ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва, інформаційних
та управлінських технологій
Кафедра інформаційних технологій та аналітики даних

«Допущено до захисту»
Гарант ОПП
Ірина ГЕТЬМАН

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Комп'ютерні науки»
за спеціальністю 122 Комп`ютерні науки

на тему «Автоматизоване робоче місце спеціаліста складу металургійного підприємства»

Керівник роботи Олександр КАСЬЯНЮК

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач Олександр РОГОВСЬКИЙ

Підсумкова оцінка за атестацію			

Голова ЕК Антон КУДРЯВЦЕВ

ЗАПОРІЖЖЯ 2026

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет	автоматизації виробництва , інформаційних та управлінських технологій
Кафедра	інформаційних технологій та аналітики даних
Ступінь вищої освіти	бакалавр
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
ОПП	Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Гарант ОПП
_____ Ірина ГЕТЬМАН

«26» лютого 2026 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Роговському Олександру Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи «Автоматизоване робоче місце спеціаліста складу металургійного підприємства»
керівник роботи Касьянюк Олександр Сергійович, старший викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Університету від 23.02.2026 р. №41/23.02.2026
2. Термін подання роботи 16.06.2026 р.
3. Вихідні дані до роботи Навчальна література, державні стандарти та методичні вказівки з дисциплін «Системний аналіз», «Інженерія програмного забезпечення», «Бази даних», «Моделювання інформаційних систем», документація з розробки програмного забезпечення мовою C# та Asp.Net, роботи з СУБД MariaDB, технологіями Razor та Entity Framework, наукові публікації з тематики побудови автоматизованаї складської системи, результати проєктування, програмної реалізації.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Реферат. Зміст. Вступ. Розділ 1. Аналіз стану питання автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства. Розділ 2. Розробка математичної моделі автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства. Розділ 3. Проєктування та розробка програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства. Розділ 4. Економічні розрахунки доцільності розробки програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства. Висновки. Перелік використаних джерел. Додатки.
5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Актуальність, мета, завдання дослідження; Аналіз предметної області; Аналоги АРМ; Математична модель; Діаграма діяльностей; Діаграма класів; Діаграма послідовностей; Засоби розробки АРМ; Екранні форми; Висновки.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
1	Касьянюк О.С., старший викладач ІНТЕХАД
2	Касьянюк О.С., старший викладач ІНТЕХАД
3	Касьянюк О.С., старший викладач ІНТЕХАД
4	Гетьман І.А., доцент ІНТЕХАД

7. Дата видачі завдання 26.02.2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Аналіз стану питання автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства	26.02.2026 – 26.03.2026
2	Розробка математичної моделі автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства	26.03.2026 – 23.04.2026
3	Проєктування та розробка програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства	23.04.2026 – 18.05.2026
5	Економічні розрахунки доцільності розробки програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства	20.05.2026 – 01.06.2026
6	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, реферат	01.06.2026 – 08.06.2026
7	Остаточне оформлення та подання завершеної роботи.	08.06.2026 – 16.06.2026
8	Підготовка презентаційного матеріалу, рецензування завершеної роботи. Захист	16.06.2026 – 18.06.2026

Здобувач (Олександр РОГОВСЬКИЙ)

Керівник роботи (Олександр КАСЬЯНЮК)

РЕФЕРАТ

Роговський О.С. Автоматизоване робоче місце спеціаліста складу металургійного підприємства.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра комп'ютерних наук за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» МОН України, м. Запоріжжя, 2026.

Метою роботи є аналіз для проєктування та розробка програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства, який забезпечує ефективний облік матеріальних цінностей, контроль складських залишків, оформлення складських операцій, пошук і відстеження руху матеріалів, формування звітності та підвищення оперативності роботи складського підрозділу.

Об'єкт дослідження – складський облік на металургійному підприємстві.

Предмет дослідження – процес автоматизації робочого місця спеціаліста складу за допомогою спеціалізованого програмного комплексу.

Методологія – аналіз предметної області, моделювання бізнес-процесів, розробка діаграм діяльності, математичне моделювання складських операцій, об'єктно-орієнтоване програмування, проєктування реляційної бази даних та економічна оцінка розробки.

У роботі проведено аналіз складських процесів металургійного підприємства, визначено основні проблеми традиційного обліку, розроблено математичну модель, технічне завдання та структуру бази даних. Створено програмний комплекс мовою C# з використанням ASP.NET Core Razor Pages, Entity Framework Core, MariaDB та phpMyAdmin. Реалізовано вебінтерфейс, довідники матеріалів, постачальників, працівників і місць зберігання, модулі надходження, видачі, контролю залишків та журналу рухів.

Розроблений програмний комплекс дозволяє скоротити час виконання складських операцій, зменшити кількість помилок, підвищити точність обліку матеріальних цінностей і прозорість руху запасів. Система може бути масштабована та адаптована для інших промислових підприємств.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СКЛАДСЬКИЙ ОБЛІК, МЕТАЛУРГІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО, АВТОМАТИЗАЦІЯ, АРМ СПЕЦІАЛІСТА СКЛАДУ, ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС, БАЗА ДАНИХ, C#, ASP.NET CORE, ENTITY FRAMEWORK CORE, MARIADB, PHPMYADMIN, МАТЕРІАЛЬНІ ЦІННОСТІ, СКЛАДСЬКІ ЗАЛИШКИ, ЖУРНАЛ РУХІВ

ABSTRACT

Rohovskyi O.S. Automated workplace of a warehouse specialist at a metallurgical enterprise.

Qualification work for obtaining the degree of Bachelor of Computer Science in the specialty 122 Computer Science. - LLC «TECHNICAL UNIVERSITY «METINVEST POLYTECHNIC» MES of Ukraine, Kryvyi Rih, 2026.

The aim of this work is to analyze, design, and develop a software complex for automating the workplace of a warehouse specialist at a metallurgical enterprise. The system provides efficient accounting of material assets, control of warehouse balances, processing of warehouse operations, search and tracking of material movements, report generation, and improvement of the operational efficiency of the warehouse department.

Object of the research is warehouse accounting at a metallurgical enterprise.

The subject of research is the process of automating the workplace of a warehouse specialist using a specialized software complex..

The methodology includes domain analysis, business process modeling, activity diagram development, mathematical modeling of warehouse operations, object-oriented programming, relational database design, and economic evaluation of the development.

The work analyzes the warehouse processes of a metallurgical enterprise, identifies the main problems of traditional accounting, and develops a mathematical model, technical specification, and database structure. A software complex was created in C# using ASP.NET Core Razor Pages, Entity Framework Core, MariaDB, and phpMyAdmin. The system implements a web interface, directories of materials, suppliers, employees, and storage locations, as well as modules for receipts, issues, stock balance control, and the movement log.

The developed software complex reduces the time required to perform warehouse operations, decreases the number of errors, improves the accuracy of material asset accounting, and increases the transparency of stock movement. The system can be scaled and adapted for other industrial enterprises.

KEYWORDS: WAREHOUSE ACCOUNTING, METALLURGICAL ENTERPRISE, AUTOMATION, WAREHOUSE SPECIALIST WORKPLACE, SOFTWARE COMPLEX, DATABASE, C#, ASP.NET CORE, ENTITY FRAMEWORK CORE, MARIADB, PHPMYADMIN, MATERIAL ASSETS, STOCK BALANCES, MOVEMENT LOG

ЗМІСТ

ВСТУП 6
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ СПЕЦІАЛІСТА СКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА 9
1.1 Аналіз предметної області «Склад металургійного підприємства» 9
1.2 Аналіз предметної області «Автоматизація робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства» 15
1.3 Аналоги програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства 22
1.4 Вибір засобів розробки програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства..... 27
2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ СПЕЦІАЛІСТА СКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА 30
2.1 Розробка діаграм діяльностей для складу металургійного підприємства 30
2.2 Математична модель складу металургійного підприємства..... 39
2.3 Розробка технічного завдання на розробку програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства 42
3 ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ СПЕЦІАЛІСТА СКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА..... 43
3.1 Розробка діаграми класів програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства 43
3.2 Розробка діаграми послідовностей для процесу отримання матеріалів на складі металургійного підприємства..... 47

3.3 Розробка бази даних в СУБД Maria DB за допомогою phpMyAdmin 49
3.4 Розробка програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства 54
4 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ СПЕЦІАЛІСТА СКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА 62
4.1 Розрахунок трудомісткості та витрат на розробку програмного комплексу 62
4.2 Розрахунок собівартості та ціни програмного комплексу 66
4.3 Оцінка економічної ефективності впровадження 68
ВИСНОВКИ 71
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 74
ДОДАТОК А. ВІДОМОСТІ РОБОТИ 77
ДОДАТОК Б. ДІАГРАМА ДІЯЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ СКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА 79
ДОДАТОК В. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ 80
ДОДАТОК Г. АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ 91

ВСТУП

Актуальність теми автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства зумовлена тим, що складське господарство є важливою складовою логістичної системи підприємства. Саме склад забезпечує приймання, зберігання, облік, переміщення та відпуск матеріальних ресурсів, необхідних для безперервного функціонування виробництва. У навчальній літературі складське господарство розглядається як важлива ланка логістичної системи, що охоплює організацію технологічних процесів на складі, складський облік, документообіг, роботу персоналу та підвищення продуктивності праці.

Для металургійного підприємства склад має особливе значення, оскільки виробництво пов’язане з великими обсягами сировини, матеріалів, напівфабрикатів, запасних частин і готової продукції. Порушення складського обліку або несвоєчасне забезпечення виробничих підрозділів матеріалами може призвести до простоїв обладнання, затримок у виробництві, зростання витрат і зниження ефективності діяльності підприємства. У промислових умовах управління товарно-матеріальними запасами є необхідним для забезпечення безперервного виробництва продукції у потрібній кількості та у встановлений час.

Традиційні методи ведення складського обліку, що базуються на паперових документах або розрізнених електронних таблицях, не завжди забезпечують належну оперативність, точність і прозорість інформації. Це ускладнює контроль залишків, пошук матеріалів, формування звітності, проведення інвентаризації та взаємодію складу з виробничими, транспортними, фінансовими й управлінськими підрозділами. У сучасних дослідженнях цифрова трансформація

складської логістики розглядається як актуальний напрям розвитку підприємств, що сприяє оптимізації складських операцій, мінімізації людського фактора та раціоналізації використання робочого часу.

Автоматизоване робоче місце спеціаліста складу дозволяє перейти від ручного або частково автоматизованого обліку до єдиної інформаційної системи, у якій усі складські операції фіксуються своєчасно та достовірно. Таке рішення має забезпечувати облік надходження матеріалів, контроль залишків, адресне зберігання, партійний облік, оформлення документів, відпуск матеріалів у виробництво, переміщення між складами, списання, інвентаризацію та формування звітів. Сучасні WMS-системи визначаються як інформаційні програмні рішення для обробки й оптимізації складських логістичних операцій та підтримки складських процесів.

Особливої актуальності автоматизація набуває саме для металургійного підприємства, де складські процеси тісно пов’язані з виробничими стадіями, замовленнями, контролем якості, рухом великих партій матеріалів і готової продукції. Галузеві промислові IT-рішення для металургії передбачають контроль складських запасів на різних етапах виробництва, управління замовленнями та гнучке налаштування процесів під особливості підприємства.

Метою роботи є аналіз для проєктування та розробка програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства, який забезпечує ефективний облік матеріальних цінностей, контроль складських залишків, оформлення складських операцій, пошук і відстеження руху матеріалів, формування звітності та підвищення оперативності роботи складського підрозділу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати предметну область складу металургійного підприємства та визначити основні складські бізнес-процеси.

2. Дослідити функції спеціаліста складу, пов’язані з прийманням, зберіганням, переміщенням, відпуском, списанням та інвентаризацією матеріальних цінностей.

3. Визначити основні проблеми традиційної організації роботи складу, зокрема дублювання даних, ручне введення інформації, затримки в оновленні залишків, складність пошуку матеріалів і формування звітності.

4. Проаналізувати існуючі програмні аналоги для автоматизації складських процесів, зокрема ERP- та WMS-системи.

5. Розробити інформаційну модель предметної області, визначивши основні сутності: матеріал, склад, місце зберігання, партія, постачальник, підрозділ, документ руху, користувач, роль, залишок та інвентаризаційний запис.

6. Оцінити ефективність запропонованого рішення з погляду підвищення точності обліку, скорочення часу обробки інформації та зменшення впливу людського фактора.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ СПЕЦІАЛІСТА СКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Аналіз предметної області «Склад металургійного підприємства»

Склад металургійного підприємства [1] є важливою складовою виробничо-логістичної системи, яка забезпечує безперервність технологічного процесу, збереження матеріальних ресурсів, контроль руху запасів і своєчасне постачання сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектувальних виробів, запасних частин та готової продукції. У межах металургійного підприємства склад виконує не лише функцію фізичного зберігання матеріальних цінностей, а й виступає інформаційним центром, у якому фіксуються дані про надходження, переміщення, списання, резервування, інвентаризацію та відвантаження продукції. Тому предметна область складу охоплює сукупність організаційних, технологічних, облікових, логістичних та інформаційних процесів, пов’язаних із управлінням матеріальними потоками підприємства.

У загальному розумінні логістика розглядається як управління рухом матеріальних та пов’язаних із ними інформаційних потоків від постачальника до кінцевого споживача. Для складу металургійного підприємства це означає, що кожна операція з матеріалами повинна супроводжуватися не тільки фізичним переміщенням вантажу, а й відповідним інформаційним записом: документом, складською проводкою, зміною залишку, присвоєнням місця зберігання, оновленням статусу партії або формуванням звіту. Саме матеріальний потік поєднує постачання, виробництво, складське господарство,

транспорт, контроль якості та збут в єдину систему управління підприємством.

Особливістю металургійного підприємства є складність і масштабність матеріальних потоків. На склад можуть надходити залізорудна сировина, металобрухт, вугілля, кокс, феросплави, вапняк, вогнетривкі матеріали, мастила, хімічні реагенти, інструмент, запасні частини, засоби індивідуального захисту, комплектувальні матеріали та інші виробничі ресурси. Окрему групу становлять напівфабрикати та готова металопродукція: сляби, блюми, заготовки, рулони, листи, труби, сортовий прокат, балки, дріт та інші види продукції. У повному циклі металургійного виробництва сировина надходить на підприємство, розподіляється між цехами та складськими майданчиками, далі використовується у виробництві гарячого металу, лиття, прокатки та виготовлення готової продукції.

Складська система металургійного підприємства [2] зазвичай має складну структуру. Вона може включати склади сировини, склади допоміжних матеріалів, склади запасних частин, інструментальні комори, склади вогнетривів, склади паливно-мастильних матеріалів, проміжні виробничі склади, відкриті складські майданчики, склади готової продукції та зони відвантаження. Кожен із цих об’єктів має власні правила зберігання, обліку та переміщення матеріалів. Наприклад, сипучі матеріали можуть зберігатися на відкритих майданчиках або у спеціалізованих бункерах, запасні частини – у закритих складських приміщеннях із адресним зберіганням, а готова металопродукція – у зонах, пристосованих до великогабаритних і важких вантажів. Через це предметна область складу повинна враховувати не тільки номенклатуру матеріалів, а й їхні фізичні характеристики, умови зберігання, одиниці вимірювання, строки використання, партійність, якісні параметри та технологічне призначення.

Основними бізнес-процесами складу є приймання матеріалів, вхідний контроль, розміщення на місцях зберігання, внутрішнє переміщення, резервування під виробничі потреби, відпуск у цехи, повернення невикористаних матеріалів, списання, інвентаризація, комплектація замовлень, підготовка до відвантаження та передача готової продукції споживачам. Під час приймання перевіряються кількість, якість, відповідність супровідним документам, сертифікатам, замовленням постачання або договорам. Після цього матеріали оприбутковуються у складській системі, отримують статус доступних або заблокованих до завершення контролю якості та розміщуються у визначених зонах зберігання. Складська логістика в сучасному розумінні охоплює організацію складських технологічних процесів, складський облік, документообіг, роботу персоналу та автоматизацію операцій.

Важливим елементом предметної області є управління запасами [3]. Для металургійного підприємства критично важливо підтримувати оптимальний рівень матеріальних ресурсів, оскільки дефіцит сировини або запасних частин може спричинити простої обладнання, порушення виробничого графіка та фінансові втрати. Водночас надлишкові запаси призводять до заморожування оборотних коштів, перевантаження складських площ, збільшення витрат на зберігання та ризику втрати якості окремих матеріалів. Тому склад має забезпечувати баланс між безперервністю виробництва та економічною доцільністю утримання запасів. Для цього застосовуються норми запасів, мінімальні та максимальні залишки, точки замовлення, резервування матеріалів під виробничі заявки, аналіз обіговості, контроль неліквідних позицій та планування потреб на основі виробничих програм.

Окрему роль у складському господарстві металургійного підприємства відіграє партійний облік і простежуваність матеріалів. Для

сировини, напівфабрикатів і готової продукції важливо знати походження партії, постачальника, дату надходження, якісні характеристики, результати лабораторного контролю, місце зберігання, історію переміщень і зв’язок із виробничими операціями. У металургії це особливо важливо через необхідність контролю хімічного складу, механічних властивостей, сертифікації продукції та відповідності вимогам замовника. Сучасні галузеві ERP-рішення для металургії передбачають балансування сировини і запасів, партійний облік продукції та напівфабрикатів, контроль складських залишків, облік якісних параметрів сировини й продукції, а також зв’язок із технологічним обладнанням і датчиками.

Інформаційна складова предметної області є не менш важливою, ніж фізичне переміщення матеріалів. Усі складські операції повинні бути документально оформлені та відображені в інформаційній системі підприємства. До основних документів можуть належати прибуткові накладні, видаткові накладні, акти приймання, акти списання, вимоги на відпуск матеріалів, лімітно-забірні картки, акти інвентаризації, сертифікати якості, транспортні документи, заявки на переміщення, замовлення на відвантаження та звіти про залишки. У разі автоматизації ці документи можуть формуватися в електронному вигляді, погоджуватися відповідальними особами та зберігатися в єдиній базі даних. Це зменшує ризик помилок, прискорює обмін інформацією між підрозділами та підвищує прозорість складських операцій.

Склад металургійного підприємства тісно взаємодіє з іншими підрозділами. Відділ постачання формує замовлення на закупівлю та контролює строки поставок. Виробничі цехи подають заявки на отримання матеріалів відповідно до виробничого плану. Відділ технічного контролю або лабораторія перевіряє якість сировини, напівфабрикатів і готової продукції. Бухгалтерія здійснює фінансовий

облік матеріальних цінностей. Планово-економічний відділ аналізує витрати та нормативи. Транспортна служба забезпечує переміщення вантажів територією підприємства та відвантаження продукції. Служба охорони праці контролює безпечність складських операцій, особливо під час роботи з важкими, сипучими, гарячими, хімічними або великогабаритними матеріалами. Таким чином, склад є міжфункціональним вузлом, який об’єднує виробничі, логістичні, економічні та управлінські процеси.

З погляду автоматизації склад металургійного підприємства доцільно розглядати як інформаційну систему, що містить довідники, документи, операції, користувачів, ролі та звітність. Основними об’єктами такої системи є матеріал, номенклатурна позиція, партія, склад, зона зберігання, комірка, постачальник, підрозділ-одержувач, працівник складу, документ руху, заявка, інвентаризаційний запис і залишок. Між цими об’єктами існують стійкі зв’язки: матеріал належить до певної групи номенклатури, партія пов’язана з матеріалом і постачальником, залишок зберігається на конкретному складі або місці зберігання, документ фіксує операцію руху, а користувач виконує або погоджує певну дію відповідно до своєї ролі. Така модель дає змогу формалізувати предметну область і надалі реалізувати її у вигляді бази даних, модуля ERP-системи або окремої складської інформаційної системи.

Сучасні системи управління складом, зокрема WMS, забезпечують контроль складських операцій у режимі реального часу, відстеження місцезнаходження сировини, допоміжних матеріалів, напівфабрикатів і готової продукції, управління завданнями для працівників, оптимізацію внутрішніх переміщень і підтримку процесів приймання, виробничого циклу та відвантаження. Для металургійного підприємства це особливо актуально через значні обсяги вантажів, велику кількість номенклатурних позицій, потребу в точному обліку

залишків і необхідність швидкого отримання достовірної інформації для виробничого планування.

Основними проблемами традиційного складського обліку на металургійному підприємстві є дублювання даних, затримки в оновленні залишків, помилки ручного введення, складність пошуку матеріалів, недостатня прозорість переміщень, неузгодженість між фактичними та обліковими залишками, тривала інвентаризація, складність контролю партій і залежність від паперового документообігу. У великих виробничих системах навіть незначна помилка в обліку може спричинити неправильне планування закупівель, затримку виробництва або невчасне виконання замовлення. Тому автоматизація складу повинна бути спрямована не лише на фіксацію операцій, а й на підвищення керованості матеріальних потоків, оперативність прийняття рішень і достовірність даних.

Предметна область «Склад металургійного підприємства» охоплює складну систему взаємопов’язаних процесів, пов’язаних із прийманням, зберіганням, обліком, переміщенням, контролем і відвантаженням матеріальних цінностей. Її специфіка визначається масштабністю металургійного виробництва, різноманітністю номенклатури, високими вимогами до точності обліку, необхідністю контролю якості та простежуваності партій, а також тісною інтеграцією складу з виробничими, транспортними, фінансовими та управлінськими процесами. Ефективне функціонування складу безпосередньо впливає на ритмічність виробництва, собівартість продукції, швидкість виконання замовлень і загальну конкурентоспроможність металургійного підприємства. Саме тому склад доцільно розглядати не як допоміжний підрозділ, а як ключовий елемент виробничо-логістичної інфраструктури підприємства.

