процеси, підвищити ефективність управління ресурсами, знизити витрати і покращити якість обслуговування споживачів на пивоварних підприємствах, що є особливо важливим в умовах постійних змін і викликів, зокрема в умовах воєнного стану.

Результати цього дослідження можуть бути корисними як для практиків, що займаються оптимізацією виробничих та логістичних процесів, так і для науковців, які досліджують питання автоматизації та ефективного управління підприємствами.

РОЗДІЛ 1.

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ПРИКЛАДІ ВИРОБНИЦТВА ПИВА

1.1. Аналіз існуючих автоматизованих логістичних систем у виробництві пива

У розвинених країнах високотехнологічні інновації, такі як Інтернет речей (IoT), хмарні рішення, мобільні пристрої, системи GPS та аналітика, активно використовуються для керування національними та міжнародними ланцюгами постачання та системами розподілу. У той самий час країни, що знаходяться у процесі розвитку, активно вдосконалюють свої ланцюги постачання та системи розподілу за допомогою передових IT-технологій, які мають вирішальне значення для постачальників послуг у всьому світі.

Інтернет речей є передовою технологією, що стрімко розвивається і має значний потенціал для розвитку економіки та суспільства загалом. Загалом, IoT можна визначити як технологію, яка дозволяє фізичним об’єктам з’єднуватися з Інтернетом та взаємодіяти між собою для збору, обробки та аналізу даних, виявлення певних умов, реагування на них, передачі команд та виконання автономних функцій [23, с. 56].

Застосування IoT широко поширюється в транспортних та логістичних послугах, охоплюючи як окремі відділи підприємств, так і весь транспортний сектор в цілому. Ця технологія дозволяє відстежувати умови зберігання на складах, контролювати процес транспортування та завантаження, а також керувати окремими об'єктами в режимі реального часу. Особливу увагу заслуговує приклад компанії "Амазон", яка завдяки використанню роботів значно скоротила час обробки замовлень та оптимізувала використання складських приміщень.

В автомобільній промисловості IoT також займає важливе місце, не лише як технологія, що підвищує конкурентоспроможність продукту або бізнесу, але й як засіб підвищення безпеки користувачів. Впровадження IoT дозволяє встановлювати системи моніторингу автомобіля, системи безпеки водія та інші рішення для запобігання дорожньо-транспортних пригод. Наприклад, компанія "Піреллі" розробила розумні шини для автомобілів, обладнані датчиками, що вимірюють тиск, температуру та пробіг автомобіля, що дозволяє вчасно проводити обслуговування.

У сфері логістики важливими вимогами є не лише безпечна та своєчасна доставка, але й моніторинг та контроль стану продукції під час доставки. Це стає особливо важливим для швидкопсувних продуктів та вакцин, які потребують зберігання за певних умов температури. В таких випадках інтелектуальні пристрої з підтримкою IoT стають незамінними [40, с .35].

Зазвичай, підключені інтелектуальні пристрої та датчики встановлюються на складах і мобільних контейнерах для збору та передачі даних у реальному часі для управління ланцюгом поставок. Широкий доступ до бездротового зв'язку, такого як Wi-Fi та LTE, сприяє використанню IoT у логістиці. Використання різноманітних технологій, таких як штрих-коди, датчики, GPS та RFID, дозволяє ефективно використовувати дані для відстеження та керування запасами, підвищуючи ефективність бізнесу. Використання IoT в логістиці є важливим кроком до інтеграції процесів, даних та об'єктів за допомогою розумних пристроїв та датчиків.

Реалізація IoT має велике значення для ринку транспортно-логістичних послуг і сприяє наступному [32]:

- Покращенню управління активами, перш за все шляхом забезпечення своєчасної доставки продукції.
- Зменшенню витрат на пальне за рахунок оптимізації маршрутів транспортних засобів.

- Покращенню управління запасами через скорочення кількості непотрібних запасів.
- Отриманню корисної інформації про використання продукту та поведінку клієнтів.

Такі компанії, як Tech Mahindra та HCL Technologies, розробили IoT-рішення, які допомагають працівникам, відповідальним за управління зберіганням продукції при низьких температурах, контролювати обслуговування таких складів під час перевезення контейнерів [32, с.53].

У галузі дискретного виробництва, транспортування та логістики висока вартість IoT пояснюється тим, що багато компаній є великими промисловими гігантами, які мають фінансову здатність інвестувати в цю технологію. Старі технології в цих галузях можуть викликати значні втрати продукції, що може призвести до порушення ланцюга поставок від виробника до постачальника. Intel провів дослідження та виявив, що 30% продуктів не досягає кінцевого споживача через псування, втрати або знищення під час транспортування.

Одним з типів IoT є промисловий Інтернет речей (IIoT), який відкриває шлях до повністю автоматизованого виробництва. У цьому сценарії основні компоненти обладнання мають різноманітні датчики, виконавчі механізми та контролери; отримані дані обробляються та передаються до відповідних служб підприємства, що дозволяє працівникам швидко приймати обґрунтовані рішення.

1.2. Переваги та проблеми автоматизації бізнес-процесів транспортної логістики.

У сучасному економічному середовищі, яке відзначається постійною динамікою та впровадженням нововведень у виробничі процеси, а також постійною зміною конкурентоспроможних цін на сировину та продукцію, компаніям необхідно активно впроваджувати різноманітні технічні завдання програмного забезпечення та методи моделювання для забезпечення

стабільності та збільшення прибутковості, а також для мінімізації витрат виробництва. Сьогодні використання ефективних інструментів управління є обов'язковою умовою для успішного ведення бізнесу. Ці інструменти застосовуються у багатьох сферах, таких як планування, моделювання бізнес-процесів, прогнозування, маркетинг та логістика [39, с. 54].

Аналітичні підходи також використовуються для аналізу людського капіталу та фінансово-господарчої діяльності організацій, де вони допомагають визначити ефективні методи стимулювання та мотивації персоналу, підвищуючи їх продуктивність та створюючи системи автоматизації управління на всіх рівнях підприємства.

Одним з найбільш ефективних інструментів управління є моделювання явищ та процесів на підприємстві, яке дозволяє виробничому керівництву визначити раціональні та ефективні рішення. Під час моделювання окремих процесів підприємства збирається відповідна інформація, яка допомагає у прийнятті виважених управлінських рішень. Тому розробка та використання математичних моделей є важливим етапом для підвищення ефективності управління підприємством.

Закордонні вчені вважають симуляційне моделювання ефективним засобом управління підприємством сьогодні. Цей метод дозволяє створювати моделі складних систем, які відображають динаміку взаємодії системи з навколишнім середовищем, зворотний зв'язок і затримки у реагуванні системи та зовнішнього середовища – іншими словами, динаміку системних процесів та явищ, що досліджуються. Основоположник методології системної динаміки, Дж. Стерман, визначив її як "підхід імітаційного моделювання з власними методами й інструментами, який дозволяє розуміти структуру й динаміку складних систем".

Системний підхід та моделювання спочатку застосовувалися для вивчення технічних систем, проте зараз широко використовуються у вивченні процесів у соціальних і економічних системах.

Імітаційне моделювання процесів у виробничих і логістичних системах зазвичай розділяється на дві категорії: безперервне і дискретне. Безперервне моделювання, як правило, використовується у формі динамічних моделей системи, розроблених, наприклад, за методикою Форрестера.

Дискретне моделювання частіше називають дискретно-подійним симулюванням. Моделі системної динаміки можна створювати за допомогою вже давно на ринку існуючих програмних пакетів, таких як DYNAMO, ithink/STELLA, Powersim, Vensim, або з використанням відповідних функціональних можливостей нового пакету Anylogic.

1.3. Підходи до оцінки ефективності логістичних систем у виробництві пива

У сучасній індустрії виробництво промислової продукції переважно має серійний характер: інтегровані товари виготовляються за допомогою попередньо встановленого обладнання, технологій і процесів. У рамках концепції Industry 4.0 виробництво промислової продукції лишається серійним, але з важливим відмінком – продукція стає персоналізованою (виготовляється з урахуванням конкретних потреб замовника), а обладнання, технології та процеси стають гнучкими [21, с. 67].

Наприклад, на сьогоднішній день компанія випускає певну кількість однотипних товарів, які потім продаються в різних магазинах, де різні покупці можуть придбати той самий товар. У моделі Industry 4.0 підприємство зможе виробляти однакову кількість продукції, але здати задоволення індивідуальним потребам, обходячи магазини та безпосередньо постачаючи її різним клієнтам одночасно. Це призведе до збільшення інтенсивності матеріального потоку, а потужність лишиться на попередньому рівні або зросте.

У масовому виробництві для швидкого задоволення індивідуальних замовлень споживачів необхідно внести зміни у формування виробничих ресурсів: збільшиться різноманіття упаковок комплектуючих, сировини і матеріалів, але розміри упаковки значно зменшаться. Все це призведе до зміни логістичних операцій, пов'язаних з потоком матеріалів від постачальника сировини до кінцевого споживача.

У майбутньому зміниться виконавець логістичних операцій: людина, яка раніше здійснювала логістичну діяльність, буде замінена кіберфізикою, мехатронними системами, автономними роботами тощо. У моделі Industry 4.0 збільшиться кількість та різновиди логістичної діяльності. Наприклад, збільшиться кількість матеріально-технічної діяльності, пов'язаної з виробництвом продукції, через автоматизацію виробництва. Однак логістична діяльність, пов'язана зі складуванням та управлінням запасами, може бути значно скорочена через безпосередню доставку товарів споживачам відразу після виготовлення [33, .с 74].

Застосування 3D-принтерів може радикально змінити концепцію промислового виробництва: фактично кожен буде мати можливість виготовляти товари вдома. У такому випадку кількість логістичних операцій з матеріальним потоком фактично зменшиться, але кількість дій з інформаційним потоком залишиться стабільною або зросте. Важливою буде логістика постачання необхідних деталей і матеріалів для таких принтерів.

Крім того, у моделі Industry 4.0 ініціатором виробництва буде споживач, а не виробник, що призведе до змін у кількох логістичних операціях. Логістична функція, спрямована на досягнення єдиної мети і реалізацію цілей логістичної системи, буде уніфікованою групою логістичних заходів.

Зазвичай логістична діяльність виконується не окремими підприємствами, а групою компаній, кожна з яких відповідає лише за певну логістичну функцію, наприклад, транспортування чи збут продукції. Однак всі вони спільно

забезпечують рух матеріалів, а оптимізація відбувається за умов взаємодії з суміжними функціями всередині одного логістичного циклу.

У концепції Industry 4.0 всі зв'язки будуть встановлені через Інтернет речей, тому управління матеріальними потоками буде інтегрованим, враховуючи потреби всіх функцій та учасників логістичного процесу. Проте виникає питання, де буде "центр" управління рішеннями щодо матеріальних потоків від постачання сировини до отримання готової продукції споживачем.

Те ж саме стосується логістичних операцій в Industry 4.0. Учасники логістичного процесу організовані таким чином, щоб оптимізувати потік матеріалів і підвищити ефективність кожного з них. Проте логістична мережа буде гнучкішою, дозволяючи залучати кількох конкурентів або кооперативних підприємств на кожному етапі матеріального потоку, враховуючи індивідуальні вимоги користувачів [23, с. 78].

У Industry 4.0 автономні роботи, кіберфізика та мехатронні системи будуть неодмінною частиною логістичної системи. Існують загальноприйняті класифікації логістичних мереж, але у зв'язку з Industry 4.0 границі між підприємствами розмиватимуться, ускладнюючи визначення логістичної системи.

1.4. Постановка задачі дослідження

Основною задачею даного дослідження є розробка імітаційної моделі процесу розробки, впровадження та інтеграції автоматизованих логістичних систем у промислове виробництво на прикладі виробництва пива. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити ряд завдань.

1) провести аналіз існуючих методів і технологій автоматизації логістичних процесів у пивоварній галузі, виявити їхні переваги та недоліки.

2) розробити концептуальну модель автоматизованої логістичної системи, яка враховує специфіку виробництва пива, включаючи управління запасами, транспортуванням і зберіганням продукції.

3) створити імітаційну модель, яка дозволить дослідити процеси інтеграції автоматизованої логістичної системи у виробничі процеси пивоварного підприємства, оцінити її ефективність і виявити потенційні проблеми та ризики.

4) розробити методику впровадження автоматизованої логістичної системи, яка включає вибір програмного забезпечення та обладнання, планування етапів впровадження, навчання персоналу та контроль за виконанням робіт.

5) провести тестування імітаційної моделі на реальних даних пивоварного підприємства для оцінки її точності та ефективності.

6) проаналізувати результати тестування, зробити висновки щодо ефективності впровадження автоматизованої логістичної системи і розробити рекомендації для подальшої оптимізації логістичних процесів [34, .с 54].

Вирішення цих завдань дозволить створити ефективну імітаційну модель, яка допоможе пивоварним підприємствам впроваджувати автоматизовані логістичні системи, підвищуючи ефективність управління логістичними процесами, знижуючи витрати та підвищуючи якість обслуговування клієнтів.

Інтеграція автоматизованих логістичних систем у виробничі процеси пивоварного підприємства вимагає застосування різних технічних методів.

1. *Розробка концептуальної моделі автоматизованої логістичної системи:*

– Визначення основних компонентів системи, їх взаємодії та функціональних можливостей [23, с. 76].

– Розробка архітектури системи, яка враховує специфіку виробництва пива.

– Використання методів системного аналізу та моделювання для створення концептуальної моделі.

2. *Створення імітаційної моделі:*

– Використання спеціалізованого програмного забезпечення для моделювання логістичних процесів.

– Проведення імітаційних експериментів для дослідження поведінки системи у різних умовах.

