

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет
імені Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра інтелектуальних інформаційних систем

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри інтелектуальних
інформаційних систем, д-р техн. наук, проф.

_____ Ю. П. Кондратенко

« ____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

ВЕБЗАСТОСУНОК ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ
ВІДДІЛУ ВИРОБНИЦТВА

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

122 – БКР – 402.21610307

Виконав студент 4 курсу, групи 402

_____ *Косолап І.Д.*

« ____ » _____ 2024 р.

Керівник: старший викладач

_____ *І.С. Бурлаченко*

« ____ » _____ 2024 р.

Миколаїв – 2024

Чорноморський національний університет ім. Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра інтелектуальних інформаційних систем

Освітньо-кваліфікаційний рівень **бакалавр**
Спеціальність **122 «Комп'ютерні науки»**
(шифр і назва)
Галузь знань **12 «Інформаційні технології»**
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри інтелектуальних
інформаційних систем, д-р техн. наук, проф.
_____ Ю. П. Кондратенко
«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на бакалаврську кваліфікаційну роботу

Видано студенту групи 402 факультету комп'ютерних наук Косолап Ілля Денисович.

1. Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Веб-застосунок для технічного оснащення виробництва».

Керівник роботи Бурлаченко І.С., ст. викладач.

Затв. наказом Ректора ЧНУ ім. Петра Могили від «___» ____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом роботи «___» ____ 20__ р.

3. Вхідні (початкові) дані до роботи: відомості про процес виробництва, приклади аналогів систем.

4. Перелік питань, які потрібно розглянути (зміст пояснювальної записки):

- аналіз предметної сфери;
- математичні методи та моделі виробництва;
- проектування застосунку;
- розробка застосунку;
- охорона праці.

5. Перелік графічних матеріалів: презентація.

6. Завдання до спеціальної частини: « _____ - _____ »

7. Консультанти:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис
Спеціальна частина з охорони праці	Алексєєва А. О., доцент кафедри екології	

Керівник роботи ст. викладач Бурлаченко І.С.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завдання прийнято до виконання Косолап І.Д.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Дата видачі завдання «__» _____ 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
Виконання кваліфікаційної роботи

Тема: Вебзастосунок для технічного оснащення відділу виробництва

№	Найменування роботи	Початок	Закінчення	Примітки
1	Подання заяви на затвердження теми та керівників КРБ	10.11.2023	15.11.2023	Виконано
2	Отримання завдання на виконання КРБ	10.01.2024	15.01.2024	Виконано
3	Складання календарного плану роботи на весь період виконання КРБ	16.01.2024	30.01.2024	Виконано
4	Отримання завдання на переддипломну практику	15.04.2024	29.04.2024	Виконано
5	Проходження переддипломної практики, збір та аналіз матеріалів до КРБ	29.04.2024	11.05.2024	Виконано
6	Розробка звіту з переддипломної практики	12.05.2024	15.05.2024	Виконано
7	Виконання КРБ: аналіз сучасного стану прогнозування часових рядів, огляд існуючих технологій, розробка додатку	13.05.2024	22.06.2024	Виконано
8	Перший попередній захист КРБ на засіданні комісії кафедри	27.05.2024	22.06.2024	Виконано
9	Доробка та остаточне оформлення КРБ	28.05.2024	09.06.2024	Виконано
10	Другий попередній захист КРБ на засіданні комісії кафедри	10.06.2024	10.06.2024	Виконано
11	Подання КРБ рецензенту	13.06.2024	13.06.2024	Виконано
12	Подання КРБ, її електронної копії та інших документів (відгуку, рецензії) до захисту	17.06.2024	21.06.2024	Виконано
13	Захист КРБ перед екзаменаційною комісією (ЕК)	24.06.2024	28.06.2024	Виконано

Розробив студент Косолап І.Д. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник роботи ст. викладач Бурлаченко І.С. _____
(наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

« _____ » _____ 2024 р.

АНОТАЦІЯ

**кваліфікаційної роботи студента групи 402 ЧНУ ім. Петра Могили
Косолапа Іллі Денисовича**

Тема: «Вебзастосунок для технічного оснащення відділу виробництва»

Актуальність теми полягає у необхідності впровадження сучасних інформаційних технологій для покращення управління технічними ресурсами у виробництві. Це дозволяє підвищити ефективність виробничих процесів, знизити витрати та покращити взаємодію між різними підрозділами підприємства.

Об'єктом роботи є процеси управління технічними ресурсами у виробництві, включаючи планування, розподіл, контроль та оптимізацію використання технічного оснащення.

Предметом роботи є веб-застосунки, методи та алгоритми, які забезпечують ефективне управління технічними ресурсами у виробництві. Дослідження охоплює проектування архітектури системи, розробку математичних моделей для оптимізації використання ресурсів, реалізацію функціональних можливостей веб-застосунку та його інтеграцію з існуючими системами.

Метою кваліфікаційної роботи є створення веб-застосунку для технічного оснащення відділу виробництва, який дозволить автоматизувати процеси управління технічними ресурсами, підвищити продуктивність та знизити витрати на їхнє використання.

Пояснювальна записка складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків. У першому розділі розглянуто аналіз технічного оснащення виробництва та визначення вимог до веб-застосунку. У другому розділі описано розроблені математичні моделі для оптимізації використання ресурсів та їх взаємозв'язок з технічним оснащенням. У третьому розділі представлено проектування системи, включаючи архітектуру та вимоги до функціональності. У четвертому розділі описано процес розробки веб-застосунку, використані технології та інструменти, а також результати тестування системи.

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 56 сторінок, включає 1 таблицю, 12 рисунків, 31 джерело та 8 формул.

Ключові слова: веб-застосунок, виробництво, оптимізація, управління, технічне оснащення, автоматизація.

ABSTRACT

**to the bachelor's thesis of the student of group 402 of the Petro Mohyla Black
Sea National University**

Kosolap Illia Denysovych

**on the topic: "Web Application for the Technical Equipment of the
Production Department"**

The relevance of the topic lies in the need to implement modern information technologies to improve the management of technical resources in production. This allows for increased efficiency of production processes, reduced costs, and improved interaction between different departments of the enterprise.

The object of the research is the processes of managing technical resources in production, including planning, distribution, control, and optimization of the use of technical equipment.

The subject of the research is web applications, methods, and algorithms that ensure effective management of technical resources in production. The research covers the design of the system architecture, development of mathematical models for optimizing resource use, implementation of the functional capabilities of the web application, and its integration with existing systems.

The aim of this research is to create a web application for the technical equipment of the production department, which will automate the management processes of technical resources, increase productivity, and reduce costs associated with their use.

The explanatory note consists of an introduction, five chapters, and conclusions. The first chapter examines the analysis of the technical equipment of production and the definition of requirements for the web application. The second chapter describes the developed mathematical models for optimizing resource use and their relationship with technical equipment. The third chapter presents the system design, including architecture and functionality requirements. The fourth chapter describes the development process of the web application, the technologies and tools used, as well as the results of system testing. The fifth chapter addresses issues of safety and labor protection during the development and use of the web application.

The bachelor's qualification work consists of 56 pages, includes 1 table, 12 figures, 31 sources and 8 formuls.

Keywords: web application, production, optimization, management, technical equipment, automation.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА.....	8
1.1 Огляд технічного оснащення виробництва.....	8
1.2 Визначення основних принципів та підходів до організації технічного оснащення.....	10
1.3 Аналіз сучасних підходів до вирішення проблем організації технічного оснащення.....	12
Висновки до Розділу 1.....	16
2 МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ВИРОБНИЦТВА.....	18
2.1 Процеси виробництва та їх взаємозв'язок з технічним оснащенням.....	18
2.2 Розробка математичних моделей для оптимізації використання ресурсів технічного оснащення.....	20
2.3 Застосування математичних моделей.....	26
Висновок до Розділу 2.....	29
3 ПРОЄКТУВАННЯ ЗАСТОСУНКУ.....	31
3.1 Вимоги до вебзастосунку для організації технічного оснащення відділу виробництва.....	31
3.2 Архітектура та функціональні можливості веб-застосунку.....	32
Висновок до Розділу 3.....	35
4 РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСТОСУНКУ.....	36
4.1 Процес розробки веб-застосунку.....	36
4.2 Технології та інструменти, використані під час розробки.....	39
4.3 Розробка інтерфейсу користувача та інші аспекти проектування.....	42

Висновок до Розділу 4.....	44
ВИСНОВКИ.....	46
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	48
ДОДАТОК А БЛОК-СХЕМА ЗАСТОСУНКУ.....	52

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

БД	– база даних
ЕОМ	– електронна обчислювальна машина
ІС	– інформаційна система
ДС	– дата сет
DB	– data base
DS	– data set

ВСТУП

Організація технічного забезпечення у виробництві є ключовим аспектом у забезпеченні ефективного функціонування та конкурентоздатності підприємства. Враховуючи постійний технологічний прогрес та зміну вимог ринку, важливо стежити за оновленням та вдосконаленням технічних засобів та систем, які використовуються на виробництві. Доцільне розглядання та впровадження новітніх технологій та обладнання може покращити якість продукції, збільшити продуктивність та знизити витрати на виробництво. Більше того, правильно організоване технічне забезпечення сприяє підвищенню безпеки праці, оптимізації робочих процесів та забезпеченню стабільності виробничого середовища. Отже, аналіз та належне управління технічними ресурсами стають необхідними компонентами стратегії успішного виробництва.

Для сучасних виробничих підприємств інформаційні системи та веб-застосунки стали невід'ємною складовою управління технічним забезпеченням. Вони допомагають у зборі, аналізі та обробці даних, що стосуються стану обладнання, запасів, технічного обслуговування та інших аспектів виробничого процесу. Використання інформаційних систем дозволяє забезпечити оперативний доступ до необхідної інформації, координацію роботи різних підрозділів підприємства та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Одним з ключових напрямків використання інформаційних систем у виробництві є впровадження систем моніторингу та діагностики обладнання. Ці системи автоматично збирають дані про роботу машин та обладнання, аналізують їх стан та прогнозують можливі відмови. Це дозволяє вчасно виявляти потенційні проблеми та планувати їх усунення, що зменшує ризик невиробничих втрат та підвищує загальну ефективність виробництва.

Крім того, інформаційні системи використовуються для автоматизації процесів управління запасами та матеріальними ресурсами. Завдяки їм, можна контролювати рух матеріалів на підприємстві, оптимізувати рівень запасів,

планувати закупівлі та виробничі процеси. Це дозволяє знизити витрати на утримання запасів, уникнути дефіцитів матеріалів та забезпечити неперервну роботу виробничих ліній.

Наступним важливим аспектом є використання веб-застосунків для забезпечення комунікації та співпраці між різними підрозділами підприємства, а також з постачальниками та клієнтами. Вони дозволяють обмінюватися інформацією, планувати виробничі завдання, контролювати процеси в реальному часі та швидко реагувати на зміни у виробничому середовищі.

Загалом, використання інформаційних систем та вебзастосунків є важливим кроком у модернізації технічного забезпечення виробництва. Вони дозволяють підприємствам збільшити продуктивність, покращити якість продукції та знизити витрати, що є ключовими факторами успіху в сучасному конкурентному середовищі.

Метою даної роботи є створення вебзастосунку для технічного оснащення відділу виробництва. У теперешній час, коли використання інформаційних систем стало звичайним кроком для покращення швидкості та взаєморозуміння потреб користувачів цих систем, розробка веб-застосунку може спростити взаємодію між різними підрозділами підприємства, які відповідають за управління технічними ресурсами.

Об'єктом дослідження виступає процес контролю використання засобів та стану інструментального оснащення на всіх етапах виробництва.

Предмет дослідження – математичні моделі для оптимізації використання ресурсів технічного оснащення.