1.2 Аналіз предметної області «Автоматизація робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства»

Автоматизація робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства [4] є важливим напрямом удосконалення виробничо-логістичної діяльності підприємства, оскільки саме складський підрозділ забезпечує контроль руху матеріальних цінностей, своєчасне забезпечення виробництва ресурсами, облік залишків, приймання сировини, відпуск матеріалів у виробництво та відвантаження готової продукції. У сучасних умовах склад металургійного підприємства не можна розглядати лише як місце фізичного зберігання матеріалів. Він є складною інформаційно-логістичною системою, у якій поєднуються матеріальні потоки, документообіг, контроль якості, фінансовий облік, виробниче планування та управління запасами.

Робоче місце спеціаліста складу є центральною ланкою в організації складських процесів. Спеціаліст складу виконує операції з приймання, розміщення, переміщення, обліку, резервування, видачі, списання та інвентаризації матеріальних ресурсів. У металургійному виробництві ці процеси мають підвищену складність через велику кількість номенклатурних позицій, значні обсяги вантажів, різноманітність одиниць вимірювання, необхідність партійного обліку, контроль якісних характеристик сировини та готової продукції, а також потребу в постійному узгодженні складських операцій із виробничими цехами, транспортними службами, бухгалтерією, відділом постачання та відділом збуту.

Предметна область автоматизації робочого місця спеціаліста складу охоплює сукупність процесів, пов’язаних із інформаційною підтримкою щоденної роботи працівника складу. До таких процесів належать реєстрація надходження матеріалів, оформлення

супровідних документів, перевірка відповідності фактичної кількості даним у документах, фіксація результатів вхідного контролю, присвоєння матеріалам місць зберігання, ведення карток складського обліку, контроль залишків, формування заявок на переміщення, оформлення відпуску матеріалів у виробництво, облік повернень, списання непридатних або використаних ресурсів, проведення інвентаризації та підготовка аналітичної звітності.

У традиційній організації роботи значна частина цих операцій може виконуватися вручну або за допомогою розрізнених електронних таблиць і паперових документів. Такий підхід створює низку проблем: дублювання інформації, помилки під час введення даних, затримки в оновленні залишків, складність пошуку потрібної номенклатурної позиції, неузгодженість між фактичними та обліковими даними, тривалість формування звітів, залежність від людського фактора та ускладнення контролю за рухом матеріальних цінностей. Для металургійного підприємства ці проблеми є особливо критичними, оскільки несвоєчасне або неправильне відображення складських операцій може призвести до порушення виробничого графіка, простоїв обладнання, надлишкового накопичення запасів або невиконання замовлень споживачів.

Автоматизоване робоче місце спеціаліста складу [5] має забезпечувати оперативний доступ до актуальної інформації про матеріальні ресурси підприємства. Користувач повинен мати можливість швидко переглядати залишки на складах, знаходити потрібні матеріали за найменуванням, кодом, групою, партією, постачальником або місцем зберігання, перевіряти історію руху матеріалу, формувати документи складських операцій і отримувати звіти за визначений період. Важливо, щоб система підтримувала не лише простий облік кількості, а й розширені характеристики матеріалів: одиниці вимірювання, марку сталі, хімічний склад, сертифікати якості,

дату надходження, номер партії, строк придатності, стан матеріалу, складську зону, відповідальну особу та статус доступності.

Особливе значення в металургійному підприємстві має облік партій і простежуваність матеріальних потоків. Спеціаліст складу повинен мати можливість встановити, звідки надійшла конкретна партія сировини або матеріалів, коли вона була прийнята, де зберігалася, у який цех була передана, у якому виробничому процесі використана та з якою готовою продукцією пов’язана. Це необхідно для забезпечення якості продукції, виконання вимог технічної документації, контролю виробничих витрат і розслідування можливих відхилень у технологічному процесі. Автоматизація таких операцій дає змогу зменшити кількість ручних перевірок і забезпечити прозорість руху матеріалів на всіх етапах.

Функціональність автоматизованого робочого місця спеціаліста складу доцільно будувати навколо основних складських бізнес-процесів. Першим із них є приймання матеріалів. На цьому етапі система повинна дозволяти створювати прибуткові документи, вносити інформацію про постачальника, номер накладної, дату поставки, найменування матеріалу, кількість, одиницю вимірювання, номер партії, результати перевірки та місце подальшого зберігання. У разі виявлення розбіжностей між фактичними даними та супровідними документами система має фіксувати відхилення та формувати відповідні акти або службові повідомлення.

Другим важливим процесом є розміщення матеріалів на складі. Для ефективної роботи складського підрозділу необхідно знати, де саме розташована кожна номенклатурна позиція. Тому автоматизоване робоче місце повинно підтримувати адресне зберігання, тобто прив’язку матеріалів до конкретних складів, зон, секцій, стелажів, майданчиків або комірок. У випадку металургійного підприємства це може стосуватися як закритих складів для запасних частин і допоміжних матеріалів, так і

відкритих майданчиків для металопродукції, сировини або великогабаритних вантажів. Наявність адресного зберігання прискорює пошук матеріалів, зменшує час виконання заявок і підвищує точність обліку.

Третім ключовим процесом є відпуск матеріалів у виробництво. Виробничі цехи металургійного підприємства постійно потребують сировини, допоміжних матеріалів, запасних частин, інструменту та комплектувальних виробів. Автоматизована система має забезпечувати оформлення вимог на відпуск, перевірку наявності залишків, резервування матеріалів, формування видаткових документів і списання ресурсів із відповідного складу. Для спеціаліста складу важливо мати зручний механізм підтвердження фактичної видачі матеріалу, зазначення отримувача, підрозділу, підстави видачі та виробничого замовлення, до якого належить операція.

Окреме місце займає процес внутрішнього переміщення матеріалів між складами, цехами або зонами зберігання. На великому металургійному підприємстві матеріальні цінності можуть багаторазово переміщуватися до моменту їх остаточного використання або відвантаження. Без автоматизованої фіксації таких операцій складно підтримувати актуальність даних про залишки та місцезнаходження матеріалів. Тому робоче місце спеціаліста складу повинно містити інструменти для оформлення переміщень, зазначення складу-відправника, складу-одержувача, відповідальних осіб, транспортних засобів і підстав переміщення.

Важливим елементом предметної області є інвентаризація. Інвентаризація дає змогу порівняти фактичну наявність матеріальних цінностей із даними облікової системи. В автоматизованому робочому місці спеціаліста складу цей процес повинен бути максимально спрощеним: система має формувати інвентаризаційні відомості, дозволяти вносити фактичні залишки, автоматично визначати

надлишки або нестачі, формувати акти розбіжностей і оновлювати дані після затвердження результатів. Автоматизація інвентаризації скорочує час перевірки, зменшує кількість помилок і підвищує достовірність облікової інформації.

Не менш важливою є аналітична функція автоматизованого робочого місця. Спеціаліст складу, керівник складського господарства або інші відповідальні особи повинні мати змогу отримувати звіти про залишки, рух матеріалів, надходження, видачу, списання, дефіцитні позиції, неліквідні запаси, обіговість матеріалів, завантаженість складських зон і результати інвентаризації. Такі звіти є основою для прийняття управлінських рішень щодо закупівель, оптимізації запасів, планування виробництва та зменшення витрат на зберігання.

З технічного погляду автоматизоване робоче місце спеціаліста складу може бути реалізоване як окремий програмний модуль або як частина комплексної інформаційної системи підприємства. Найбільш доцільною є інтеграція такого робочого місця з ERP-системою, системою управління складом, електронним документообігом, бухгалтерським обліком, виробничою системою та транспортною логістикою. Це дозволяє уникнути дублювання даних і забезпечити єдиний інформаційний простір. Наприклад, дані про закупівлю можуть надходити з модуля постачання, дані про потребу в матеріалах – із виробничого планування, дані про фактичне використання – з виробничих цехів, а фінансові дані – з бухгалтерської системи.

Користувачами автоматизованого робочого місця можуть бути комірники, спеціалісти складу, начальники складів, працівники відділу постачання, виробничі майстри, бухгалтери, фахівці з контролю якості та керівники підрозділів. Кожна категорія користувачів повинна мати власний рівень доступу. Наприклад, спеціаліст складу може створювати та проводити складські документи, керівник складу – затверджувати операції й переглядати звіти, бухгалтер – контролювати вартісні

показники, а працівник виробничого підрозділу – формувати заявку на отримання матеріалів. Розмежування прав доступу є необхідним для захисту інформації, запобігання несанкціонованим змінам і підвищення відповідальності користувачів.

Інформаційна модель автоматизованого робочого місця повинна включати такі основні сутності: користувач, роль користувача, склад, складська зона, місце зберігання, матеріал, номенклатурна група, партія, постачальник, підрозділ, документ руху, тип операції, залишок, заявка, інвентаризаційний документ і звіт. Між цими сутностями існують логічні зв’язки. Матеріал належить до певної номенклатурної групи, партія пов’язана з матеріалом і постачальником, залишок визначається за матеріалом, партією та місцем зберігання, документ руху фіксує зміну залишку, а користувач виконує операцію відповідно до своєї ролі. Така структура дозволяє створити цілісну базу даних для обліку складських операцій.

Автоматизація робочого місця спеціаліста складу також повинна враховувати вимоги до зручності інтерфейсу. Оскільки складські операції часто виконуються в умовах обмеженого часу, інтерфейс має бути простим, зрозумілим і орієнтованим на швидке введення даних. Доцільно передбачити пошук і фільтрацію номенклатури, автоматичне заповнення реквізитів документів, використання довідників, перевірку коректності введених даних, попередження про недостатній залишок, повідомлення про помилки та можливість швидкого формування друкованих або електронних форм документів.

У сучасних умовах ефективність автоматизації може бути підвищена завдяки використанню штрихкодування, QR-кодів, RFID-міток, мобільних терміналів збору даних, планшетів і промислових сканерів [6]. Такі засоби дозволяють швидко ідентифікувати матеріали, зменшити кількість ручного введення, прискорити приймання, переміщення та інвентаризацію. Для металургійного підприємства це

особливо актуально під час роботи з великою кількістю партій, рулонів, листового металу, заготовок, запасних частин і допоміжних матеріалів. Проте впровадження таких технологій потребує належної організації маркування, підтримки актуальних довідників і дисципліни користувачів під час виконання операцій.

Очікуваний ефект від автоматизації робочого місця спеціаліста складу полягає у підвищенні точності обліку, скороченні часу виконання складських операцій, зменшенні кількості помилок, прискоренні пошуку матеріалів, покращенні контролю залишків, забезпеченні прозорості руху матеріальних цінностей і підвищенні якості управлінських рішень. Автоматизована система дозволяє оперативно виявляти дефіцитні позиції, контролювати надлишкові запаси, планувати закупівлі, аналізувати використання ресурсів і забезпечувати виробничі підрозділи необхідними матеріалами без затримок.

Разом із тим впровадження автоматизованого робочого місця потребує врахування певних ризиків і обмежень. До них належать необхідність навчання персоналу, початкове наповнення довідників, перенесення історичних даних, інтеграція з наявними інформаційними системами, забезпечення кібербезпеки, підтримка стабільної роботи обладнання та зміна звичних бізнес-процесів. Якщо автоматизація впроваджується без належного аналізу предметної області, існує ризик створення системи, яка формально відображає складські операції, але не відповідає реальним потребам користувачів. Тому перед розробкою програмного забезпечення необхідно чітко визначити функції спеціаліста складу, інформаційні потоки, документи, довідники, ролі користувачів і вимоги до звітності.

Предметна область «Автоматизація робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства» охоплює комплекс процесів, пов’язаних із цифровою підтримкою складських операцій, управлінням матеріальними потоками, обліком залишків, контролем партій,

формуванням документів і забезпеченням взаємодії складу з іншими підрозділами підприємства. Автоматизоване робоче місце спеціаліста складу має забезпечити перехід від ручного або частково автоматизованого обліку до єдиної інформаційної системи, у якій усі складські операції фіксуються своєчасно, достовірно та прозоро. Реалізація такої системи сприяє підвищенню ефективності складського господарства, зниженню виробничих ризиків, оптимізації запасів і забезпеченню стабільної роботи металургійного підприємства.

1.3 Аналоги програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства

Для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства можуть використовуватися різні класи програмних рішень: ERP-системи, WMS-системи, SCM-рішення, галузеві промислові платформи та окремі модулі складського обліку. Вибір конкретного аналога залежить від масштабу підприємства, кількості складів, складності номенклатури, потреби в партійному обліку, інтеграції з виробництвом, бухгалтерією, закупівлями, транспортною логістикою та системами контролю якості.

Найбільш близькими аналогами для металургійного підприємства є комплексні ERP- та WMS-рішення, оскільки вони дозволяють автоматизувати не лише облік залишків, а й повний цикл руху матеріальних цінностей: приймання, розміщення, внутрішнє переміщення, резервування, відпуск у виробництво, інвентаризацію, списання та відвантаження готової продукції. Для складу металургійного підприємства особливо важливими є функції адресного зберігання, партійного обліку, контролю якості, простежуваності

матеріалів, роботи з великогабаритними вантажами, підтримки різних одиниць вимірювання та інтеграції з виробничими процесами.

Одним із найбільш релевантних аналогів є IT-Enterprise [5, 6] – українська комплексна платформа для управління підприємством, яка охоплює ERP, MRP II, MES, APS, EAM, SCM, CRM та інші напрями цифровізації. Для металургійної та гірничодобувної промисловості система передбачає контроль складських запасів на різних етапах виробництва, управління замовленнями, адаптацію процесів під специфіку підприємства та інтеграцію з виробничими підрозділами. Це рішення є особливо доречним для великих промислових підприємств, де склад не існує окремо, а є частиною єдиного виробничо-логістичного контуру.

Іншим потужним аналогом є SAP Extended Warehouse Management [7]. Це система класу WMS, призначена для управління складськими операціями великого обсягу. Вона підтримує інтеграцію складської логістики з процесами постачання, виробництва, контролю якості, відстеження матеріалів і розподілу. Для металургійного підприємства SAP EWM може бути корисною завдяки можливостям роботи з великими складськими потоками, складною логікою зберігання, автоматизацією складського обладнання, слотингом, контролем переміщень і високим рівнем видимості запасів.

До аналогів також належить Microsoft Dynamics 365 Supply Chain Management [8, 9]. Це корпоративне рішення для управління ланцюгами постачання, виробництвом, запасами, складами, закупівлями та логістикою. Його складський модуль дозволяє оптимізувати складські процеси, створювати склади, налаштовувати робочі зони, керувати резервуванням, контролювати запаси та формувати операційні дані для управління. Для автоматизованого робочого місця спеціаліста складу така система може бути використана як частина ширшого ERP-рішення,

де складські операції пов’язані з виробництвом, фінансами й постачанням.

Ще одним аналогом є Oracle Warehouse Management Cloud [10, 11], що входить до екосистеми Oracle Cloud SCM. Система орієнтована на управління складськими операціями, контроль матеріальних потоків, відстеження запасів, облік партій, серійних номерів і виробничих потоків. Для виробничих підприємств важливо, що Oracle WMS Cloud підтримує контроль сировини, матеріалів і запасів у межах виробничого процесу, що є актуальним для металургійного підприємства з великими обсягами матеріальних ресурсів.

Для українських підприємств поширеним аналогом може бути BAS ERP [12]. Це ERP-система для управління ресурсами підприємства, яка включає модулі фінансового обліку, виробництва, закупівель, продажів, управління складом і запасами. BAS ERP може бути доцільною для підприємств, яким потрібна система обліку матеріальних ресурсів, складських залишків, закупівель, виробництва та регламентованого обліку. Водночас для складних металургійних складів із великою кількістю адресних зон, промисловою логістикою та глибокою інтеграцією з обладнанням може знадобитися додаткове налаштування або інтеграція зі спеціалізованою WMS.

Окремим класом аналогів є спеціалізовані WMS-системи. Наприклад, ABM WMS [13, 14] призначена для автоматизації складських операцій: приймання, розміщення, зберігання, обробки, відвантаження товарів і управління персоналом. Така система може бути використана для автоматизації робочого місця спеціаліста складу, оскільки вона зменшує кількість ручних операцій, скорочує час виконання складських процедур і мінімізує помилки. Для металургійного підприємства ABM WMS може бути корисною в частині контролю руху ТМЦ, адресного зберігання, інвентаризації, відбору та відвантаження матеріалів.

Схожим рішенням є Qguar WMS Pro [15, 16]. Це система управління складом, орієнтована на контроль складських процесів, руху товарів, збереження матеріальних цінностей, аналітику та роботу зі складами складної структури. Для металургійного підприємства така система може бути аналогом у частині оперативного управління складом, контролю місць зберігання, виконання складських завдань, оптимізації переміщень та забезпечення прозорості складських процесів.

Серед міжнародних рішень також можна виділити Infor WMS [17, 18]. Це WMS-система корпоративного рівня, яка позиціонується як хмарне рішення для управління складськими операціями з використанням аналітики, 3D-візуалізації, голосових технологій, AI-функцій і розширеного управління запасами. Для великого промислового підприємства Infor WMS може бути корисною тоді, коли потрібна масштабована система для складних складських процесів, значних обсягів номенклатури та високих вимог до оперативної аналітики.

Ще одним аналогом є Manhattan Active Warehouse Management [19]. Це хмарна система управління складом, побудована на мікросервісній архітектурі, яка підтримує управління запасами, персоналом, слотингом, автоматизацією, виконанням замовлень і видимістю операцій у реальному часі. Її доцільно розглядати для великих підприємств або логістичних комплексів, де складські операції мають високу інтенсивність, складну структуру та потребують постійної оптимізації.

Для невеликих або середніх підприємств як аналог може розглядатися Odoo Inventory [20, 21]. Це модуль ERP-системи Odoo, який забезпечує управління запасами, складами, місцями зберігання, переміщеннями, маршрутизацією та видимістю складських операцій у реальному часі. Проте для металургійного підприємства Odoo

доцільніше розглядати як варіант для менш складних складських процесів або як основу, що потребує значної адаптації під виробничу специфіку.

Аналоги програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства можна умовно поділити на три групи. До першої належать галузеві промислові ERP-платформи, наприклад IT-Enterprise, які найбільш повно враховують специфіку виробництва, складу, матеріальних потоків і промислового обліку. До другої групи належать великі міжнародні ERP/SCM-рішення – SAP EWM, Microsoft Dynamics 365 Supply Chain Management, Oracle Warehouse Management Cloud, які забезпечують комплексну автоматизацію складських, виробничих і логістичних процесів. До третьої групи належать спеціалізовані WMS-системи – ABM WMS, Qguar WMS Pro, Infor WMS, Manhattan Active Warehouse Management, які зосереджені саме на складських операціях і можуть інтегруватися з іншими корпоративними системами.

Для металургійного підприємства найбільш доцільним є використання не просто програми складського обліку, а комплексного рішення, яке підтримує партійний облік, адресне зберігання, простежуваність матеріалів, контроль якості, інтеграцію з виробничими замовленнями, бухгалтерією, закупівлями, транспортом і системами управління підприємством. Тому під час вибору аналога слід оцінювати не лише наявність складського модуля, а й здатність системи працювати в умовах великого промислового виробництва, де склад є ключовим елементом безперервного технологічного процесу.

1.4 Вибір засобів розробки програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства

Для розробки програмного комплексу автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства було обрано стек технологій C#, ASP.NET Core, Entity Framework Core, MariaDB та phpMyAdmin. Такий вибір зумовлений необхідністю створення надійного вебзастосунку, який забезпечує облік матеріальних цінностей, контроль складських залишків, оформлення складських операцій, роботу з довідниками, формування звітності та збереження даних у реляційній базі.

Мову програмування C# обрано як основний інструмент реалізації серверної логіки програмного комплексу. C# є сучасною об’єктно-орієнтованою мовою програмування платформи .NET, яка підтримує сувору типізацію, асинхронне програмування, роботу з класами, інтерфейсами, колекціями та винятками [24]. Для розробки складської системи це є важливим, оскільки предметна область містить багато взаємопов’язаних сутностей: матеріали, склади, місця зберігання, партії, постачальники, документи руху, користувачі та ролі. Використання C# дає змогу формалізувати ці об’єкти у вигляді класів, підвищити зрозумілість структури програми та зменшити кількість помилок під час розробки.

Для створення вебчастини програмного комплексу доцільно використати ASP.NET Core. Це кросплатформний фреймворк для розробки сучасних вебзастосунків і вебсервісів на платформі .NET [25]. Його перевагами є модульна архітектура, підтримка маршрутизації, middleware-компонентів, вбудованого механізму dependency injection, конфігурації, автентифікації та авторизації. Для автоматизованого

робочого місця спеціаліста складу це дозволяє реалізувати зручний вебінтерфейс, розмежування прав доступу, обробку запитів користувача, перевірку введених даних і взаємодію з базою даних через серверну частину застосунку.

Entity Framework Core обрано як ORM-технологію для роботи з базою даних. EF Core дозволяє працювати з таблицями бази даних через об’єкти C#, що спрощує розробку, зменшує обсяг ручного SQL-коду та забезпечує зручну реалізацію CRUD-операцій [26]. Для складського програмного комплексу це особливо важливо, оскільки система повинна виконувати додавання, редагування, видалення та перегляд матеріалів, постачальників, складів, партій, документів надходження, видачі та інвентаризаційних записів. Також EF Core підтримує міграції, що дозволяє поступово змінювати структуру бази даних відповідно до розвитку функціональності програмного комплексу.

Оскільки як систему керування базами даних обрано MariaDB, для інтеграції з Entity Framework Core доцільно використовувати провайдер Pomelo.EntityFrameworkCore.MySql. Він забезпечує роботу EF Core з MySQL-сумісними базами даних, зокрема MariaDB [27]. Це дає змогу поєднати переваги об’єктно-орієнтованої розробки на C# із можливостями реляційної бази даних, у якій зберігаються структуровані складські дані.