– Аналіз результатів імітації для виявлення потенційних проблем та визначення шляхів їх вирішення.

3. *Розробка методики впровадження автоматизованої логістичної системи:*

– Визначення етапів впровадження системи, розробка плану робіт.

– Вибір оптимального програмного забезпечення та обладнання для реалізації системи.

– Розробка програми навчання персоналу для ефективного використання нової системи.

4. *Тестування імітаційної моделі:*

– Збір даних з реального пивоварного підприємства для налаштування моделі.

– Проведення тестових сценаріїв для оцінки точності та ефективності моделі.

– Аналіз отриманих результатів для корекції моделі та підтвердження її достовірності.

5. *Аналіз результатів та розробка рекомендацій:*

– Інтерпретація результатів тестування для визначення ефективності автоматизованої логістичної системи.

– Визначення ключових показників ефективності та їх порівняння з існуючими показниками підприємства.

– Розробка рекомендацій щодо подальшої оптимізації логістичних процесів, враховуючи виявлені проблеми та потенційні покращення.

Вирішення цих завдань дозволить створити ефективну імітаційну модель, яка допоможе пивоварним підприємствам впроваджувати автоматизовані логістичні системи, підвищуючи ефективність управління логістичними процесами, знижуючи витрати та підвищуючи якість обслуговування клієнтів. Це дослідження матиме практичне значення для підприємств, які прагнуть впровадити інноваційні технології в свої виробничі процеси, та для науковців, які займаються вивченням питань автоматизації та оптимізації логістики у промисловому виробництві.

Висновки до розділу 1

Отже, сучасні автоматизовані системи дозволяють оптимізувати процеси транспортування, зберігання та постачання продукції, що призводить до зменшення витрат і часу, необхідного для виконання цих операцій.

Використання автоматизованих логістичних систем у виробництві пива має численні переваги, включаючи підвищення точності обліку, зменшення людських помилок, швидкість виконання завдань та покращення загальної координації між різними підрозділами компанії. Однак існують і проблеми, такі як високі витрати на впровадження та підтримку систем, а також необхідність навчання персоналу для роботи з новими технологіями.

Це дослідження матиме практичне значення для підприємств, які прагнуть впровадити інноваційні технології в свої виробничі процеси, та для науковців, які займаються вивченням питань автоматизації та оптимізації логістики у промисловому виробництві.

Для досягнення цих завдань буде використовуватися кілька методів та підходів:

1) Аналіз існуючих методів і технологій автоматизації логістичних процесів:

2) Збір та систематизація інформації про сучасні автоматизовані логістичні системи у пивоварній галузі.

3) Порівняння різних підходів та технологій, визначення їхніх переваг та недоліків.

4) Використання літературних джерел, наукових статей та звітів для глибокого розуміння теми.

Підходи до оцінки ефективності логістичних систем включають аналіз ключових показників ефективності (KPI), таких як час доставки, рівень запасів, витрати на логістику та задоволеність клієнтів. Важливо враховувати як кількісні, так і якісні показники для отримання повної картини ефективності.

Завданням дослідження є визначення впливу автоматизованих логістичних систем на ефективність виробництва пива, а також виявлення основних переваг та проблем, що виникають при їх впровадженні. Це дозволить розробити рекомендації щодо покращення логістичних процесів у пивоварній галузі, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності підприємств на ринку.

РОЗДІЛ 2.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ У ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ПИВА

2.1. Вибір моделі автоматизованої логістичної системи для покращення якості послуг у виробництві пива

Вибір оптимальної моделі автоматизованої логістичної системи (автоматичної логістичної системи) для пивоварного заводу є ключовим етапом для підвищення якості послуг та ефективності виробничих процесів. Основними критеріями вибору є можливості системи щодо управління запасами, оптимізації транспортних потоків, інтеграції з виробничими процесами та автоматизації відвантаження готової продукції [40, с .32].

Для оцінки різних моделей автоматичної логістичної системи були розглянуті три варіанти: базова модель, просунута модель і комплексна модель. Кожна з них має свої переваги та недоліки, які впливають на загальну ефективність системи.

Базова модель передбачає ручний облік запасів та сортування готової продукції, що збільшує ризик людських помилок і знижує ефективність процесів. Ця модель може бути використана на невеликих пивоварнях з обмеженими ресурсами, але вона не підходить для великих підприємств, що прагнуть досягти високої ефективності.

Просунута модель пропонує автоматизоване відстеження запасів та базову оптимізацію транспортних маршрутів. Ця модель значно знижує кількість помилок і підвищує точність управління запасами. Однак вона не забезпечує динамічну оптимізацію транспортних потоків і аналітику в реальному часі, що може бути критичним для великих виробничих підприємств [29, с. 21].

Комплексна модель є найбільш ефективною та включає інтелектуальне управління запасами, динамічну оптимізацію транспортних маршрутів з урахуванням трафіку, повну інтеграцію з виробничими процесами та повну автоматизацію відвантаження з інтелектуальним завантаженням. Ця модель дозволяє досягти найвищого рівня ефективності та якості послуг, але вимагає значних інвестицій у впровадження та підтримку.

Таблиця 2.1.

Аналіз моделей автоматичної логістичної системи

Критерій	**Базова модель**	**Просунута модель**	**Комплексна модель**
Управління запасами	Ручний облік	Автоматизоване відстеження	Інтелектуальне управління запасами
Оптимізація транспортних потоків	Відсутня	Базова оптимізація маршрутів	Динамічна оптимізація з урахуванням трафіку
Інтеграція з виробництвом	Часткова	Повна	Повна з аналітикою в реальному часі
Автоматизація відвантаження	Ручне сортування	Автоматизоване сортування	Повна автоматизація з інтелектуальним завантаженням

Вибір моделі автоматичної логістичної системи залежить від специфіки діяльності пивоварного заводу, його розмірів та ресурсів. Для великих підприємств, які прагнуть досягти максимального рівня ефективності, найкращим вибором є комплексна модель. Вона забезпечує повну автоматизацію і інтеграцію всіх процесів, що дозволяє досягти найвищих показників ефективності та якості послуг.

Базова модель може бути корисною для невеликих пивоварень з обмеженими ресурсами, але її можливості значно поступаються іншим двом моделям, що може обмежувати розвиток підприємства у довгостроковій перспективі [18, с. 56]. Таблицю структури інтегрованого інформаційного середовища підприємства можна подивитись в Додатку Г.

Таблиця 2.3.

Сумісне використовування даних про виріб, процеси і ресурси

	Стадії ЖЦ виробу					
Суб'єкти ЖЦ виробу	Маркетинг	Проектування і розробка продукції, планування і розробка виробничих процесів	Закупівлі, виробництво, контроль і проведення випробувань	Упаковка і зберігання	Реалізація продукції	Експлуатація і технічне обслуговування
Замовник	ВП					
Розробник	ВП	ВПР	ВП	ВП	ВП	ВПР
Виробник		ВПР	ВПР	ВПР		
Дистриб'ютор					ВПР	
Споживач						ВПР
Постачальник		ВПР	ВПР	ВПР	ВПР	
Сервісні організації						ВПР

де В – дані про виріб; П – дані про процеси; Р – дані про ресурси, що використовуються .

Інтегроване інформаційне середовище не передбачає централізованого сховища даних. Умови співпраці різних учасників виробничого ланцюжка дозволяють даним про виріб зберігатися в місцях їх походження, але бути доступними для будь-якого учасника в потрібний момент та зручним способом.

Кожне підприємство в межах виробничого ланцюжка є ланкою, в межах якої повинна функціонувати своя система управління інформацією, що з одного боку, є частиною інтегрованого інформаційного середовища і забезпечує зв'язок підприємства з іншими учасниками виробничого ланцюжка, а з іншого – відповідає меті та завданням підприємства [22, с. 60].

У світлі взаємодії між Інтегрованою Інформаційною Системою (ІІС) та виробничим середовищем відображаються однакові принципи керування даними. Управління процесами здійснюється в межах самого підприємства, що є складовою виробничого ланцюжка. Якщо ми розглядаємо ІІС як сукупність розподілених баз даних, то головною метою її стає забезпечення відповідності інформаційних баз щодо продукту, процесів та ресурсів [14, с. 54].

Впровадження Інтегрованої Інформаційної Системи (ІІС) на підприємстві можливе лише шляхом комплексної вертикальної та горизонтальної інтеграції. Інтеграція відіграє ключову роль у злитті програмних додатків зі заводськими системами, надаючи вищому рівню управління підприємством можливість обробки даних для моделювання процесів виробництва, а також функціонування як інструмент планування, контролю і оптимізації внутрішніх технологічних операцій.

Однією з основних задач, що вимагає інтеграції всіх систем підприємства, є створення, зберігання та забезпечення доступу до всіх моделей продукції і технологічних процесів. Інтеграція передбачає комплексне використання даних, які вводяться в систему одноразово, для вирішення різноманітних завдань і уникнення непередбаченого дублювання інформаційних потоків. Це також передбачає встановлення єдиної системи вимог до форматів та методів зберігання, передачі та представлення даних, що робить можливим визначення єдиного стандарту для інформаційних процесів.

При розробці ІІС промислового підприємства необхідно поєднати процеси технічного та корпоративного управління. Це означає, що підприємство під час

створення ІІС мусить знаходити компроміс між рішеннями, запропонованими розробниками систем CAD/CAM/CAE та систем управлінського обліку [11, с. 9].

Виробник повинен постачати технічно складні продукти не з великим обсягом паперової конструкторсько-експлуатаційної документації (і великою кількістю змін до неї), а з актуальною тривимірною електронною моделлю. Важливо створювати таку модель виробу, яка супроводжуватиме продукт протягом всього виробничого циклу та на післявиробничих етапах. Електронна модель виробу об'єднує та систематизує дані з різних інформаційних автоматизованих підсистем підприємства (CAD, CAM, ERP і інші). Вона повинна містити інформацію не лише про продукт, але й про всі зв'язані з ним компоненти (інструменти, пристосування, обладнання, персонал тощо).

2.2. Засоби автоматизації та програмне забезпечення моделі автоматизованої логістичної системи

Автоматизація логістичних процесів є важливим кроком для підвищення ефективності та продуктивності промислового виробництва, зокрема у виробництві пива. Впровадження автоматизованих логістичних систем вимагає використання сучасних засобів автоматизації та програмного забезпечення, які забезпечують комплексний підхід до управління всіма етапами логістичного ланцюга.

Одним із основних компонентів автоматизованої логістичної системи є системи управління складом (WMS). WMS дозволяють автоматизувати процеси приймання, зберігання, переміщення та відвантаження продукції, що значно підвищує точність управління запасами та зменшує ризик помилок. До популярних WMS систем належать SAP Extended Warehouse Management, Oracle Warehouse Management та Manhattan Associates WMS. Ці системи забезпечують широкий спектр функцій для оптимізації складських операцій, включаючи контроль за рівнем запасів, управління місцями зберігання, автоматизацію збору замовлень та інтеграцію з іншими логістичними системами [28, с. 46].

Для оптимізації транспортних операцій використовуються системи управління транспортом (TMS). TMS допомагають ефективно планувати та контролювати маршрути доставки, оптимізувати завантаження транспорту, знижувати витрати на транспортування та покращувати якість обслуговування клієнтів. Серед відомих TMS систем можна виділити JDA TMS, Manhattan Associates TMS та Oracle Transportation Management. Ці системи забезпечують функції планування маршрутів, управління перевезеннями, моніторингу транспортних засобів у режимі реального часу та аналізу ефективності транспортних операцій.

Застосування інструментів для управління проектами та командною роботою, таких як Microsoft Project, Trello та Asana, забезпечує ефективне планування етапів впровадження, розподіл завдань та контроль за виконанням робіт. Ці інструменти допомагають координувати дії всіх учасників проекту, забезпечуючи своєчасне виконання завдань та досягнення поставлених цілей.

Таким чином, впровадження автоматизованої логістичної системи у виробництво пива вимагає використання комплексу сучасних засобів автоматизації та програмного забезпечення. Засоби розробки автоматизованої логістичної системи промислового виробництва пива можна переглянути в Додатку Г. (Таблиця Г.2)

Засоби для створення імітаційної моделі автоматизованих логістичних систем у промислове виробництво пива

Створення імітаційної моделі автоматизованих логістичних систем вимагає використання спеціалізованого програмного забезпечення, яке дозволяє моделювати складні процеси, аналізувати результати та оптимізувати логістичні операції. Ось опис основних засобів для створення імітаційної моделі:

AnyLogic AnyLogic є потужним інструментом для моделювання логістичних процесів, який підтримує агентне, дискретно-подійне та системно-динамічне моделювання. Це дозволяє створювати детальні моделі, які

відображають реальні процеси на пивоварному підприємстві. AnyLogic забезпечує можливість моделювання складних систем з інтеграцією різних підходів, що робить його універсальним інструментом для аналізу логістичних процесів та визначення шляхів їх оптимізації [39, с .65].

AnyLogic, Arena, та Simio є потужними інструментами для моделювання, які дозволяють створювати складні та детальні моделі, що відображають реальні логістичні процеси на пивоварному підприємстві. Ці інструменти забезпечують можливість проведення імітаційних експериментів, аналізу різних сценаріїв та визначення оптимальних стратегій управління логістикою.

Підсумовуючи, впровадження цих засобів дозволяє створити ефективну імітаційну модель автоматизованих логістичних систем, що сприятиме підвищенню продуктивності, зниженню витрат і покращенню якості обслуговування клієнтів. Ця модель допоможе пивоварним підприємствам адаптуватися до змін у ринкових умовах, забезпечити стабільний розвиток і підвищити свою конкурентоспроможність [24, с. 79].