Для виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи треба виконати наступні **завдання**:

- 1) проаналізувати програмне забезпечення та алгоритми управління технічними ресурсами у виробництві;
- 2) дослідити математичні методи та моделі управління виробництвом;

- 3) спроектувати застосунок для управління технічними ресурсами у виробництві;
- 4) розробити інформаційну модель бази даних та серверну частину для моніторингу ресурсів виробництва;
- 5) розробити спеціальну частину з охорони праці.

Методологія і методи досліджень – для досягнення визначених задач були використані технології програмування, а також вивчення технічної літератури для поняття виробництва та потреб відділу технічного оснащення виробництва.

Апробація результатів бакалаврської кваліфікаційної роботи була проведена 20-23 червня на XXI міжнародній науковій конференції «Ольвійський форум-2024: стратегії країн причорноморського регіону в геополітичному просторі».

Практична значимість даної роботи у тому, що завдяки цьому розробленому застосунок можна впровадити доцільний, справний контроль за складом підприємства з мінімальними витратами на організацію інфраструктури хостингу на базі RaspberryPi.

Публікації. За результатами бакалаврської роботи опубліковані тези доповіді “ERP для обліку комплектуючих на базі RaspberryPi” на XXI міжнародній науковій конференції «Ольвійський форум-2024: стратегії країн причорноморського регіону в геополітичному просторі».

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ВИРОБНИЦТВА

1.1 Огляд технічного оснащення виробництва

Основною функцією будь-якого підприємства є виробнича діяльність, яка, спільно з фінансовою та маркетинговою діяльністю, сприяє досягненню його цілей. Виробнича діяльність охоплює сукупність спрямованих на результат процесів, що виконуються людьми з використанням різних засобів праці або природних процесів. Ці процеси перетворюють предмети праці в готову продукцію, змінюючи їхній склад, стан, форму та властивості. Виробнича діяльність включає виробництво, що передбачає процес створення кінцевої продукції, а також обслуговування виробництва, таке як енергетичне забезпечення, ремонт, транспортування, складське господарство та інше.

Центральною частиною виробничої діяльності є жива праця людей, які є основними творцями матеріальних і нематеріальних благ. Також важливі предмети праці, над якими людина працює для перетворення їх у проміжний або кінцевий продукт з метою задоволення певних потреб споживачів, та засоби праці, що включають у себе машини, обладнання, інструменти та інше, за допомогою яких людина впливає на предмети праці.

Організація виробництва полягає в упорядкуванні та координації всіх елементів та ресурсів виробництва як єдиного цілого з метою ефективного господарювання та досягнення позитивних результатів. Важливою аспектом організації виробництва є врахування закономірностей і принципів, які доповнюють дію законів та визначають їх прояв у конкретних умовах.

Закони організації виробництва, такі як закон адаптації, пріоритету, корисного ефекту, руху та оптимальності, забезпечують раціональне функціонування системи виробництва. Їх дія пояснюється системою закономірностей, що визначають умови та напрямки розвитку виробничої системи.

Організація виробництва розглядається як наука, яка включає систему знань та процес з використанням відповідних технологій, форм та методів. Важливі аспекти включають методологічний, організаційний, економічний, технологічний та правовий аспекти. Вони спільно визначають ефективність функціонування системи виробництва та її розвиток відповідно до основних тенденцій економічного розвитку.

Огляд технічного оснащення виробництва включає комплексну оцінку обладнання, машин, інструментів та оснащення, транспортних засобів, інфраструктури та енергетичних систем, які є критичними для ефективної роботи виробничого процесу. Розгляд обладнання та машин охоплює оцінку їхнього стану та функціональності, відповідність поточним виробничим потребам, а також ідентифікацію можливостей для їх модернізації або заміни, що забезпечує вдосконалення рівня автоматизації та впровадження новітніх технологій.

Аналіз інструментів та оснащення зосереджений на перевірці якості та ефективності наявних засобів, необхідності їх оновлення для оптимізації виробничих процесів і можливостях використання спеціалізованих інструментів для підвищення якості та продуктивності. Транспортні засоби виробництва проходять перевірку стану та оцінку ефективності з подальшим аналізом витрат на їх експлуатацію і сервісне обслуговування, а також розглядом можливостей для оптимізації логістики.

Оцінка інфраструктури включає аналіз стану будівель, складських приміщень та інших виробничих споруд, визначення потреб у їх ремонті чи модернізації, і розгляд можливостей для раціоналізації використання простору. Енергетичні системи розглядаються через призму ефективності систем енергозабезпечення, використання альтернативних джерел енергії та вдосконалення енергоефективності процесів.

Завершує огляд технічного оснащення аналіз систем контролю якості, оцінка їх відповідності стандартам та вимогам, і виявлення шляхів для оптимізації процесів контролю якості. Такий комплексний підхід дозволяє не тільки

підтримувати, але й постійно вдосконалювати технічну оснащеність виробництва, забезпечуючи його високу продуктивність і конкурентоспроможність.

Ретельний огляд та аналіз технічного оснащення дозволяє підприємствам ідентифікувати слабкі місця, розробляти стратегії покращення та досягати вищих стандартів ефективності та конкурентоспроможності.

1.2 Визначення основних принципів та підходів до організації технічного оснащення

Визначення та реалізація принципів організації технічного оснащення виробництва є ключовими для забезпечення його ефективності, адаптивності та безпеки. Основою такої організації є принцип ефективності, який передбачає максимізацію результативності використання ресурсів та досягнення стратегічних цілей підприємства. Принцип ефективності може бути здійснено шляхом впровадження сучасного обладнання, яке забезпечує високу продуктивність та ефективність виробничих процесів. Наприклад, використання роботизованих ліній у виробництві автомобілів дозволяє зменшити час виготовлення та збільшити точність операцій, що призводить до підвищення загальної продуктивності.

Гнучкість технічного оснащення, що дозволяє швидко адаптуватися до змін у виробничому середовищі та потребах споживачів, також є критичною. Принцип гнучкості може бути продемонстрований через застосування модульних систем виробництва, які дозволяють швидко змінювати конфігурацію обладнання для виробництва різноманітних продуктів. Наприклад, в упаковочній промисловості модульні лінії дозволяють легко переконфігурувати упаковочні процеси для різних типів продукції.

Інтеграція технічного оснащення з іншими аспектами діяльності підприємства, як-от виробництво, логістика та управління, сприяє створенню єдиної ефективної системи. Принцип інтеграції може бути показаний через впровадження систем автоматизації виробничих процесів, які інтегруються з

системами управління виробництвом та складського обліку. Наприклад, виробничі лінії, які автоматично синхронізуються з системами управління запасами, дозволяють забезпечувати безперервний потік матеріалів без зайвих запасів.

Принцип безпеки займає особливе місце, оскільки організація технічного оснащення має забезпечувати високий рівень захисту працівників і зниження ризиків для виробничого процесу. Водночас, інноваційність стає обов'язковою умовою для забезпечення постійного оновлення та вдосконалення обладнання та технологій з урахуванням останніх досягнень науки та техніки. Принцип безпеки може бути реалізований через використання сучасних систем моніторингу та контролю за станом обладнання та робочого середовища. Наприклад, системи відеоспостереження та аварійного відключення автоматично реагують на небезпечні ситуації та допомагають запобігати травмам та аваріям на робочому місці.

Економічність організації технічного оснащення повинна бути обґрунтована не тільки з точки зору безпосередніх витрат, але й в контексті довгострокового впливу на вартість і прибутковість виробництва. Також, екологічність оснащення важлива для врахування впливу на довкілля та дотримання принципів сталого розвитку.

Таким чином, цілісний підхід до організації технічного оснащення, що базується на вищезгаданих принципах, відіграє фундаментальну роль у стратегічному розвитку підприємства, забезпечуючи його стійкість та успішність на довготривалий період.

Ці приклади ілюструють, як впровадження принципів організації технічного оснащення сприяє покращенню ефективності, гнучкості, інтеграції та безпеки виробничих процесів підприємства.

1.3 Аналіз сучасних підходів до вирішення проблем організації технічного оснащення

Методи організації технічного оснащення та застосування сучасних технологічних рішень становлять фундамент для оптимізації виробничих процесів та збільшення загальної ефективності виробництва. Розуміння та впровадження цих методів є критичним для підтримання конкурентоздатності підприємства в сучасному динамічному економічному середовищі. Системний підхід до управління запасами, оптимізація виробничих процесів, підвищення якості продукції, автоматизація та інновації в технологічних процесах — всі ці аспекти спільно формують основу для створення ефективного та адаптивного виробничого ландшафту.

Just-In-Time (JIT) являє собою стратегію управління запасами, яка спрямована на забезпечення виробництва необхідними матеріалами та компонентами саме в момент їх потреби, мінімізуючи при цьому затрати на зберігання та управління запасами. Цей підхід дозволяє значно знизити обсяги незатребуваних запасів на складах та оптимізувати витрати, пов'язані з їх утриманням. Основна мета JIT полягає у створенні такої логістичної системи, де кожен елемент ланцюга поставок точно відповідає поточним виробничим вимогам.

З іншого боку, Lean Manufacturing орієнтована на системне вдосконалення виробничих процесів шляхом мінімізації витрат і відходів. Ця методологія передбачає інтеграцію принципів ефективності на кожному етапі виробництва, від сировини до готового продукту, що сприяє постійному поліпшенню якості та продуктивності. Серед ключових аспектів Lean Manufacturing — визначення та усунення будь-яких процесів, які не додають цінності до кінцевого продукту, з метою досягнення максимальної ефективності без жертвування якістю.

Total Quality Management (TQM) розглядається як комплексний підхід до управління якістю, який охоплює всі рівні організації. Цей метод акцентує на

важливості систематичних зусиль щодо поліпшення якості продукції та процесів на всіх етапах виробництва. Основними елементами TQM є залучення всіх співробітників до процесу постійного вдосконалення, фокус на задоволення та перевершення очікувань споживачів, а також використання системного підходу для аналізу та вирішення проблем. Впровадження TQM на практиці передбачає активну участь керівництва у формуванні культури якості та орієнтації на клієнта, що забезпечує основу для більш глибокої інтеграції внутрішніх процесів підприємства.

Автоматизація виробництва є ще однією важливою тенденцією, що змінює підходи до організації технічного оснащення. Використання роботизованих систем та програмного забезпечення для контролю виробничих процесів дозволяє підвищити продуктивність, знизити витрати на робочу силу та покращити якість кінцевого продукту. Сучасні автоматизовані системи забезпечують високу точність виконання операцій, що особливо важливо у виробництвах з високими вимогами до якості та безпеки продукції.

Системи інтернету речей (IoT) інтегрують сенсори та інтелектуальні пристрої у фізичне обладнання, що дозволяє здійснювати моніторинг і управління виробничими процесами в реальному часі. Ця технологія надає можливість для точного збору даних про стан обладнання, оптимізації використання ресурсів, а також раннього виявлення та усунення неполадок, значно підвищуючи ефективність виробництва.

Хмарні технології трансформують спосіб зберігання, обробки та аналізу даних, що збираються під час виробничих процесів. Використання хмарних рішень дозволяє компаніям знижувати витрати на ІТ-інфраструктуру, забезпечувати вищу доступність та масштабування ресурсів у відповідності до поточних потреб. Такий підхід сприяє більш ефективному використанню даних для прийняття управлінських рішень та підвищенню загальної продуктивності підприємства.

Загалом, сучасні методи та технологічні рішення, які використовуються в організації технічного оснащення, забезпечують підприємствам важливі переваги, що відіграють ключову роль у підтримці їх конкурентоспроможності на ринку. Інтеграція цих методів у повсякденну діяльність дозволяє не тільки підвищити ефективність і продуктивність, але й сприяє гнучкості виробничих процесів, здатних швидко адаптуватися до змін у попиті та виробничих умовах.