MariaDB обрано як основну СКБД для збереження інформації програмного комплексу. Вона є відкритою реляційною системою керування базами даних, що використовує SQL для доступу до даних [28]. Для складського обліку реляційна модель є доцільною, оскільки дані мають чітку структуру та логічні зв’язки: один постачальник може постачати багато партій, один матеріал може зберігатися на різних складах, один документ руху може містити кілька позицій, а залишок залежить від матеріалу, партії та місця зберігання. MariaDB підтримує

таблиці, індекси, зв’язки між даними, SQL-запити та транзакційний підхід, що важливо для забезпечення цілісності складської інформації.

phpMyAdmin обрано як допоміжний інструмент адміністрування бази даних MariaDB. Це вебзастосунок, призначений для адміністрування MySQL і MariaDB через браузер [29]. За допомогою phpMyAdmin можна створювати бази даних і таблиці, переглядати записи, виконувати SQL-запити, імпортувати й експортувати дані, перевіряти структуру таблиць і контролювати роботу бази даних під час розробки. Для навчального або кваліфікаційного проєкту phpMyAdmin є зручним засобом перевірки правильності створення таблиць, наповнення довідників і аналізу результатів виконання операцій програмного комплексу.

Обраний стек технологій є доцільним для розробки програмного комплексу автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства. C# забезпечує реалізацію бізнес-логіки, ASP.NET Core – створення вебзастосунку, Entity Framework Core – зручний доступ до даних, MariaDB – надійне збереження складської інформації, а phpMyAdmin – адміністрування та перевірку бази даних. Поєднання цих засобів дозволяє створити структурований, масштабований і зрозумілий програмний комплекс для автоматизації складських бізнес-процесів.

2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ СПЕЦІАЛІСТА СКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розробка діаграм діяльностей для складу металургійного підприємства

Бізнес-процеси спеціаліста складу металургійного підприємства охоплюють комплекс операцій, пов’язаних із прийманням, обліком, зберіганням, переміщенням, видачею та контролем матеріальних ресурсів, необхідних для безперервної роботи виробництва. Склад металургійного підприємства є важливою ланкою виробничо-логістичної системи, оскільки забезпечує своєчасне постачання сировини, матеріалів, запасних частин, інструментів, спецодягу, комплектуючих, палива, вогнетривких матеріалів та готової продукції.

Спеціаліст складу виконує функції організації складських операцій, контролю руху товарно-матеріальних цінностей, оформлення первинної документації, ведення складського обліку та взаємодії з іншими структурними підрозділами підприємства. Його діяльність спрямована на забезпечення точності облікових даних, збереження матеріальних ресурсів, дотримання встановлених норм зберігання та своєчасне виконання заявок виробничих підрозділів.

Основним початковим процесом у роботі спеціаліста складу є приймання матеріальних цінностей. Цей процес починається з отримання інформації про надходження вантажу від постачальника або транспортного підрозділу. Спеціаліст складу перевіряє супровідні документи: накладні, товарно-транспортні накладні, сертифікати якості, акти приймання, рахунки-фактури або інші документи, що підтверджують походження та характеристики вантажу. Після цього

здійснюється фактична перевірка кількості, номенклатури, маркування та стану матеріалів.

У разі відповідності фактичних даних документам спеціаліст складу оформлює приймання матеріалів і вносить інформацію до складської інформаційної системи або облікової програми. Якщо виявлено розбіжності, пошкодження, нестачу чи невідповідність якості, формується акт розбіжностей або акт приймання з відхиленнями. Така інформація передається до відділу постачання, бухгалтерії, служби якості або іншого відповідального підрозділу для подальшого врегулювання.

Після приймання матеріальні цінності розміщуються на складі відповідно до встановлених правил зберігання. Спеціаліст складу визначає місце зберігання з урахуванням типу матеріалу, габаритів, маси, умов безпеки, частоти використання та вимог виробництва. На металургійному підприємстві особливе значення має правильне зонування складських приміщень, оскільки різні категорії ресурсів можуть потребувати спеціальних умов зберігання: захисту від вологи, високої температури, механічного пошкодження, забруднення або змішування з іншими матеріалами.

Важливим бізнес-процесом є ведення складського обліку. Спеціаліст складу фіксує всі операції руху матеріальних цінностей: надходження, переміщення, списання, повернення, видачу у виробництво, передачу між підрозділами та залишки на складі. Облік може здійснюватися за номенклатурними номерами, партіями, серійними номерами, одиницями виміру, місцями зберігання, датами надходження та матеріально відповідальними особами. Точність обліку є критично важливою, оскільки помилки можуть призвести до простоїв виробництва, надлишкових запасів, нестачі матеріалів або фінансових втрат.

Окремим напрямом діяльності є обробка заявок від виробничих підрозділів. Підрозділи металургійного підприємства формують потребу в матеріалах, запасних частинах або інструментах. Спеціаліст складу отримує заявку, перевіряє наявність необхідних позицій на складі, контролює правильність оформлення заявки та відповідність запиту встановленим нормам. Якщо матеріали є в наявності, спеціаліст організовує їх підбір, комплектування, оформлення видаткових документів і передачу отримувачу. Якщо необхідних ресурсів недостатньо, формується повідомлення про дефіцит або заявка на поповнення запасів.

Видача матеріалів у виробництво є одним із ключових процесів, оскільки вона безпосередньо впливає на безперервність технологічного циклу. Спеціаліст складу забезпечує своєчасну підготовку матеріалів, перевіряє їх відповідність заявці, оформлює накладні або лімітно-забірні картки, фіксує факт видачі в обліковій системі та передає матеріальні цінності відповідальному працівнику виробничого підрозділу. У разі повернення невикористаних матеріалів здійснюється їх повторне приймання, перевірка стану та внесення змін до облікових даних.

До бізнес-процесів спеціаліста складу також належить контроль залишків і поповнення запасів. Спеціаліст регулярно аналізує поточні залишки, порівнює їх із мінімальними та нормативними рівнями, визначає дефіцитні позиції та передає інформацію до відділу постачання. Для металургійного підприємства цей процес має особливе значення, оскільки відсутність критичних матеріалів або запасних частин може спричинити зупинку обладнання або порушення виробничого плану.

Важливим елементом роботи є інвентаризація. Спеціаліст складу бере участь у планових і позапланових перевірках фактичної наявності матеріальних цінностей. Під час інвентаризації здійснюється звірка

фактичних залишків із даними облікової системи. У разі виявлення нестач, надлишків або пересортиці оформлюються відповідні акти, пояснювальні документи та коригування в обліку. Інвентаризація дозволяє підтримувати достовірність складських даних і контролювати збереження матеріальних ресурсів.

Спеціаліст складу також відповідає за дотримання правил охорони праці, пожежної безпеки та внутрішніх регламентів підприємства. На складах металургійних підприємств можуть зберігатися важкі, великогабаритні, вибухонебезпечні, горючі або хімічно активні матеріали, тому важливо забезпечити правильне складування, маркування, доступ до проходів, справність стелажів, вантажопідіймального обладнання та засобів індивідуального захисту.

Завершальним етапом багатьох бізнес-процесів є формування звітності. Спеціаліст складу готує звіти про залишки, рух матеріалів, надходження, видачу, дефіцитні позиції, списання, результати інвентаризації та ефективність використання складських ресурсів. Ці звіти використовуються керівництвом, бухгалтерією, відділом постачання, виробничими службами та планово-економічним відділом для прийняття управлінських рішень.

Бізнес-процеси спеціаліста складу металургійного підприємства є складною системою взаємопов’язаних дій, що забезпечують ефективний рух матеріальних ресурсів від моменту їх надходження до використання у виробництві або відвантаження. Автоматизація цих процесів дозволяє зменшити кількість помилок, підвищити швидкість обробки складських операцій, забезпечити прозорість руху матеріалів, покращити контроль залишків і підвищити загальну ефективність управління складом.

До основних бізнес-процесів спеціаліста складу металургійного підприємства можна віднести:

1. Приймання матеріальних цінностей – перевірка документів, кількості, якості та стану вантажу.
2. Реєстрація надходження – внесення даних про матеріали до складської інформаційної системи.
3. Розміщення на складі – визначення місця зберігання та фізичне розміщення матеріалів.
4. Облік залишків – контроль фактичної та облікової наявності ресурсів.
5. Обробка заявок виробничих підрозділів – перевірка потреби та наявності матеріалів.
6. Комплектування та видача матеріалів – підготовка матеріалів до передачі у виробництво.
7. Внутрішнє переміщення матеріалів – передача між складами або підрозділами підприємства.
8. Списання та повернення матеріалів – оформлення операцій із непридатними, використаними або поверненими ресурсами.
9. Інвентаризація – звірка фактичних залишків із даними облікової системи.
10. Формування звітності – підготовка аналітичної та облікової інформації для керівництва.

На основі цього аналізу було розроблено діаграми діяльностей для складу металургійного підприємства, які представлено на рисунках 2.1-2.4. А загальна діаграма діяльностей яка об’єднує ці представлена в Додатку Б.

Діаграма діяльності спеціаліста складу металургійного підприємства (Надходження матеріалів)

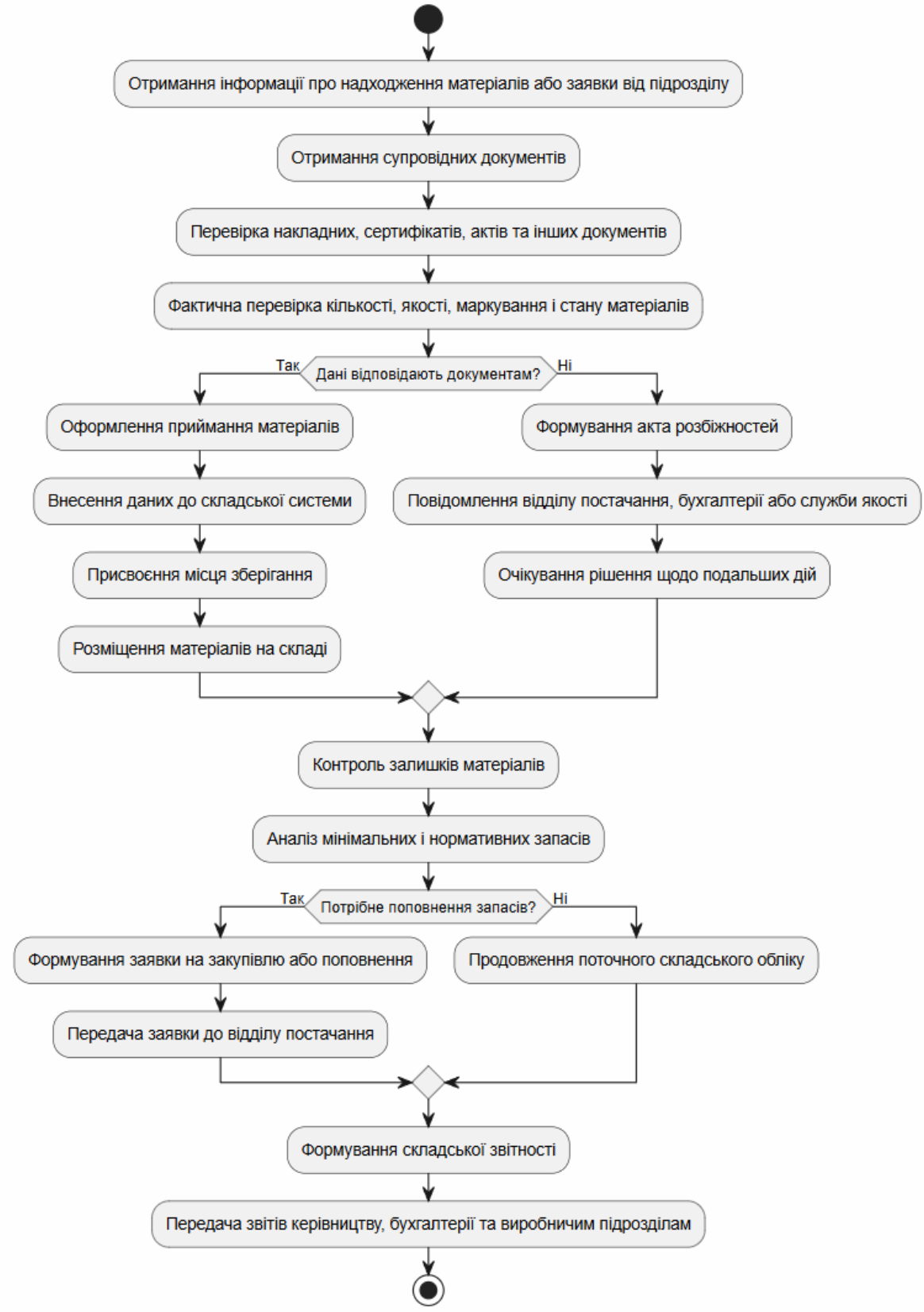

Рисунок 2.1 – Діаграма діяльності спеціаліста складу металургійного підприємства для процесу надходження матеріалів

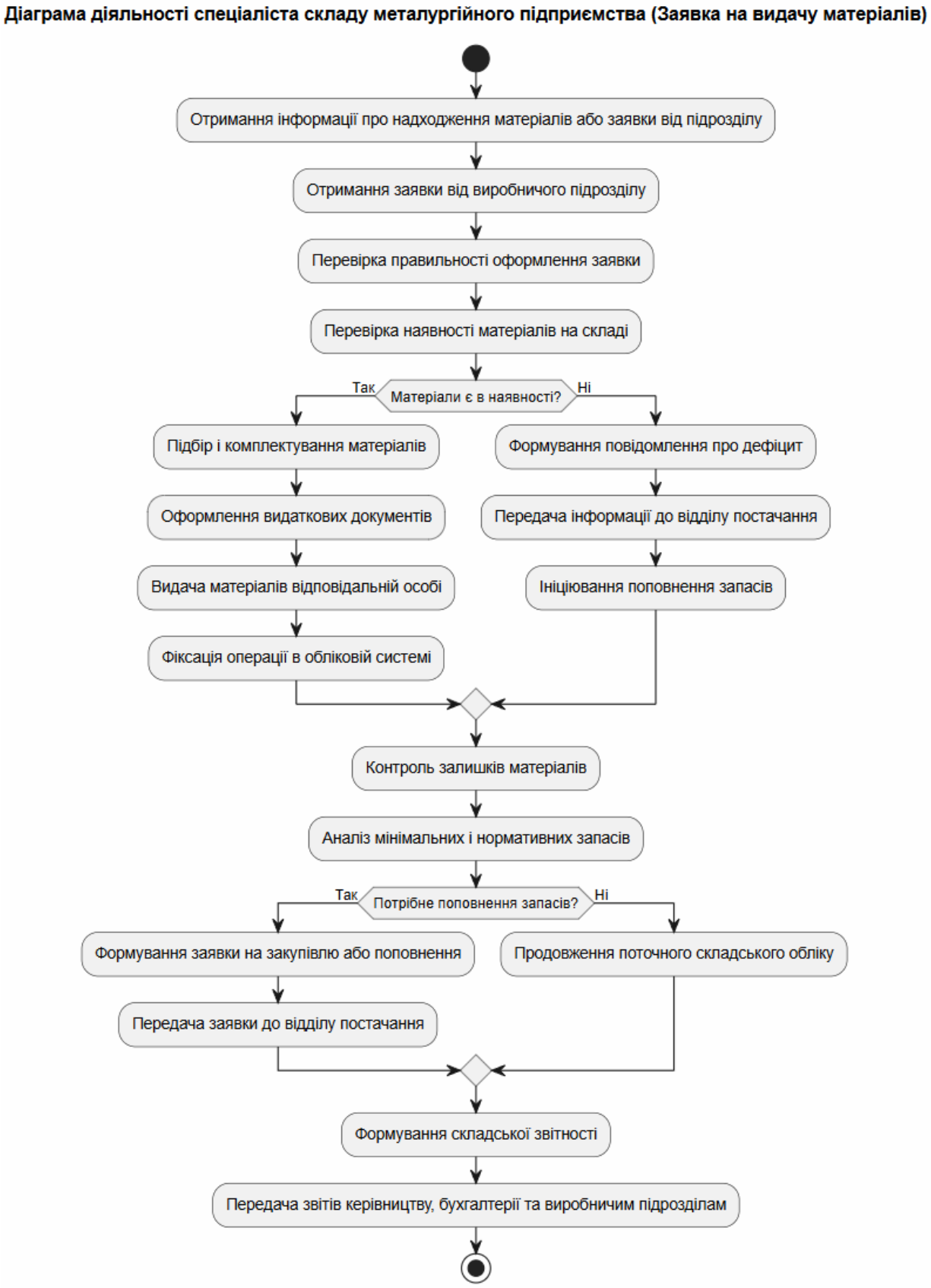

Рисунок 2.2 – Діаграма діяльності спеціаліста складу металургійного підприємства для процесу обробки заявки на видачу матеріалів

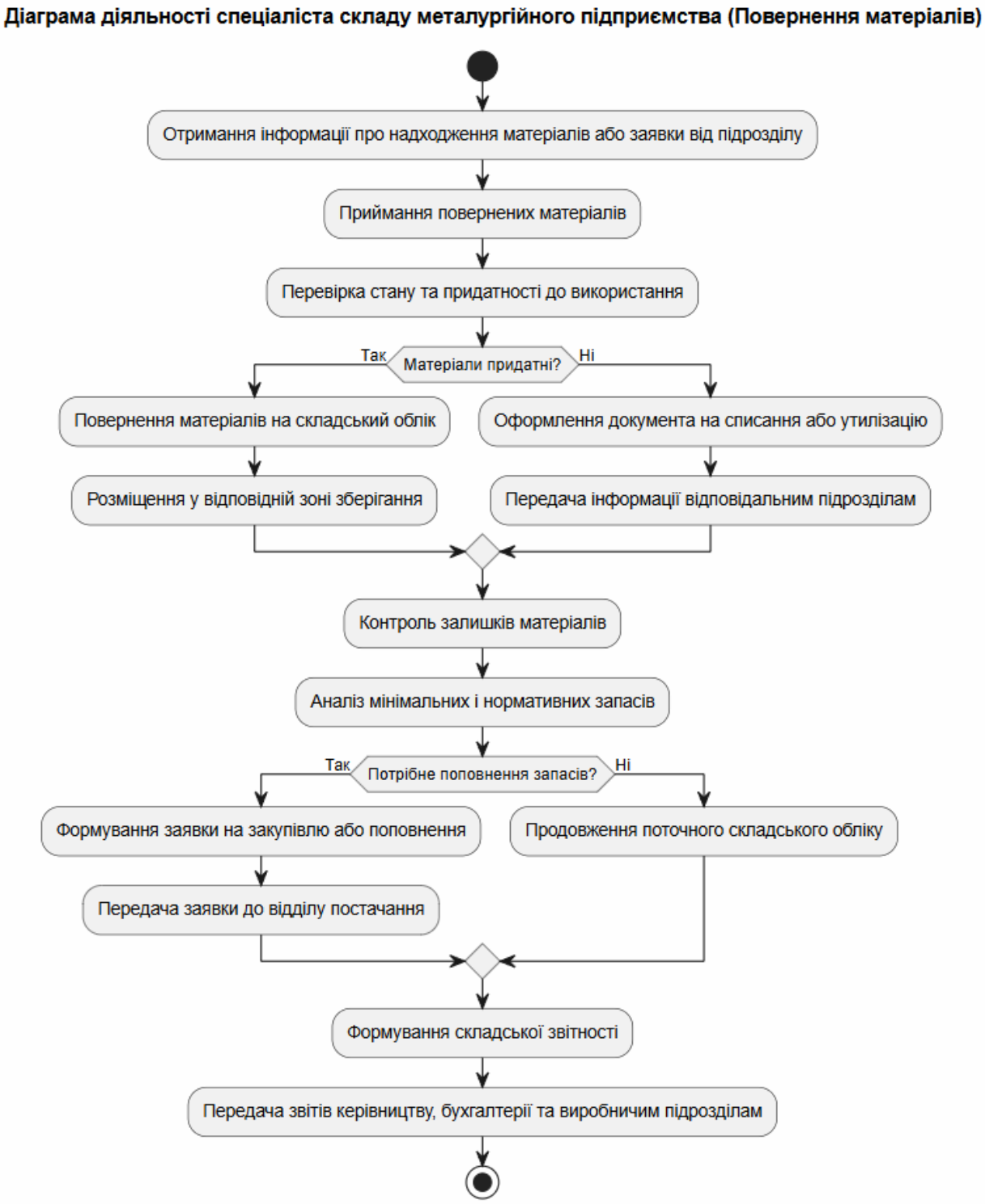

Рисунок 2.3 – Діаграма діяльності спеціаліста складу металургійного підприємства для процесу повернення матеріалів

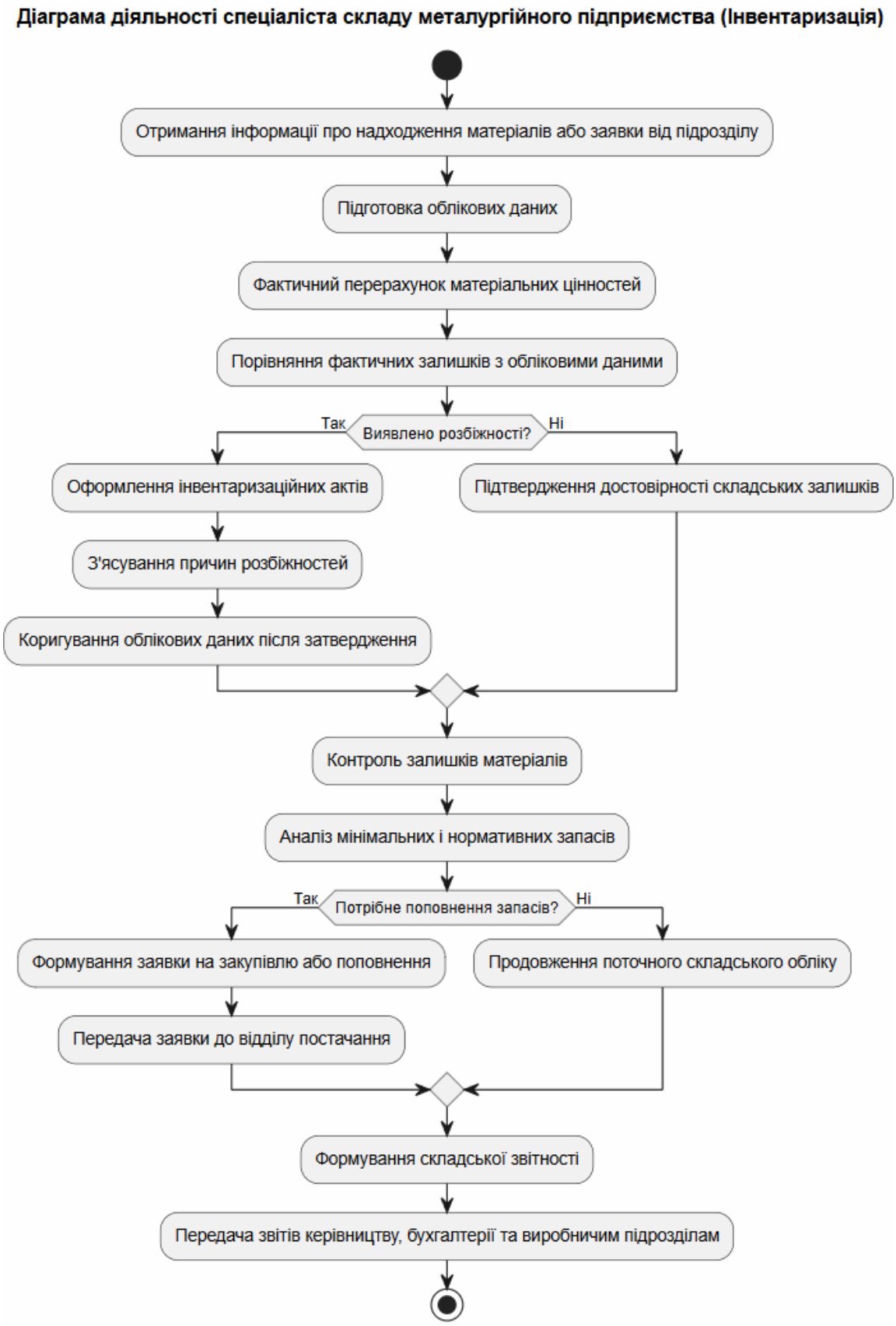

Рисунок 2.4 – Діаграма діяльності спеціаліста складу металургійного підприємства для процесу інвентаризації

2.2 Математична модель складу металургійного підприємства

Математична модель складу металургійного підприємства описує рух матеріальних ресурсів, контроль залишків, формування потреби у поповненні запасів та обмеження, пов’язані з місткістю складських зон. Така модель може використовуватися як основа для автоматизації робочого місця спеціаліста складу.