Дослідження підтверджує, що використання спеціалізованого програмного забезпечення для моделювання і аналізу логістичних процесів є критично важливим для сучасних виробничих підприємств. Впровадження цих технологій дозволить не тільки оптимізувати логістичні операції, але й забезпечити комплексний підхід до управління всіма етапами виробничого процесу, що є ключовим фактором для досягнення успіху в умовах жорсткої конкуренції.

2.3. Опис обраної моделі автоматизованої логістичної системи для виробництва пива

Автоматизація складської логістики є ключовим компонентом Автоматизованої Інформаційної Системи (АІС) в сучасному конкурентному оточенні. Сучасні ІТ-рішення у сфері логістики виступають як інструменти, що

дозволяють бізнесу отримати додаткові переваги для зростання, підвищення ефективності та надійності логістичної системи.

Основні завдання, які вирішує автоматизація складської логістики, і очікувані результати впровадження систем автоматизації логістики включають:

- Точне адресне зберігання ТМЦ (під якою адресою та де розташовані);
- Скорочення часу обробки вантажних потоків (операційно);
- Оптимізація використання персоналу у складських процесах;
- Повний контроль за продуктивністю праці (онлайн моніторинг);
- Прозора система обліку з точністю до 99,9%;
- Мінімізація втрат;
- Облік товарних партій та термінів зберігання;
- Чітке розуміння рівня витрат на зберігання та обробку товару;
- Генерація звітів будь-якої складності та орієнтації [41, с. 88].

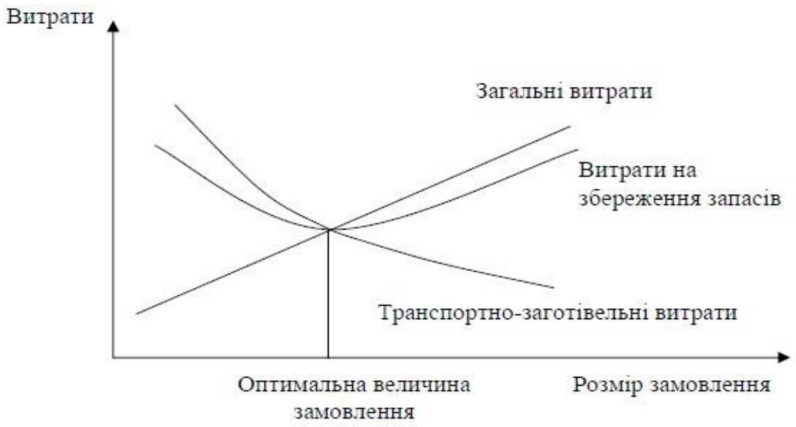

Рисунок 2.1. Вплив розміру замовлення на витрати з оформлення та збереження запасів

Процеси трансформації матеріального потоку, що передбачають зміну параметрів простору, часу, форми, властивостей тощо, є логістичними. Іншими словами, матеріальний потік зазнає змін під час ключових процесів переміщення

майна (транспортування, складування, маніпулювання, сортування тощо), допоміжних процесів переміщення майна (пакування та позначення), а також процесів передавання й обробки замовлень.

При цьому потрібно враховувати фінансові параметри, які надходять від зовнішніх структур.

Для автоматизації управління запасами у складській логістиці також потрібно встановити модель. Підприємства повинні поповнювати свої запаси кожного разу, коли їх обсяги знижуються до критичного рівня, а не до нуля. Це допомагає мінімізувати ризик опинення підприємства без запасів у випадку недостачі сировини або матеріалів, а також у випадку виробничих збоїв.

Модель планування дефіциту запасів дозволяє раціонально розглядати переваги для торговельного підприємства внаслідок планування дефіциту запасів. Ця модель ґрунтується на умові, що інколи зберігання продукції може бути набагато вигідніше, ніж витрати, пов'язані з відсутністю запасів протягом короткого періоду. Ці моделі ґрунтуються на розумінні двох підходів фінансових менеджерів до дефіциту запасів [30, с .71].

Модель, яка враховує залежність ціни від обсягу замовлення, ґрунтується на наявності системи знижок, які може отримати покупець при замовленні більшої кількості продукції від постачальника. Після оцінки вигоди від прийняття пропозицій постачальника, отримані результати порівнюються, і оптимальний варіант постачання запасів вибирається на основі найнижчої загальної вартості запасів.

Модель JIT (Just-In-Time, або точно вчасно) або модель залежного попиту передбачає, що підприємство робить замовлення у постачальників набагато частіше, і доставка запасів може відбуватися щоденно або навіть кожну годину. Використання такої системи передбачає, що підприємство-замовник та його багато постачальників знаходяться в непосредній близькості один від одного. Це спрощує витрати на зберігання, але вимагає високого рівня узгодженості між

виробничими підрозділами і постачальниками щодо часу поставок і обсягу замовлень. Така модель буде основою для розробки підсистеми складської логістики на підприємстві.

Висновки до розділу 2

Вибір моделі автоматизованої логістичної системи базувався на ретельному аналізі існуючих технологій та їх здатності задовольняти потреби виробництва пива. Засоби автоматизації та програмне забезпечення, що були обрані для розробки цієї моделі, включають сучасні системи управління складом (WMS), транспортні системи управління (TMS) та інтегровані інформаційні системи, які забезпечують ефективну координацію між усіма ланками логістичного процесу. Використання таких технологій дозволяє значно зменшити людські помилки, підвищити точність обліку та контролю за рухом товарів.

Опис обраної моделі автоматизованої логістичної системи для виробництва пива включає в себе детальний огляд її структури та функціональних можливостей. Модель передбачає інтеграцію всіх етапів логістичного процесу – від постачання сировини до доставки готової продукції споживачам. Вона спрямована на оптимізацію використання ресурсів, зменшення витрат та підвищення швидкості виконання операцій.

Розроблена модель автоматизованої логістичної системи дозволяє не тільки покращити ефективність внутрішніх логістичних процесів, але й забезпечити високий рівень якості послуг, що надаються клієнтам. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства на ринку та його здатності швидко адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі.

РОЗДІЛ 3.

РОЗРОБКА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ АВТОМАТИЗОВАННОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ПИВА

3.1. Застосування і оцінка нової моделі автоматизованої логістичної системи у процес виробництва пива

У сучасному виробництві пива інтеграція автоматизованих логістичних систем (автоматичної логістичної системи) стає важливим елементом для підвищення ефективності та зниження витрат. Нова модель автоматизованої логістичної системи дозволяє оптимізувати процеси, починаючи від отримання сировини і закінчуючи доставкою готової продукції до кінцевого споживача. Основні компоненти нової автоматичної логістичної системи включають автоматизоване управління запасами, транспортними потоками та виробничими процесами.

Таблиця 3.1.

Етапи впровадження системи

Етап	Традиційна система	Нова автоматичної логістичної системи
Управління запасами	Ручний облік	Автоматизоване відстеження
Перевезення сировини	Плани складаються вручну	Оптимізація маршрутів за допомогою алгоритмів
Виробничий процес	Частково автоматизований	Повністю інтегрована система
Відвантаження готової продукції	Залежить від людського фактора	Автоматичне сортування та завантаження

Одним із ключових аспектів впровадження нової автоматичної логістичної системи є автоматизоване управління запасами сировини та готової продукції. Використовуючи датчики і RFID-технології, система відстежує рівень запасів у

режимі реального часу, що дозволяє уникати перевантажень та дефіциту на складі. В результаті, знижуються витрати на зберігання та забезпечується своєчасне постачання необхідних матеріалів на виробництво [24, с. 87].

Основна перевага нової моделі автоматичної логістичної системи полягає у можливості оптимізації транспортних потоків. Система використовує алгоритми для розрахунку найефективніших маршрутів доставки сировини та готової продукції. Це дозволяє знизити витрати на паливо та скоротити час доставки[15, с. 76].

Методологічно та технічно є відповідним розділити логістичні мережі на два основних типи:

Внутрішні мережі логістики промислового або логістичного підприємства;

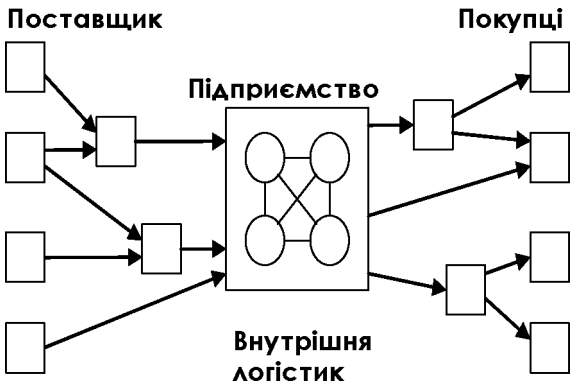

Рисунок 3.1 – Внутрішня й зовнішня логістика підприємства

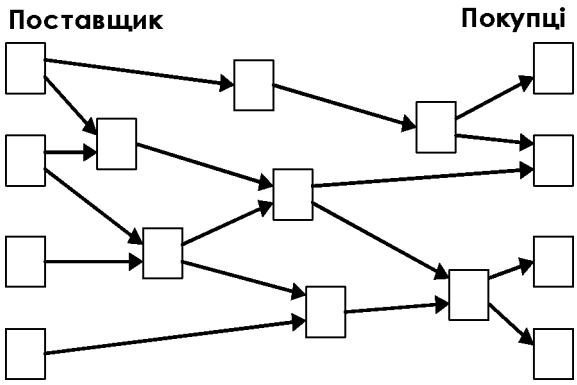

Рисунок 3.2 – Територіальна логістика

Основна характеристика кількісних моделей полягає в їх здатності надавати числові оцінки ефективності логістичної мережі, що дозволяє приймати рішення щодо її конфігурації, ресурсів, необхідних для її функціонування, а також стратегій управління. Особливість імітаційних моделей полягає в тому, що багато параметрів функціонування оцінюються як тимчасові ряди, що відображають динаміку реальних процесів у системах. Єдиним засобом

реалізації закінчених імітаційних моделей є комп'ютерна програма, яка призначена для проведення чисельних експериментів і спрямована на вирішення завдань аналізу існуючої або проектованої логістичної системи [30, с .46].

Моделі логістичних мереж:

Графічні (якісні) моделі

• Моделі топології мережі та структури матеріальних потоків

- Масштабні моделі, основані на кресленнях і картах
- Абстрактні моделі типу діаграм Sankey • Моделі бізнес-процесів та виробничих процесів
- Моделі на основі нотацій IDEF0, UML, ARIS, All Fusion Process Modeler (BPWin), тощо

Математичні (кількісні) моделі

Статичні описові моделі

• Моделі теорії масового обслуговування

• Детерміновані розрахункові моделі, такі як 4flow Vista

• Розрахункові моделі за методом Монте-Карло

Статичні оптимізаційні моделі

• Моделі математичного програмування

• Моделі пошукової оптимізації

Динамічні імітаційні моделі •

Макроскопічні моделі, засновані на диференціальних рівняннях

• Мікроскопічні моделі, засновані на плануванні та обробці подій

Дана модель створена з урахуванням опису загальних характеристик імітаційних моделей логістичних мереж, а також надає інформацію про сучасний стан розвитку практичного моделювання як внутрішніх логістичних мереж, так і мереж поставок. Основний акцент здійснюється на "класичних" мікроскопічних моделях, що розробляються відповідно до принципів планування та обробки "дискретних подій" [31, с. 64].

На рисунку 3.2 зображений фрагмент мережної структури моделі конвеєрної системи, що була створена за допомогою ПІМ em-plant. Модулі типу M (*method*) представляють собою програми, які були розроблені розробником моделі. Іноді потрібні такі власні програми для розробки моделей на основі будь-яких відомих ПІМ, оскільки лише за їх допомогою можна вирішити такі завдання, як:

• Реалізація алгоритмів диспетчеризації й керування потоками замовлень і матеріальними потоками.

• Збір даних про окремі події логістичного процесу та їх спеціальна статистична обробка й візуалізація, яка не може бути здійснена за допомогою стандартних засобів використаного ПІМ.

• Введення масивів вихідних даних моделі та виведення масивів даних з результатами моделювання (наприклад, для подальшої обробки й візуалізації засобами MS Excel).