Оптимізація використання ресурсів та мінімізація витрат є фундаментальними аспектами, які спонукають підприємства до впровадження інноваційних технологічних рішень. Наприклад, розумне використання енергоресурсів та сировини, підтримане даними із сенсорів IoT, дозволяє підприємствам значно знизити виробничі витрати, що є вирішальним для підтримки рентабельності в умовах високої конкуренції.

Також, ці методи і технології допомагають підвищити рівень задоволення споживачів, оскільки кінцевий продукт стає вищої якості завдяки точному контролю виробничих процесів і зменшенню кількості браку. Це, в свою чергу, сприяє покращенню іміджу компанії та збільшенню лояльності клієнтів.

Науковий підхід до вдосконалення виробничих процесів також включає застосування методів моделювання та симуляції, що дозволяють передбачити потенційні проблеми та оптимізувати робочі процедури до їх фактичного впровадження на виробництво. Такий підхід забезпечує більш глибоке розуміння виробничих процесів і сприяє розробці більш ефективних рішень для управління виробництвом.

Таблиця нижче надає можливість порівняти різні методи та технологічні рішення для організації технічного оснащення та вибрати найбільш відповідні для конкретного підприємства.

Таблиця 1.1 – Порівняння різних методів організації технічного оснащення

Метод/Технологія	Переваги	Недоліки
ЛІТ (Just-In-Time)	Зниження витрат на зберігання, мінімізація втрат	Залежність від постачальників, ризик затримок
Lean Manufacturing	Висока продуктивність, покращення якості, зниження витрат	Складність впровадження, потреба в культурних змінах
Total Quality Management (TQM)	Покращення якості, задоволення споживачів, зниження витрат	Потреба у часі та ресурсах для впровадження
Автоматизація виробництва	Підвищення продуктивності, зменшення помилок	Високі витрати на впровадження, потреба у спеціалістах
Системи інтернету речей (ІоТ)	Моніторинг в реальному часі, оптимізація ресурсів	Проблеми з безпекою даних, потреба у багатьох сенсорах
Хмарні технології	Зниження витрат на обладнання, доступність даних	Потреба у стабільному інтернеті, проблеми з конфіденційністю

З огляду на все вищезгадане, можна стверджувати, що інтеграція сучасних методів та технологічних рішень в організацію технічного оснащення є не тільки бажаною, але й необхідною умовою для підтримки стійкості та розвитку підприємства. Таке оновлення виробничих систем допомагає підприємствам адаптуватися до постійно змінюваних умов ринку та впроваджувати інновації, що забезпечують їхню конкурентоспроможність та успіх у довгостроковій перспективі.

Висновки до Розділу 1

Аналіз технічного оснащення виробництва дозволяє підприємствам детально оцінити свої поточні ресурси та визначити можливості для їх вдосконалення. Впровадження сучасних методів організації технічного оснащення, таких як Just-In-Time, Lean Manufacturing, Total Quality Management (TQM), автоматизація виробництва, системи інтернету речей (IoT) та хмарні технології, значно підвищують ефективність і продуктивність виробничих процесів.

Ключові висновки з аналізу технічного оснащення виробництва включають:

- 1) підвищення ефективності. Сучасні методи та технології допомагають оптимізувати використання ресурсів, знизити виробничі витрати та мінімізувати втрати, що є вирішальним для підтримки конкурентоспроможності;
- 2) покращення якості. Використання принципів TQM та Lean Manufacturing сприяє постійному вдосконаленню якості продукції, що задовольняє та перевершує очікування споживачів;
- 3) гнучкість і адаптивність. Інтеграція гнучких систем технічного оснащення дозволяє швидко адаптувати виробничі процеси до змін у попиті та ринкових умовах, забезпечуючи стійкість підприємства;
- 4) автоматизація. Використання роботизованих систем та програмного забезпечення для контролю виробничих процесів знижує витрати на робочу силу, підвищує продуктивність та покращує якість кінцевого продукту;
- 5) моніторинг та управління в реальному часі. Системи IoT та хмарні технології дозволяють ефективно збирати, обробляти та аналізувати дані, забезпечуючи точний контроль і управління виробничими процесами;
- 6) безпека та екологічність. Забезпечення високого рівня безпеки та екологічності технічного оснащення сприяє захисту працівників і

навколишнього середовища, що є важливим для довгострокового успіху підприємства.

Таким чином, інтеграція сучасних методів та технологій в організацію технічного оснащення виробництва є необхідною умовою для забезпечення ефективності, гнучкості та безпеки виробничих процесів. Це дозволяє підприємствам не тільки досягати високих стандартів якості та продуктивності, але й залишатися конкурентоспроможними та успішними у динамічному ринковому середовищі.

2 МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ВИРОБНИЦТВА

2.1 Процеси виробництва та їх взаємозв'язок з технічним оснащенням

Основним методом вивчення складних систем є їхнє моделювання, яке відіграє важливу роль у дослідженні об'єктів, що не піддаються прямому спостереженню або експериментуванню, включаючи виробничі системи. Модель представляє собою конкретні характеристики об'єкта для його аналізу, відображаючи лише ті аспекти, які є суттєвими для конкретного дослідження, такі як структура, взаємозв'язки, властивості та параметри функціонування. Відповідність між моделлю та об'єктом може варіюватися і визначається методологією дослідження. Моделі, які є більш доступними для вивчення, ніж самі об'єкти, мають практичне значення. Передумовою для більшої доступності моделі порівняно з об'єктом є те, що моделювання, як правило, включає спрощення уявлення про об'єкт.

Відповідність між моделлю та об'єктом визначається концепціями ізоморфізму та гомоморфізму. Якщо елементи, взаємозв'язки та перетворення двох систем знаходяться у взаємно однозначній відповідності, то ці системи є ізоморфними. Проте наявність ізоморфізму не є необхідною умовою для відповідності моделі оригіналу. Одна система може виступати моделлю для іншої за гомоморфним відношенням, коли подібність між системами є односторонньою у певному аспекті (структурному, функціональному тощо). У випадку гомоморфного відображення неможливо встановити всі характеристики оригіналу. Зазвичай модель будується як гомоморфне відображення усієї системи, але ізоморфне відображення досліджуваних характеристик. Для виробничих систем використовується набір різних моделей, які здатні достовірно відобразити оригінальну систему з відповідним ступенем точності.

Складність систем та різноманіття їхніх дослідницьких завдань породжують різноманітність моделей, які можна класифікувати за різними ознаками. Перш за

все, моделі можна розділити на матеріальні та ідеальні в залежності від використовуваних засобів для подання реальних об'єктів. За виконуваною функцією моделі поділяються на евристичні, прогностичні та прагматичні. Моделі, які описують поточний стан системи, належать до евристичних. Прогностичні моделі орієнтовані на можливий майбутній стан системи, а прагматичні використовуються як інструменти для зміни системи у потрібному напрямку, наприклад, моделі рішень.

Щодо мови вираження, моделі розрізняються на неформальні, які використовують природну мову, і формалізовані, виражені математичною мовою. Основним класом формалізованих моделей є математичні моделі, що описують системи та процеси за допомогою математичних відношень.

Математичне моделювання, як процес створення моделі та дослідження з її допомогою властивостей об'єкта, є ключовим методом розв'язання технічних, технологічних та економічних завдань. Проте моделювання соціальних процесів у виробничих системах зустрічає більші труднощі через унікальність людського фактора. Тому розробка математичних моделей для таких систем є складнішою.

Певною мірою обмеженість чисто математичного моделювання соціальних систем переборюється за допомогою евристичного моделювання, яке ґрунтується на описі, систематизації та класифікації компонентів, функцій і структури систем. Таке моделювання у поєднанні з математичним дозволяє досягати задовільних рішень у виробничих системах.

Залежно від того, як описується система, можна розрізнити моделі з прямим та непрямим описом її об'єктів. Математичні моделі, які не мають структурної аналогії з оригіналом, відносяться до класу моделей з непрямим описом. У моделях з прямим описом досягається структурна відповідність між моделлю та оригіналом. Такі моделі називаються імітаційними і використовуються для імітації процесів і систем на комп'ютерах та в імітаційних іграх.

Багато процесів у виробничих системах мають економічну природу. Для відтворення логічних та кількісних зв'язків між їх компонентами, спрямованими

на досягнення соціально-економічної ефективності виробництва, використовують економіко-математичні моделі різних типів. Ці моделі можуть бути статичними або динамічними за обліком фактора часу, лінійними або нелінійними за видами цільових функцій і обмежень, детермінованими або стохастичними за обліком фактора випадковості, а також дискретними або безперервними за характером зміни залежностей, описуючих досліджуваний процес.

Економіко-математичні моделі повинні відповідати певним вимогам, таким як базування на економічній теорії, відображення функціонально-структурних характеристик виробничих систем та відповідність математичним умовам.

Системне моделювання виробничих систем ґрунтується на таких основних принципах: подвійному розгляді системного об'єкта з використанням макро- та мікропідходу, урахуванні подвійності функціонування системи, однозначності відповідності речовинного та інформаційного перетворення, наявності різноманітності регульовальних елементів порівняно з об'єктами регулювання, зовнішньому доповненні для представлення впливів зовнішнього середовища як зовнішню доповнюючу систему, а також забезпеченні повноти й достатності інформації для детального опису функціонування системи.

2.2 Розробка математичних моделей для оптимізації використання ресурсів технічного оснащення

Сучасні дослідження операцій є методами кількісного обґрунтування рішень у різних сферах людської діяльності. Походження цього напряму відноситься до років Другої світової війни, коли його використовували для кращої організації бойових дій. Пізніше методи дослідження операцій застосовувалися у проектуванні авіаційних, ракетних та космічних систем, в плануванні науково-дослідних робіт, керуванні виробничими процесами, прогнозуванні розвитку промисловості та інших галузях.

Операції визначаються як сукупність закономірно обумовлених дій, спрямованих на досягнення певної цілі, а вибір способу дій, що гарантує позитивний результат, називається рішенням.

Основні етапи дослідження операцій включають постановку задачі та вибір критерію оптимізації, виявлення основних особливостей, взаємозв'язків і закономірностей системи, побудову математичної моделі системи та дослідження цієї моделі за допомогою спеціальних методів.

Основні методи дослідження математичних моделей включають аналітичний метод, чисельні методи з використанням персональних електронних обчислювальних машин, а також методи випадкового пошуку. Операційний підхід завжди спрямований на знаходження оптимального або близького до нього рішення в межах обмежень, що накладаються сучасним станом науки, часом, ресурсами і можливостями.

Застосування операційних методів передбачає багатоаспектний підхід до системи та використання комплексних груп дослідників. Ефективність операційних методів значно зростає при використанні персональних електронних обчислювальних машин, коли можливо розглядати складні математичні моделі.

Черги і очікування є поширеним явищем у різних сферах діяльності людей, включаючи повсякденне життя та виробничі процеси. Обидва види очікувань пов'язані з витратами, тому задача полягає в узгодженні пропускнуої спроможності каналів обслуговування з потоком заявок на обслуговування для мінімізації загальних витрат.

Системи масового обслуговування є необхідною складовою в різних галузях, включаючи транспорт, телекомунікації, банківську справу та медичні послуги. Вони дозволяють ефективно керувати потоками заявок і оптимізувати процеси обслуговування з метою зменшення загальних витрат і підвищення якості обслуговування клієнтів.

Існують два основних класи задач обслуговування. Перший клас виникає, коли потік заявок є невідомим і непередбачуваним. У цьому випадку необхідно

визначити оптимальну кількість каналів обслуговування. Другий клас задач полягає в тому, щоб визначити оптимальний графік роботи відомого складу каналів обслуговування.