Математична модель складу металургійного підприємства описує рух матеріальних ресурсів, контроль залишків, формування потреби у поповненні запасів та обмеження, пов’язані з місткістю складських зон. Така модель може використовуватися як основа для автоматизації робочого місця спеціаліста складу. Основні позначення та їх опис представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні позначення математичної моделі складу металургійного підприємства та їх опис

Позначення	Зміст показника
i	вид матеріалу або товарно-матеріальної цінності
t	період обліку: день, зміна, тиждень або місяць
S_i(t)	залишок матеріалу i на складі на початок періоду t
In_i(t)	кількість матеріалу i, що надійшла на склад у період t
Out_i(t)	кількість матеріалу i, видана у виробництво в період t
R_i(t)	кількість поверненого матеріалу i
D_i(t)	кількість списаного або непридатного матеріалу i
C_i	максимальна місткість складу для матеріалу i
Smin_i	мінімальний або страховий запас матеріалу i
Smax_i	бажаний максимальний рівень запасу матеріалу i
P_i(t)	потреба в поповненні запасу матеріалу i

Основне рівняння моделі (формула 2.1) показує, як змінюється залишок матеріалу на складі. Залишок на кінець періоду залежить від

початкового залишку, надходжень, видачі у виробництво, повернень і списань.

$$S_i(t+1) = S_i(t) + In_i(t) - Out_i(t) + R_i(t) - D_i(t) \quad (2.1)$$

Для нормальної роботи складу необхідно враховувати кілька простих обмежень. Вони не дозволяють видавати матеріал, якого немає в наявності, перевищувати місткість складу та зменшувати запас нижче критичного рівня.

$$0 <= S_i(t) <= C_i \quad (2.2)$$

Це обмеження означає, що залишок матеріалу не може бути від’ємним і не може перевищувати максимально допустиму місткість складу.

$$Out_i(t) <= S_i(t) + In_i(t) \quad (2.3)$$

Це обмеження показує, що кількість матеріалу, видана у виробництво, не може бути більшою за доступний обсяг матеріалу.

$$S_i(t) >= Smin_i \quad (2.4)$$

Це бажана умова підтримання мінімального запасу. Якщо фактичний залишок стає меншим за мінімальний рівень, потрібно сформувати заявку на поповнення.

Потреба у поповненні визначається тоді, коли залишок матеріалу опускається нижче мінімального рівня. У простій моделі обсяг поповнення можна розрахувати як різницю між бажаним максимальним запасом і поточним залишком.

якщо $S_i(t) < Smin_i$, то $P_i(t) = Smax_i - S_i(t)$
якщо $S_i(t) >= Smin_i$, то $P_i(t) = 0$ (2.5)

Таким чином, спеціаліст складу може швидко визначити, які позиції потребують замовлення або внутрішнього переміщення з іншого складу.

Модель може мати просту цільову функцію – мінімізувати загальні витрати, пов’язані зі зберіганням матеріалів, дефіцитом і оформленням поповнення запасів.

$$Z = \Sigma (h_i \cdot S_i(t) + d_i \cdot Def_i(t) + k_i \cdot P_i(t)) \rightarrow min \quad (2.6)$$

де h_i – витрати на зберігання одиниці матеріалу,
d_i – штрафні втрати через дефіцит,
k_i – витрати на оформлення або доставку поповнення,
$Def_i(t)$ – обсяг незадоволеної потреби виробництва.

Запропонована проста математична модель дозволяє формалізувати основні процеси складу металургійного підприємства: надходження матеріалів, видачу у виробництво, повернення, списання, контроль залишків і визначення потреби у поповненні. Вона є базовою, але достатньою для початкового проєктування інформаційної системи або автоматизованого робочого місця спеціаліста складу.

2.3 Розробка технічного завдання на розробку програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства

На етапі підготовки до проєктування програмного комплексу було розроблено технічне завдання, яке визначає основні вимоги до майбутньої системи автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства. Технічне завдання є важливим документом, оскільки воно формалізує мету створення програмного продукту, його призначення, функціональні можливості, вимоги до надійності, технічного забезпечення та програмної документації.

У технічному завданні сформульовано вимоги до функціональних характеристик програмного комплексу, серед яких ведення довідників матеріалів, постачальників, складів, місць зберігання, підрозділів і партій, створення документів надходження та видачі, перевірка наявності матеріалів, недопущення від’ємних залишків, формування звітів і пошук даних за заданими параметрами.

Технічне завдання також містить вимоги до апаратного та програмного забезпечення, необхідного для роботи програмного комплексу. Повне технічне завдання на розробку програмного комплексу наведено в додатку В.

3 ПРОЄКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ СПЕЦІАЛІСТА СКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Розробка діаграми класів програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства

Діаграма класів (рис. 3.1) відображає основну логічну структуру програмного забезпечення для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства. Вона містить ключові класи, які забезпечують облік матеріальних цінностей, контроль складських залишків, оформлення надходження та видачі матеріалів, проведення інвентаризації й формування звітів.

Клас User описує користувача системи. Він містить ідентифікатор, логін, пароль і роль користувача. Через цей клас реалізується вхід до системи, вихід із системи та розмежування доступу до функцій програмного комплексу. Користувач пов’язаний із класом Employee, який описує працівника складу або іншого відповідального співробітника. У класі Employee зберігаються прізвище та ім’я, посада й електронна пошта працівника. Такий зв’язок дозволяє визначати, хто саме виконав певну складську операцію.

Клас Material є однією з головних сутностей системи. Він описує матеріал або номенклатурну позицію, що зберігається на складі. До його атрибутів належать код, назва, одиниця вимірювання та мінімальний запас. Значення мінімального запасу використовується для контролю дефіцитних позицій і своєчасного поповнення складу.

Клас Supplier призначений для зберігання інформації про постачальників матеріалів. Він містить назву постачальника, телефон та електронну пошту. Дані цього класу використовуються під час оформлення надходження матеріалів на склад, що дозволяє уникнути повторного введення контактної інформації та підвищити точність оформлення документів.

Класи Warehouse і StorageLocation описують складську структуру підприємства. Клас Warehouse містить назву та адресу складу, а клас StorageLocation – конкретне місце зберігання: комірку, стелаж, секцію або складський майданчик. Один склад може містити багато місць зберігання. Завдяки цьому в системі реалізується адресне зберігання матеріалів, тобто можливість визначити, де саме розташована конкретна матеріальна позиція.

Клас StockBalance відповідає за облік фактичних залишків матеріалів. Він містить кількість матеріалу та дату останнього оновлення. Цей клас пов’язаний із матеріалом і місцем зберігання, тому система може показувати не лише загальну кількість матеріалу, а й конкретне місце його розміщення. Методи increase(), decrease() і checkMinimum() використовуються для збільшення залишку після надходження, зменшення після видачі та перевірки мінімального рівня запасу.

Клас Department описує підрозділ підприємства, який отримує матеріали зі складу. Це може бути виробничий цех, ремонтно-механічний цех або інший структурний підрозділ. Зв’язок цього класу з документами руху дозволяє фіксувати, якому саме підрозділу були передані матеріальні цінності.

Класи MovementDocument і MovementItem використовуються для оформлення складських операцій. Клас MovementDocument описує документ руху матеріалів і містить номер документа, дату, тип операції та статус. Тип операції може відповідати надходженню, видачі,

переміщенню або списанню. Клас MovementItem деталізує склад документа та містить інформацію про конкретний матеріал, кількість і ціну. Один документ руху може містити декілька позицій матеріалів. Після підтвердження документа система змінює відповідні складські залишки.

Клас Inventory призначений для проведення інвентаризації. Він містить дату інвентаризації, статус і метод розрахунку різниці між фактичною та обліковою кількістю матеріалів. Інвентаризація пов’язана із залишками, оскільки саме вони перевіряються під час порівняння фактичних даних із даними системи.

Клас Report є сервісним класом, який відповідає за формування звітів. Він використовує дані про складські залишки, документи руху та результати інвентаризації. За допомогою цього класу можуть формуватися звіти про залишки матеріалів, рух матеріальних цінностей і результати інвентаризації.

Діаграма класів показує базову структуру програмного забезпечення та взаємозв’язки між основними об’єктами складського обліку. Вона демонструє, що матеріали зберігаються на конкретних складах і місцях зберігання, мають поточні залишки, надходять від постачальників, видаються підрозділам підприємства, оформлюються документами руху, перевіряються під час інвентаризації та використовуються для формування звітності. Така модель є основою для подальшого проєктування бази даних і реалізації функціональних модулів автоматизованого робочого місця спеціаліста складу.

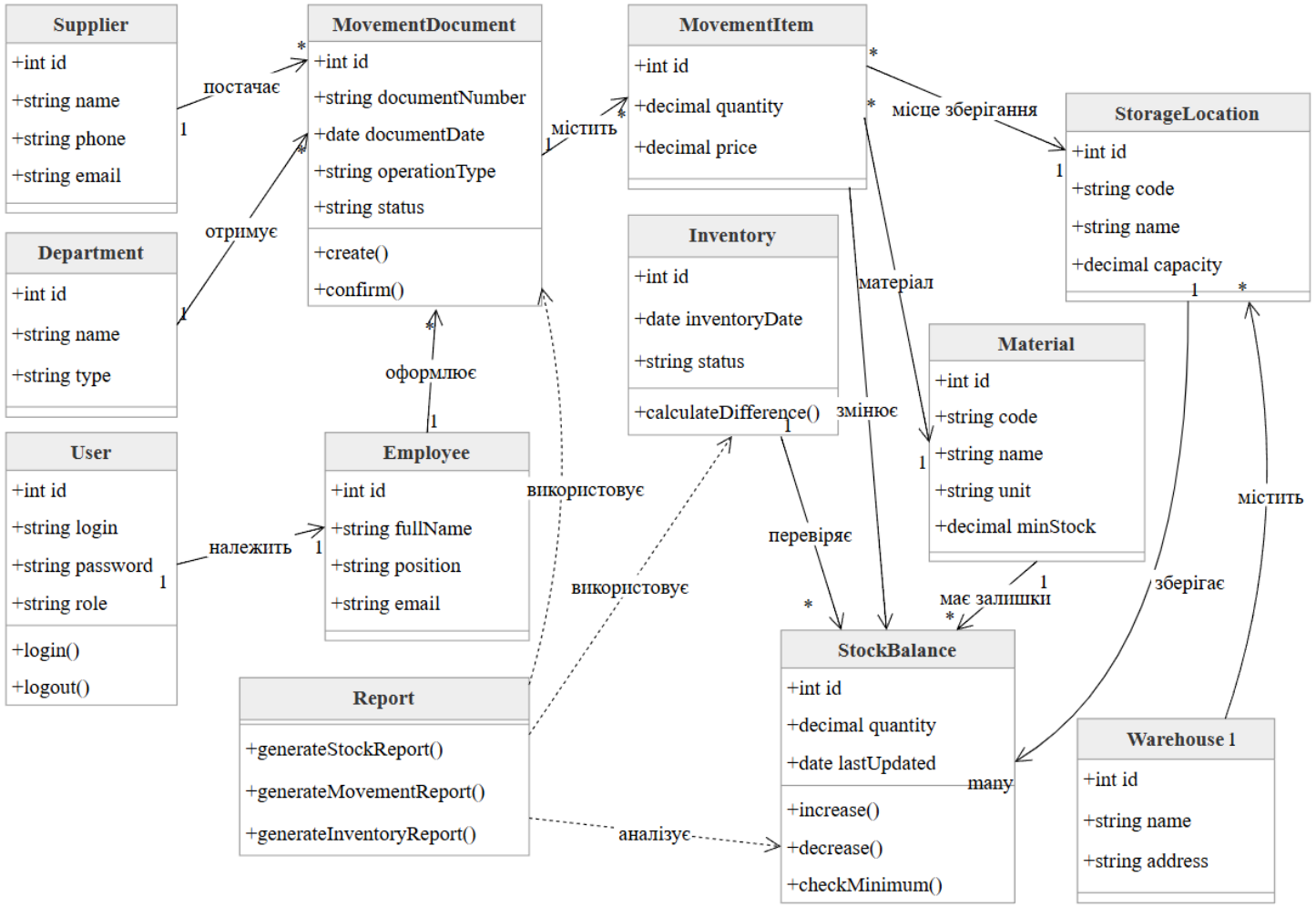

Рисунок 3.1 – Діаграма класів програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства

3.2 Розробка діаграми послідовностей для процесу отримання матеріалів на складі металургійного підприємства

Діаграма послідовностей (рис. 3.2) відображає порядок взаємодії між користувачем і програмним забезпеченням під час оформлення надходження матеріалів на склад металургійного підприємства. Основними учасниками процесу є спеціаліст складу, інтерфейс системи, система обліку та база даних.

Процес починається з того, що спеціаліст складу відкриває відповідний розділ програмного комплексу та створює новий документ надходження. Через інтерфейс системи користувач вводить основні реквізити документа: дату операції, постачальника, відповідального працівника, матеріал, кількість і місце зберігання. Після введення дані передаються до системи обліку для подальшої перевірки.

Система обліку звертається до бази даних і перевіряє наявність відповідного матеріалу та постачальника у довідниках. Це потрібно для того, щоб уникнути помилок під час оформлення складської операції та забезпечити коректність облікових записів. Якщо введені дані є правильними, система зберігає документ надходження в базі даних.

Після збереження документа система автоматично оновлює складські залишки. Кількість відповідного матеріалу збільшується на величину, зазначену в документі надходження. Завдяки цьому спеціалісту складу не потрібно вручну перераховувати залишки, а інформація про наявність матеріалів у системі залишається актуальною.

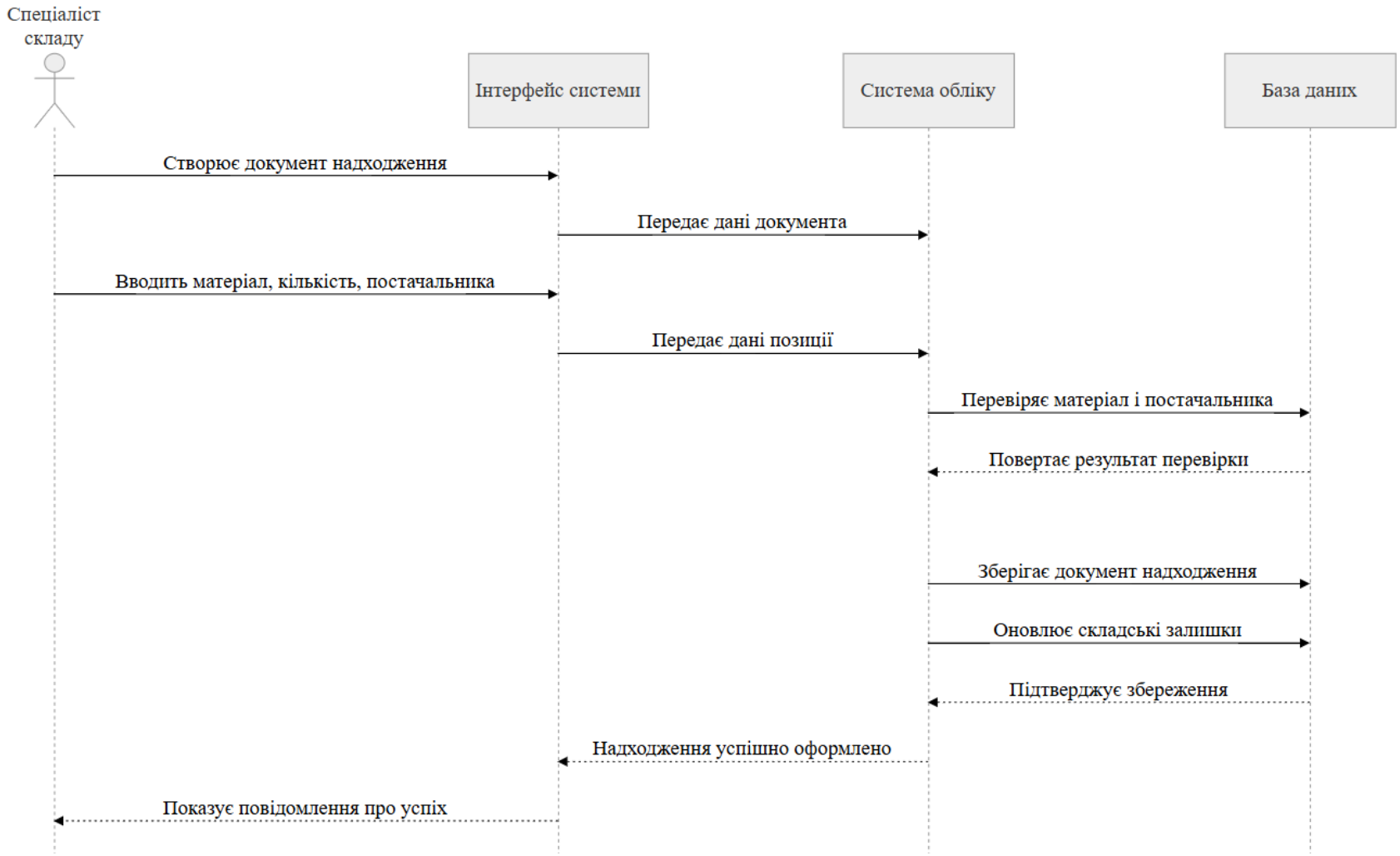

Рисунок 3.2 – Діаграма послідовностей для процесу отримання матеріалів на складі металургійного підприємства

3.3 Розробка бази даних в СУБД Maria DB за допомогою phpMyAdmin

Розроблена база даних (рис. 3.3 – 3.4) забезпечує збереження всієї необхідної інформації для роботи програмного комплексу. Вона підтримує облік матеріалів, постачальників, працівників, складських місць, документів надходження та видачі, а також дозволяє контролювати рух і залишки матеріальних цінностей. Завдяки використанню зв'язків між таблицями, індексів, унікальних обмежень і представлень база даних є структурованою, цілісною та придатною для реалізації складського обліку металургійного підприємства.