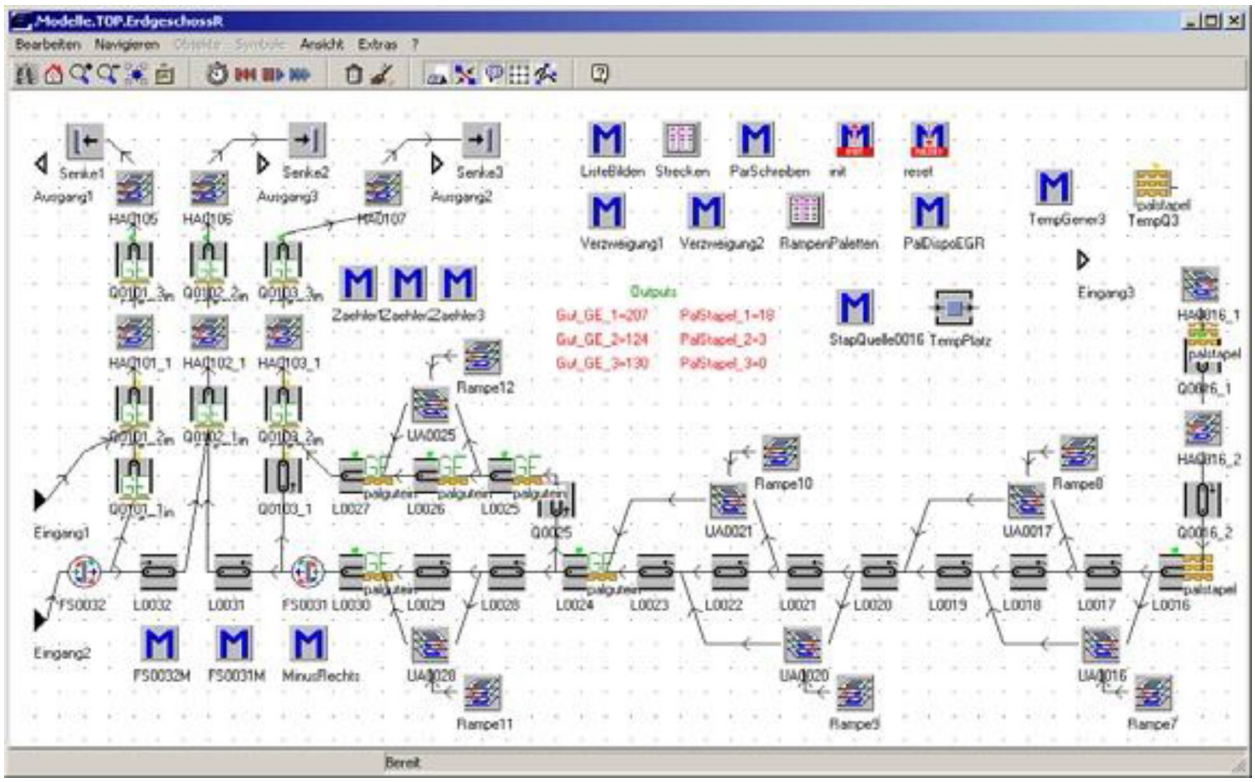

Рисунок 3.2 – Фрагмент імітаційної моделі, виконаної за допомогою em-plant

При розробці, налаштуванні та демонстрації імітаційних моделей внутрішньої логістики часто використовується комп'ютерна анімація у форматі 2D. У деяких програмних пакетах для імітаційного моделювання така анімація відтворюється в реальному часі, тобто одночасно з виконанням самої моделі, тоді як в інших програмах створюється журнал подій під час обробки моделі, який потім аналізується засобами анімації в офлайн режимі (див. рис. 3.3). На рисунку 3.3. показана частина анімаційної моделі виробничої ділянки, де використовуються виділкові навантажувачі. Ця модель демонструється в офлайн режимі за допомогою анімаційного пакета Proof Animation.

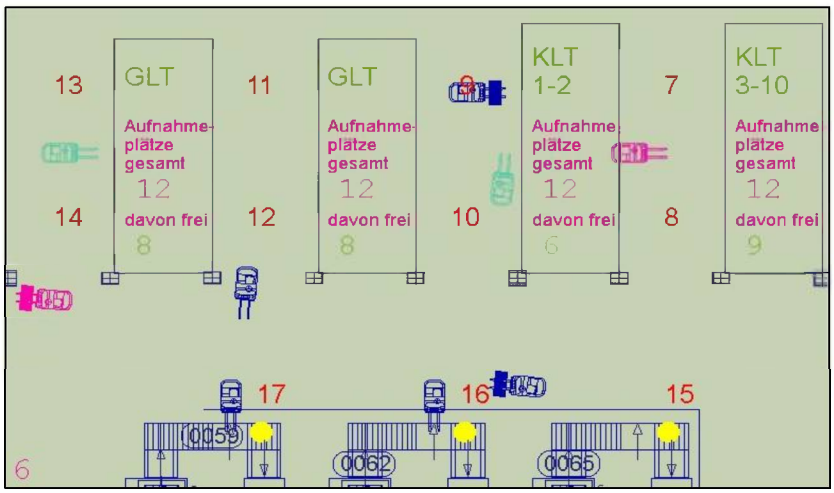

Рисунок 3.3 – Фрагмент анімаційної моделі, виконаної за допомогою Proof Animation

В матеріалах конференції WSC регулярно публікуються не менше 10 статей, присвячених моделюванню процесів внутрішньої логістики. Стаття [6] служить прикладом, де розглядаються методи ефективного моделювання складських процесів [29, с .80]. Хоча більшість ПІМ, перерахованих вище, не спеціалізуються на моделюванні мереж поставок, багато моделей цього типу розробляються саме з використанням цих пакетів. Наприклад, пакет Arena використовується в роботах WSC4, WSC24, WSC26 і WSC28, Extend – в WSC8,

WSC12, WSC15 і WSC19, Anylogic – в WSC11 і WSC30, а Promodel – в WSC1. На рисунку 3.4 показана модель ланцюга поставок, створена за допомогою ПІМ Anylogic, а на рисунку 3.5 – результат моделювання ланцюга поставок з використанням ПІМ em-plant.

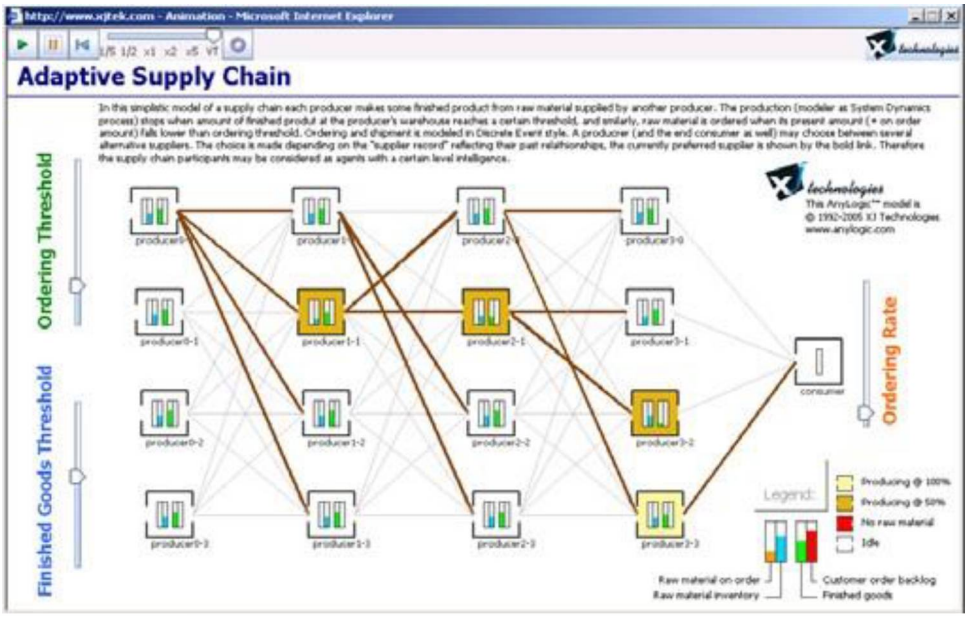

Рисунок 3.4 – Модель ланцюга поставок, виконана за допомогою Anylogic

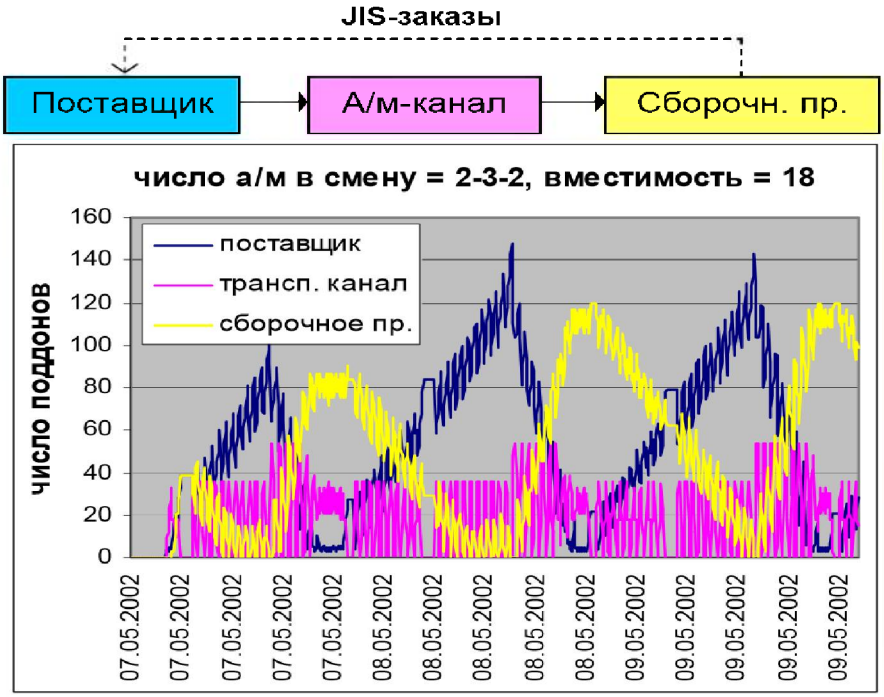

Рисунок 3.5 – Результати імітаційного моделювання на em-plant

Існують спеціалізовані програмні засоби для моделювання мереж поставок, такі як PRODISI, Logicnet Plus, Supply Chain Builder і Simflex. На малюнку 10, на прикладі пакета PRODISI, показано типовий інтерфейс користувача, який дозволяє відображати топологію мережі поставок у вигляді моделі, заснованої на географічній інформаційній системі (GIS) [44, с. 65].

Моделі цього типу (WSC3, WSC6 і WSC13) можуть ілюструвати, наприклад, виникнення "ефекту бичка" у ланцюгах поставок. Проте практична користь від таких моделей для оцінки процесів у конкретних мережах поставок спостерігається рідко, тому число нових моделей цього типу зростає повільніше з кожним роком.

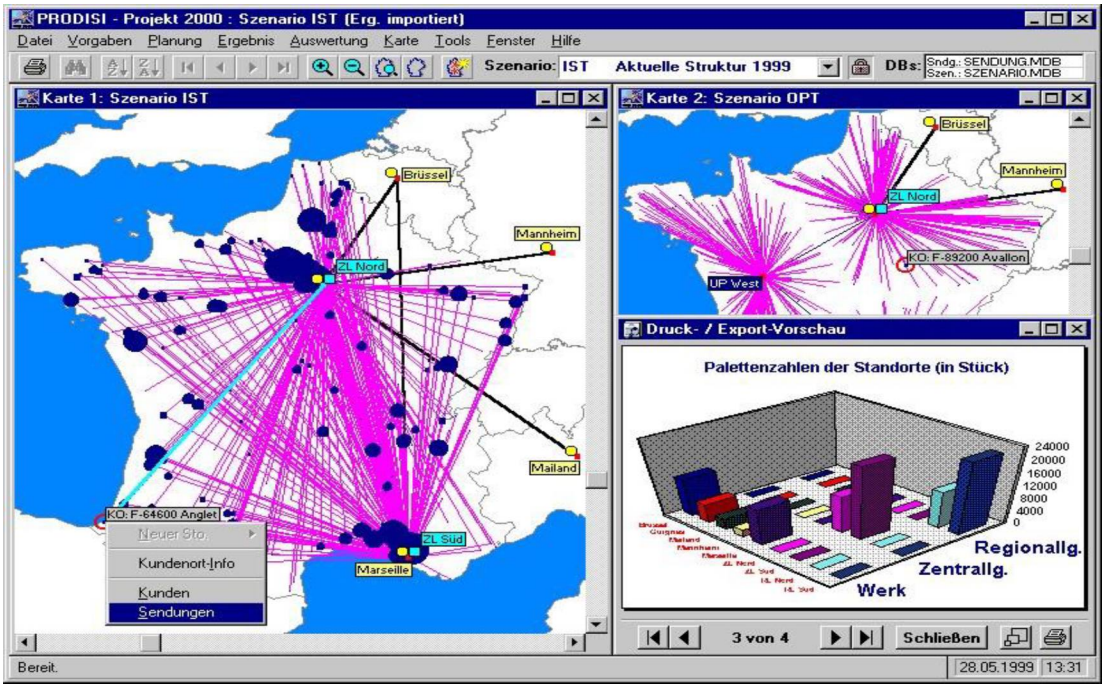

Рисунок 3.6 – Інтерфейс користувача пакета PRODISI

Аналізуючи тенденції в області моделювання ланцюгів і мереж поставок, які представлені в публікаціях WSC, можна відзначити, що до 2004 року основна увага була зосереджена на проблемах створення моделей, які належним чином

відображали мережу, використовуючи різноманітні програмні засоби для програмування та моделювання. Проте, в останні роки основний акцент зміщується на вирішення завдань аналізу процесів управління ланцюгами поставок (SCM) за різних стратегій. В деяких опублікованих роботах (WSC30 і WSC31) вирішуються завдання оптимізації процесів у ланцюгах поставок за допомогою імітаційних моделей [20, с .84].

Моделювання логістичних мереж різного призначення є загальноприйнятою практикою в індустріально розвинених країнах, де багато фірм пропонують такі послуги як основний або додатковий аспект консалтингу або проектної діяльності. Замовники часто вважають, що розробку складних моделей повинні довіряти лише фахівцям, які мають статус експертів у сфері імітаційного моделювання логістичних систем і володіють відповідними знаннями та навичками. На жаль, в країнах колишнього СРСР імітаційне моделювання логістичних систем поки що не отримало значної популярності, і фірми, які надають такі послуги, є дуже обмеженими. Хоча деякі навчальні заклади України активно працюють у цій галузі, реальних проектів, пов'язаних з логістикою, значно менше, ніж можна було б очікувати [31, с. 27].

Таким чином, інтеграція автоматизованих логістичних систем є стратегічно важливим кроком для сучасних пивоварних підприємств, які прагнуть залишатися конкурентоспроможними на ринку та досягати високих показників ефективності. Впровадження таких систем сприяє не тільки зниженню операційних витрат, але й створює передумови для стабільного зростання та розвитку підприємства у довгостроковій перспективі.

3.2. Приклад роботи моделі автоматизованої логістичної системи.