Перший клас задач можна успішно вирішити за допомогою методів теорії масового обслуговування. Ці методи дозволяють аналізувати відомі властивості потоків заявок і розробляти ефективні стратегії керування системами обслуговування. Наприклад, теорія черг сконцентрована на вивченні черги, де заявки очікують на обслуговування. Вона допомагає визначити оптимальну довжину черги та час очікування заявок.

Другий клас задач, що виникають, коли відомий склад каналів обслуговування, може бути вирішений за допомогою комбінаторних методів. Ці методи дозволяють визначити оптимальний розподіл ресурсів між каналами обслуговування з метою максимізації продуктивності та мінімізації витрат.

У загальному вигляді, система масового обслуговування може бути представлена як послідовність з чотирьох елементів: вхідний потік заявок, черга, канали обслуговування та вихідний потік заявок. Керування цими елементами дозволяє керувати потоком заявок і оптимізувати процес обслуговування для досягнення поставлених цілей.

Однією з ключових характеристик потоку заявок є його стаціонарність або нестаціонарність. Якщо параметри потоку залишаються постійними у часі, то такий потік вважається стаціонарним. У протилежному випадку, коли параметри змінюються з часом, потік є нестаціонарним. Важливо враховувати цю властивість при розробці стратегій керування системами обслуговування.

Ще однією важливою характеристикою є наявність післядії. Післядія означає, що кількість заявок, що надходять, залежить від того, скільки заявок було обслужено раніше. Якщо ця залежність відсутня, то потік вважається без післядії. Розрізняють також ординарні і неординарні потоки, в залежності від того, чи може в один момент часу надійти тільки одна заявка, або ж заявки можуть надходити групами.

Для аналізу систем масового обслуговування важливо також враховувати їхню структуру (рис. 2.1). Одноканальні системи мають лише один канал обслуговування, що може бути ефективним для простих потоків заявок. З іншого боку, багатоканальні системи мають кілька каналів обслуговування, що може забезпечити більшу продуктивність і швидше обслуговування для великих обсягів заявок.

Крім того, системи обслуговування можуть бути однорідними або неоднорідними. У однорідних системах всі канали обслуговування мають однакові характеристики, що спрощує аналіз та управління системою. Неоднорідні системи, натомість, містять канали з різними характеристиками, що може бути важким для управління, але дозволяє краще враховувати різноманітні потоки заявок.

Для аналізу та оптимізації систем масового обслуговування використовуються різні методи та моделі. Наприклад, теорія черг дозволяє моделювати та аналізувати черги заявок та їхній час очікування. Комбінаторні методи допомагають вирішувати задачі з визначенням оптимальних розподілів ресурсів між каналами обслуговування. Також використовуються чисельні методи з використанням комп'ютерних технологій для аналізу складних систем.

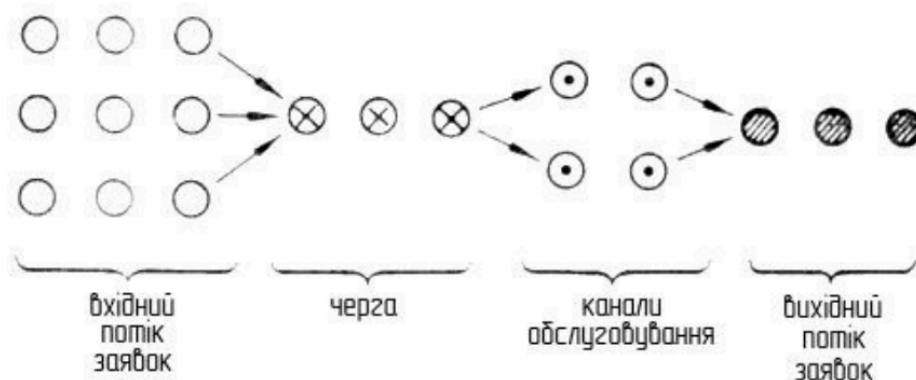


Рисунок 2.1 – Схема системи масового обслуговування

Для системи обслуговування з одним джерелом заявок і одним приладом, що характеризується детермінованим потоком заявок та детермінованим часом обслуговування, можна розглянути різні варіанти зв'язку між інтервалами часу надходження заявок та інтервалами часу обслуговування.

Показники системи:

λ : інтенсивність потоку заявок (кількість заявок, що надходять на обслуговування за одиницю часу) (формула 2.1)

$$\lambda = \frac{1}{\text{Середній інтервал між заявками}} \quad (2.1)$$

μ : інтенсивність обслуговування (кількість заявок, які можуть бути обслужені за одиницю часу) (формула 2.2)

$$\mu = \frac{1}{\text{Середній час обслуговування однієї заявки}} \quad (2.2)$$

ρ : коефіцієнт завантаження системи (відношення λ до μ) (формула 2.3)

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.3)$$

L : середня кількість заявок у системі (формула 2.4)

$$L = \lambda W \quad (2.4)$$

Lq : середня кількість заявок у черзі (формула 2.5)

$$Lq = \frac{\rho^2}{1-\rho} \quad (2.5)$$

W : середній час перебування заявки у системі (формула 2.6)

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (2.6)$$

Wq : середній час очікування заявки у черзі (формула 2.7)

$$Wq = \frac{\rho}{\mu - \lambda} \quad (2.7)$$

Якщо інтервали часу надходження заявок (t_3) і інтервали часу обслуговування (t_0) однакові та постійні, то така система належить до класу D/D/1. В цьому випадку, як тільки закінчується обслуговування однієї заявки, прилад готовий до обслуговування наступної заявки. Це відповідає дисципліні

черги "першим прийшов - першим обслуговується", і кожна заявка має однаковий час обслуговування.

Якщо інтервали часу надходження заявок (t_3) є постійними, а інтервали часу обслуговування (t_0) є випадковими, то така система належить до класу D/M/1. У цьому випадку час обслуговування кожної заявки є випадковою величиною, але інтервали між надходженням заявок є постійними.

Якщо інтервали часу надходження заявок (t_3) є випадковими, а інтервали часу обслуговування (t_0) є постійними, то така система належить до класу M/D/1. В цьому випадку час надходження кожної заявки є випадковою величиною, але час обслуговування кожної заявки є постійним.

Якщо інтервали часу надходження заявок (t_3) і інтервали часу обслуговування (t_0) є випадковими, то така система належить до класу M/M/1. У цьому випадку як час надходження заявок, так і час обслуговування є випадковими величинами, і для опису цієї системи використовуються теорія ймовірностей та статистика.

Дані параметри можна використовувати для аналізу та оптимізації системи обслуговування. Наприклад, для зменшення середнього часу очікування заявок у черзі можна збільшити кількість обслуговуючих каналів або збільшити швидкість обслуговування.

Вхідний потік заявок у системі масового обслуговування з пуассонівським розподілом може бути описаний наступним чином:

Нехай λ - середня інтенсивність надходження заявок (середня кількість заявок, що надходять за одиницю часу).

Тоді ймовірність того, що за одиницю часу надійде k заявок, дорівнює (формула 2.8)

$$P(k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} \quad (2.8)$$

де e - основа натурального логарифму (приблизно 2,71828),

а $k!$ - факторіал числа k .

Цей розподіл відображає випадковий та стаціонарний характер надходження заявок, де інтенсивність надходження заявок залишається постійною протягом часу.

Таким чином, для пуасонівського вхідного потоку заявок в системі М/М/1 характерними є стаціонарність, ординарність та відсутність післядії.

2.3 Застосування математичних моделей

Математичні моделі стали невід'ємною частиною сучасного світу, пропонуючи ефективні рішення у різноманітних галузях та спеціалізаціях. Вони дозволяють нам прогнозувати, планувати та оптимізувати процеси, що в свою чергу сприяє кращому розумінню і вирішенню складних завдань. Використання математичних моделей у фінансах, наприклад, дозволяє ефективно управляти інвестиціями, прогнозувати доходи і знижувати фінансові ризики. Це досягається завдяки аналізу ринкових даних, врахуванню інфляції, процентних ставок та інших економічних показників.

У логістиці математичні моделі відіграють ключову роль у плануванні та оптимізації маршрутів, управлінні запасами та розподілі ресурсів. Це дозволяє компаніям мінімізувати витрати на доставку та забезпечити своєчасне постачання товарів. Схожим чином, у транспортній сфері, моделі використовуються для розрахунку оптимальних маршрутів та графіків руху, що сприяє більш ефективному перевезенню пасажирів та вантажів.

У виробничому секторі, математичне моделювання допомагає планувати виробничі процеси, оптимізувати використання обладнання та ресурсів, а також підвищувати ефективність виробництва. Це включає у себе все: від розрахунку потрібної кількості матеріалів до забезпечення оптимального завантаження обладнання та робочої сили.

Маркетинг також не залишається осторонь від математичного моделювання. Тут моделі використовуються для аналізу ринкових тенденцій, прогнозування попиту, встановлення цін та розробки маркетингових стратегій. Вони дозволяють компаніям адаптуватися до змін на ринку та забезпечити максимальну віддачу від рекламних кампаній.

В медицині, математичне моделювання застосовується для аналізу розповсюдження хвороб, планування медичних інтервенцій та розміщення медичних закладів. Це важливо для ефективного управління охороною здоров'я, особливо в умовах пандемій або великих медичних криз.

Екологічне моделювання важливе для збереження природи та балансування людської діяльності з природними ресурсами. Моделі використовуються для прогнозування впливу промисловості на довкілля, визначення змін клімату та розробки стратегій ефективного використання ресурсів.

У фізиці, математичні моделі невіддільні від опису і розуміння фізичних явищ, таких як рух тіл, електромагнітні процеси, взаємодія частинок. Вони є фундаментом для проведення експериментів та розробки нових теорій. Це підкреслює їх важливість у розвитку науки та технологій.

Загалом, математичні моделі відіграють критичну роль у різноманітних сферах, дозволяючи нам робити обґрунтовані рішення, підвищувати ефективність процесів та адаптуватися до змінних умов.

Математичні моделі у виробництві відіграють ключову роль, дозволяючи підприємствам оптимізувати процеси, знижувати витрати та підвищувати продуктивність. Їх застосування проникає у різні аспекти виробничої діяльності, від планування та управління запасами до контролю якості та прогнозування попиту.

Оптимізація виробничих процесів за допомогою математичних моделей дозволяє підприємствам визначати найбільш ефективні методи використання ресурсів. Наприклад, моделі лінійного програмування можуть допомогти у встановленні оптимальних розкладів виробництва, беручи до уваги обмеження,

такі як наявність матеріалів та трудові ресурси. Це допомагає забезпечити, що всі операції виконуються з максимальною ефективністю, враховуючи чинники виробничих потужностей та часу.

Управління запасами є ще однією важливою областю, де математичні моделі вносять значний вклад. Моделі, такі як теорія економічного замовлення, дозволяють компаніям визначити оптимальні розміри замовлень та частоту поставок, що допомагає знижувати витрати на зберігання та збільшувати ліквідність запасів. Ці моделі аналізують минулі дані про попит та запаси для створення найбільш економічно вигідних стратегій замовлень.

Прогнозування попиту є критично важливим для планування виробничих обсягів. Використання моделей часових рядів дозволяє передбачити майбутні зміни в попиті на продукцію, засновані на історичних даних. Це забезпечує компанії інформацією для прийняття рішень про масштаби виробництва, що допомагає уникнути дефіциту товарів на ринку або надлишкових запасів.

Оптимізація розподілу ресурсів через моделі, такі як теорія черг, сприяє більш ефективному використанню трудових ресурсів, обладнання та матеріалів. Завдяки цьому підходу можливо збалансувати робочий час між різними виробничими лініями та процесами, забезпечуючи плавність виробництва і мінімізацію часу простою.