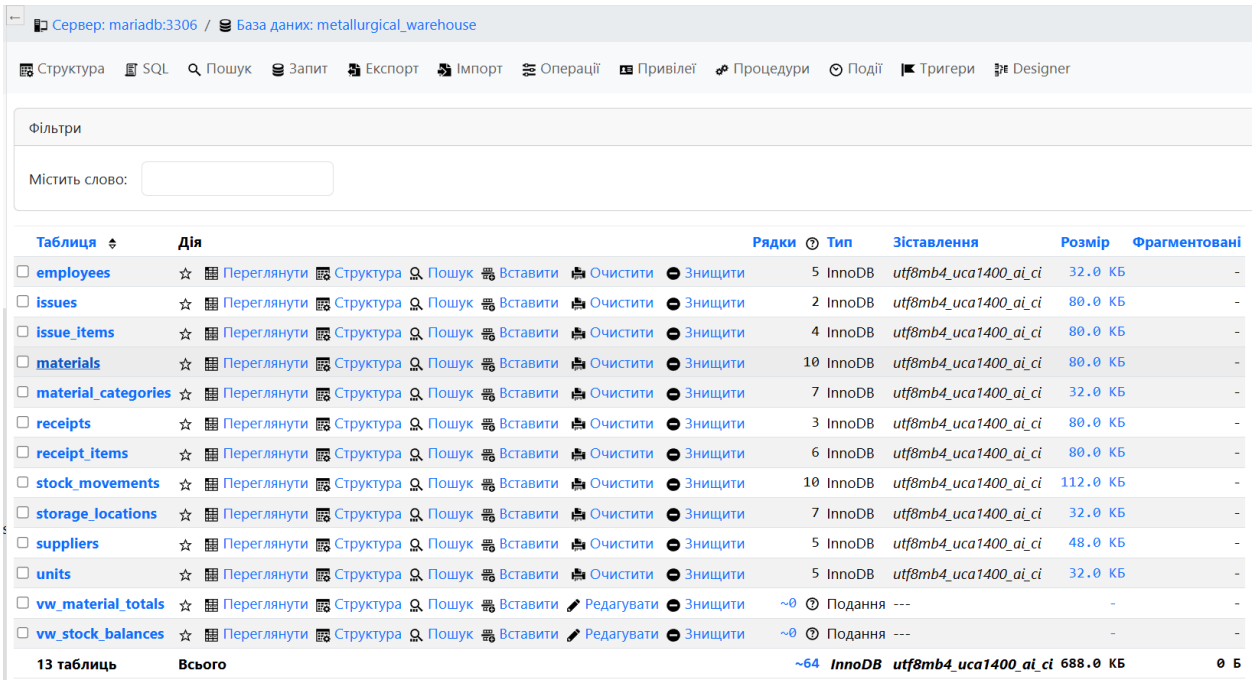

Рисунок 3.3 – Перелік таблиць бази даних програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства

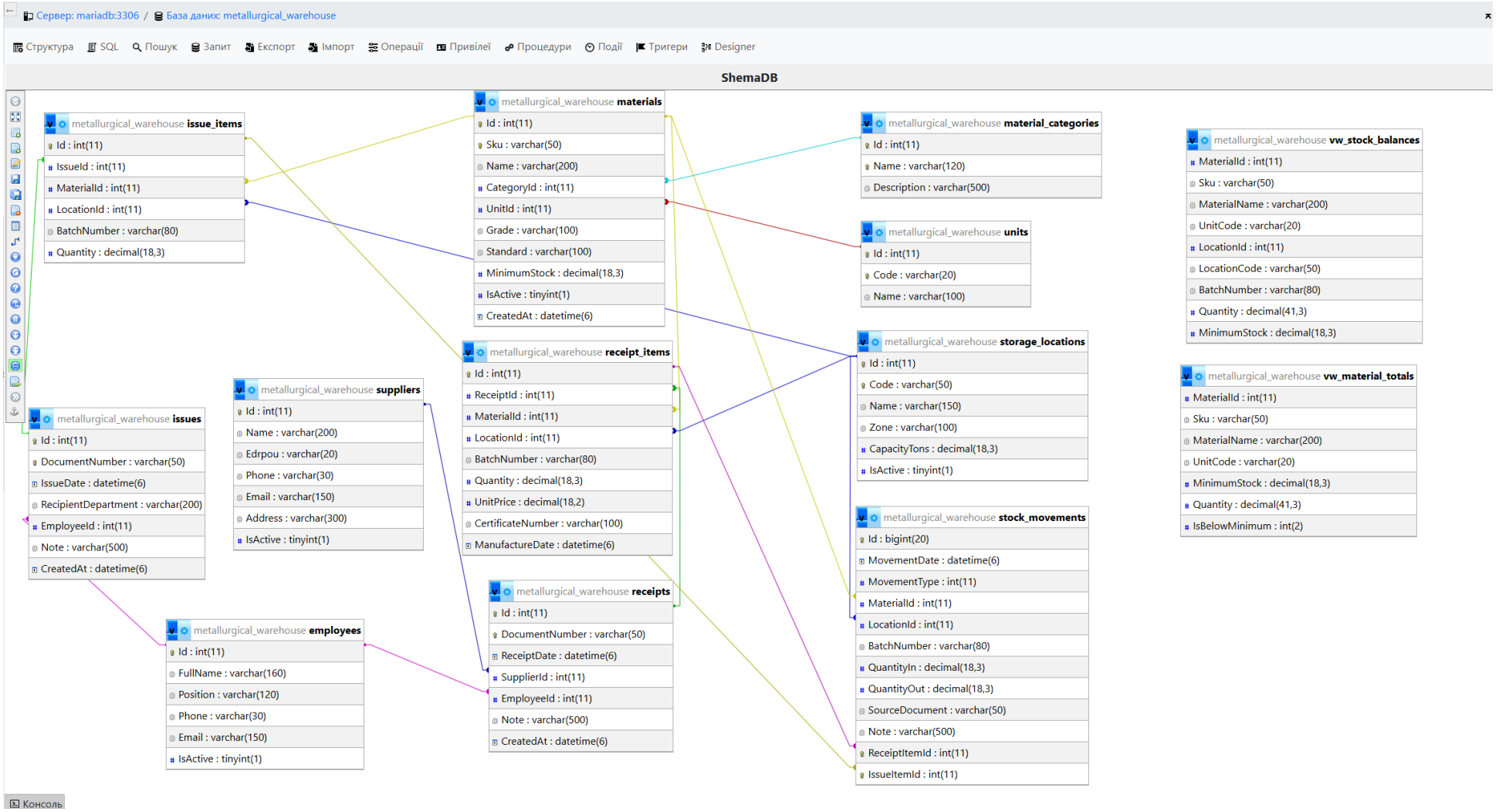

Рисунок 3.4 – Схема бази даних програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства

Для збереження даних програмного комплексу автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства розроблено реляційну базу даних metallurgical_warehouse. База даних призначена для обліку матеріальних цінностей, постачальників, працівників, складських місць, документів надходження, документів видачі та руху матеріалів. Як система керування базами даних використовується MariaDB, що забезпечує збереження структурованих даних, підтримку зв’язків між таблицями, індексацію та виконання SQL-запитів.

Структура бази даних побудована відповідно до основних складських бізнес-процесів: надходження матеріалів на склад, розміщення їх у місцях зберігання, видача у виробничі підрозділи, контроль залишків і формування звітної інформації. Основною таблицею предметної області є materials, у якій зберігаються дані про матеріали. Вона містить код матеріалу, назву, категорію, одиницю вимірювання, марку, стандарт, мінімальний залишок, ознаку активності та дату створення запису. Для класифікації матеріалів використовується таблиця material_categories, а для визначення одиниць вимірювання – таблиця units.

Дані про постачальників зберігаються в таблиці suppliers. Вона містить найменування постачальника, код ЄДРПОУ, телефон, електронну пошту, адресу та ознаку активності. Таблиця employees використовується для обліку працівників, які виконують або оформлюють складські операції. У ній зберігаються прізвище та ім’я працівника, посада, контактні дані та статус активності.

Для опису складської інфраструктури використовується таблиця storage_locations. Вона містить код місця зберігання, назву, зону складу, місткість у тоннах і ознаку активності. Завдяки цій таблиці система може фіксувати, де саме розміщено матеріальні цінності: на складі, у зоні, секції, комірці або на відкритому майданчику.

Операції надходження матеріалів реалізовано за допомогою таблиць receipts і receipt_items. Таблиця receipts містить загальну інформацію про прибутковий документ: номер документа, дату надходження, постачальника, відповідального працівника, примітку та дату створення запису. Таблиця receipt_items зберігає позиції прибуткового документа, зокрема матеріал, місце зберігання, номер партії, кількість, ціну одиниці, номер сертифіката та дату виготовлення. Такий поділ дозволяє одному документу надходження містити декілька матеріальних позицій.

Операції видачі матеріалів у виробничі підрозділи реалізовано через таблиці issues і issue_items. Таблиця issues містить заголовок видаткового документа: номер документа, дату видачі, підрозділ-одержувач, відповідального працівника, примітку та дату створення запису. Таблиця issue_items містить перелік матеріалів, які видаються зі складу: посилання на документ видачі, матеріал, місце зберігання, номер партії та кількість. Така структура забезпечує зручне оформлення видачі матеріалів за заявками виробничих підрозділів.

Центральною таблицею для контролю залишків є stock_movements. У ній фіксується кожна операція руху матеріалів. Таблиця містить дату операції, тип руху, матеріал, місце зберігання, номер партії, кількість надходження, кількість вибуття, джерело документа, примітку, а також посилання на позицію прибуткового або видаткового документа. Саме на основі цієї таблиці можна визначити поточний залишок матеріалу за формулою: сума надходжень мінус сума вибуттів.

Між таблицями бази даних встановлено зв’язки за допомогою зовнішніх ключів. Таблиця materials пов’язана з таблицями material_categories і units, що забезпечує класифікацію матеріалів і визначення одиниць вимірювання. Таблиця receipts пов’язана з suppliers і employees, а таблиця receipt_items – з receipts, materials і

storage_locations. Аналогічно таблиця issues пов’язана з employees, а issue_items – з issues, materials і storage_locations. Таблиця stock_movements пов’язана з матеріалами, місцями зберігання, позиціями надходження та позиціями видачі. Наявність таких зв’язків забезпечує цілісність даних і запобігає появі некоректних записів.

У базі даних передбачено первинні ключі для всіх основних таблиць. Для автоматичного формування ідентифікаторів використовується властивість AUTO_INCREMENT. Також створено унікальні обмеження для важливих полів: коду матеріалу, коду одиниці вимірювання, назви категорії матеріалу, коду місця зберігання, номерів прибуткових і видаткових документів. Це дозволяє уникнути дублювання критично важливої інформації.

Для прискорення пошуку даних у базі створено індекси. Вони використовуються для пошуку матеріалів за назвою, документів за датою, постачальників за назвою або кодом ЄДРПОУ, працівників за ПІБ, а також для швидкого отримання даних за матеріалом, місцем зберігання та номером партії. Це є важливим для складської системи, оскільки користувач повинен швидко знаходити матеріали, документи руху та залишки.

Окремо в базі даних створено два представлення: vw_stock_balances і vw_material_totals. Представлення vw_stock_balances використовується для перегляду залишків матеріалів за конкретним місцем зберігання та номером партії. Воно обчислює залишок як різницю між кількістю надходження та кількістю вибуття. Представлення vw_material_totals узагальнює залишки за кожним матеріалом і додатково визначає, чи є залишок нижчим за мінімально допустимий рівень. Це дозволяє швидко виявляти дефіцитні позиції та приймати рішення щодо поповнення запасів.

3.4 Розробка програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства

Програмний комплекс для автоматизації робочого місця фахівця металургійного складу було реалізовано як вебзастосунок із використанням технології ASP.NET Core Razor Pages. Такий підхід дозволив створити зручну систему, що працює через браузер і не потребує встановлення окремого клієнтського програмного забезпечення на робочому місці користувача. Основна логіка системи реалізована мовою C#, для роботи з базою даних використано Entity Framework Core, а збереження інформації організовано у реляційній базі даних MariaDB. Для візуального оформлення інтерфейсу застосовано HTML, CSS та елементи Bootstrap.

Після запуску програмного комплексу користувач потрапляє на панель керування, яка відображає загальний стан складської системи. На сторінці виводяться основні показники: кількість номенклатурних позицій, кількість складських позицій, кількість надходжень і видач за місяць. Також передбачено блок контролю матеріалів, залишки яких нижчі за мінімальний запас, і блок швидких дій для оформлення надходження, видачі або перегляду залишків. Загальний вигляд панелі керування наведено на рисунку 3.5.

Навігація в системі побудована за принципом бокового меню, яке містить основні розділи: «Панель керування», «Матеріали», «Постачальники», «Місця зберігання», «Працівники», «Надходження», «Видача», «Залишки» та «Журнал рухів». Така структура дозволяє швидко переходити між довідниками, операціями та аналітичними сторінками. Верхня частина інтерфейсу містить назву програмного комплексу та позначення використаної технології ASP.NET Core Razor Pages.

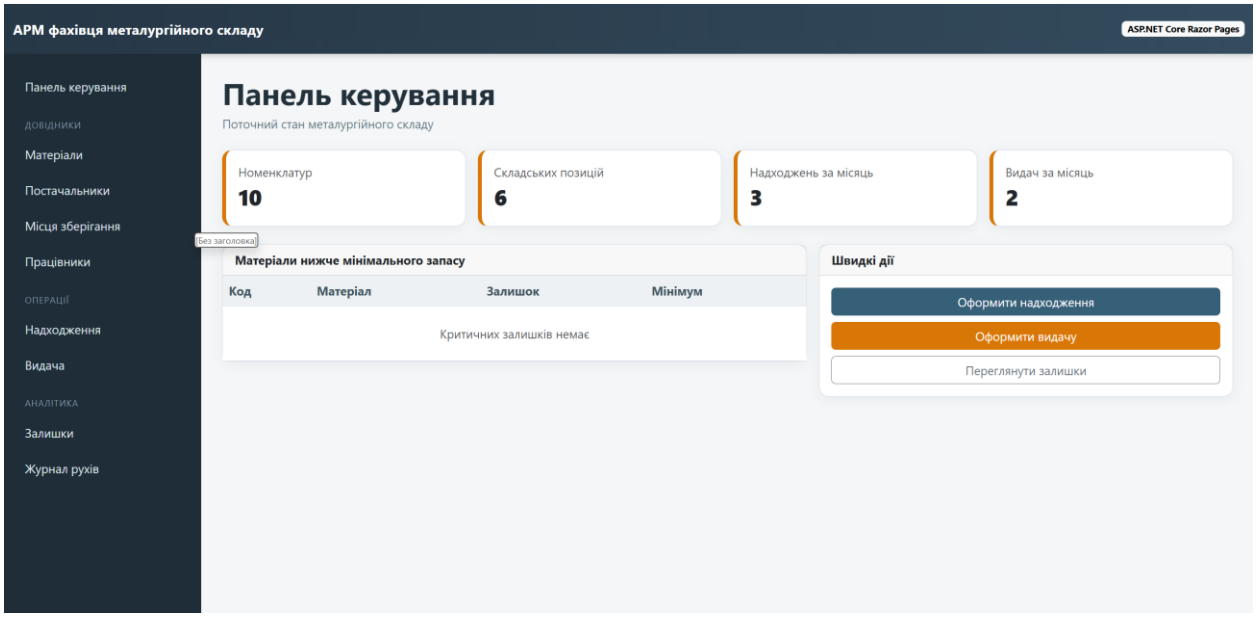

Рисунок 3.5 – Панель керування програмного комплексу

Одним із головних модулів системи є довідник матеріалів. У ньому зберігається інформація про номенклатуру металургійного складу: код матеріалу, назву, категорію, марку або стандарт, одиницю вимірювання, мінімальний запас і стан запису. На сторінці також реалізовано поле пошуку, яке дозволяє знаходити матеріали за кодом, назвою, маркою або стандартом. Для кожної позиції передбачено можливість редагування та вимкнення запису, що дає змогу підтримувати актуальність довідника без повного видалення історичних даних. Сторінку номенклатури матеріалів показано на рисунку 3.6.

Для обліку організацій, які постачають сировину, прокат, допоміжні матеріали та інші товарно-матеріальні цінності, розроблено довідник постачальників. На цій сторінці відображаються назва постачальника, код ЄДРПОУ, номер телефону, електронна пошта, адреса та поточний стан запису. Наявність такого довідника дозволяє використовувати дані постачальників під час оформлення прибуткових документів і надалі аналізувати історію надходжень за конкретними організаціями. Вигляд довідника постачальників наведено на рисунку 3.7.

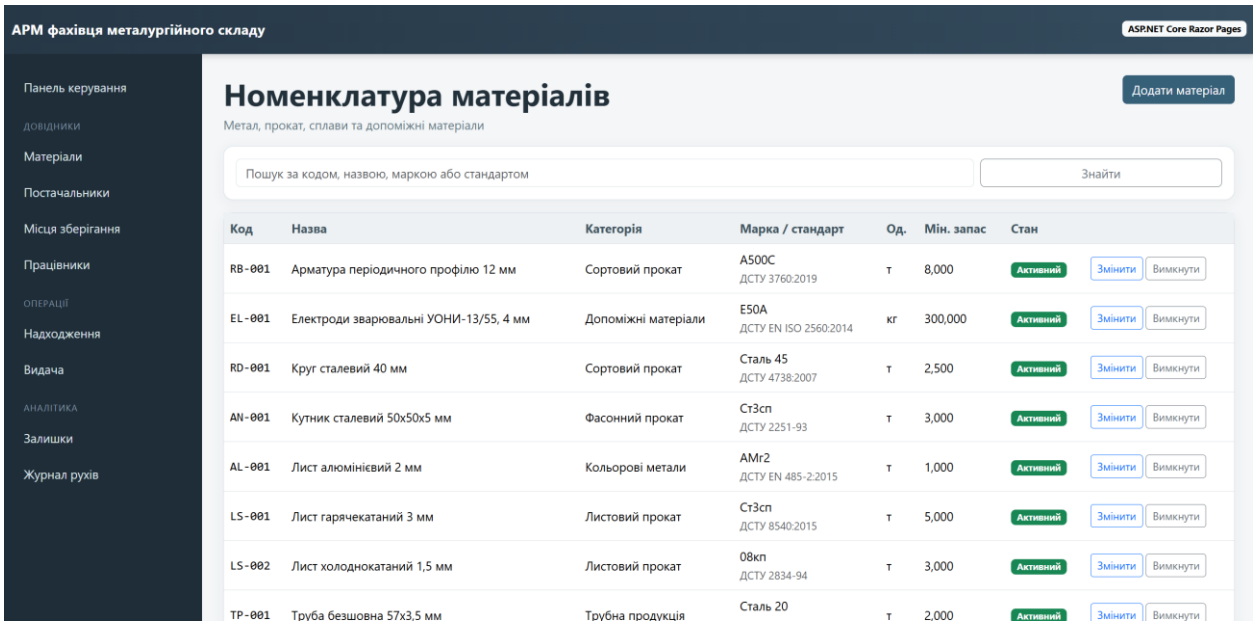

Рисунок 3.6 – Сторінка довідника матеріалів

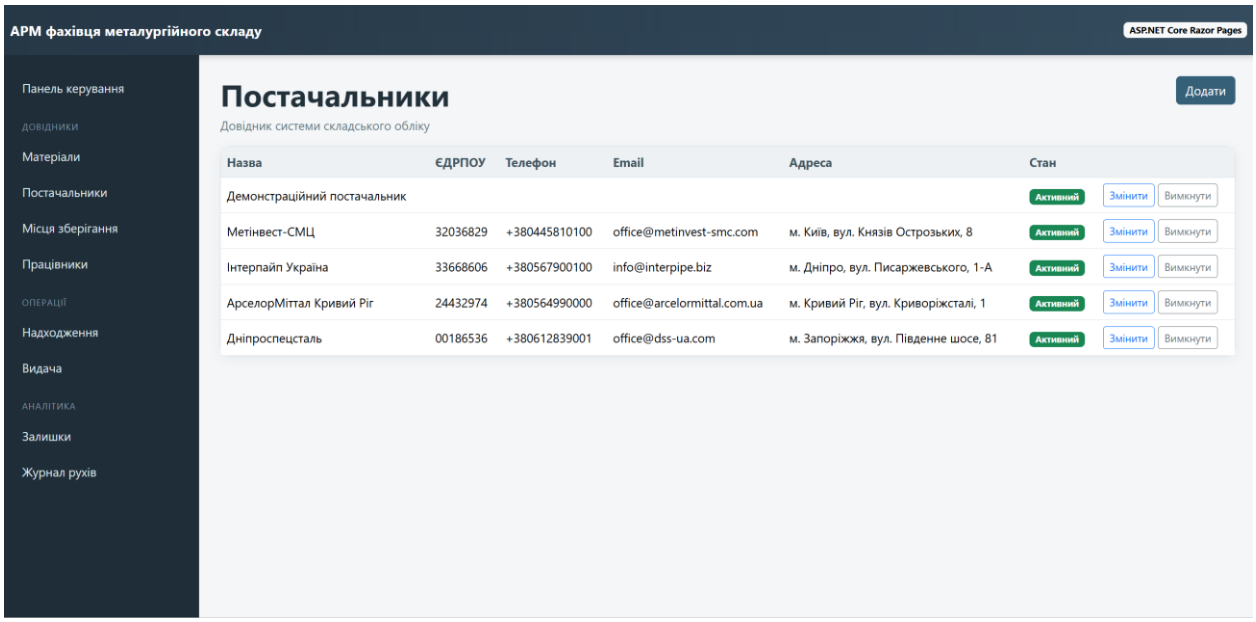

Рисунок 3.7 – Сторінка довідника постачальників

Окремий модуль програмного комплексу призначений для ведення місць зберігання. У ньому фіксуються коди комірок, назви складських зон, ділянки та місткість у тоннах. Для металургійного складу це має важливе значення, оскільки матеріали можуть зберігатися як у

закритих складських приміщеннях, так і на відкритих майданчиках, у секціях або спеціалізованих зонах. Ведення довідника місць зберігання забезпечує адресний облік матеріалів і спрощує пошук потрібної партії на складі. Сторінку місць зберігання подано на рисунку 3.8.