Впровадження моделі автоматизованої логістичної системи (автоматичної логістичної системи) на пивоварному заводі включає кілька ключових етапів, кожен з яких значно покращує ефективність виробничих процесів. Основні етапи включають автоматизоване управління запасами, інтеграцію транспортних

потоків, оптимізацію виробничих процесів і автоматизацію відвантаження готової продукції.

Підсумовуючи, інтеграція автоматизованої логістичної системи в процес виробництва пива демонструє значні переваги і є ефективним інструментом для підвищення продуктивності та конкурентоспроможності пивоварного заводу.

Розробка оптимального проекту автоматизованої інформаційно-аналітичної системи (АІС) для виробничого підприємства як високоефективної, гнучкої системи виробництва може бути розглянута як типовий процес. Цей процес починається з чіткого визначення основної мети функціонування системи та враховує типову її структуру і ринкові умови (див. рис. 3.7.) [15, с. 86].

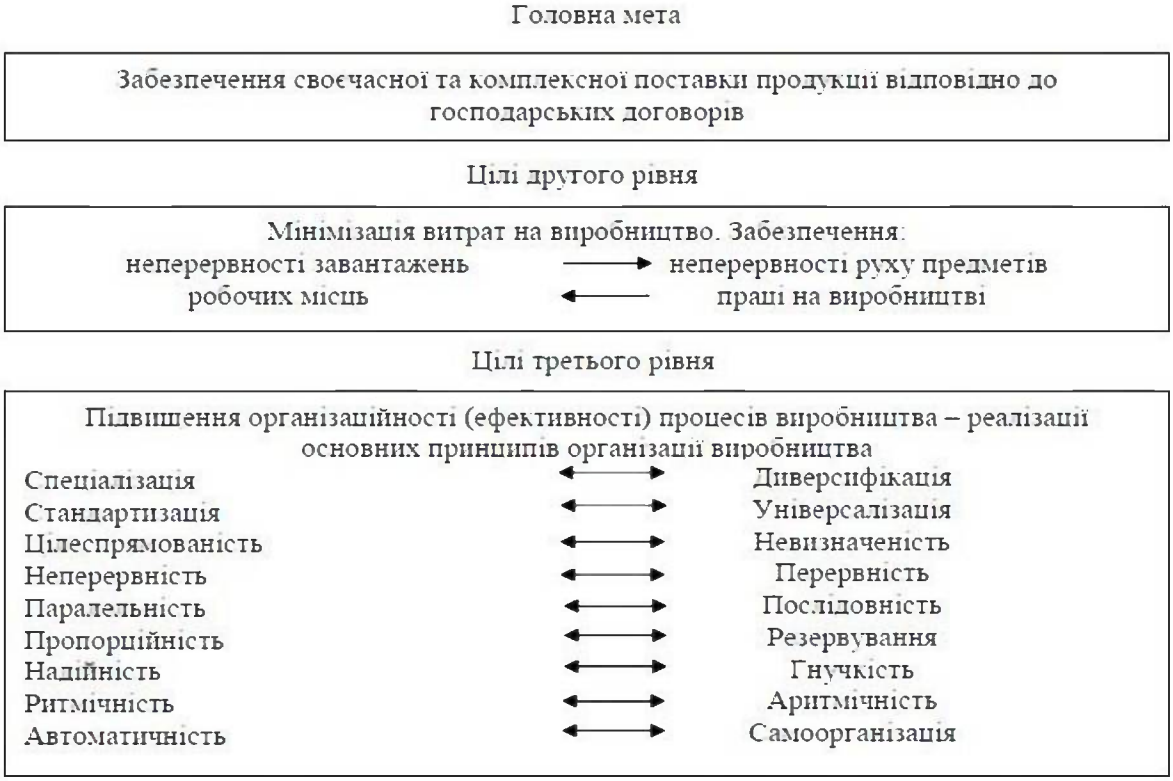

Рисунок 3.7 – Схема узагальненого алгоритму визначення мети та цілей створення АІС підприємства

Розробка моделі інформаційно-аналітичної системи (АІС) для підприємства система базувалася на теоретичних принципах, що стосуються

розробки систем за технологією клієнт-сервер. Організаційна структура розробленої системи включає набір експертних модулів, базу даних для ведення виробничого процесу, модулі управління діяльністю учасників, а також інформаційний блок, який наповнюється в залежності від потреб конкретного користувача запропонованої системи.

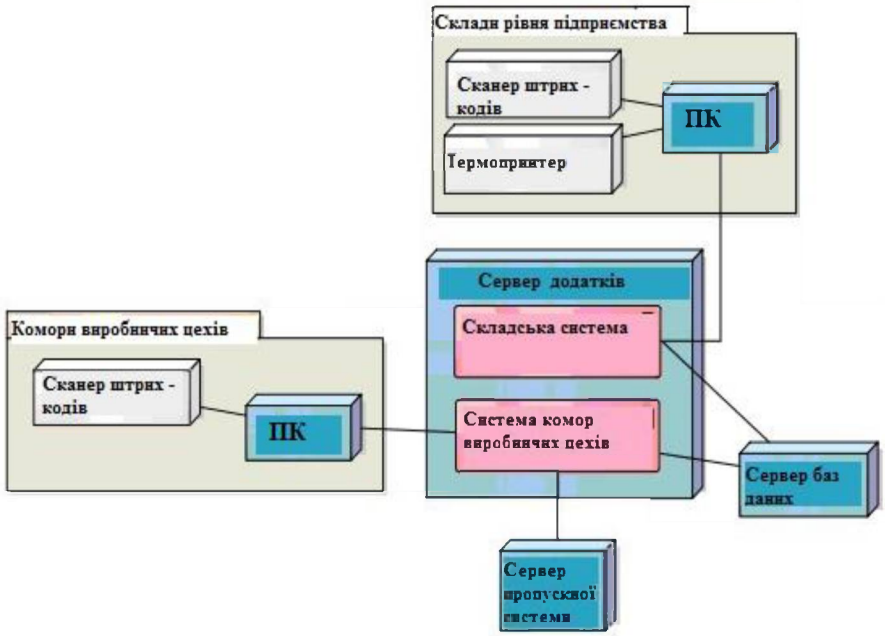

Рисунок 3.8 – Діаграма розгортання вбудованої системи складського обліку

Сканер штрих-кодів використовується для здійснення мікротранзакцій, в ході яких фіксуються наступні дані:

- код, що видано або повернуто інструменту;
- ідентифікатор працівника;
- дата та час проведення операції;
- ідентифікатор складського робітника.

Якщо на підприємстві працює пропускна система, ідентифікація працівників та складських робітників може проводитися за допомогою індивідуального пропуску з штрих-кодом.

У рамках проекту була реалізована підсистема виконання завдань. Основна форма введення завдань показана на рисунку 3.9. Користувач вибирає номер пристрою (АСК) і, використовуючи сканер штрих-кодів, вводить номер завдання з документа, зображеного на рисунку 3.10, в текстове поле. Після цього в базі даних відповідного завдання прапорець статусу приймає значення "1". Також передбачена можливість об'єднання декількох завдань, якщо вони містять однакові записи.

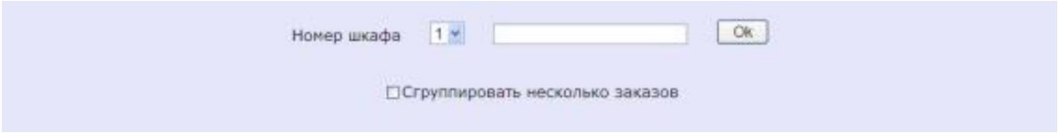

Рисунок 3.9 – Форма для введення завдання

Б УЭ 6875132 Заказ: 2073 0 Серія: 41 Кількість комплектів 5

20.12.2023

Видані позиції					Дефіцит по збірці				20.12.23
Позиція	Шифр	Код	N	Кількість	Шифр	Код	N	Кількість	Решта
1-19-9/2	200114	Д УЄ	8234569	6	200114	Д УЄ	8234569	7	0
1-25-10/	200114	Д УЄ	8254569	9	200114	Д УЄ	8254569	8	0
1-25-11/	200114	Д УЄ	8234789	12	200114	Д УЄ	8234789	5	0
1-32-2/2	200114	Д УЄ	9234569	6	200114	Д УЄ	9234569	3	0
1-32-3/2	200114	Д УЄ	9434569	4	200114	Д УЄ	9434569	9	0
1-32-4/2	200114	Д УЄ	8105569	9	200114	Д УЄ	8105569	2	0
1-32-5/2	200114	Д УЄ	8256569	3	200114	Д УЄ	8256569	7	0
1-34-1/4	200114	Д УЄ	8335569	1	200114	Д УЄ	8335569	1	0
1-60-9/2	200114	Д УЄ	8436569	7	200114	Д УЄ	8436569	9	0
2-5-8/	200114	Б УЄ	8537569	9	200114	Б УЄ	8537569	45	0
2-8-9/1	200114	Б УЄ	8638569	2	200114	Б УЄ	8638569	3	0
3-1-9/2	200114	Д УЄ	8738569	6	200114	Д УЄ	8738569	27	0

Рисунок 3.10 – Завдання на комплектування для збірки виробу

Для групування завдань, користувачеві треба вибрати опцію "Згрупувати декілька завдань". Після цього можна сканувати штрихкоди документів, пов'язаних з цими завданнями. Обрані для групування завдання відображаються

у таблиці, де користувач може видалити їх за бажанням. Після натискання кнопки "Згрупувати і виконати" створюється нове об'єднане завдання, яке готове до виконання. Після цього користувач перенаправляється на сторінку, де міститься детальна інформація про це завдання. Ця сторінка показана на рисунку 3.11. На ній розташовані кнопки для введення, скасування, а також текстове поле для введення номера артикулу. Також на сторінці є таблиця, що детально відображає інформацію про артикули, які має отримати оператор.

Рисунок 3.11 – Відображення детальної інформації про завдання

Щоб полегшити роботу оператора, кожен рядок у таблиці артикулів позначається певним кольором в залежності від його статусу. При введенні чергового номера артикулу, відповідний рядок виділяється зеленим кольором, а наступний рядок – жовтим, що індикують, над яким артикулом зараз проводиться операція, а який вже оброблено. Також передбачена можливість скасувати завдання під час його виконання. При натисканні кнопки "Скасувати" статус завдання скидається, екстрактор повертається на місце, а користувач перенаправляється на попередню форму введення номера завдання. Для продовження виконання завдання необхідно ввести його номер за допомогою сканера або клавіатури. Виконання почнеться з того місця, де було припинено, зберігаючи прогрес виконання завдання [24, .с 88].

Підсумовуючи, інтеграція автоматизованої логістичної системи в процес виробництва пива демонструє значні переваги і є ефективним інструментом для підвищення продуктивності та конкурентоспроможності пивоварного заводу. Застосування нових технологій дозволяє створити більш гнучку, ефективну і надійну систему виробництва, що відповідає вимогам сучасного ринку і забезпечує стійкий розвиток підприємства.

3.3. Аналіз впливу застосування моделі на продуктивність та якість послуг у виробництві пива.

Модель складається з двох окремих моделей, тому алгоритм її побудови має два етапи, які можна виконувати як послідовно (починаючи з побудови імітаційної моделі, а потім – оптимізаційної), так і паралельно один з одним. Давайте детальніше розглянемо кожен з них, розпочавши з побудови концептуальної імітаційної моделі складської системи, оскільки саме вона є найбільш важливою в загальній схемі алгоритму розробки оптимізаційної імітаційної моделі, і від правильності її побудови залежить якість результатів моделювання. Побудова концептуальної імітаційної моделі включає наступні етапи: визначення й опис основних компонентів внутрішньої структури системи, опис структури процесів у системі й відповідних конфігурацій потоків, визначення стратегій і правил управління процесами у системі, визначення вихідних даних і вихідних показників моделі, формалізація моделі. Слід зазначити, що процес побудови концептуальної моделі можна розглядати як для діючого, так і для проектованого складу. Підходи різняться за можливістю отримання даних для моделювання й особливостями постановки завдань. У цій роботі представлена концептуальна модель, переважно для вже існуючого складу. Передбачається, що дані положення частково можна буде використовувати й для розгляду процесів функціонування проектованого складу.Алгоритм побудови концептуальної імітаційної моделі для складської системи [43, с. 57]:

Крок 1. Постановка завдання моделювання. На цьому етапі визначаються мета й завдання моделювання. Від поставленої мети й завдань моделювання залежить, які характеристики моделюваного об'єкта дослідження вважати істотними, а які – менш важливими. Відповідно до чітко поставленої мети може бути обрана відповідна парадигма моделювання, визначені методи розв'язку завдання й форми відображення результатів.

Крок 2. Побудова структури складу й визначення його характеристик. Імітаційна модель (або, точніше, концептуальна модель) складської системи створюється на основі детального планування складу з розміткою всіх технологічних зон і потоків, що рухаються між ними товарів, тобто через визначення його топологічної структури. Для цього необхідно вказати зони, поверхи, проходи, стелажі, полки й позиції. За допомогою топологічної схеми можливо описати будь-яку конфігурацію великого й малого складського комплексу. В одному такому комплексі може бути будь-яка кількість складів. Склади, у свою чергу, розбиваються на основні технологічні території, такі як "Зона зберігання", "Зона комплектації", "Зона приходу", "Зона розвантаження" і т. д. При цьому слід враховувати параметри зовнішнього навантаження складу. Крім того, на цьому етапі розраховуються такі кількісні характеристики складу, як його ємність, пропускна здатність, а також визначається режим його роботи (графік робочої зміни).