Контроль якості за допомогою математичних моделей, таких як статистичний контроль якості, виявляється надзвичайно корисним у забезпеченні стандартів якості продукції. Ці моделі дозволяють підприємствам ранньо ідентифікувати відхилення в якості, що сприяє своєчасному вжиттю заходів для виправлення помилок.

Загалом, математичні моделі дозволяють виробничим компаніям більш точно планувати, аналізувати та вдосконалювати свої процеси, що підвищує їхню здатність швидко реагувати на ринкові зміни та виклики, максимізуючи при цьому ефективність та продуктивність.

Висновок до Розділу 2

Моделювання процесів виробництва та їх взаємозв'язку з технічним оснащенням є ключовим інструментом для розуміння і оптимізації виробничих систем. Використання різних типів моделей, таких як математичні, імітаційні та економіко-математичні, дозволяє детально аналізувати структуру, взаємозв'язки та параметри функціонування виробничих процесів.

Ключові висновки з моделювання процесів виробництва включають:

Моделі допомагають вивчати складні системи, які не піддаються прямому спостереженню або експериментуванню, забезпечуючи спрощене представлення об'єкта дослідження та полегшуючи його аналіз;

Різні типи моделей, такі як матеріальні, ідеальні, евристичні, прогностичні та прагматичні, дозволяють вирішувати різноманітні дослідницькі завдання, від опису поточного стану системи до прогнозування майбутніх станів та розробки інструментів для зміни системи;

Використання математичних моделей для аналізу і оптимізації виробничих процесів дозволяє розв'язувати технічні, технологічні та економічні завдання, а також враховувати соціальні аспекти виробничих систем;

Методи дослідження операцій, такі як аналітичні, чисельні та методи випадкового пошуку, допомагають знаходити оптимальні рішення в межах обмежень ресурсів та можливостей, зокрема для керування чергами і оптимізації систем масового обслуговування;

Математичні моделі знаходять широке застосування у фінансах, логістиці, транспорті, виробництві, маркетингу, медицині та екології, допомагаючи планувати, прогнозувати та оптимізувати процеси, підвищуючи ефективність і продуктивність діяльності;

Використання моделей для оптимізації використання ресурсів технічного оснащення дозволяє підприємствам визначати найбільш ефективні методи

планування виробничих процесів, управління запасами, прогнозування попиту та розподілу ресурсів, забезпечуючи максимальну ефективність і продуктивність.

Таким чином, моделювання процесів виробництва та їх взаємозв'язку з технічним оснащенням є необхідною умовою для забезпечення ефективності, гнучкості та безпеки виробничих систем. Це дозволяє підприємствам не тільки досягати високих стандартів якості та продуктивності, але й залишатися конкурентоспроможними та успішними у динамічному ринковому середовищі.

3 ПРОЄКТУВАННЯ ЗАСТОСУНКУ

3.1 Вимоги до вебзастосунку для організації технічного оснащення відділу виробництва

У сучасному виробничому середовищі, де час та якість є ключовими факторами успіху, важливе значення має ефективне управління технічним оснащенням відділу виробництва. Для оптимізації процесів приймання та передачі матеріалів та інструментів, необхідних працівникам на виробничій лінії, було розроблено концепцію вебзастосунку, яка дозволяє автоматизувати ці процеси та підвищити їх ефективність.

Функціональність вебплатформи забезпечує можливість формування заявок на необхідне обладнання працівниками та ефективне управління процесом їх приймання та перевірки адміністраторами, що є ключовим для забезпечення неперервності виробничих процесів та підвищення продуктивності робочих бригад. Застосування математичних моделей і алгоритмів дозволяє оптимізувати розподіл та розміщення ресурсів, сприяючи ефективному використанню доступних засобів.

Основні функції веб-застосунку включають:

- 1) формування заявок на інструменти та комплектуючі, що дозволяє працівникам виробництва вибирати необхідні предмети з наявних на складі;
- 2) підтвердження заявок, де адміністратору надходить заявка на розгляд і має можливість затвердити або відхилити її;
- 3) обробка затверджених заявок, включаючи видачу інструментів та комплектуючих працівнику;
- 4) перевірка повернутих інструментів на стан та належність, з наступним визначенням їх придатності до повторного використання;

- 5) управління складом інструментів, що включає можливість додавання або видалення інструментів;
- 6) функціональність звітування, що дозволяє адміністратору переглядати звіти про видачу та повернення інструментів;
- 7) захист даних та безпека транзакцій, забезпечуючи захист від несанкціонованого доступу та контроль доступу до функцій програми;
- 8) інтерфейс користувача, який має бути інтуїтивно зрозумілим і дозволяти легко здійснювати всі необхідні операції;
- 9) підтримка мобільних пристроїв для забезпечення доступності застосунку на мобільних пристроях;
- 10) масштабованість та продуктивність системи, що забезпечує здатність обробляти великий обсяг заявок і забезпечувати ефективну роботу в умовах інтенсивного використання.

3.2 Архітектура та функціональні можливості веб-застосунку

Архітектура веб-застосунку (рис. 3.1) для організації технічного оснащення відділу виробництва базується на клієнт-серверній моделі, що дозволяє розділити функціональність між клієнтською та серверною частинами.

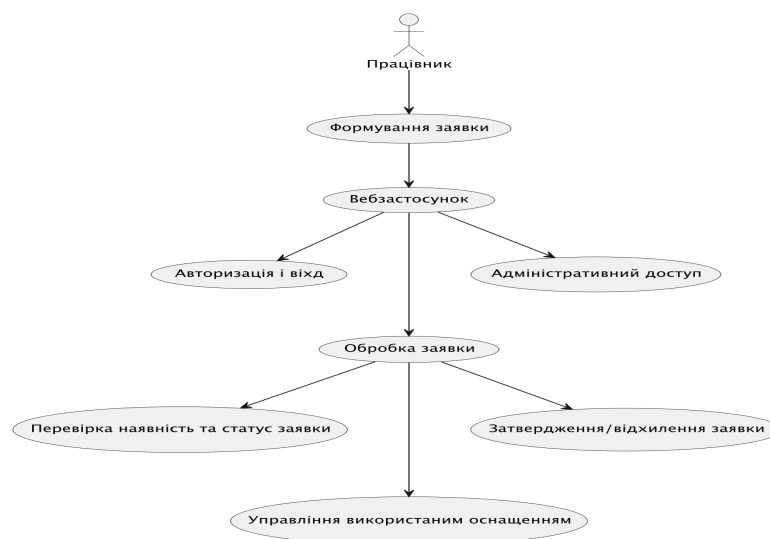


Рисунок 3.1 – Архітектура вебзастосунку

Основні компоненти архітектури включають клієнтські та серверні частини. Клієнтська частина забезпечує користувацький інтерфейс для взаємодії з користувачами, дозволяє формувати заявки на обладнання, отримувати повідомлення про статус заявок та генерувати файл для друку після затвердження заявки.

Серверна частина відповідає за логіку бізнес-процесів, обробку заявок, управління ресурсами, зберігання інформації про заявки, ресурси та користувачів у базі даних, а також включає модуль адміністрування для керування ресурсами та заявками (рис. 3.2).

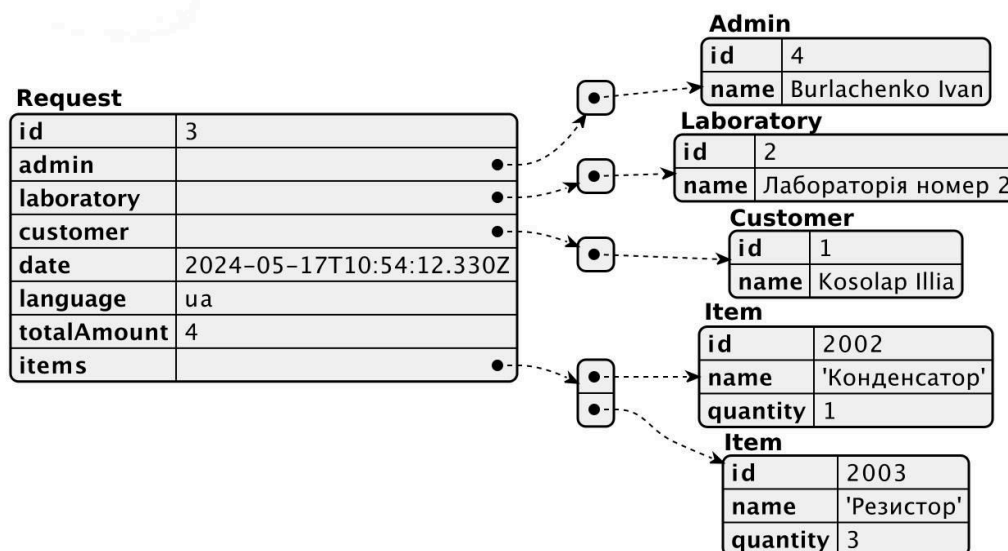


Рисунок 3.2 – Структура бази даних

Функціональні можливості веб-застосунку включають:

- 1) авторизація та аутентифікація з можливістю входу для користувачів з різними ролями та захищеним доступом до основних функціональних можливостей;
- 2) формування заявок з інтерфейсом для введення даних заявки, вибору доступних ресурсів зі списку та створення файлів для друку після підтвердження замовлення;

- 3) обробка заявок включає автоматичне сповіщення адміністратора про нові заявки та можливість перегляду, затвердження чи відхилення заявок з можливістю вставки фотографій користувачів, що роблять замовлення;
- 4) перевірка та приймання ресурсів охоплює перевірку стану та приймання ресурсів адміністратором, можливість відмови у прийнятті з описом причин та вставкою фотографій пошкоджень;
- 5) звітність та аналітика дозволяють генерувати звіти про заявки, використання ресурсів та ефективність процесів, включаючи візуалізацію даних для аналізу та прийняття управлінських рішень;
- 6) управління ресурсами забезпечує додавання та видалення ресурсів адміністратором та моніторинг стану ресурсів та їх доступність для використання.

Щодо інших аспектів проектування, важливо також врахувати етапи неприривної інтеграції. Розробка серверної частини додатку для обробки запитів користувачів, управління базою даних та виконання бізнес-логіки (рис. 3.3). Проведення тестів для перевірки працездатності та надійності веб-застосунку перед випуском його в експлуатацію.

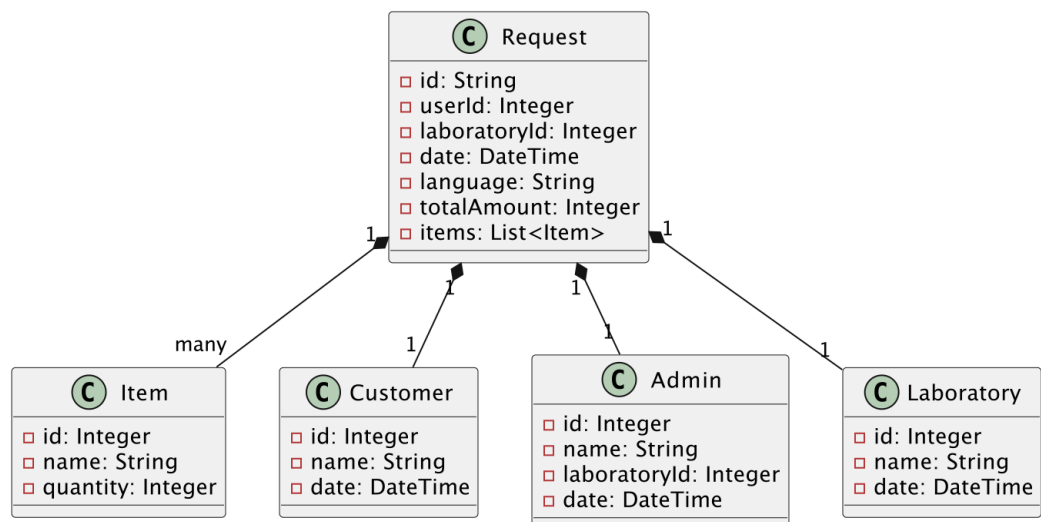


Рисунок 3.3 - Діаграма класів

Після випуску веб-застосунку в експлуатацію важливо забезпечити його подальше супровід та підтримку, включаючи виправлення помилок та розширення функціональності.