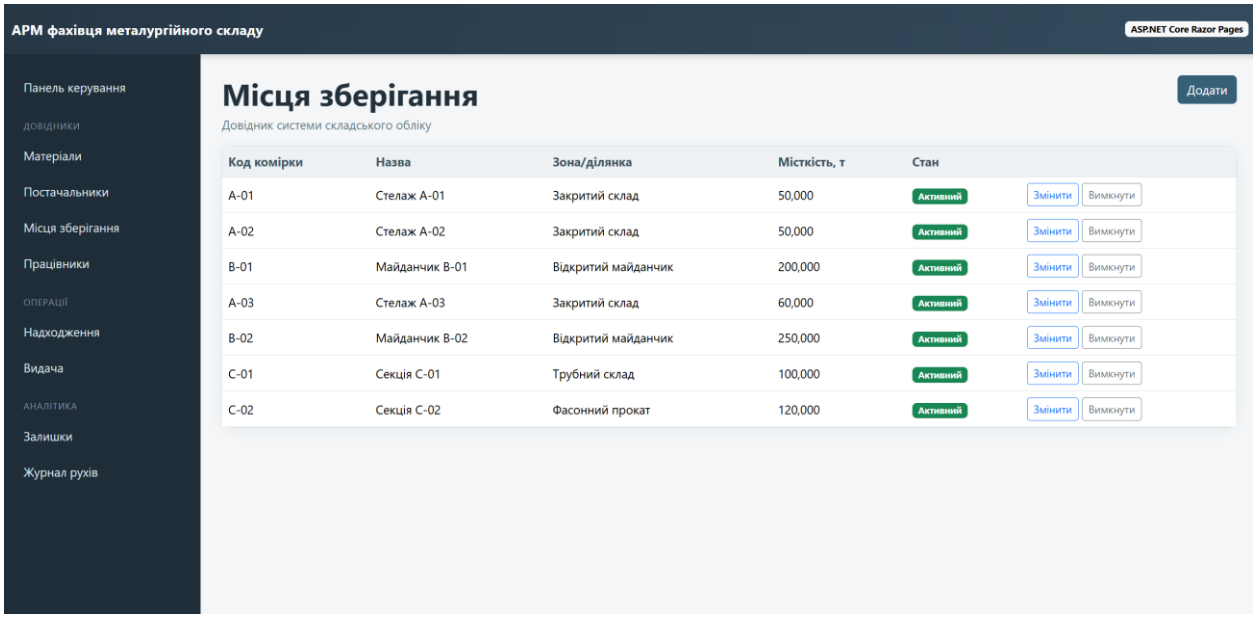

Рисунок 3.8 – Сторінка довідника місць зберігання

Для обліку відповідальних осіб у системі створено довідник працівників. Він містить ПІБ працівника, посаду, номер телефону, електронну пошту та стан активності. Дані з цього довідника використовуються під час оформлення складських операцій, зокрема надходження та видачі матеріалів. Це дозволяє фіксувати відповідального працівника для кожного документа та підвищує прозорість виконання складських операцій. Вигляд сторінки працівників наведено на рисунку 3.9.

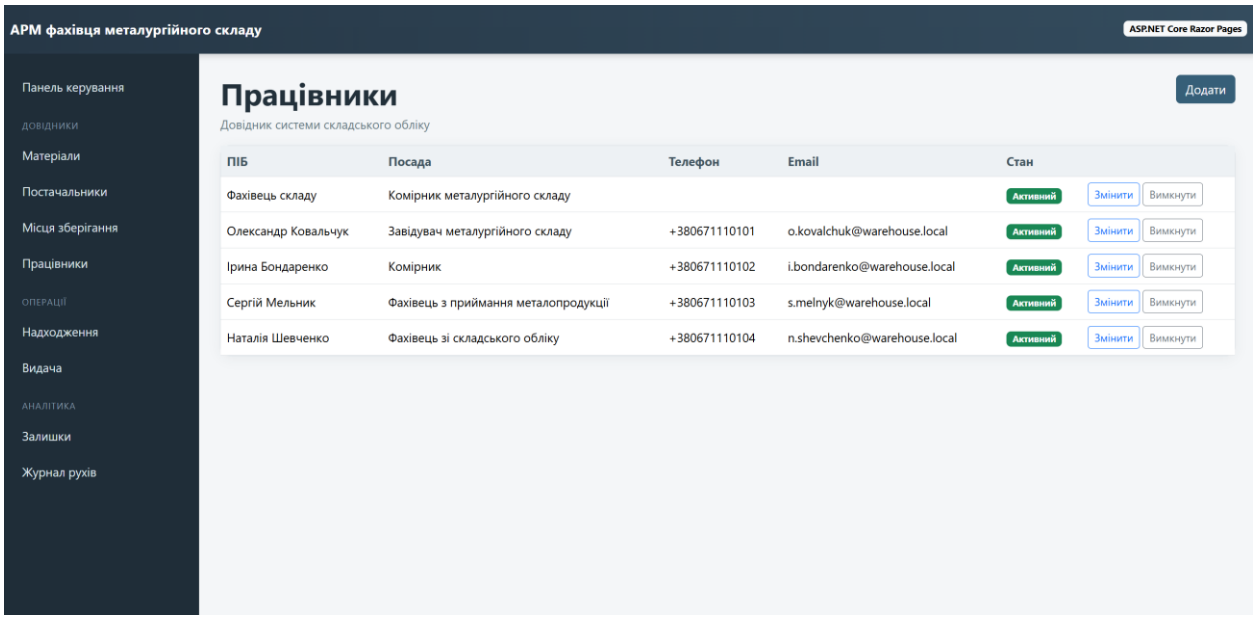

Рисунок 3.9 – Сторінка довідника працівників

Одним із ключових бізнес-процесів складу є оформлення надходження матеріалів. Для цього в програмному комплексі реалізовано сторінку прибуткових документів. У таблиці відображається номер документа, дата надходження, постачальник, відповідальний працівник, кількість позицій у документі та загальна сума. Користувач може переглядати вже створені документи або створити нове надходження. Такий модуль забезпечує реєстрацію матеріалів, які надходять на склад, і формує основу для подальшого обліку залишків. Сторінку надходження матеріалів показано на рисунку 3.10.

Для оформлення передачі матеріалів у виробничі підрозділи розроблено модуль видачі. На сторінці відображаються видаткові документи із зазначенням номера, дати, одержувача, відповідального працівника та кількості позицій. За допомогою цього модуля фіксується списання матеріалів зі складу в межах виробничих потреб. Перед оформленням видачі система повинна перевіряти наявність достатнього залишку, що дозволяє уникнути від’ємних значень і

помилок у складському обліку. Сторінку видачі матеріалів наведено на рисунку 3.11.

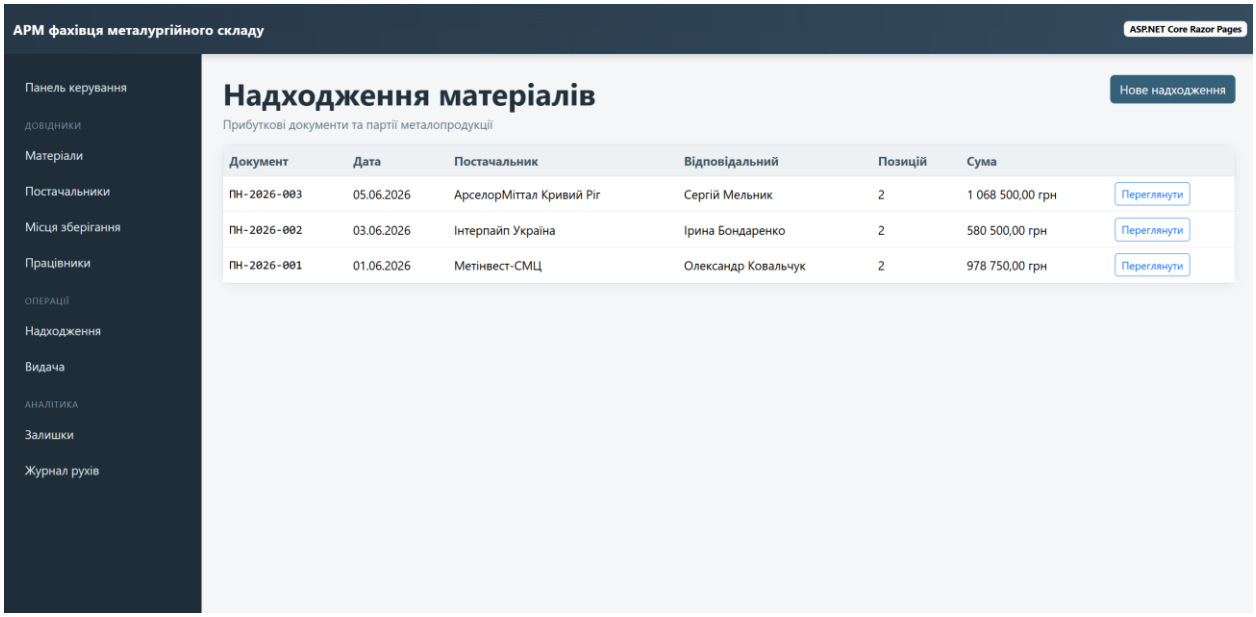

Рисунок 3.10 – Сторінка обліку надходження матеріалів

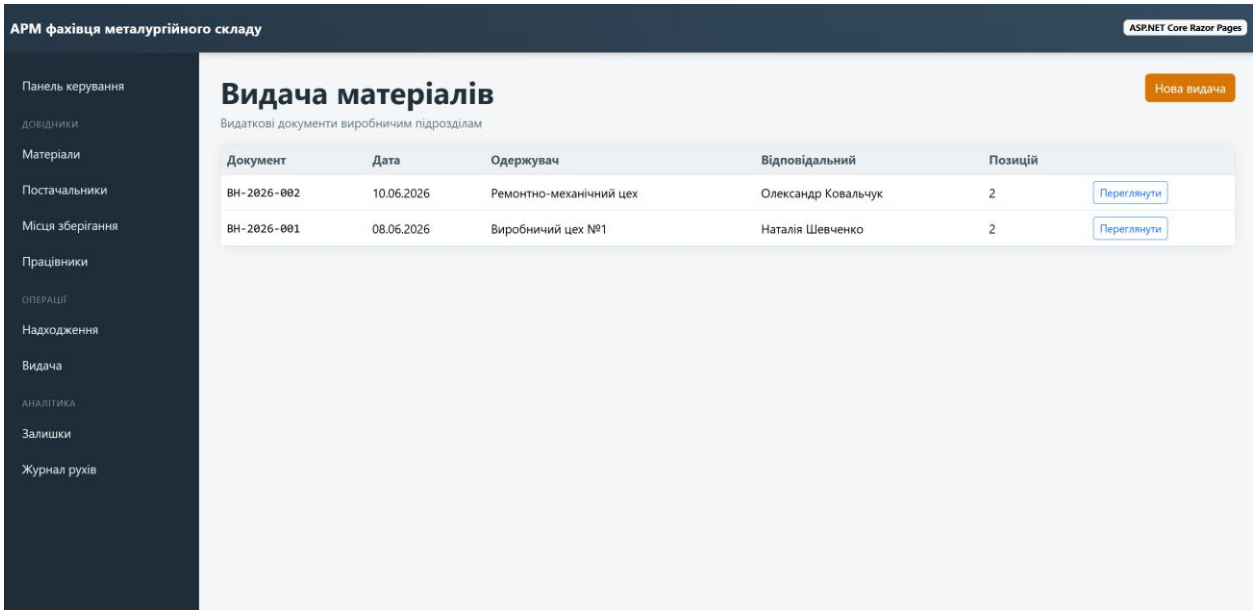

Рисунок 3.11 – Сторінка обліку видачі матеріалів

Для контролю фактичної наявності матеріалів у програмному комплексі реалізовано сторінку складських залишків. У ній виводяться код матеріалу, назва, комірка, номер партії, поточний залишок і мінімальний запас. Таке подання інформації дозволяє швидко визначити, які матеріали доступні на складі, у якій кількості та де саме вони розташовані. Також на сторінці передбачено пошук за кодом, назвою, партією або коміркою. Вигляд сторінки складських залишків наведено на рисунку 3.12.

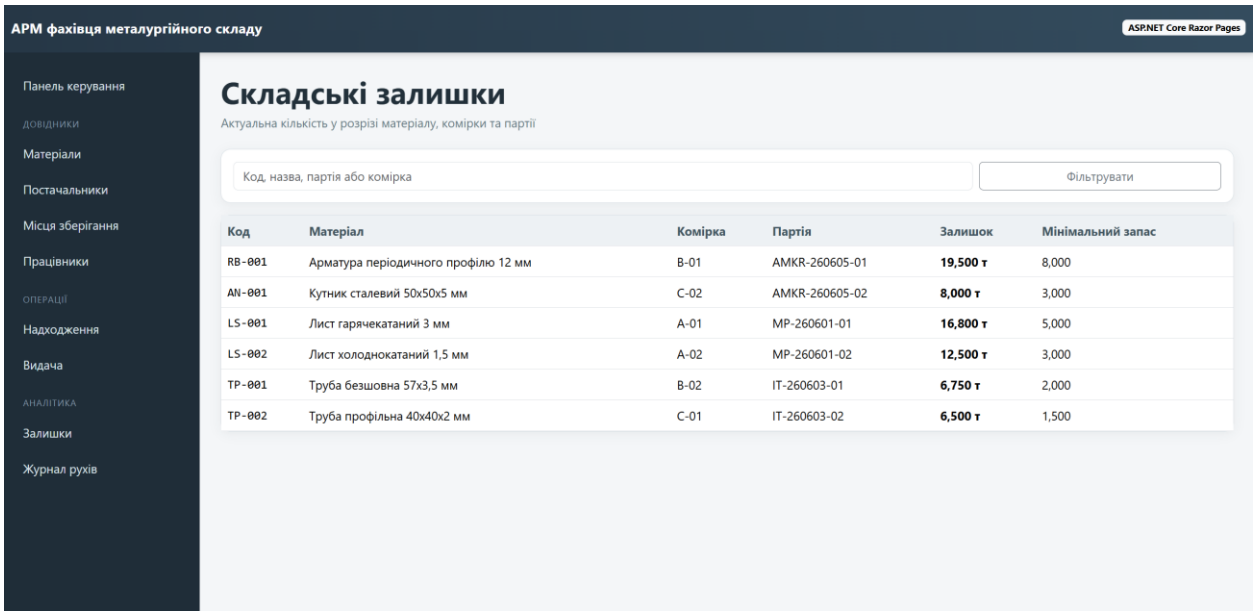

Рисунок 3.12 – Сторінка складських залишків

Для перегляду повної історії складських операцій створено журнал рухів. У ньому відображаються дата операції, тип руху, номер документа, матеріал, комірка, партія, кількість приходу та кількість витрати. Завдяки цьому журналу користувач може простежити всі операції з матеріалами: надходження, видачу та інші зміни залишків. Такий підхід забезпечує прозорість складського обліку та дозволяє швидко перевірити, на підставі яких документів сформувався поточний залишок матеріалу. Сторінку журналу рухів показано на рисунку 3.13.

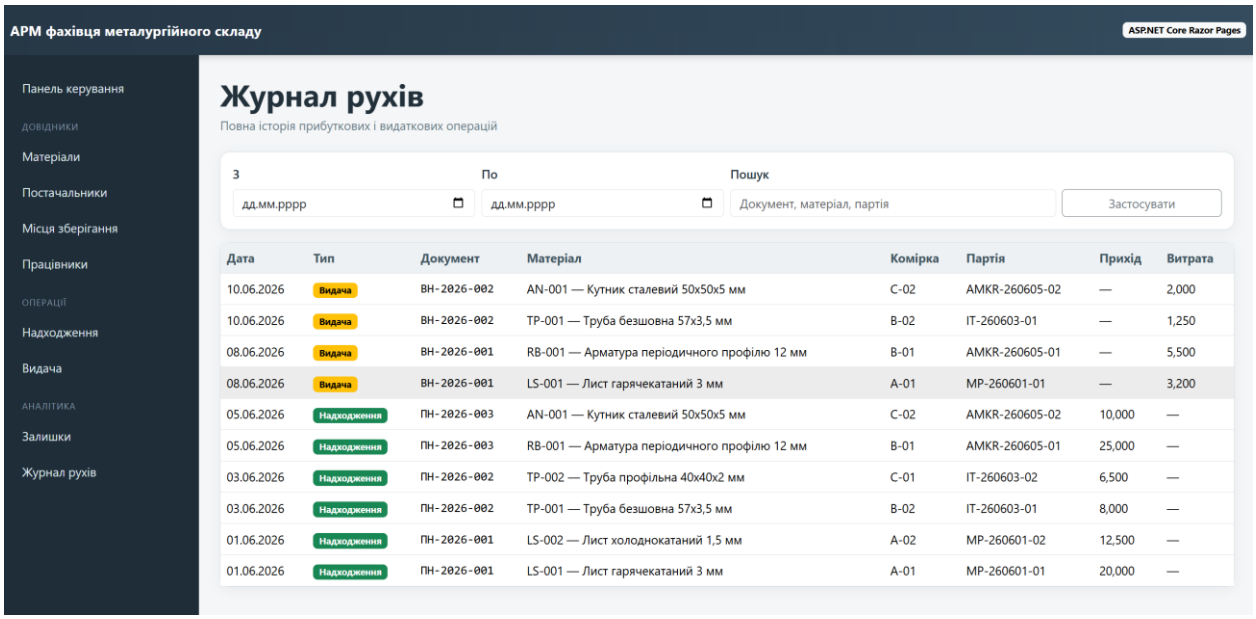

Рисунок 3.13 – Сторінка журналу рухів матеріалів

Розроблений програмний комплекс охоплює основні процеси автоматизації роботи фахівця металургійного складу: ведення довідників, оформлення надходжень, оформлення видач, контроль залишків і перегляд історії руху матеріалів. Використання вебінтерфейсу робить систему зручною для користувача, а застосування ASP.NET Core Razor Pages, Entity Framework Core та MariaDB забезпечує структуровану реалізацію програмної логіки, збереження даних і можливість подальшого розширення функціональності.

4 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ СПЕЦІАЛІСТА СКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

У цьому розділі наведено економічне обґрунтування розробки програмного комплексу для автоматизації робочого місця фахівця металургійного складу. Розрахунки виконано з метою визначення трудомісткості створення програмного продукту, витрат на його розробку, собівартості, договірної ціни та очікуваної економічної ефективності впровадження.

Програмний комплекс призначений для автоматизації основних складських операцій: ведення номенклатури матеріалів, обліку постачальників, працівників і місць зберігання, оформлення надходження та видачі матеріалів, контролю залишків і перегляду журналу рухів. Упровадження такого рішення дає змогу скоротити витрати робочого часу фахівця складу, зменшити кількість помилок під час ручного ведення обліку та підвищити оперативність отримання інформації про матеріальні ресурси підприємства.

4.1 Розрахунок трудомісткості та витрат на розробку програмного комплексу

Загальна трудомісткість розробки програмного забезпечення визначається сумою трудомісткостей окремих етапів життєвого циклу (формула 4.1).

$$T = t_a + t_p + t_k + t_t + t_o \qquad (4.1)$$

де t_a – трудомісткість аналізу предметної області та постановки завдання;

t_p – трудомісткість проєктування структури програмного комплексу та бази даних;

t_k – трудомісткість кодування;

t_t – трудомісткість тестування та відлагодження;

t_o – трудомісткість оформлення документації, людино-годин.

Орієнтовні значення трудомісткості за етапами розробки наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок трудомісткості розробки програмного комплексу

№	Етап розробки	Зміст робіт	Трудомісткість, люд.-год
1	Аналіз предметної області	Аналіз складських процесів, визначення вимог, опис функцій АРМ	30
2	Проєктування системи	Проєктування структури вебзастосунку, бази даних, сторінок і модулів	40
3	Кодування	Реалізація сторінок Razor Pages, моделей, обробників, CRUD-операцій	95
4	Інтеграція з базою даних	Налаштування Entity Framework Core, MariaDB, зв’язків і запитів	25
5	Тестування та відлагодження	Перевірка роботи довідників, операцій надходження, видачі, залишків	25
6	Оформлення документації	Підготовка опису програми, бази даних, інструкцій і скріншотів	25
	Разом		240

Отже, загальна трудомісткість розробки становить:

$$Т = 30 + 40 + 95 + 25 + 25 + 25 = 240 \text{ люд.-год.}$$

Основну частку витрат становить заробітна плата розробника. Для розрахунку прийнято такі вихідні дані: місячний посадовий оклад розробника О = 25000 грн; середньомісячний фонд робочого часу Ф = 168 год; загальна трудомісткість розробки Т = 240 год.

Основна заробітна плата визначається за формулою 4.2.

$$Зосн = (О / Ф) * Т \quad (4.2)$$

$$Зосн = (25000 / 168) * 240 = 35714,29 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата приймається на рівні 10 % від основної:

$$Здод = 35714,29 * 0,10 = 3571,43 \text{ грн.}$$

Загальний фонд заробітної плати становить:

$$Ззп = Зосн + Здод = 35714,29 + 3571,43 = 39285,72 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок приймається на рівні 22 % від фонду заробітної плати (формула 4.3).

$$Зсоц = 0,22 * Ззп = 0,22 * 39285,72 = 8642,86 \text{ грн} \quad (4.3)$$

Витрати на електроенергію визначаються з урахуванням потужності комп’ютера, часу роботи та тарифу на електроенергію. Для

розрахунку прийнято: середня потужність обладнання – 0,35 кВт, час роботи – 240 год, тариф – 4,32 грн/кВт·год.

$$Зел = 0,35 * 240 * 4,32 = 362,88 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування розраховуються з урахуванням вартості комп'ютерного обладнання 30000 грн, строку корисного використання 36 місяців і фонду робочого часу 168 год на місяць:

$$Зам = 30000 / (36 * 168) * 240 = 1190,48 \text{ грн.}$$

Витрати на програмні засоби приймаються рівними 0 грн, оскільки для розробки використовувалися безкоштовні або відкриті інструменти: Visual Studio Code, .NET SDK, ASP.NET Core, Entity Framework Core, MariaDB та phpMyAdmin.

Накладні витрати приймаються на рівні 20 % від фонду заробітної плати:

$$Знакл = 0,20 * 39285,72 = 7857,14 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на розробку програмного комплексу наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Кошторис витрат на розробку програмного комплексу

№	Стаття витрат	Позначення	Сума, грн
1	Основна заробітна плата	Зосн	35714,29
2	Додаткова заробітна плата	Здод	3571,43
3	Загальний фонд заробітної плати	Ззп	39285,72
4	Єдиний соціальний внесок	Зсоц	8642,86
5	Витрати на електроенергію	Зел	362,88
6	Амортизація обладнання	Зам	1190,48
7	Витрати на програмні засоби	Зпрог	0,00
8	Накладні витрати	Знакл	7857,14
	Разом	С	57339,07

4.2 Розрахунок собівартості та ціни програмного комплексу

Повна собівартість розробки програмного комплексу визначається як сума всіх статей витрат (формула 4.4).

$$С = Ззп + Зсоц + Зел + Зам + Зпрог + Знакл \quad (4.4)$$

Підставивши розраховані значення, отримаємо:

$$С = 39285,72 + 8642,86 + 362,88 + 1190,48 + 0 + 7857,14 =$$
$$= 57339,07 \text{ грн.}$$

Отже, повна собівартість розробки програмного комплексу становить 57339,07 грн.