Крок 3. Визначення асортименту товарів на складі. На цьому етапі встановлюється різноманітність товарів, їх основні властивості (наприклад, штучні, об'ємні, вагові), необхідні для моделювання системи. Іноді товари на складі асоціюються з транспортними одиницями. Транспортна одиниця може бути будь-якою тарою: піддоном, коробкою, контейнером і т. д. На складі можуть одночасно зберігатися і оброблятися товари як прив'язані, так і не прив'язані до транспортних одиниць [24, с. 80].

Крок 4. Визначення обладнання та робочих місць на складі. На цьому етапі визначається стелажне, транспортно-підйомне та спеціальне обладнання складу з уточненням його технічних характеристик, а також маршрути руху транспортних засобів. Час і місце стоянки техніки всередині складу також визначаються. Крім того, надаються відповіді на такі питання: хто і які операції виконує на складі, коли, скільки часу це займає, яка техніка використовується.

Крок 5. Визначення технологічних операцій на складі. Можливі операції на складі розділяються на основні і допоміжні. Процес обробки матеріального потоку на складі складається з основних операцій: приймання товару, розвантаження, розміщення, поповнення, планування маршрутів, обробки замовлень, відбору, упакування, консолідації, зберігання, завантаження в транспортний засіб і відправлення. До допоміжних операцій на складі можна віднести переміщення, обробку повернень, ремонт обладнання та техніки, перевірку їх надійності.

Крок 6. Визначення графіка поставок і відвантаження товарів. На цьому етапі встановлюється графік прибуття товару на склад і його відправлення з вказівкою асортименту, обсягу та часу, які займають складські приміщення, і використані транспортні засоби.

Крок 7. Встановлення вхідних параметрів та вихідних показників. Останнім кроком є визначення вхідних параметрів та вихідних показників моделі. Вхідні параметри можна розглядати як вказівки, а бажані значення вихідних даних – як мета керування рентабельністю, що визначає ефективність складської системи. Вихідні дані іноді також називають результуючими показниками імітаційної моделі.

Один із прикладів оптимізаційної моделі включає завдання розподілу ресурсів у складі. Цільова функція спрямована на максимальне використання персоналу та обладнання, а обмеження визначає гранично припустимий рівень витрат на складські операції, що відображається у бюджеті. У моделі змінними

виступають кількість працівників та техніка складу. В одному з досліджень узагальнено розгляд цільових функцій, змінних та обмежень у завданнях оптимізації складських систем на основі матеріалів конференції Winter Simulation за останні роки [11, с. 53].

Рисунок 3.12 – Імітаційна модель як чорний ящик

Генетичний алгоритм базується на евристичному підході до пошуку, який використовується для розв'язання завдань оптимізації та моделювання шляхом випадкового відбору, комбінування та зміни параметрів. Учені, які значно внесли вклад у розвиток генетичного алгоритму, – Но та Fu.

Методика пошуку за еволюційним алгоритмом дуже схожа на попередню, за винятком того, що на наступних кроках передаються лише позитивні зміни. Опис цього методу можна знайти у працях Biethahn і Nissen, Yuan, Farzanegan та Vahidipour.

Для досягнення необхідної точності оптимізації слід намагатися побільшати швидкість виконання одного прогону моделі. Підвищуючи швидкість виконання кожного прогону, можна побільшати і їх кількість, тим самим підвищуючи продуктивність усієї оптимизационной імітаційної моделі.

3.4. Підсумки дослідження та рекомендації щодо оптимізації логістичних процесів у виробництві пива.

Дослідження, присвячене розробці імітаційної моделі для інтеграції автоматизованих логістичних систем у виробництво пива, показало, що впровадження таких систем є критично важливим для підвищення ефективності логістичних процесів, зниження витрат та забезпечення високої якості обслуговування клієнтів. Використання сучасних технологій автоматизації дозволяє пивоварним підприємствам оптимізувати управління запасами, транспортуванням та зберіганням продукції, що значно покращує загальну продуктивність і конкурентоспроможність.

Створення імітаційної моделі дозволило дослідити та проаналізувати різні аспекти інтеграції автоматизованих логістичних систем, включаючи їхню взаємодію з існуючими процесами, виявлення потенційних проблем та визначення шляхів їх вирішення. Проведені імітаційні експерименти показали, що інтеграція автоматизованих систем дозволяє скоротити час виконання логістичних операцій, знизити витрати на логістику та покращити точність управління запасами [40, с .54].

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що розробка та впровадження імітаційної моделі автоматизованих логістичних систем у виробництво пива є важливим кроком для підвищення ефективності логістичних процесів, зниження витрат та забезпечення високої якості обслуговування клієнтів. Результати дослідження можуть бути корисними для пивоварних підприємств, які прагнуть впровадити інноваційні технології в свої виробничі процеси, та для науковців, які займаються вивченням питань автоматизації та оптимізації логістики у промисловому виробництві.

Розроблена імітаційна модель дозволила дослідити різні аспекти інтеграції автоматизованих логістичних систем, включаючи взаємодію з існуючими процесами, виявлення потенційних проблем і визначення шляхів їх вирішення.

Методика впровадження автоматизованих логістичних систем, яка включає вибір відповідного програмного забезпечення та обладнання, планування етапів впровадження, навчання персоналу і контроль за виконанням робіт, забезпечує успішне впровадження нових технологій. Важливо, що рекомендації щодо оптимізації логістичних процесів враховують специфіку виробництва пива, що дозволяє адаптувати системи до умов конкретного підприємства.

Таблиця 3.4.

Практичні рекомендації для оптимізації логістичних процесів у виробництві пива.

Рекомендація	**Опис**
Впровадження поетапного впровадження систем	Починати з найкритичніших ділянок логістичного ланцюга для зниження ризиків та адаптації персоналу
Використання систем управління складом (WMS)	Автоматизація процесів приймання, зберігання та відвантаження продукції для підвищення точності запасів
Інтеграція систем управління транспортом (TMS)	Оптимізація маршрутів, зниження витрат на транспортування та покращення контролю за доставками
Використання систем управління ланцюгами поставок (SCM)	Координація всіх логістичних операцій для забезпечення безперебійного руху продукції
Забезпечення навчання персоналу	Підвищення продуктивності роботи через ефективне використання нових систем
Регулярний аналіз ефективності впроваджених систем	Використання KPI для оцінки швидкості виконання замовлень, точності запасів, витрат на логістику та задоволеності клієнтів
Врахування специфіки виробництва пива при впровадженні автоматизованих систем	Забезпечення максимальної ефективності та адаптації систем до умов підприємства

Висновки до розділу 3

Отже, застосування та оцінка нової моделі автоматизованої логістичної системи показали значні покращення у координації та управлінні виробничими

процесами, зокрема, скорочення часу на виконання логістичних операцій та зниження витрат.

Приклад роботи моделі автоматизованої логістичної системи демонструє її здатність ефективно інтегрувати всі етапи логістичного ланцюга, починаючи від постачання сировини до доставки готової продукції споживачам. Реалізація моделі на практиці підтвердила її ефективність у забезпеченні високої точності обліку та контролю за всіма логістичними процесами, що, у свою чергу, сприяло зменшенню людських помилок та підвищенню загальної продуктивності.

Аналіз впливу застосування моделі на продуктивність та якість послуг у виробництві пива показав, що нова система сприяла значному підвищенню продуктивності підприємства. Вона дозволила оптимізувати використання ресурсів, зменшити витрати на логістику та покращити якість обслуговування клієнтів.

Підсумки дослідження та рекомендації щодо оптимізації логістичних процесів у виробництві пива включають необхідність постійного вдосконалення автоматизованої системи та її адаптації до змін у ринкових умовах. Для подальшого покращення логістичних процесів рекомендується впроваджувати новітні технології та програмне забезпечення, що дозволить забезпечити ще більшу ефективність та гнучкість у управлінні логістичними операціями. Це, у свою чергу, сприятиме підвищенню конкурентоспроможності підприємства та його стабільному розвитку.

ВИСНОВКИ

Дослідження показало, що існуючі логістичні процеси на пивоварних підприємствах стикаються з рядом проблем, включаючи неефективне управління запасами, затримки у транспортуванні та високі витрати на зберігання продукції. Впровадження автоматизованих логістичних систем дозволяє значно оптимізувати ці процеси, забезпечуючи безперервність технологічного циклу та оперативний контроль за всіма етапами виробництва і дистрибуції.

Аналіз сучасних технологій автоматизації показав, що використання таких рішень як системи управління складом (WMS), системи управління транспортом (TMS) та системи управління ланцюгами поставок (SCM) дозволяє значно підвищити ефективність логістичних операцій. На прикладі інших галузей було доведено, що впровадження автоматизованих логістичних систем сприяє зниженню витрат, підвищенню продуктивності та покращенню якості обслуговування споживачів. Застосування цих технічних методів дозволяє оптимізувати логістичні процеси, підвищити ефективність управління ресурсами, знизити витрати і покращити якість обслуговування споживачів на пивоварних підприємствах, що є особливо важливим в умовах постійних змін і викликів, зокрема в умовах воєнного стану.

На основі проведеного аналізу було розроблено концепцію інтеграції автоматизованих логістичних систем у виробничі процеси пивоварного підприємства. Запропонована архітектура системи та структура бази даних забезпечують ефективне управління інформаційними потоками, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в ринковому середовищі та забезпечувати високу гнучкість виробничих процесів.

Запропоновані рекомендації щодо поетапного впровадження автоматизованих логістичних систем включають підготовку технічного

завдання, вибір постачальника системи, проведення тестування та навчання персоналу. Впровадження автоматизованих логістичних систем на пивоварному підприємстві дозволить забезпечити його конкурентоспроможність на ринку, підвищити ефективність виробництва та якість обслуговування споживачів, що є ключовими факторами успіху у сучасних умовах.

Аналіз існуючих автоматизованих логістичних систем у виробництві пива показав, що сучасні пивоварні підприємства активно впроваджують різноманітні технології для оптимізації логістичних процесів. Основні системи, які використовуються, включають системи управління складом (WMS), системи управління транспортом (TMS) та системи управління ланцюгами поставок (SCM). Ці системи дозволяють автоматизувати процеси відстеження запасів, планування маршрутів та управління поставками.

Вибір моделі автоматизованої логістичної системи для покращення якості послуг у виробництві пива ґрунтувався на аналізі існуючих технологій та їх адаптації до специфіки пивоварної галузі. Обрано інтегровану модель, яка об’єднує управління запасами, транспортуванням та зберіганням продукції.

Інтеграція автоматизованих логістичних систем у виробничі процеси пивоварного підприємства має значний потенціал для оптимізації логістичних операцій, підвищення ефективності управління ресурсами та забезпечення конкурентоспроможності підприємства. Результати цього дослідження можуть бути корисними як для практиків, що займаються оптимізацією виробничих та логістичних процесів, так і для науковців, які досліджують питання автоматизації та ефективного управління підприємствами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бандуля І.В. Реальна автоматизація малого бізнесу. Управління невеликою фірмою/ *Бандуля І. В., Боровик О. Е., Павлов Ю. В., Попов І. В.* – К.: Вид. TQM, 2022. – 392 с.
2. Бельтюков Є. А., Задорожко Г. І. Концептуальні підходи до формування інформаційної системи промислового підприємства. [Електронний ресурс]. – Режим доступу :https://economics.net.ua/files/archive/2012/No3-4/33-40.pdf
3. Бобух А.О.. Автоматизовані системи керування технологічними процесами : Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 185 с
4. Болтак, О. Л. Шляхи вдосконалення системи управління підприємством [Електронний ресурс] / О. Л. Болток // Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна». — Режим доступу: \www/URL: http://nauka.zinet.info/9/ boltak.php
5. Бородкіна І. Л. Web-технології та Web-дизайн: застосування мови HTML для створення електронних ресурсів / І. Л. Бородкіна, Р. О. Бородкін. К.: Вид. Ліра До. – 2020. – 212 с.
6. Герасимяк Р. П. Теорія автоматичного керування. Збірник задач: навчальний посібник / Р.П. Герасимяк. – О.: Наука і техніка, 2003. – 108 с.
7. Гладчук, О. Інноваційна економіка [Текст] / О. Гладчук // Науково-виробничий журнал. — 2013. — № 10(48). — С. 167–174.
8. Гоголюк П. Ф. Теорія автоматичного керування: навч. посіб. / П.Ф. Гоголюк, Т.М. Гречин. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. – 280 с.
9. Джонс Д. Ощадливе виробництво/ Деніел Джонс, Джеймс Вумек . – К., Вид. Фабула, 2018. – 448 с.

10. Дзюндзюк Б. В. Охорона праці. Збірник задач: навч. посібник/ Б. В. Дзюндзюк. – Харків: ХНУРЕ, 2006. – 236 с.
11. Дубовой В. М., Моделювання та оптимізація систем: підручник / В.М. Дубовой, Р.Н. Квєтний, О.І. Михальов, А.В.Усов. – Вінниця: «ТД «Еднльвейс», 2017. – 804 с.
12. Електромеханичні системи автоматичного керування та електрориводи: навч.посібник / М.Г. Поповіч, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.; за ред. М.Г.Поповіча, О.Ю.Лозинського. – К. : Либідь, 2005. – 680 с.
13. Ельперін І. В. Автоматизація виробничих процесів/ І. В. Ельперін. – К., 2022. – 378 с.
14. Євсєєв В.В., Андрусевич А.О., Власенков Д.П. Аналіз концепції Industry 4.0 в технології IIOT/ В. В. Євсєєв В.В., А. О. Андрусевич, Д. П. Власенков// Технология приборостроения. 2020, №1. С.64– 68.
15. Іванов Ю. Б. Теоретичні основи конкурентної стратегії підприємства: монографія / Ю. Б. Іванов, О. М. Тищенко, Г. В. Назарова; [за заг. ред. Ю. Б. Іванова, О. М. Тищенка]. – Харків : ІНЖЕК, 2016. – 192 с.
16. Кислий В.М. Логістика. Теорія та практика/ В. М. Кислий, О. А. Біловодська, О. М. Олефіренко, О. М. Соляник. – К. : Вид. Центр навчальної літератури, 2019. – 360 с.
17. Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи: підручник / С.П. Вислоух, О.В. Волошко, Г.С. Тимчик, М.В. Філіппова. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 228 с.
18. Ларіна Р. Р. Теоретико-методологічні основи формування регіональних логістичних систем: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. екон. наук : спец. 08.10.01 / Р. Р. Ларіна. – Харків, 2016. – 34 с.
19. Левошич О. Л., Крак Ю. В. Елементи теорії керування. Навчально-методичний посібник для студентів факультету кібернетики спеціальності

«Інформатика». – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2002. – 85 с.

20. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напр. «Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані Технології» / М.В. Лукінюк ; Нац. техн. ун-т України «Київськ. політехн. ін-т». – К. : КПІ, 2008. – 236 с.
21. Матвієнко-Біляєва Г. Л. Основи методики проведення контролінгу логістичної діяльності на машинобудівних підприємствах / Г. Л. МатвієнкоБіляєва // Управління розвитком: зб. наук. праць – Харків: ХНЕУ, 2019. – № 1. – С. 102–103.
22. Мокін Б. І. Математичні методи ідентифікації електромеханічних процесів: навч. посіб. / Б.І. Мокін, В.Б. Мокін, О.Б. Мокін. – Вінниця: «Універсум-Вінниця», 2005. – 300 с.
23. Невлюдов І. Ш. Виробничі процеси та обладнання об’єктів автоматизації [Текст]: підручник для студентів вищих навчальних закладів / І. Ш. Невлюдов. – Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2017. – 444 с.
24. Невлюдов І. Ш. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень: підручник / І. Ш. Невлюдов. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2019. 448 с.
25. Невлюдов І. Ш. Технічні засоби автоматизації: підручник /І. Ш. Невлюдов, А. О. Андрусевич, О. І. Филипенко, Н. П. Демська, С. П. Новоселов. – Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2019. 366 с.
26. Невлюдов І.Ш. Основи наукових досліджень: навч. посібник / І. Ш. Невлюдов, Ю. М. Олександров, А. О. Андрусевич, О. О. Чала. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2019. 396 с.

27. Нікулін О.А. Основи теорії автоматичного управління. Частотні методи аналізу та синтезу систем. / О.А. Нікулін. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 640 с.
28. Окландер М. А. Логістика / М. А. Окландер. – К.: Вид. Центр навчальної літератури, 2018. – 346 с.
29. Основи побудови комп'ютерно-інтегрованих систем [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньопрофесійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології кіберенергетичних систем» /Укладачі: С. В. Любицький, П. В. Новіков ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,5 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 77 с.
30. Павлиш В. А. Основи інформаційних технологій і систем / В. А. Павлиш, Л. К. Гліненко, Н. Б. Шаховська. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2018. – 620 с.
31. Пономаренко В. С. Стратегія розвитку підприємства в умовах кризи: монографія / В. С. Пономаренко, О. М. Тридід, М. О. Кизим. – Харків: ІНЖЕК, 2019. – 328 с.
32. Попович М. Г. Теорія автоматичного керування: Підручник / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. – Київ: «Либідь», 2007. – 656 с. – ISBN: 966-06-0447
33. Посібник з лекцій із дисципліни «Автоматизовані системи керування технологічними процесами» напрям підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Укладач : Карташов В.В. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 148 с.
34. Проць Я.І., Данилюк О.А., Лобур Т.Б. Автоматизація неперервних технологічних процесів: Навчальний посібник для технічних

спеціальностей вищих навчальних закладів. Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2008. – 239 с.

35. Рекомендації щодо розроблення навчальних планів / Уклад. В. П. Головенкін. – К. : Нац. техн. ун-т України «Київ. політех. ін-т», 2012. – 23 с.

36. Репнікова Н. Б. Теорія автоматичного керування: класика і сучасність; підручник / Н. Б. Репнікова. – К. : НТУУ «КПІ», 2011. – 328 с.

37. Румбешта В.О. Основи технології складання приладів: Підручник/ В.О. Румбешта. – К. : ІСДО, 2013.– 303 с.

38. Самсонова С. Ю. Аналіз методів автоматизації складської логістики виробничого підприємства / С. Ю. Самсонова // Автоматизація та приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2020). – Харків: ХНУРЕ, 2020. – Вип. 1. – С. 98–103.

39. Самсонова С. Ю., Сезонова І. К. Реінжиніринг процесів складської логістики на основі комплексів Kardex / С. Ю. Самсонова, І. К. Сезонова // Матеріали 6-ї Міжнародної науково-практичної конференції «TOPICAL ISSUES OF MODERN SCIENCE, SOCIETY AND EDUCATION»/ С. Ю. Самсонова, І. К. Сезонова. – Харків, 2021. – С. 473–477.

40. Системи автоматичного проектування САПР [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: http://joiner. org.ua/2rozrjad/2009-07-08-13-19-32/2009-07-24-08-10-10/ 2009-07-24-08-42-32.html. — Загол. з екрану.

41. Сучасні електромехатронні комплекси і системи: навч. посібник / Т.П. Павленко, В.М. Шавкун, О.С. Козлова, Н.П. Лукашова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 116 с.

42. Талюпа, Н. Сучасні підходи до удосконалення технології управління [Текст] / Н. Талюпа // Інвестиції: практика та досвід. — 2009. — № 8. — С. 49–50.

43. Теорія автоматичного керування: Навчальний посібник./Л.М. Артюшин, Б.В. Дурняк,О.А. Машков, М.С. Сівов. – Львів:Вид-твоУАД, 2004. – 272 с.
44. Теорія автоматичного управління: Підручник/За ред. Г.Ф. Зайцева. – К.:Техніка, 2002. – 668 с.
45. Трегуб В.Г. Автоматизація технологічних процесів: Курс лекцій для студентів напряму 0925 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” заочн. форми навчання – К.: НУХТ, 2007. – 42 с.
46. Цвіркун Л. І., Грулер Г. О. Робототехніка та мехатроніка: навчальний посібник. – Д. : Національний гірничий університет, 2007. – 216 с.
47. Шапуров, О. Сутність, роль і об’єктивна необхідність удосконалення управління підприємствами [Текст] / О. Шапуров // Актуальні проблеми економіки. — 2008. — № 8. — С. 138–146.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Факультет комп'ютерних наук
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) **бакалавр**
галузь знань:**15 – Автоматизація та приладобудування**
спеціальність:**151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри теоретичної
та прикладної системотехніки
_____д.т.н., проф. Шматков С. І.
«21» грудня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Гончаренка Івана Сергійовича
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи «**Модель логістичної системи промислового виробництва**» керівник роботи Мороз Ольга Юріївна, PhD, старший викладач ЗВО
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «03» травня 2024року № 4101-5/909

2.Строк подання студентом роботи 31 травня 2024 року

3. Перелік питань, які потрібно розробити

1) Огляд існуючих логістичних процесів, включаючи постачання сировини, виробництво, зберігання, та дистрибуцію при виробництві пива.

2) Аналіз логістичної ситуації в виробництві пива: вивчення поточних викликів та можливостей для оптимізації. Дослідження впливу автоматизації на логістичні показники.

3) Формулювання задач інтеграції автоматизованої системи у логістику виробництва пива. Оцінка потенційних технологій та методів інтеграції.

4) Проектування варіантів системи та вибір найкращої моделі. Визначення параметрів для оцінювання ефективності логістичної системи.

5) Реалізація та впровадження обраної моделі рішення в контексті виробництва пива.

6) Моніторинг показників та аналіз результатів після впровадження.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1.	Аналіз існуючих автоматизованих систем та їх компонентів у в виробництві пива	21.12.2023 - 25.01.2024
2.	Підходи до оцінки ефективності логістичних систем у виробництві пива	2.01.2024 - 2.02.2024
3.	Проектування та розробка автоматизованої логістичної системи для виробництва пива	2.01.2024 - 2.02.2024
4.	Вибір моделі автоматизованої логістичної системи для оптимізації виробництва пива	3.02.2024 - 30.03.2024
5.	Застосування та перевірка обраної моделі автоматизованої логістичної системи у виробництві пива	3.03.2024 - 30.04.2024
6.	Застосування і оцінка нової автоматизованої логістичної системи у виробництві пива	31.03.2024 - 27.05.2024
7.	Підсумки дослідження та рекомендації щодо оптимізації логістичних процесів у виробництві пива.	31.03.2024 - 27.05.2024
8.	Пропозиції для підвищення ефективності автоматизованих логістичних систем у виробництві пива.	31.03.2024 - 27.05.2024
9.	Підготовка статті за темою кваліфікаційної роботи	31.03.2024 - 27.05.2024
10.	Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи з дотриманням вимог до оформлення наукових праць	30.04.2024 - 27.05.2024
11.	Підготовка супровідних документів та презентації до захисту кваліфікаційної роботи перед атестаційною комісією.	30.04.2024 - 27.05.2024

5. Дата видачі завдання 21.12.2023

Студент І. С. Гончаренко _____
ініціали, прізвище підпис

Керівник роботи О. Ю. Мороз _____
ініціали, прізвище підпис

Додаток Б

Технічне завдання на розробку програмного вироби

«МОДЕЛЬ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА»

Назва розділу	Назва і зміст підрозділу
1. Введення	1.1. Назва проекту: Модель логістичної системи промислового виробництва 1.2. Галузь застосування: Логістика промислового виробництва, зокрема виробництво пива
2. Підстава для розробки	2.1. Освітній курс за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. 2.2. Завдання на дипломну роботу бакалавра, затверджено наказом ХНУ імені В. Н. Каразіна № 4101-5/909 від «03» травня 2024 р. (представить як Додаток А до пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи).
3. Призначення розробки	3.1. Мета: Розробка моделі логістичної системи для оптимізації процесів постачання, виробництва, зберігання та дистрибуції у виробництві пива. 3.2. Призначення: Застосування у підприємствах з виробництва пива для підвищення ефективності логістичних процесів за допомогою автоматизованої системи. 3.3. Початкові дані для розробки: Дані про логістичні процеси підприємства, інформація про поточні виклики та можливості оптимізації, технічні характеристики обладнання.
4. Технічні вимоги до програмного виробу	4.1. Функціональні характеристики: • Автоматизоване управління логістичними процесами від постачання сировини до дистрибуції готової продукції. • Оптимізація маршрутів доставки та зменшення витрат на логістику. • Інтеграція з існуючими системами управління виробництвом та запасами. 4.2. Надійність: • Забезпечення стабільної роботи системи 24/7. • Захист даних від несанкціонованого доступу. 4.3. Умови експлуатації:

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">

Робота в умовах промислового середовища з можливими перепадами температур та вологості.
Підтримка роботи з різними видами обладнання та програмного забезпечення.

4.4. Вимоги до складу і параметрів технічних засобів:

Сумісність з комп'ютерними системами, що використовуються на підприємстві.
Підтримка сучасних стандартів промислової автоматизації.

4.5. Сумісність:

Інтеграція з існуючими системами управління виробництвом (ERP, CRM).

4.6. Маркування та упаковка:

Електронне ліцензування та доставка програмного забезпечення.

4.7. Транспортування та зберігання:

Відсутність, оскільки продукт цифровий.

4.8. Спеціальні вимоги:

Відповідність нормам GDPR та іншим регуляціям конфіденційності даних.

</td></tr>
<tr><td>5. Вимоги до програмної документації.</td><td colspan="3">Повний пакет документації, включаючи керівництво користувача, технічну специфікацію, інструкції з установки та налаштування.</td></tr>
<tr><td>6. Техніко-економічні показники</td><td colspan="3">Розробка системи передбачає зниження витрат на логістичні процеси та збільшення продуктивності виробництва, знижуючи час на обробку замовлень та витрати на транспортування.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">7. Стадії і етапи розробки</td><td>1 етап</td><td>Аналіз існуючих автоматизованих систем та їх компонентів у в виробництві пива</td><td>21.12.2023 – 25.01.2024</td></tr>
<tr><td>2 етап</td><td>Підходи до оцінки ефективності логістичних систем у виробництві пива</td><td>2.01.2024 – 2.02.2024</td></tr>
<tr><td>3 етап</td><td>Проектування та розробка автоматизованої логістичної системи для виробництва пива</td><td>2.01.2024 – 2.02.2024</td></tr>
<tr><td>4 етап</td><td>Вибір моделі автоматизованої логістичної системи для оптимізації виробництва пива</td><td>3.02.2024 – 30.03.2024</td></tr>
<tr><td>5 етап</td><td>Застосування та перевірка обраної моделі автоматизованої логістичної системи у виробництві пива</td><td>3.03.2024 – 30.04.2024</td></tr>
</table>

	6 етап	Застосування і оцінка нової автоматизованої логістичної системи у виробництві пива	31.03.2024 – 27.05.2024
	7 етап	Підсумки дослідження та рекомендації щодо оптимізації логістичних процесів у виробництві пива.	31.03.2024 – 27.05.2024
	8 етап	Пропозиції для підвищення ефективності автоматизованих логістичних систем у виробництві пива.	31.03.2024 – 27.05.2024
	9 етап	Підготовка статті за темою кваліфікаційної роботи	31.03.2024 – 27.05.2024
	10 етап	Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи з дотриманням вимог до оформлення наукових праць	30.04.2024 – 27.05.2024
	11 етап	Підготовка супровідних документів та презентації до захисту кваліфікаційної роботи перед атестаційною комісією.	30.04.2024 – 27.05.2024
8. Порядок контролю і приймання	1. Внутрішній контроль: Проводиться технічним керівником проекту на кожному етапі розробки для забезпечення відповідності технічному завданню і стандартам якості 2. Зовнішній контроль: Включає тестування залученими експертами та кінцевими користувачами для оцінки функціональності та зручності системи. 3. Приймання робіт: Фінальне затвердження системи кафедрою та замовником після успішного завершення всіх тестів і корекцій.		