Ці аспекти допоможуть забезпечити успішну розробку та впровадження веб-застосунку для організації технічного оснащення відділу виробництва.

Висновок до Розділу 3

Вебзастосунок для організації технічного оснащення відділу виробництва є критично важливим інструментом для підвищення ефективності та продуктивності виробничих процесів. Автоматизація процесів формування, підтвердження та обробки заявок на інструменти та комплектуючі дозволяє значно скоротити час на адміністративні процедури, забезпечуючи безперебійність роботи виробничих бригад.

Основні переваги веб-застосунку включають:

- 1) оптимізацію розподілу та використання ресурсів, що сприяє раціональному використанню інструментів та матеріалів;
- 2) підвищення прозорості та контролю за процесами, що дозволяє адміністраторам швидко реагувати на потреби виробництва;
- 3) зниження ризиків втрат та пошкоджень обладнання завдяки ефективній системі перевірки та управління складом;

Таким чином, впровадження веб-застосунку сприяє покращенню якості виробничих процесів, підвищенню продуктивності працівників та загальній ефективності управління технічним оснащенням відділу виробництва. Це дозволяє досягти високих стандартів якості та оперативності, що є ключовими факторами успіху в сучасному виробничому середовищі.

4 РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСТОСУНКУ

4.1 Процес розробки веб-застосунку

Розробка веб-застосунку може бути зручною з використанням мови програмування Python у поєднанні з мікрофреймворком Flask. Flask є легким і гнучким фреймворком, який дозволяє швидко розробляти веб-додатки, використовуючи простий та зрозумілий підхід до організації коду. Це робить Flask ідеальним вибором для проєктів, що мають обмежені обчислювальні ресурси, таких як системи на базі Raspberry Pi.

Однією з ключових переваг використання Python та Flask є простота вивчення та використання. Python має простий синтаксис, що робить його дружнім для початківців та досвідчених розробників. Flask також має чисту та зрозумілу структуру, що дозволяє легко орієнтуватися в коді. Додатково, велика спільнота користувачів Python та Flask забезпечує широкий спектр документації та підтримки, що значно полегшує розробку та вирішення проблем.

Для створення ERP системи на базі Raspberry Pi використання легких СУБД, таких як SQLite, є оптимальним рішенням через її легкість, відмінну інтеграцію з Python і низькі вимоги до ресурсів. SQLite дозволяє легко створювати та управляти базами даних без потреби в складній конфігурації або зовнішньому сервері баз даних, що ідеально підходить для мобільних або вбудованих застосунків.

Ось приклад коду на Python, який демонструє, як можна ініціалізувати SQLite базу даних (рис. 4.1) і створити таблицю для зберігання інформації про комплектуючі:

```
import sqlite3
def initialize_db():
    connection = sqlite3.connect('erp_inventory.db')
    cursor = connection.cursor()
    cursor.execute('''
CREATE TABLE IF NOT EXISTS item (
    id INTEGER PRIMARY KEY,
    name TEXT NOT NULL,
    quantity INTEGER NOT NULL,
)
''')
    connection.commit()
    connection.close()
initialize_db()
```

Рисунок 4.1 – Створення бази даних і таблиці комплектуючих

Цей код створює базу даних з назвою `erp_inventory.db` і таблицю `components`, яка містить поля для ідентифікації комплектуючих, їхніх назв, кількості та ціни. Використання такої структури даних дозволяє легко додавати, оновлювати та видаляти інформацію про комплектуючі, що є важливим для ефективного управління запасами.

Для взаємодії з базою даних можна використовувати веб-інтерфейс, реалізований за допомогою мікрофреймворку Flask (рис. 4.2), який працює на Raspberry Pi. Flask дозволяє створювати легкі веб-застосунки, які можуть обслуговувати запити до бази даних і відображати інформацію у вигляді веб-сторінок. Наступний код демонструє, як можна налаштувати простий веб-сервер на Flask, який дозволяє отримувати і додавати дані в базу:

```
5 from flask import Flask, request, jsonify
6 import sqlite3
7 app = Flask(__name__)
8 @app.route('/components', methods=['GET'])
9 def get_components():
10     connection = sqlite3.connect('erp_inventory.db')
11     cursor = connection.cursor()
12     cursor.execute('SELECT * FROM components')
13     components = cursor.fetchall()
14     connection.close()
15     return jsonify(components)
16 @app.route('/components', methods=['POST'])
17 def add_component():
18     new_data = request.get_json()
19     connection = sqlite3.connect('erp_inventory.db')
20     cursor = connection.cursor()
21     cursor.execute('INSERT INTO components (name, quantity, price) VALUES (?, ?, ?)',
22                  (new_data['name'], new_data['quantity'], new_data['price']))
23     connection.commit()
24     connection.close()
25     return 'Component added', 200
26 if __name__ == '__main__':
27     app.run(host='0.0.0.1', port=5000, debug=True)
```

Рисунок 4.2 – Створення вебсерверу на Flask

Цей веб-сервер на Flask обслуговує два HTTP-запити: GET для отримання списку всіх комплектуючих і POST для додавання нового комплектуючого в базу даних. Використання JSON для передачі даних між клієнтом і сервером робить цей інтерфейс зручним для розробників та кінцевих користувачів.

Розробка ERP системи на базі Raspberry Pi може стати важливим кроком на шляху до автоматизації бізнес-процесів і підвищення ефективності управління комплектуючими. Ця система може бути адаптована до специфічних потреб будь-якого підприємства, надаючи необхідні інструменти для аналізу, планування та контролю.

4.2 Технології та інструменти, використані під час розробки

Розробка веб-застосунку для оптимізації виробничих процесів передбачає використання низки технологій та інструментів, які забезпечують ефективність, гнучкість та надійність системи. Основним вибором для реалізації цього проекту є мова програмування Python, що завдяки своєму простому синтаксису та широкій підтримці бібліотек і фреймворків, є ідеальним рішенням для веб-розробки.

Одним із ключових інструментів, використаних у проекті, є мікрофреймворк Flask. Flask є легким і гнучким веб-фреймворком, який забезпечує розробникам інструменти для швидкого створення та розгортання веб-застосунків. Він відомий своєю простотою та мінімалізмом, що дозволяє розробникам зосередитися на основній логіці додатка, не відволікаючись на зайві складнощі. Це особливо важливо для вбудованих систем, таких як Raspberry Pi (рис 3.1), де обмежені ресурси потребують ефективних рішень.

Flask надає можливість легко та швидко створювати різноманітні веб-додатки завдяки своїй модульній архітектурі. Веб-застосунки, розроблені з використанням Flask, можуть бути як простими, так і дуже складними, в залежності від вимог проекту. Це досягається завдяки широкій екосистемі розширень, що дозволяють додавати функціональні можливості до фреймворку без необхідності написання великої кількості коду.

Один із основних аспектів Flask, який робить його привабливим для розробників, це його гнучкість. Flask дозволяє легко інтегрувати нові функціональні можливості та змінювати існуючі, що є критично важливим у сучасних динамічних умовах розробки. Наприклад, Flask підтримує різні методи авторизації, інтеграцію з базами даних, роботу з API та багато іншого. Це дозволяє створювати масштабовані та адаптивні рішення, що відповідають конкретним вимогам проекту.

Ще однією важливою перевагою Flask є простота налаштування і розгортання веб-серверів. Flask дозволяє налаштовувати сервери з мінімальними зусиллями, що скорочує час, необхідний для запуску проекту. Це особливо важливо для вбудованих систем, таких як Raspberry Pi, де ресурси обмежені, і необхідно забезпечити оптимальну продуктивність. Використовуючи Flask, можна легко налаштувати веб-сервер на Raspberry Pi для обслуговування різноманітних запитів, що дозволяє створити ефективний та надійний веб-застосунок.

Окрім цього, Flask підтримує просте масштабування, що дозволяє адаптувати веб-застосунок до зростаючих потреб користувачів. Це досягається завдяки можливості розгортання застосунку на різних платформах та його інтеграції з іншими технологіями. Наприклад, Flask можна використовувати разом з Nginx для забезпечення високої продуктивності та надійності веб-сервера. Це дозволяє створювати більш складні архітектури, які можуть обробляти великий обсяг даних та забезпечувати високу доступність сервісу.

Нарешті, Flask має велику спільноту користувачів та розробників, яка активно підтримує та розвиває фреймворк. Це забезпечує доступ до широкого спектру ресурсів, таких як документація, навчальні матеріали, приклади коду та підтримка на форумах. Це значно полегшує процес навчання та вирішення проблем, з якими можуть зіткнутися розробники під час роботи з Flask.

Загалом, використання Flask у проекті дозволяє створити легкий, гнучкий та ефективний веб-застосунок, який може бути швидко розгорнутий та налаштований відповідно до конкретних вимог. Це робить Flask ідеальним вибором для розробки веб-додатків на базі вбудованих систем, таких як Raspberry Pi (рис. 4.3), де необхідно забезпечити високу продуктивність та надійність при обмежених ресурсах.



Рисунок 4.3 – Мікрокомп'ютер Raspberry Pi

Для управління даними в проєкті було обрано систему управління базами даних SQLite. SQLite є легкою і простою у використанні СУБД, яка забезпечує достатню продуктивність для вбудованих систем та не вимагає складної конфігурації. Використання SQLite дозволяє ефективно зберігати та обробляти дані, забезпечуючи високу швидкість доступу до інформації. Створення та управління базою даних здійснюється за допомогою бібліотеки `sqlite3`, яка надає простий і зрозумілий інтерфейс для роботи з базами даних у Python.

Для розробки інтерфейсу користувача використовуються стандартні технології веб-розробки, такі як HTML, CSS та JavaScript. HTML забезпечує структуру веб-сторінок, CSS відповідає за їхній стиль та оформлення, а JavaScript надає динамічність та інтерактивність. Ці технології дозволяють створити зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для кінцевих користувачів, що полегшує взаємодію з системою.

Крім того, для забезпечення безпеки передачі даних між клієнтом і сервером використовується протокол HTTPS. Це забезпечує захист конфіденційної інформації від несанкціонованого доступу та втручання. Для реалізації HTTPS у Flask застосовується бібліотека `ssl`, яка дозволяє налаштувати захищене з'єднання.

Нарешті, для забезпечення надійності та безперервності роботи системи використовуються методи резервного копіювання та відновлення даних. Регулярне створення резервних копій бази даних дозволяє захистити інформацію від втрат у випадку збоїв або аварій. Для цього використовуються як локальні засоби зберігання на Raspberry Pi, так і хмарні сервіси, що забезпечують додатковий рівень безпеки та доступності даних.

Використання цих технологій та інструментів дозволяє створити надійну, гнучку та ефективну систему для оптимізації виробничих процесів, яка може бути адаптована до потреб конкретного підприємства, забезпечуючи високу продуктивність та зручність у використанні.