Договірна ціна програмного продукту формується з урахуванням планового прибутку та податку на додану вартість. Рентабельність приймається на рівні 20 %.

Договірна ціна з без урахування ПДВ становить розраховується за формулою 4.5.

$$Ц_{без\ ПДВ} = С * (1 + R / 100) \quad (4.5)$$

$$Ц_{без\ ПДВ} = 57339,07 * 1,20 = 68806,88 \text{ грн.}$$

Договірна ціна з урахуванням ПДВ становить розраховується за формулою 4.6.

$$Ц = Ц_{без\ ПДВ} * 1,20 \quad (4.6)$$

$$Ц = 68806,88 * 1,20 = 82568,26 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку собівартості та ціни наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок собівартості та договірної ціни програмного продукту

№	Показник	Значення
1	Повна собівартість розробки, грн	57339,07
2	Рівень рентабельності, %	20
3	Плановий прибуток, грн	11467,81
4	Ціна без ПДВ, грн	68806,88
5	ПДВ, грн	13761,38
6	Договірна ціна з ПДВ, грн	82568,26

4.3 Оцінка економічної ефективності впровадження

Економічний ефект від упровадження програмного комплексу формується за рахунок скорочення часу, який фахівець складу витрачає на ручне оформлення складських документів, пошук матеріалів, перевірку залишків, підготовку звітів і перегляд історії руху матеріальних цінностей.

До впровадження програмного комплексу частина операцій могла виконуватися вручну або за допомогою окремих електронних таблиць. Це збільшувало час обробки документів і підвищувало ризик помилок. Після впровадження системи більшість операцій виконується через єдиний вебінтерфейс, а залишки матеріалів оновлюються автоматично на основі документів надходження та видачі.

Річна економія фонду оплати праці визначається за формулою 4.7.

$$Еріч = \Delta t * N * Сгод * Кр \quad (4.7)$$

де Δt – скорочення часу обробки однієї складської операції, год;

N – кількість складських операцій за рік;

Сгод – вартість години роботи працівника, грн;

Кр – коефіцієнт, що враховує нарахування на заробітну плату.

Для розрахунку прийнято такі орієнтовні значення: скорочення часу обробки однієї операції $\Delta t = 0,10$ год, тобто приблизно 6 хвилин; кількість складських операцій за рік $N = 4500$; вартість години роботи працівника Сгод = 125 грн/год; коефіцієнт нарахувань на заробітну плату Кр = 1,22.

Еріч = 0,10 * 4500 * 125 * 1,22 = 68625,00 грн.

Термін окупності витрат на розробку програмного комплексу визначається за формулою 4.8.

$$Ток = С / Еріч \quad (4.8)$$

Ток = 57339,07 / 68625,00 = 0,84 року.

Отже, термін окупності становить приблизно 0,84 року, тобто близько 10 місяців.

Результати оцінки економічної ефективності наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок економічної ефективності впровадження

№	Показник	Позначення	Значення
1	Скорочення часу обробки однієї операції, год	Δt	0,10
2	Кількість складських операцій за рік	N	4500
3	Вартість години роботи працівника, грн/год	Сгод	125
4	Коефіцієнт нарахувань	Кр	1,22
5	Річна економія, грн	Еріч	68625,00
6	Собівартість розробки, грн	С	57339,07
7	Термін окупності, року	Ток	0,84

Крім прямої економії робочого часу, упровадження програмного комплексу забезпечує додаткові організаційні переваги: підвищення точності складського обліку, швидкий пошук матеріалів, зменшення ризику від’ємних залишків, спрощення контролю партій і місць

зберігання, підвищення прозорості руху матеріальних цінностей, а також прискорення формування звітної інформації для керівника складу.

Виконано економічне обґрунтування розробки програмного комплексу для автоматизації робочого місця фахівця металургійного складу. Визначено трудомісткість розробки, яка становить 240 людино-годин, розраховано основну та додаткову заробітну плату, нарахування на оплату праці, витрати на електроенергію, амортизацію обладнання та накладні витрати.

Повна собівартість розробки програмного комплексу становить 57339,07 грн. За рівня рентабельності 20 % договірна ціна з урахуванням ПДВ становить 82568,26 грн. Очікувана річна економія від упровадження системи становить 68625,00 грн, а термін окупності – 0,84 року. Отримані результати підтверджують економічну доцільність розробки та впровадження програмного комплексу в діяльність складського підрозділу металургійного підприємства.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було розглянуто питання проєктування та розробки програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства. У процесі виконання роботи було встановлено, що складське господарство є важливою складовою виробничо-логістичної системи підприємства, оскільки забезпечує приймання, зберігання, облік, переміщення та відпуск матеріальних ресурсів. Для металургійного підприємства автоматизація складських процесів має особливе значення через значні обсяги матеріальних потоків, різноманітність номенклатури, необхідність партійного обліку, контролю залишків і своєчасного забезпечення виробничих підрозділів.

У першому розділі було проаналізовано предметну область складу металургійного підприємства та визначено основні проблеми традиційної організації складського обліку. До таких проблем належать дублювання даних, помилки ручного введення, затримки в оновленні залишків, складність пошуку матеріалів, недостатня прозорість руху товарно-матеріальних цінностей і тривалість формування звітності. Також було розглянуто аналоги програмних рішень для автоматизації складських процесів, зокрема ERP- та WMS-системи. На основі аналізу зроблено висновок, що для металургійного підприємства доцільним є створення спеціалізованого програмного комплексу, який враховує особливості складського обліку, адресного зберігання, партійного контролю та взаємодії з виробничими підрозділами.

У роботі було обґрунтовано вибір засобів розробки програмного комплексу. Для реалізації серверної логіки обрано мову програмування C#, для створення вебзастосунку – ASP.NET Core Razor Pages, для роботи з даними – Entity Framework Core, а для збереження інформації

– реляційну базу даних MariaDB. Як допоміжний інструмент адміністрування бази даних використано phpMyAdmin. Обраний стек технологій дозволив створити веборієнтовану систему, що працює через браузер, має зрозумілу структуру, підтримує роботу з довідниками, документами руху матеріалів і аналітичною інформацією.

У другому розділі було розроблено діаграми діяльностей для основних складських процесів, зокрема надходження матеріалів, обробки заявки на видачу, повернення матеріалів та інвентаризації. Також було сформовано математичну модель складу металургійного підприємства, яка описує рух матеріальних ресурсів, контроль залишків, надходження, видачу, повернення, списання та потребу в поповненні запасів. Запропонована модель може використовуватися як основа для автоматизованого розрахунку залишків і визначення дефіцитних позицій.

У третьому розділі було розроблено технічне завдання, описано структуру бази даних і реалізовано програмний комплекс. База даних містить таблиці для обліку матеріалів, категорій, одиниць вимірювання, постачальників, працівників, місць зберігання, документів надходження, документів видачі та журналу руху матеріалів. У структурі бази даних передбачено зв’язки між таблицями, первинні та зовнішні ключі, унікальні обмеження й представлення для перегляду складських залишків. Це забезпечує цілісність даних і дозволяє коректно відображати рух матеріальних цінностей.

Розроблений програмний комплекс містить основні функціональні модулі, необхідні для роботи спеціаліста складу: панель керування, довідник матеріалів, довідник постачальників, довідник місць зберігання, довідник працівників, модуль надходження матеріалів, модуль видачі матеріалів, сторінку складських залишків і журнал рухів. Система дозволяє переглядати поточний стан складу, вести номенклатуру матеріалів, оформлювати прибуткові та видаткові

документи, контролювати залишки за партіями і місцями зберігання, а також аналізувати історію складських операцій.

У четвертому розділі було виконано економічні розрахунки доцільності розробки програмного комплексу. Визначено трудомісткість робіт, витрати на оплату праці, соціальні нарахування, електроенергію, амортизацію обладнання та накладні витрати. Повна собівартість розробки програмного комплексу становить 57339,07 грн, а договірна ціна з урахуванням прибутку та ПДВ – 82568,26 грн. Очікувана річна економія від упровадження системи становить 68625,00 грн, а термін окупності – 0,84 року. Це підтверджує економічну доцільність розробки та впровадження програмного комплексу.

Отже, мету кваліфікаційної роботи досягнуто. Було проаналізовано предметну область, визначено основні складські бізнес-процеси, розроблено математичну модель, обґрунтовано вибір технологій, спроєктовано базу даних і створено програмний комплекс для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства. Розроблена система сприяє підвищенню точності складського обліку, скороченню часу виконання операцій, зменшенню впливу людського фактора, покращенню контролю залишків і забезпеченню більш ефективної роботи складського підрозділу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безугла Л. С., Юрченко Н. І., Ільченко Т. В., Пальчик І. М., Воловик Д. В. Логістика : навчальний посібник. Дніпро : Пороги, 2021. 252 с. URL: https://dspace.dsau.dp.ua/bitstreams/69f4f0ad-03e2-4c7f-973a-2571e6b4ef77/download

2. Панасюк К. П., Шкробот М. В. Логістичний підхід до управління матеріальними потоками на виробничому підприємстві. Наука онлайн: Міжнародний електронний науковий журнал. 2018. № 5. URL: https://nauka-online.com/publications/economy/2018/5/logistichnij-pidhid-do-upravlinnya-materialnimi-potokami-na-virobnichomu-pidpriyemstvi/

3. Шпортько Г. Ю., Алєксєєнко І. А., Веремієнко В. В. Управління товарно-матеріальними запасами на підприємстві в умовах невизначеності. *Економічний вісник Національного гірничого університету*. 2023. № 4(84). С. 75–80. DOI: https://doi.org/10.33271/ebdut/84.075. URL: https://ev.nmu.org.ua/index.php/uk/archive?arh_article=1549

4. Тюленєва Ю. В., Майстренко Н. В. Удосконалення складської системи з метою підвищення ефективності управління логістичними процесами підприємства. Приазовський економічний вісник. 2018. Вип. 1(06). С. 89–94. URL: https://pev.kpu.zp.ua/journals/2018/1_06_uk/19.pdf

5. Омельченко А. І., Іванова А. А., Іванова Д. А. Digital-системи оптимізації операцій складської логістики. Бізнес Інформ. 2021. № 12. С. 92–97. DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-12-92-97. URL: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2021-12_0-pages-92_97.pdf

6. Подра О. П., Гомза К. І. Modern technologies of automation of warehouse activities of enterprises. Management and Entrepreneurship in

Ukraine: the Stages of Formation and Problems of Development. 2022. Vol. 4, No. 2. P. 70–78. DOI: https://doi.org/10.23939/smeu2022.02.070. URL: https://science.lpnu.ua/smeu/all-volumes-and-issues/volume-4-number-2-2022/modern-technologies-automation-warehouse

7. Metallurgy and mining industry. IT-Enterprise. URL: https://it-enterprise.com/industries/metallurgy-and-mining-industry

8. IT-Enterprise – your one-stop platform for digital transformation. IT-Enterprise. URL: https://www.it.ua/en

9. SAP Extended Warehouse Management. SAP. URL: https://www.sap.com/ukraine/products/scm/extended-warehouse-management.html

10. Warehouse management overview. Microsoft Learn. URL: https://learn.microsoft.com/en-us/dynamics365/supply-chain/warehousing/warehouse-management-overview

11. Configure warehouse management in Dynamics 365 Supply Chain Management. Microsoft Learn. URL: https://learn.microsoft.com/uk-ua/training/modules/configure-warehouse-management-dyn365-supply-chain-mgmt/

12. Warehouse Management. Oracle. URL: https://www.oracle.com/asean/scm/logistics/warehouse-management/

13. Oracle Logistics – Get Started. Oracle Help Center. URL: https://docs.oracle.com/en/cloud/saas/logistics-cloud-suite/

14. BAS ERP. SoftCom. URL: https://www.softcom.ua/ua/bas/programs/bas-erp/

15. WMS система управління складськими операціями. ABM Cloud. URL: https://abmcloud.com/uk/abm-soft/abm-wms/

16. Впровадження WMS системи на складі – 11 простих кроків. ABM Cloud. URL: https://abmcloud.com/vnedrenie-wms-sistemi/

17. Система управления складом Qguar WMS Pro. Quantum. URL: https://quantum-int.com/ru/products/wms-sistema-upravleniya-skladom/

18. Warehouse management system Qguar WMS Pro. Quantum. URL: https://quantum-int.com/en/products/warehouse-automation-qguar-wms/

19. Infor’s Warehouse Management System. Infor. URL: https://www.infor.com/solutions/scm/warehouse-management-system

20. Infor WMS | Warehouse management system brochure. Infor. URL: https://www.infor.com/resources/infor-cloudsuite-wms-brochure

21. Warehouse Management Systems & WMS Solutions. Manhattan Associates. URL: https://www.manh.com/solutions/supply-chain-management-software/warehouse-management

22. Inventory management software. Odoo. URL: https://www.odoo.com/app/inventory

23. Inventory management. Odoo Documentation. URL: https://www.odoo.com/documentation/19.0/applications/inventory_and_mrp/inventory/warehouses_storage/inventory_management.html

24. C# language documentation. Microsoft Learn. URL: https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/

25. Overview of ASP.NET Core. Microsoft Learn. URL: https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/overview

26. Overview of Entity Framework Core. Microsoft Learn. URL: https://learn.microsoft.com/en-us/ef/core/

27. Pomelo.EntityFrameworkCore.MySql. NuGet. URL: https://www.nuget.org/packages/Pomelo.EntityFrameworkCore.MySql

28. About MariaDB Server. MariaDB Foundation. URL: https://mariadb.org/about/

29. phpMyAdmin. Official website. URL: https://www.phpmyadmin.net/

ДОДАТОК А. ВІДОМОСТІ РОБОТИ

Таблиця А.1 – Відомості роботи

Формат	№ п.п	Назва документу	Найменування об’єкту або вибору	Кількість сторінок
А4	1	Пояснювальна записка	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.00.00.00	96
Графічна частина				
А4	2	Актуальність теми	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.01.00.00	1
А4	3	Мета та завдання роботи	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.02.00.00	1
А4	4	Склад металургійного підприємства	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.03.00.00	1
А4	5	Аналоги АРМ	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.04.00.00	1
А4	6	Математична модель	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.05.00.00	2
А4	7	Діаграма діяльностей програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.06.00.00	1
А4	8	Діаграма класів програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.07.00.00	1

Продовження таблиці А.1

Формат	№ п.п	Назва документу	Найменування об’єкту або вибору	Кількість сторінок
А4	9	Діаграма послідовностей для процесу отримання матеріалів на складі металургійного підприємства	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.08.00.00	1
А4	10	Засоби розробки	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.09.00.00	1
А4	11	Екранні форми	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.10.00.00	9
А4	12	Висновки	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.11.00.00	1

ДОДАТОК Б. ДІАГРАМА ДІЯЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ СКЛАДУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

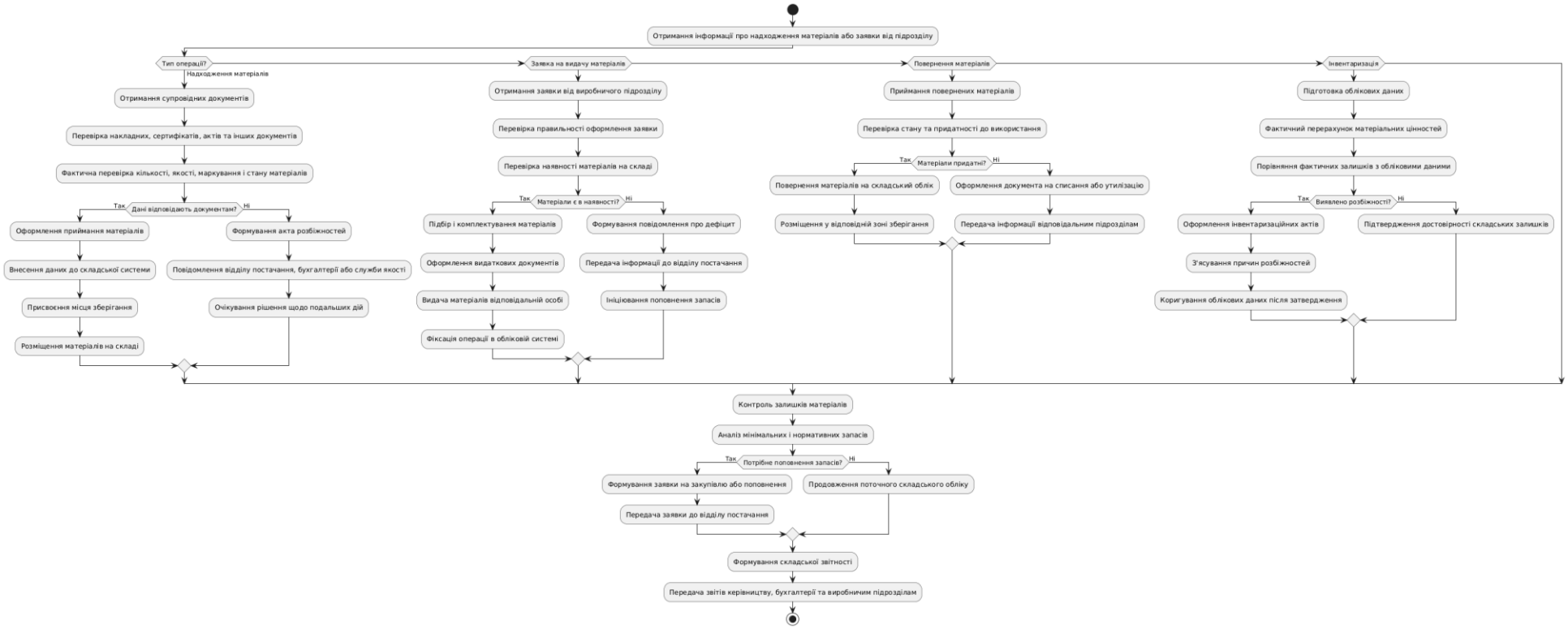

Рисунок Б – Діаграма діяльностей для складу металургійного підприємства

ДОДАТОК В. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1 Введення

Найменування: програмний комплекс для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства.

Коротка характеристика: програмний комплекс для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства призначений для обліку матеріальних цінностей, контролю складських залишків, реєстрації надходження матеріалів, оформлення видачі у виробництво, обліку переміщень, списання, повернення, інвентаризації та формування звітності. Програма дозволяє спеціалісту складу працювати з довідниками матеріалів, постачальників, складів, місць зберігання, партій, підрозділів і користувачів, а також забезпечує контроль руху товарно-матеріальних цінностей у межах підприємства.

Область застосування: склади металургійних підприємств, промислові склади сировини, склади допоміжних матеріалів, склади запасних частин, інструментальні комори, склади готової продукції, виробничо-логістичні підрозділи підприємств. Програмний комплекс може використовуватися для навчальних цілей, а також як основа для створення інформаційної системи складського обліку на підприємстві.

2 Підстава для розробки

Підставою для розробки є тема кваліфікаційної роботи «Програмний комплекс для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства».

Розробка такого програмного комплексу є актуальною у зв’язку з необхідністю автоматизації складських бізнес-процесів металургійного

підприємства. Складське господарство забезпечує приймання, зберігання, облік, переміщення та відпуск матеріальних ресурсів, необхідних для безперервного функціонування виробництва. У разі використання паперових документів або розрізнених електронних таблиць виникають проблеми дублювання даних, помилок ручного введення, несвоєчасного оновлення залишків, складності пошуку матеріалів і тривалого формування звітності.

Програмний комплекс дозволяє систематизувати складський облік, прискорити оформлення складських операцій, забезпечити контроль залишків, зменшити кількість помилок під час введення даних, підвищити прозорість руху матеріальних цінностей і покращити взаємодію складу з виробничими, транспортними, бухгалтерськими та управлінськими підрозділами підприємства.

3 Призначення розробки

Програмний комплекс для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства може мати такі призначення та можливості:

1. Облік матеріалів: система повинна дозволяти зберігати інформацію про матеріали, сировину, запасні частини, інструменти, комплектуючі, паливо, вогнетривкі матеріали та готову продукцію.

2. Ведення довідника одиниць вимірювання: програмний комплекс повинен забезпечувати облік одиниць вимірювання, які використовуються для матеріальних цінностей, зокрема кілограмів, тонн, метрів, штук, літрів та інших одиниць.

3. Облік постачальників: система повинна дозволяти зберігати інформацію про постачальників матеріалів, їхні реквізити, контактні дані та історію поставок.

4. Облік складів і місць зберігання: програмний комплекс повинен забезпечувати ведення інформації про склади, складські зони, секції, стелажі, комірки або відкриті майданчики.

5. Партійний облік: система повинна дозволяти фіксувати номер партії, дату надходження, постачальника, кількість матеріалу, місце зберігання та поточний стан партії.

6. Реєстрація надходження матеріалів: спеціаліст складу повинен мати можливість створювати прибуткові документи, вказувати постачальника, матеріал, кількість, дату надходження, номер партії та місце зберігання.

7. Оформлення видачі матеріалів у виробництво: система повинна забезпечувати створення видаткових документів, вибір підрозділу-одержувача, перевірку наявності залишків і фіксацію факту видачі.

8. Контроль залишків: програмний комплекс повинен відображати актуальні залишки матеріалів за складами, партіями та місцями зберігання.

9. Внутрішнє переміщення матеріалів: система повинна дозволяти оформлювати переміщення матеріальних цінностей між складами, зонами зберігання або підрозділами підприємства.