Виконавець

студент групи КУ-41

Гончаренко І.С.

Замовник

PhD, ст.викл.ЗВО кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

МОРОЗ О.Ю.

Додаток В

Програма і методика випробувань програмного вироби

«МОДЕЛЬ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА»

1 Об'єкт випробувань

1.1 Назва: **Модель логістичної системи промислового виробництва**

1.2 Область застосування: Логістика промислового виробництва, зокрема виробництво пива

2. Мета випробувань

Загальна мета: Оцінка ефективності розробленої моделі логістичної системи в умовах реального виробництва пива.

Специфічні цілі:

- Перевірка функціональності моделі у різних логістичних процесах.
- Оцінка впливу моделі на продуктивність та ефективність виробництва.
- Аналіз зниження витрат та підвищення ефективності логістичних процесів.

3. Загальні положення

3.1 Підстави для проведення випробувань

Вимоги акредитаційної комісії університету.

3.2 Місце і тривалість випробувань

Виробничий майданчик пивоварні, тривалість один місяць.

3.3 Обсяг випробувань

Повний цикл випробувань всіх модулів системи.

3.4 Організації, які беруть участь у випробуваннях

ХНУ імені В. Н. Каразіна

4. Вимоги до програми або програмного виробу

4.1. Функціональні характеристики:

- Автоматизоване управління логістичними процесами від постачання сировини до дистрибуції готової продукції.
- Оптимізація маршрутів доставки та зменшення витрат на логістику.
- Інтеграція з існуючими системами управління виробництвом та запасами.

4.2. Надійність:

- Забезпечення стабільної роботи системи 24/7.
- Захист даних від несанкціонованого доступу.

4.3. Умови експлуатації:

- Робота в умовах промислового середовища з можливими перепадами температур та вологості.
- Підтримка роботи з різними видами обладнання та програмного забезпечення.

4.4. Вимоги до складу і параметрів технічних засобів:

- Сумісність з комп'ютерними системами, що використовуються на підприємстві.
- Підтримка сучасних стандартів промислової автоматизації.

4.5. Сумісність:

- Інтеграція з існуючими системами управління виробництвом (ERP, CRM).

4.6. Маркування та упаковка:

- Електронне ліцензування та доставка програмного забезпечення.

4.7. Транспортування та зберігання:

- Відсутність, оскільки продукт цифровий.

4.8. Спеціальні вимоги:

Відповідність нормам GDPR та іншим регуляціям конфіденційності даних.

5. Вимоги до програмної документації

Детальне керівництво користувача, технічна документація, документація API.

6. Засоби і порядок випробувань

6.1 Засоби випробувань

Комп'ютерні системи та програмне забезпечення для симуляції управління проектами.

6.2 Порядок проведення випробувань

Тест 1: Побудова імітаційної моделі

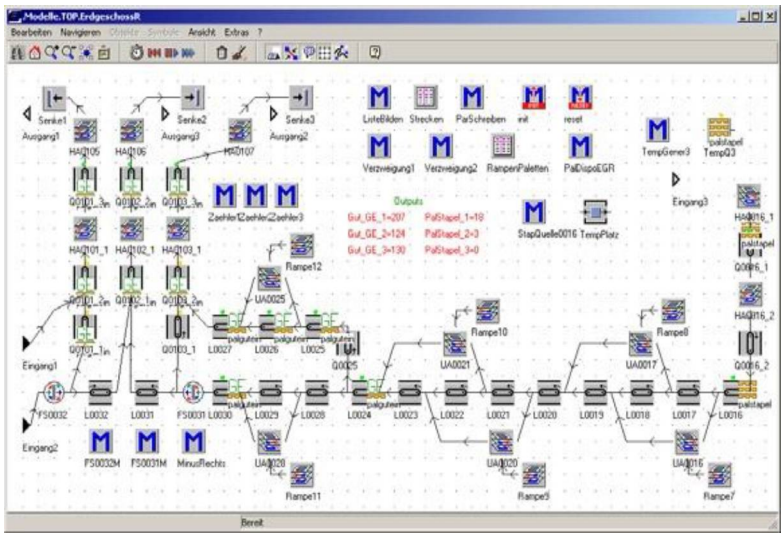

Рисунок В.1 – Фрагмент імітаційної моделі, виконаної за допомогою em-plant

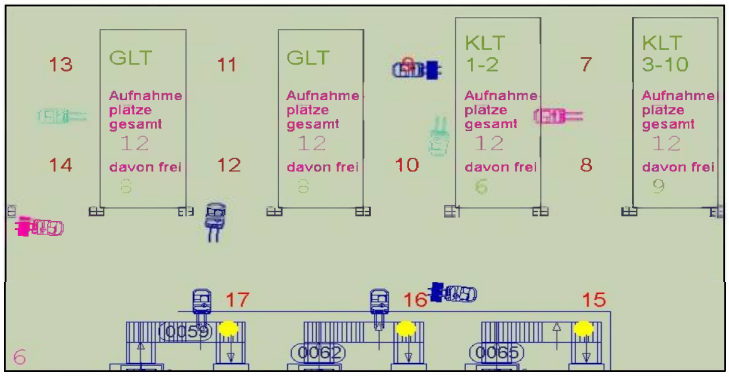

Рисунок В.2 – Фрагмент анімаційної моделі, виконаної за допомогою Proof Animation

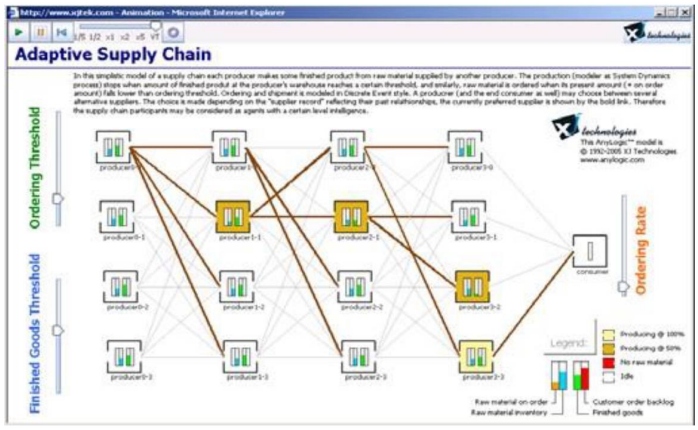

Рисунок В.3 – Модель ланцюга поставок, виконана за допомогою Anylogic

Тест 2: Перевірка результатів

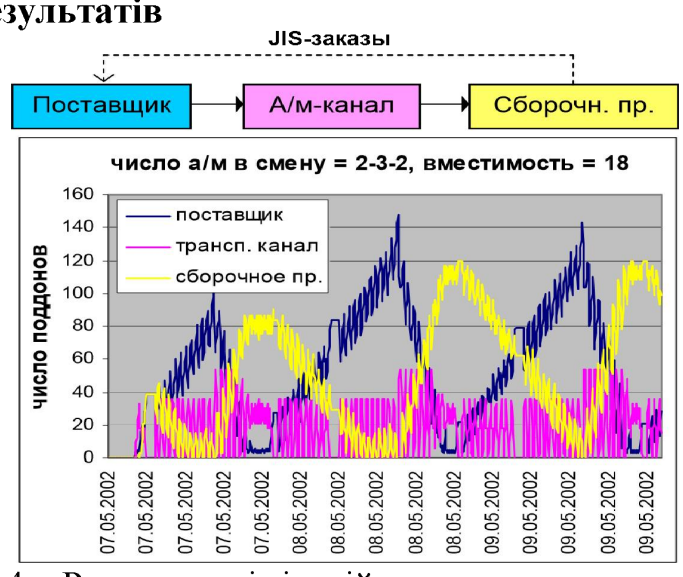

Рисунок В.4 – Результати імітаційного моделювання на em-plant

Все працює стабільно та має правильні результати.

Тест 3: Інтерфейс для користувача

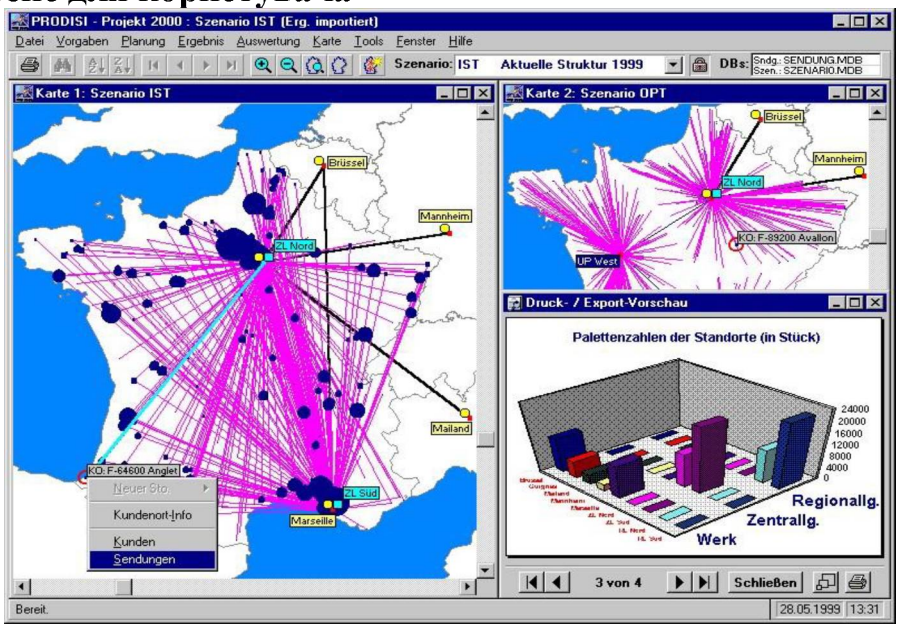

Рисунок В.5 – Інтерфейс користувача пакета PRODISI

Висновки: при вдалому виконанні всіх 3 тестів випробування розробленого додатку вважаються успішними.

Виконавець
студент групи КУ-41
Гончаренко І.С.

Додаток Г

Таблиця Г.1.

Структура інтегрованого інформаційного середовища підприємства

Стадія життєвого циклу	Інформація середовища	Процеси	Інформація виробу
1	2	3	4
Конструкторська підготовка виробництва		Маркетинг, визначення вимог до виробу	Загальна база даних про виріб
		Створення концепції виробу в електронній формі	
		Формування структури та складу виробу	
		Проектні розрахунки та моделювання	
		Створення геометричної 3Dмоделі виробу	
		Створення зразків деталей і компонентів	
		Контрольне складання	
		Перевірочні розрахунки і моделювання	
Технологічна підготовка виробництва		Розробка технологій механообробки і керувальних програм	
		Розробка технологій складання і монтажу	
		Розробка технології контролю та випробувать	

	2	3	4
Організаційноекономічна підготовка виробництва	(Загальна база даних про технологічне середовище процеси та ресурси)	Оперативно-календарне планування	Загальна база даних про виріб
		Закупівля матеріалів і комплектуючих	
		Вхідний контроль	
Виробництво		Обробка	
		Контроль деталей в процесі обробки	
		Складання (монтаж)	
		Перевірка та випробування готового виробу	
		Консервація, упаковка та зберігання	
Поствиробнича стадія		Відвантаження, транспортування	
		Монтаж у споживача	
		Експлуатація, обслуговування та ремонт	
		Утилізація	

Таблиця Г.2.

Засоби розробки автоматизованої логістичної системи промислового виробництва пива

Засіб	Призначення
SAP Extended Warehouse Management	Автоматизація процесів приймання, зберігання, переміщення та відвантаження продукції
Oracle Warehouse Management	Підвищення точності управління запасами та зменшення ризику помилок
Manhattan Associates WMS	Оптимізація складських операцій, контроль за рівнем запасів та інтеграція з іншими системами
JDA TMS	Планування та контроль маршрутів доставки, оптимізація завантаження транспорту
Manhattan Associates TMS	Зниження витрат на транспортування та покращення контролю за доставками
Oracle Transportation Management	Моніторинг транспортних засобів у режимі реального часу та аналіз ефективності транспортних операцій
SAP Integrated Business Planning	Координація логістичних процесів, планування попиту та постачань
Oracle SCM Cloud	Управління ланцюгами поставок, контроль якості та інтеграція з фінансовими системами
Infor Supply Chain Management	Планування попиту, управління запасами та контроль за якістю
AnyLogic	Моделювання складних логістичних систем із використанням агентного, дискретно-подійного та системно-динамічного підходів
Arena	Створення детальних моделей логістичних процесів та проведення імітаційних експериментів
Simio	Аналіз результатів моделювання для виявлення потенційних проблем та визначення шляхів їх вирішення
Microsoft Excel	Обробка та візуалізація даних, аналіз результатів дослідження
Tableau	Візуалізація результатів дослідження для полегшення прийняття управлінських рішень
Power BI	Аналіз даних та створення інтерактивних звітів для контролю ефективності логістичних процесів
Microsoft Project	Планування етапів впровадження, розподіл завдань та контроль за виконанням робіт
Trello	Координація дій учасників проекту та забезпечення своєчасного виконання завдань
Asana	Управління проектами та командною роботою для досягнення поставлених цілей