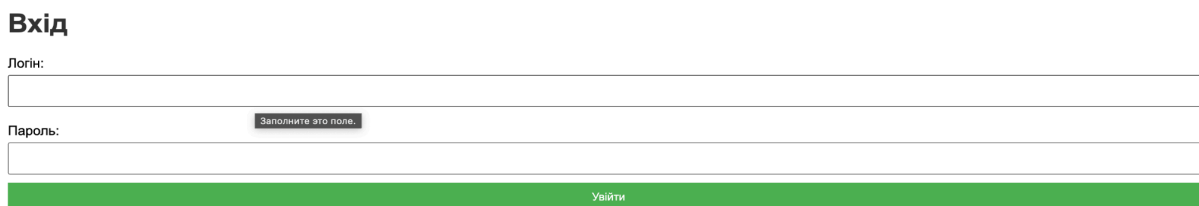
4.3 Розробка інтерфейсу користувача та інші аспекти проєктування

При розробці інтерфейсу користувача для веб-застосунку організації технічного оснащення відділу виробництва важливо врахувати кілька ключових аспектів:

- 1) інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим для користувачів будь-якого рівня. Елементи керування, такі як кнопки та поля вводу, повинні бути легко доступними та зрозумілими;
- 2) інтерфейс повинен мати чистий та естетично привабливий дизайн. Використання колірної палітри, шрифтів та ілюстрацій повинно сприяти комфортному користуванню;
- 3) інтерфейс повинен бути адаптивним до різних типів пристроїв, таких як комп'ютери, планшети та смартфони. Це забезпечує зручність використання для користувачів незалежно від їхнього пристрою;
- 4) інтерфейс повинен надавати всі необхідні функції для користувачів, включаючи створення та перегляд заявок, затвердження або відхилення заявок адміністратором, а також перегляд статусу використаного обладнання;

5) забезпечення конфіденційності та цілісності даних є критично важливим аспектом. Інтерфейс повинен мати механізми аутентифікації користувачів та захисту від несанкціонованого доступу до інформації.

Коли користувач входить в систему йому відображається форма входу з полями для логіну та пароллю (рис. 4.4).



Вхід

Логін:

Пароль: Заполните это поле.

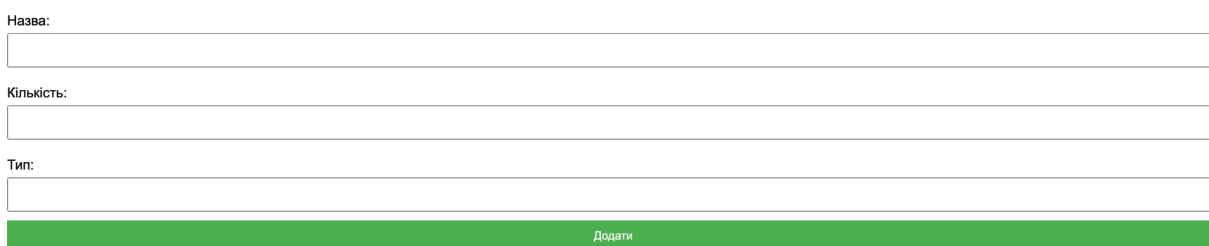
Увійти

Рисунок 4.4 – Форма входу

Після того як користувач введе логін та пароль які відповідають ролі адміністратора - він потрапляє до панелі адміністратора в якій може виконати різні операції зі змін існуючих (рис. 4.6), додавання (рис. 4.5) нових або видалення (рис. 4.7) старих даних.

Панель адміністратора

Додати комплектуючу



Назва:

Кількість:

Тип:

Додати

Рисунок 4.5 – Форма додавання комплектуючих

Змінити комплектуючу

ID:

Назва:

Кількість:

Тип:

Змінити

Рисунок 4.6 – Форма зміни комплектуючих

Видалити комплектуючу

ID:

Видалити

Рисунок 4.7 – Форма видалення комплектуючих

Також адміністратор може побачити список комплектуючих які є в наявності (рис. 4.8).

Комплектуючі

Назва	Кількість	Тип
Резистор	100	Деталі
Конденсатор	200	Деталі
Гвинт	500	Кріплення
Панель	50	Обладнання
Транзистор	300	Деталі
Реагент А	20	Реагенти
Реагент В	30	Реагенти
Мікроконтролер	150	Електроніка
Кабель	100	Обладнання
Діод	400	Деталі
Резистор 1 кОм - 0,25W ±1%	10	Деталі

Рисунок 4.8 – Список комплектуючих

Висновок до Розділу 4

Розробка веб-застосунку для організації технічного оснащення відділу виробництва за допомогою Python та Flask показує високу ефективність і

гнучкість в реалізації виробничих процесів. Використання Flask, легкого і гнучкого мікрофреймворку, дозволяє швидко і зручно створювати веб-додатки навіть на обмежених ресурсах, таких як системи на базі Raspberry Pi.

Основні переваги даного підходу включають:

- 1) простота і зручність у вивченні та використанні Python та Flask, що робить їх доступними як для початківців, так і для досвідчених розробників;
- 2) використання легких систем управління базами даних, таких як SQLite, які забезпечують достатню продуктивність і не вимагають складної конфігурації, що є важливим для мобільних або вбудованих застосунків;
- 3) можливість швидкої розробки та розгортання веб-застосунків завдяки мінімалістичній архітектурі Flask, що дозволяє зосередитись на основній логіці додатка;
- 4) інтуїтивно зрозумілий веб-інтерфейс, реалізований за допомогою стандартних технологій веб-розробки, таких як HTML, CSS та JavaScript, що полегшує взаємодію користувачів із системою;
- 5) забезпечення безпеки передачі даних між клієнтом і сервером за допомогою протоколу HTTPS, що захищає конфіденційну інформацію від несанкціонованого доступу;
- 6) можливість легкої інтеграції з іншими технологіями та масштабування веб-застосунку, що забезпечує його адаптивність до зростаючих потреб користувачів.

Таким чином, розробка веб-застосунку на базі Python та Flask для організації технічного оснащення відділу виробництва є ефективним та надійним рішенням. Це дозволяє оптимізувати процеси управління технічними ресурсами, підвищити продуктивність працівників та забезпечити високу якість виробничих процесів, що є критично важливим для успіху в сучасному виробничому середовищі.

ВИСНОВКИ

У ході виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи було розроблено веб-застосунок для технічного оснащення відділу виробництва. Проведений аналіз та розробка підтвердили актуальність використання сучасних інформаційних технологій для оптимізації виробничих процесів та управління технічними ресурсами. Основні результати роботи свідчать про значні покращення в цій галузі.

Перш за все, було проведено детальний аналіз предметної сфери, в рамках якого визначено основні проблеми та вимоги до технічного оснащення виробництва. Було розглянуто сучасні методи організації технічного оснащення, такі як Just-In-Time, Lean Manufacturing, Total Quality Management (TQM), автоматизація виробництва, системи інтернету речей (IoT) та хмарні технології. Ці методи дозволяють підвищити ефективність та продуктивність виробничих процесів, оптимізувати використання ресурсів та мінімізувати втрати.

Наступним важливим етапом стало розроблення математичних моделей для оптимізації використання ресурсів технічного оснащення. Моделювання процесів виробництва та їх взаємозв'язку з технічним оснащенням дозволило отримати достовірні дані для прийняття управлінських рішень. Розроблені моделі були продемонстровані на практиці, що підтвердило їх ефективність у підвищенні продуктивності та зниженні витрат.

Особлива увага була приділена проектуванню та розробці самого веб-застосунку. Було визначено вимоги до системи, розроблено її архітектуру та функціональні можливості. Веб-застосунок забезпечує авторизацію користувачів, формування та обробку заявок на технічні ресурси, перевірку та приймання ресурсів, а також функції звітності та аналітики. Інтерфейс користувача був створений таким чином, щоб забезпечити інтуїтивну взаємодію з системою та підтримувати адаптивність до різних типів пристроїв.

Реалізація застосунку включала використання сучасних технологій та інструментів, що дозволило створити надійну та ефективну систему. Важливою частиною роботи було тестування та валідація розробленого застосунку, що забезпечило його надійність та відповідність вимогам користувачів.

Загалом, результати роботи підтверджують, що використання веб-застосунку для технічного оснащення відділу виробництва дозволяє значно підвищити ефективність управління технічними ресурсами, знизити витрати та підвищити продуктивність виробництва. Запропоновані підходи та рішення можуть бути успішно застосовані на практиці, сприяючи розвитку підприємств та їх конкурентоспроможності у сучасних умовах ринку.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Моделювання виробничих процесів і систем: конспект лекцій – К.: КНУБА, 2013. – 56 с.
2. Уклад І. В., Причепя Л. П., Руда Л. П. ЕКОНОМІКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА САМОСТІЙНА ТА ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА СТУДЕНТІВ: навч. посіб.: ВНТУ, 2017. 186 с. URL: https://web.posibnyku.vntu.edu.ua/fmib/35pryчepa_ekonomika_ta_organizaciya_vyrobnictva/index.html (дата звернення: 14.06.2024).
3. Швачич Г. Г., Холод О. Г., Чумак Т. В. Аналіз шляхів підвищення ефективності виробництва. Європейський вектор економічного розвитку. 2017. Т. 1, № 22. С. 108–118. URL: <https://doi.org/10.32342/2074-5362-2017-1-22-11> (дата звернення: 14.06.2024).
4. assembly modelling bpmn - Google Suche Google. URL: https://www.google.com/search?sca_esv=3c0cd88929cc7700&sxsrf=ACQVn08sG8Db5wsxa-AEN8YzUnhcb7mjeA:1710169991209&mq=assembly+modelling+bpmn&tbm=isch&source=lnms&sa=X&ved=2ahUKEwjndPWv-yEAxVi_7sIHZJJAdoQ0pQJegQIChAB&biw=1235&bih=613&dpr=1.5 (date of access: 14.06.2024).
5. BPMN Examples :: BPMN Quick Guide URL: <https://cloud.trisotech.com/bpmnquickguide/bpmn-quick-guide/bpmn-examples.html> (date of access: 14.06.2024).
6. Production planning and process optimization of a cell finishing process in battery cell manufacturing Johannes Wanner Procedia CIRP. 2022. Vol. 112. P. 507–512. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.09.056> (date of access: 14.06.2024).

7. Web Application Development in 2023 BrowserStack URL: <https://www.browserstack.com/guide/web-application-development> (date of access: 14.06.2024).
8. Yuliia. 9 программ для моделирования бизнес процессов - ZOHO Partner URL: <https://uk.crmoz.com/blogs/post/business-process-modeling> (дата звернення: 14.06.2024).
9. Zanella F. Sustainable Short-Term Production Planning Optimization SN Computer Science. 2023. Vol. 4, no. 6. URL: <https://doi.org/10.1007/s42979-023-02261-7> (date of access: 14.06.2024).
10. Bondariev S. Algorithm for optimization of production processes and passenger transportation operations Naukovij žurnal «Tehnika ta energetika». 2021. Vol. 12, no. 4. URL: <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.04.095> (date of access: 14.06.2024).
11. Cyber-Physical Production Networks, Real-Time Big Data Analytics, and Cognitive Automation in Sustainable Smart Manufacturing Journal of Self-Governance and Management Economics. 2020. Vol. 8, no. 2. P. 21. – URL: <https://doi.org/10.22381/jsme8220203> (date of access: 14.06.2024).
12. Konrad S. Nonprofit Industry Outlook 2024: Adapting to Ongoing Challenges Nonprofit Business Advisor. 2024. Vol. 2024, no. 413. P. 5–8. – URL: <https://doi.org/10.1002/nba.31638> (date of access: 14.06.2024).
13. Kumawat P. K. Multi-objective optimization for sustainable production planning Environmental Progress & Sustainable Energy. 2021. URL: <https://doi.org/10.1002/ep.13741> (date of access: 14.06.2024).
14. Optimization of Production Planning in Complex Economic Systems 3. 2023. Vol. 1, no. 3. P. 64–69. URL: <https://doi.org/10.46632/jbab/1/3/9> (date of access: 14.06.2024).
15. Rathi R. Guest editorial: Strategic alignment between Industry 4.0 and operational excellence methodologies for smart manufacturing The TQM Journal. 2024.