10. Облік повернень: програмний комплекс повинен забезпечувати фіксацію повернення невикористаних або придатних до повторного використання матеріалів на склад.

11. Облік списання: система повинна дозволяти оформлювати списання непридатних, використаних, пошкоджених або втрачених матеріальних цінностей.

12. Проведення інвентаризації: програмний комплекс повинен забезпечувати створення інвентаризаційних документів, внесення фактичних залишків, порівняння їх з обліковими даними та фіксацію розбіжностей.

13. Контроль мінімальних залишків: система повинна повідомляти користувача про матеріали, кількість яких нижча за встановлений мінімальний рівень.

14. Пошук і фільтрація даних: користувач повинен мати можливість швидко знаходити матеріали, партії, документи руху, склади, постачальників і підрозділи за ключовими параметрами.

15. Формування звітів: система повинна надавати можливість формування звітів про залишки, надходження, видачу, переміщення, списання, дефіцитні позиції та результати інвентаризації.

4 Вимоги до програмного виробу

4.1 Вимоги до функціональних характеристик

Програмний комплекс для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства повинен мати такі функціональні можливості:

1. Авторизація користувачів. Система повинна забезпечувати вхід користувачів до програмного комплексу за логіном і паролем.

2. Розмежування ролей користувачів. У системі можуть бути передбачені ролі адміністратора, спеціаліста складу, керівника складу та працівника виробничого підрозділу. Адміністратор керує користувачами, спеціаліст складу виконує складські операції, керівник складу контролює залишки та звітність, а працівник виробничого підрозділу формує або переглядає заявки на отримання матеріалів.

3. Ведення довідника матеріалів. Користувач повинен мати можливість додавати, редагувати, переглядати та видаляти інформацію про матеріали.

4. Ведення довідника постачальників. Система повинна дозволяти зберігати та редагувати інформацію про постачальників матеріальних цінностей.

5. Ведення довідника підрозділів. Програмний комплекс повинен забезпечувати облік цехів, відділів та інших структурних підрозділів підприємства.

6. Ведення довідника складів і місць зберігання. Система повинна дозволяти створювати склади, зони зберігання, секції, стелажі, комірки або майданчики.

7. Реєстрація партій матеріалів. Користувач повинен мати можливість створювати партії матеріалів із зазначенням номера партії, дати надходження, постачальника, кількості та місця зберігання.

8. Створення документа надходження. Спеціаліст складу повинен мати можливість оформити надходження матеріалів на склад, вказати матеріал, кількість, постачальника, партію та склад.

9. Створення документа видачі. Система повинна дозволяти оформлювати видачу матеріалів у виробництво із зазначенням підрозділу-одержувача, матеріалу, кількості та підстави видачі.

10. Перевірка наявності матеріалів. Програма повинна перевіряти поточний залишок перед видачею або переміщенням матеріалу.

11. Заборона від’ємних залишків. Система не повинна дозволяти списання, видачу або переміщення більшої кількості матеріалу, ніж фактично доступно на складі.

12. Облік внутрішніх переміщень. Програмний комплекс повинен забезпечувати оформлення переміщення матеріалів між складами, зонами або місцями зберігання.

13. Облік повернень матеріалів. Система повинна дозволяти оформлювати повернення матеріалів від виробничих підрозділів на склад.

14. Облік списання матеріалів. Користувач повинен мати можливість створювати документи списання із зазначенням причини списання, кількості та відповідальної особи.

15. Проведення інвентаризації. Система повинна дозволяти створювати інвентаризаційні відомості, вносити фактичні залишки та визначати надлишки або нестачі.

16. Перегляд історії руху матеріалу. Програмний комплекс повинен зберігати інформацію про всі операції з конкретним матеріалом або партією.

17. Формування звітів. Система повинна забезпечувати формування звітів про залишки, рух матеріалів, надходження, видачу, переміщення, списання, дефіцитні позиції та результати інвентаризації.

18. Пошук матеріалів і документів. Користувач повинен мати можливість шукати інформацію за назвою матеріалу, кодом, постачальником, партією, складом, датою документа або типом операції.

19. Фільтрація даних. Система повинна дозволяти фільтрувати матеріали та документи за складом, місцем зберігання, датою, типом операції, відповідальною особою та статусом.

20. Перевірка коректності введених даних. Програма повинна перевіряти заповнення обов’язкових полів, правильність введення кількості, дати, одиниці вимірювання та інших реквізитів.

21. Відображення повідомлень користувачу. У разі успішного збереження, редагування або видалення даних система повинна виводити відповідні повідомлення. У разі помилки користувач повинен отримувати зрозуміле пояснення.

22. Зручний вебінтерфейс. Інтерфейс програмного комплексу повинен містити меню навігації, таблиці даних, форми введення, кнопки керування, сторінки перегляду документів і блоки підсумкової інформації.

23. Робота з базою даних. Усі основні дані програмного комплексу повинні зберігатися у базі даних MariaDB.

24. Адміністрування користувачів. Адміністратор повинен мати можливість створювати, редагувати, блокувати та видаляти облікові записи користувачів.

4.2 Вимоги до надійності

Система повинна виконувати такі вимоги до надійності:

- забезпечення правильної обробки введених користувачем даних;
- захист від некоректного введення інформації у поля форм;
- перевірка обов’язкових полів перед збереженням даних;
- виведення повідомлень про помилки у разі некоректного введення або неможливості виконання операції;
- запобігання аварійному завершенню роботи програмного комплексу;
- стабільна робота системи під час багаторазового створення, редагування та видалення складських документів;
- забезпечення цілісності даних у базі даних;
- недопущення видачі, переміщення або списання більшої кількості матеріалів, ніж є на складі;
- коректне оновлення залишків після кожної складської операції;
- збереження інформації про матеріали, склади, партії, документи руху та інвентаризаційні записи без втрати даних;
- оброблення виняткових ситуацій засобами ASP.NET Core та Entity Framework Core;
- захист від дублювання критично важливих даних, наприклад кодів матеріалів, номерів документів або номерів партій;

– підтримка транзакційності під час операцій надходження, видачі, переміщення та списання матеріалів;

– можливість відновлення роботи системи після перезапуску сервера;

– забезпечення доступу до функцій системи лише авторизованим користувачам;

– захист від випадкового видалення важливих облікових даних;

– можливість резервного копіювання бази даних засобами MariaDB або phpMyAdmin.

4.3 Вимоги до технічного забезпечення

Мінімальні вимоги до апаратного та програмного забезпечення:

Процесор: двоядерний процесор із тактовою частотою від 1,6 ГГц.

Оперативна пам’ять: мінімум 4 ГБ RAM.

Дисковий простір: не менше 1 ГБ вільного місця для розміщення програмного комплексу, бази даних, журналів роботи та службових файлів.

Операційна система: Windows 10, Windows 11 або Linux-дистрибутив.

Програмне забезпечення для запуску: встановлене середовище .NET Runtime або .NET SDK, сервер бази даних MariaDB, браузер Google Chrome, Microsoft Edge, Mozilla Firefox або інший сучасний браузер.

Програмне забезпечення для розробки: Microsoft Visual Studio Code.

Мова програмування: C#.

Серверна платформа: ASP.NET Core.

Технологія доступу до даних: Entity Framework Core.

Технології інтерфейсу: HTML, CSS, Bootstrap, Razor Pages або MVC-представлення.

Система керування базами даних: MariaDB.

Інструмент адміністрування бази даних: phpMyAdmin.

Додаткові засоби: NuGet для встановлення пакетів, Pomelo.EntityFrameworkCore.MySql для підключення Entity Framework Core до MariaDB, Git для контролю версій, Docker за потреби для контейнеризації бази даних або застосунку.

5 Вимоги до програмної документації роботи програмного комплексу

Склад необхідної програмної документації включає:

– текст програми;

– технічне завдання;

– опис програми;

– інструкцію користувача;

– інструкцію адміністратора або розробника;

– опис бази даних;

– ER-діаграму бази даних;

– опис алгоритмів обліку залишків;

– опис інтерфейсу програмного комплексу;

– пояснювальну записку з обґрунтуванням вибору технологій;

– опис тестування програмного комплексу;

– результати перевірки правильності виконання складських операцій;

– діаграми діяльності основних бізнес-процесів;

– скріншоти роботи програмного комплексу.

Технічне завдання повинно містити основні вимоги до програмного комплексу, його призначення, функціональні можливості, вимоги до надійності, технічного забезпечення та програмної документації.

Інструкція користувача повинна містити порядок входу до системи, опис основних сторінок інтерфейсу, правила додавання матеріалу, порядок оформлення надходження, видачі, переміщення, списання, інвентаризації, пошуку матеріалів і формування звітів.

Опис програми повинен містити інформацію про структуру програмного комплексу, серверну частину ASP.NET Core, моделі даних, сторінки або контролери, взаємодію з базою даних MariaDB, основні модулі системи, логіку обробки складських операцій і формування результатів.

Опис бази даних повинен містити перелік таблиць, їхні поля, типи даних, первинні та зовнішні ключі, а також зв’язки між таблицями. До основних таблиць можуть належати: Users, Roles, Materials, Units, Suppliers, Warehouses, StorageLocations, Departments, Batches, StockMovements, InventoryDocuments, InventoryItems та Reports.

6 Техніко-економічні показники

Розробка програмного комплексу для автоматизації робочого місця спеціаліста складу металургійного підприємства дозволяє автоматизувати процеси обліку матеріалів, контролю залишків, оформлення складських документів, проведення інвентаризації та формування звітності. Використання такого програмного продукту зменшує час, необхідний для пошуку матеріалів, перевірки залишків, створення документів надходження або видачі та підготовки звітів для керівництва.

Програмний комплекс може бути використаний у навчальних цілях, а також як основа для впровадження в складському підрозділі

промислового підприємства. Його використання не потребує складного спеціалізованого обладнання, оскільки система працює як вебзастосунок і може запускатися через браузер.

До основних техніко-економічних переваг програмного комплексу належать:

– зменшення часу на оформлення складських операцій;

– підвищення точності обліку матеріальних цінностей;

– швидкий пошук інформації про матеріали, партії, склади та документи;

– контроль фактичних і облікових залишків;

– зменшення ризику втрати або дублювання інформації;

– підвищення прозорості руху матеріальних ресурсів;

– автоматизація розрахунку залишків після надходження, видачі, переміщення та списання;

– контроль дефіцитних позицій і мінімальних залишків;

– прискорення проведення інвентаризації;

– формування звітів для керівника складу, бухгалтерії та виробничих підрозділів;

– зменшення впливу людського фактора на складський облік;

– можливість подальшого розширення функціональності системи;

– зручність використання завдяки вебінтерфейсу;

– можливість доступу до системи з різних пристроїв у межах локальної мережі або через вебсервер;

– підвищення ефективності управління складським господарством металургійного підприємства.

ДОДАТОК Г. АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України (м. Київ)
Інститут економіки промисловості НАН України (м. Київ)
Центр передових досягнень «Університети для науки, інформатики та технологій в електронному суспільстві» (CoE UNITe)
Софійського університету «Святий Климент Охридський» (Софія, Болгарія)
ПАТ «Новокраматорський машинобудівний завод»
Громадська спілка «ІТ кластер Донеччини» (IT Cluster Donbass)
ТОВ «Інформаційні технології САПР»

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД

М А Т Е Р І А Л И
X Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю

(16–18 квітня 2026 року)

За заг. ред. О. Ф. Тарасова

Краматорськ
ДДМА
2026

УДК 004+681.5+61+62-83-52
С 91

Рекомендовано до друку вченою радою Донбаської державної машинобудівної академії (протокол № 9 від 23.04.2026).

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова комітету:
Тарасов О. Ф. — д-р техн. наук, проф., зав. каф. КІТ ДДМА

Члени програмного комітету:
Томашевський Р. С. — д-р техн. наук, проф., ректор ДДМА
Амоша О. І. — академік НАН України, почесний директор ІЕП НАН
Бейгельзімер Я. Ю. — д-р техн. наук, проф., головний наук. співроб. ДонФТІ ім. О. О. Галкіна НАН України
Білошенко В. О. — д-р техн. наук, проф., зав. відділом ДонФТІ ім. О. О. Галкіна НАН України
Борисенко О. І. — канд. фіз.-мат. наук, Генеральний директор ТзОВ «НВП « Центр САПР»
Вінников М. О. — дир. ТОВ АРВІ (м. Київ), Chief Operating Officer ARVI VR INC. (Wilmington, DE, USA)
Вовна О. В. — д-р техн. наук, проф., проф. кафедри комп'ютерних систем та мереж Національного авіаційного університету, академік Академії Метрології України
Воробйов Б. В. — д-р філос., проректор з наукової роботи, управління розвитком та міжнародних зв'язків ДДМА
Грибков Е. П. — д-р техн. наук, проф., зав. кафедри металургії та інноваційних технологій Метінвест Політехніці
Грушко О. В. — д-р техн. наук, проф. каф. опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, дир. Інституту магістратури, аспірантури та докторантури ВНТУ
Гурова Є. В. — PhD з теор. електротех., доц., Центр передових досягнень «Університети для науки, інформатики та технологій в електронному суспільстві» (CoE UNITe) Софійського університету «Святий Климент Охридський» (Софія, Болгарія)
Єлецьких С. Я. — д-р екон. наук, проф., зав. кафедри фінансів, банківської справи та підприємництва ДДМА
Мельников О.Ю. — канд. техн. наук, в. о. зав. кафедри інтелектуальних систем прийняття рішень ДДМА
Залознова Ю.С. — чл.-кор. НАН України, директор Інституту економіки промисловості НАН України
Клименко Г.П. — д-р техн. наук, проф., зав. кафедри АВП ДДМА
Кондратюк С. І. — ген. директор компанії «Кварт-Софт» (м. Краматорськ)
Левикін В. М. — д-р техн. наук, проф., зав. кафедри інформаційних управляючих систем ХНУРЕ
Марков О.Є. — д-р техн. наук, проф., зав. кафедри автоматизації виробничих процесів ДДМА
Мірошниченко О. В. — Заст. гл. інженера по автомат. сист. управл. ПАТ «НКМЗ» (м. Краматорськ)
Подлєсний С. В. — канд. техн. наук, доц. кафедри технічної механіки ДДМА
Сагайда П. І. — д-р техн. наук, проф., в. о. зав. каф. інформ. техн. та аналіт. даних Метінвест Політехніці
Шеремет О. І. — д-р техн. наук, доц., зав. кафедри електромеханічних систем автоматизації ДДМА

Члени організаційного комітету:
Міхєєнко Д. Ю. — канд. техн. наук, ст. викл. каф КІТ ДДМА
Гетьман І. А. — канд. техн. наук, доц. каф. КІТ ДДМА
Алтухов О. В. — канд. техн. наук, ст. викл. каф КІТ ДДМА
Турлакова С. С. — д-р екон. наук, проф., провід. наук. співроб. відділу фін.-екон. проблем викор. виробн. потенціалу ІЕП НАН України (м. Київ); Центр передових досягнень «Університети для науки, інформатики та технологій в електронному суспільстві» (CoE UNITe) Софійського університету «Святий Климент Охридський» (Софія, Болгарія)
Антонова А. Є. — PhD з інформатики, головний асистент, Центр передових досягнень «Університети для науки, інформатики та технологій в електронному суспільстві» (CoE UNITe) Софійського університету «Святий Климент Охридський» (Софія, Болгарія)
Коваленко А. К. — асист. каф. КІТ ДДМА

Відповідальність за достовірність інформації, поданої в збірнику, несуть автори.
Матеріали публікуються за авторським редагуванням.

Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод С 91 : матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, 16–18 квітня 2026 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ: ДДМА, 2026. – 316 с.

ISBN 978-617-7893-29-4

У збірнику подано матеріали, що висвітлюють актуальні проблеми створення та використання інформаційних технологій, автоматизації та електропривод у різних предметних областях, зокрема у машинобудуванні, бізнесі. та медицині

УДК 004+681.5+61+62-83-52

ISBN ISBN 978-617-7893-29-4

© ДДМА, 2026

Главчев М. І., Носков В. І., Середенко О. С. Предиктивна діагностика SSD/NVMe накопичувачів на основі алгоритмів машинного навчання та аналізу динаміки атрибутів S.M.A.R.T. 101
Бєлькова А. І., Тогобицька Д. М., Ходотова Н. Є. Фізико-хімічні критерії оцінки термодинамічного стану системи «метал-шлак» при виплавці чавуну та сталі 103
РОЗДІЛ 3. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ, МОДЕЛЕЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ 107
Охтень О. О. Аналіз підходів до оцінки впливу штучного інтелекту на економіку промисловості з позицій його трактування як «закриваючої» технології 107
Суботін О. І., Задорожня І. М. Інтелектуальні електромеханічні системи автоматизації як фундамент кіберфізичних комплексів Четвертої промислової революції 110
Войтенко Є. С., Задорожня І. М., Кірієнко Т. В. Використання глибоких нейронних мереж для усунення шуму на зображеннях в умовах обмежених апаратних ресурсів 112
Приймак М. С., Шеремет О. І., Задорожня І. М. Актуальні тенденції відновлення енергетичного потенціалу України 114
Семіошко Є. О., Гетьман І. А. Розробка математичної моделі прогнозування часових рядів та оцінювання окупності обчислювального обладнання 116
Никон Ю. Є. Методологія оцінювання рівня цифрової зрілості підприємства з використанням AI-інструментарію 120
Свинаренко Т. І. Інноваційна трансформація управління соціальною відповідальністю підприємств в умовах цифровізації економіки 122
Turlakova S. AI Technologies in Industry: A Regional Economic Dimension 125
Самойленко Д. О., Касьянюк О. С. Автоматизація документообігу про роботу металургійного підприємства 129
Роговський О. С., Касьянюк О. С. Проєктування АРМ спеціаліста складу металургійного підприємства 131
РОЗДІЛ 4. НАПРЯМИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ СМАРТСПЕЦІАЛІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ ТА ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ 134
Міхєєнко Д. Ю. Інтеграція IoT та адитивних технологій у виробничі процеси 134

перейти від повільної паперової обробки документів до швидкої, контрольованої та безпечної електронної системи, що підвищує продуктивність підприємства та якість його управління.

Література

1. Nechepurenko, D. (2018). Optimization of e-document workflow for order calculation. Technology Audit and Production Reserves, 3(4(41), 53–58. https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.134982

Проєктування АРМ спеціаліста складу металургійного підприємства

Роговський О. С., Касьянюк О. С.
ТОВ «Технічний Університет «Метінвест Політехніка»

Металургійне підприємство має складну систему матеріально-технічного забезпечення [1], оскільки для виробництва постійно використовуються сировина, запасні частини, інструменти, паливо, тара, комплектуючі та готова продукція. Склад є важливою ланкою цього процесу, адже саме через нього проходить приймання, зберігання, облік і видача матеріальних цінностей. Якщо облік на складі ведеться вручну або в розрізнених таблицях, це призводить до помилок у залишках, затримок у пошуку інформації, дублювання документів і складності контролю руху матеріалів.

Проєктування автоматизованого робочого місця спеціаліста [2] складу є актуальним, тому що дозволяє підвищити точність складського обліку, скоротити час обробки операцій, забезпечити швидкий доступ до даних про залишки та рух матеріалів. Для металургійного підприємства це особливо важливо, оскільки несвоєчасна видача деталей, сировини або інструментів може впливати на безперервність виробничого процесу. Автоматизація складу також сприяє зменшенню людського фактора, покращенню контролю запасів і формуванню оперативної звітності для керівництва.

АРМ спеціаліста складу має забезпечувати:

1. Облік матеріалів. Ведення довідника сировини, деталей, інструментів та інших цінностей.

2. Приймання товарів. Реєстрація надходження матеріалів на склад.

3. Видача матеріалів. Оформлення відпуску матеріалів у виробництво або інші підрозділи.

4. Контроль залишків. Перегляд актуальної кількості матеріалів на складі.

5. Пошук інформації. Швидкий пошук матеріалів за назвою, кодом, категорією або постачальником.

6. Формування звітів. Створення звітів про надходження, витрати та залишки.

7. Контроль мінімальних запасів. Виявлення позицій, кількість яких нижча за встановлену норму.

Програмний комплекс АРМ спеціаліста складу може містити такі функціональні модулі (рис. 1):

1. Модуль авторизації користувачів. Забезпечує вхід до системи за логіном і паролем, а також розмежування прав доступу.

2. Модуль довідників. Містить інформацію про матеріали, одиниці виміру, постачальників, працівників, склади та підрозділи підприємства.

3. Модуль складських операцій. Дозволяє реєструвати надходження, списання, переміщення та видачу матеріалів.

4. Модуль контролю залишків. Відображає поточну кількість матеріальних цінностей на складі та попереджає про критичні залишки.

5. Модуль звітності. Формує звіти за періодами, категоріями матеріалів, постачальниками або підрозділами.

6. Модуль пошуку та фільтрації. Дає змогу швидко знаходити потрібні записи у базі даних.

У результаті проєктування АРМ спеціаліста складу металургійного підприємства буде створено інформаційну систему, яка дозволить автоматизувати основні складські процеси, зменшити кількість помилок під час обліку, прискорити обробку документів і забезпечити керівництво актуальною інформацією про стан матеріальних запасів.

Таке програмне рішення підвищує ефективність роботи складу, покращує контроль за рухом матеріальних ресурсів і сприяє стабільній роботі виробничих підрозділів металургійного підприємства.

Рисунок 1 – Інфографіка про функціональні модулі програмного комплексу АРМ спеціаліста складу (Згенеровано в ChatGPT на основі проєктування ПК АРМ автором)

Література

1. Ковалишин М. Я., Парамуд Я. С. Особливості розроблення вебдодатку для системи управління складським приміщенням. Computer Systems and Networks. 2024. Vol. 6, № 2. С. 107–122. DOI: https://doi.org/10.23939/csn2024.02.107.

2. Custodio L., Machado R. Flexible automated warehouse: a literature review and an innovative framework. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2020. Vol. 106. P. 533–558. DOI: https://doi.org/10.1007/s00170-019-04588-z.