Vol. 36, no. 1. P. 1–2. URL: <https://doi.org/10.1108/tqm-01-2024-382> (date of access: 14.06.2024).

16. Sarbu M. The Impact of Industry 4.0 on Innovation Performance: Insights from German Manufacturing and Service Firms SSRN Electronic Journal. 2020. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3610952> (date of access: 14.06.2024).

17. Sugarindra M. Production Capacity Optimization with Rough Cut Capacity Planning (RCCP) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 722. P. 012046. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/722/1/012046> (date of access: 14.06.2024).

18. Towards sustainable manufacturing: A comprehensive analysis of circular economy key performance indicators in the manufacturing industry Sustainable Materials and Technologies. 2024. P. e00953. URL: <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2024.e00953> (date of access: 14.06.2024).

19. Processes Special Issue: Production Scheduling and Optimization Control on Advanced Manufacturing MDPI. URL: https://www.mdpi.com/journal/processes/special_issues/Production_Scheduling_Optimization_Control (date of access: 14.06.2024).

20. Recent Progression Developments on Process Optimization Approach for Inherent Issues in Production Shop Floor Management for Industry 4.0 MDPI. URL: <https://doi.org/10.3390/pr10081587> (date of access: 14.06.2024).

21. Algorithms Special Issue: Recent Advances in Multi-Objective Algorithms and Optimization 2023–2024 MDPI. URL: https://www.mdpi.com/journal/algorithms/special_issues/Multi_Objective_Algorithms_Optimization (date of access: 14.06.2024).

22. Optimization of the Production Process of Large-Scale Manufacturing Using Machine Learning Techniques MDPI. URL: <https://doi.org/10.3390/machines9090064> (date of access: 14.06.2024).

23. Recent Advances in Industrial Production Optimization Using Artificial Intelligence and Machine Learning MDPI. URL: <https://doi.org/10.3390/technologies10010009> (date of access: 14.06.2024).

24. Advanced Techniques in Production Scheduling and Control for Smart Manufacturing Systems MDPI. URL: <https://doi.org/10.3390/smartmanufacturing2022> (date of access: 14.06.2024).

25. Industrial Process Optimization in the Era of Industry 4.0: Methods and Applications MDPI. URL: <https://doi.org/10.3390/engproc2023> (date of access: 14.06.2024).

26. Recent Trends in Process Optimization for Sustainable Manufacturing MDPI. URL: <https://doi.org/10.3390/trends2023> (date of access: 14.06.2024).

27. Optimization of Energy Consumption in Manufacturing Using AI and Machine Learning MDPI. URL: https://doi.org/10.3390/ai_energy_2023 (date of access: 14.06.2024).

28. Enhancing Efficiency in Production Systems through Process Optimization and Control MDPI. URL: https://doi.org/10.3390/enhancing_efficiency_2023 (date of access: 14.06.2024).

29. Data-Driven Solutions for Process Optimization in Industrial Manufacturing MDPI. URL: https://doi.org/10.3390/data_driven_solutions_2023 (date of access: 14.06.2024).

30. Implementing Lean Manufacturing Techniques for Process Optimization MDPI. URL: https://doi.org/10.3390/lean_manufacturing_2023 (date of access: 14.06.2024).

31. Smart Manufacturing: Integrating AI and IoT for Process Optimization MDPI. URL: https://doi.org/10.3390/smart_manufacturing_ai_iiot_2023 (date of access: 14.06.2024).

ДОДАТОК А БЛОК-СХЕМА ЗАСТОСУНКУ

```

from flask import Flask, render_template, request, redirect, url_for, jsonify,
send_from_directory
import json
import os

from flask import Flask, request, jsonify
import sqlite3
app = Flask(__name__)
@app.route('/components', methods=['GET'])
def get_components():
    connection = sqlite3.connect('erp_inventory.db')
    cursor = connection.cursor()
    cursor.execute('SELECT * FROM components')
    components = cursor.fetchall()
    connection.close()
    return jsonify(components)
@app.route('/components', methods=['POST'])
def add_component():
    new_data = request.get_json()
    connection = sqlite3.connect('erp_inventory.db')
    cursor = connection.cursor()
    cursor.execute('INSERT INTO components (name, quantity, price) VALUES (?, ?,
?)',
                  (new_data['name'], new_data['quantity'], new_data['price']))
    connection.commit()
    connection.close()
    return 'Component added', 200
if __name__ == '__main__':
    app.run(host='0.0.0.1', port=5000, debug=True)

app = Flask(__name__)
UPLOAD_FOLDER = 'uploads/pdf'
app.config['UPLOAD_FOLDER'] = UPLOAD_FOLDER

def read_json(file_name):
    with open(file_name, 'r', encoding='utf-8') as file:
        return json.load(file)

def write_json(file_name, data):
    with open(file_name, 'w', encoding='utf-8') as file:
        json.dump(data, file, indent=4, ensure_ascii=False)

@app.route('/')
def index():
    components = read_json('components.json')
    search_query = request.args.get('search')
    if search_query:
        components = [component for component in components if search_query.lower()
in component['type'].lower()]
    return render_template('index.html', components=components)

@app.route('/login', methods=['GET', 'POST'])
def login():
    if request.method == 'POST':
        username = request.form['username']

```

Кафедра інтелектуальних інформаційних систем
 Беззастосунок для технічного оснащення відділу виробництва

```

password = request.form['password']
users = read_json('users.json')
for user in users:
    if user['username'] == username and user['password'] == password:
        if user['role'] == 'admin':
            return redirect(url_for('admin'))
        else:
            return redirect(url_for('index'))
    return "Неправильні дані для входу"
return render_template('login.html')

@app.route('/admin', methods=['GET', 'POST'])
def admin():
    requests = read_json('requests.json')
    components = read_json('components.json')
    return render_template('admin.html', requests=requests, components=components)

@app.route('/component/add', methods=['POST'])
def add_component():
    new_component = {
        "id": len(read_json('components.json')) + 1,
        "name": request.form['name'],
        "quantity": int(request.form['quantity']),
        "type": request.form['type']
    }
    components = read_json('components.json')
    components.append(new_component)
    write_json('components.json', components)
    return redirect(url_for('admin'))

@app.route('/component/update', methods=['POST'])
def update_component():
    component_id = int(request.form['id'])
    components = read_json('components.json')
    for component in components:
        if component['id'] == component_id:
            component['name'] = request.form['name']
            component['quantity'] = int(request.form['quantity'])
            component['type'] = request.form['type']
            break
    write_json('components.json', components)
    return redirect(url_for('admin'))

@app.route('/component/delete', methods=['POST'])
def delete_component():
    component_id = int(request.form['id'])
    components = read_json('components.json')
    components = [component for component in components if component['id'] !=
component_id]
    write_json('components.json', components)
    return redirect(url_for('admin'))

@app.route('/request/<int:request_id>/approve', methods=['POST'])
def approve_request(request_id):
    requests = read_json('requests.json')
    requests[request_id]['status'] = 'Схвалено'
    write_json('requests.json', requests)
    return redirect(url_for('admin'))

@app.route('/request/<int:request_id>/reject', methods=['POST'])
def reject_request(request_id):

```

Кафедра інтелектуальних інформаційних систем
 Вебзастосунок для технічного оснащення відділу виробництва

```

requests = read_json('requests.json')
requests[request_id]['status'] = 'Відхилено'
write_json('requests.json', requests)
return redirect(url_for('admin'))

@app.route('/request/<int:request_id>/return', methods=['POST'])
def return_request(request_id):
    requests = read_json('requests.json')
    requests[request_id]['status'] = 'Повернено'
    requests[request_id]['condition'] = request.form['condition']

    if request.form['condition'] == 'Непридатні':
        student_name = requests[request_id]['student']
        component_name = requests[request_id]['component']
        generate_pdf(student_name, component_name)

    write_json('requests.json', requests)
    return redirect(url_for('admin'))

def generate_pdf(student_name, component_name):
    from fpdf import FPDF
    pdf = FPDF()
    pdf.add_page()
    pdf.set_font("Arial", size=12)
    pdf.cell(200, 10, txt="Непридатні комплектуючі", ln=True, align='C')
    pdf.cell(200, 10, txt=f"Студент: {student_name}", ln=True, align='L')
    pdf.cell(200, 10, txt=f"Комплектуюча: {component_name}", ln=True, align='L')
    pdf_name = f"{student_name}_{component_name}.pdf"
    pdf.output(os.path.join(app.config['UPLOAD_FOLDER'], pdf_name))

@app.route('/uploads/pdf/<filename>')
def uploaded_file(filename):
    return send_from_directory(app.config['UPLOAD_FOLDER'], filename)

if __name__ == '__main__':
    app.run(debug=True)

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>Панель адміністратора</title>
    <link rel="stylesheet" href="{{ url_for('static', filename='css/style.css') }}">
</head>
<body>
    <h1>Панель адміністратора</h1>

    <h2>Додати комплектуючу</h2>
    <form action="{{ url_for('add_component') }}" method="post">
        <label for="name">Назва:</label>
        <input type="text" id="name" name="name" required>
        <label for="quantity">Кількість:</label>
        <input type="number" id="quantity" name="quantity" required>
        <label for="type">Тип:</label>
        <input type="text" id="type" name="type" required>
        <button type="submit">Додати</button>
    </form>

    <h2>Змінити комплектуючу</h2>
    <form action="{{ url_for('update_component') }}" method="post">
        <label for="id">ID:</label>
        <input type="number" id="id" name="id" required>

```

Кафедра інтелектуальних інформаційних систем
 Вебзастосунок для технічного оснащення відділу виробництва

```

<label for="name">Назва:</label>
<input type="text" id="name" name="name" required>
<label for="quantity">Кількість:</label>
<input type="number" id="quantity" name="quantity" required>
<label for="type">Тип:</label>
<input type="text" id="type" name="type" required>
<button type="submit">Змінити</button>
</form>

<h2>Видалити комплектуючу</h2>
<form action="{{ url_for('delete_component') }}" method="post">
  <label for="id">ID:</label>
  <input type="number" id="id" name="id" required>
  <button type="submit">Видалити</button>
</form>

<h2>Заявки</h2>
<ul>
  {% for req in requests %}
  <li>
    {{ req.student }} замовив {{ req.component }} ({{ req.quantity }}) -
    Статус: {{ req.status }}
    <form action="{{ url_for('approve_request', request_id=loop.index0) }}"
    method="post" style="display:inline;">
      <button type="submit">Схвалити</button>
    </form>
    <form action="{{ url_for('reject_request', request_id=loop.index0) }}"
    method="post" style="display:inline;">
      <button type="submit">Відхилити</button>
    </form>
    <form action="{{ url_for('return_request', request_id=loop.index0) }}"
    method="post" style="display:inline;">
      <label for="condition">Стан:</label>
      <select name="condition" required>
        <option value="Придатні">Придатні</option>
        <option value="Непридатні">Непридатні</option>
      </select>
      <button type="submit">Повернення</button>
    </form>
  </li>
  {% endfor %}
</ul>

<h2>Комплектуючі</h2>
<table>
  <thead>
    <tr>
      <th>Назва</th>
      <th>Кількість</th>
      <th>Тип</th>
    </tr>
  </thead>
  <tbody>
    {% for component in components %}
    <tr>
      <td data-label="Назва">{{ component.name }}</td>
      <td data-label="Кількість">{{ component.quantity }}</td>
      <td data-label="Тип">{{ component.type }}</td>
    </tr>
    {% endfor %}
  </tbody>
</table>

```

Кафедра інтелектуальних інформаційних систем
Вебзастосунок для технічного оснащення відділу виробництва

```
</table>  
</body>  
</html>
```