



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 «Програмно-методичний комплекс для
автоматизації документообігу про роботу 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

Даниїл САМОЙЛЕНКО

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

Самойленко Даниїлу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи «Програмно-методичний комплекс для автоматизації документообігу про роботу 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 Python, роботи з СУБД PostgreSQL, технологіями OCR та NLP, наукові публікації з тематики цифрової трансформації документообігу, дослідження в галузі побудови систем електронного документообігу та інтелектуальної обробки документів, результати проєктування, програмної реалізації.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Реферат. Зміст. Вступ. Розділ 1. Аналіз стану питання та концепцій з проблеми автоматизації документообігу металургійного підприємства. Розділ 2. Розробка математичної моделі процесу документообігу металургійного підприємства. Розділ 3. Проєктування та реалізація програмного комплексу автоматизації документообігу металургійного виробництва . Розділ 4. Економічні розрахунки. Висновки. Перелік використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Актуальність, мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження; логічна структура системи документообігу підприємства; діаграма діяльностей; ER-діаграма структури бази даних; діаграми UML; інтерфейси форм користувача; приклади реалізованих звітів і зв'язків таблиць у СУБД; результати розрахунків витрат та терміну окупності системи; висновки до роботи; копії публікацій.

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 та концепцій з проблеми автоматизації документообігу металургійного підприємства	26.02.2026 – 22.03.2026
2	Розробка математичної моделі процесу документообігу металургійного підприємства	23.03.2026 – 20.04.2026
3	Проектування та реалізація програмного комплексу автоматизації документообігу металургійного виробництва	21.04.2026 – 15.05.2026
5	Аналіз економічної доцільності розробки програмного комплексу автоматизації документообігу металургійного виробництва	16.05.2026 – 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

(Даниїл САМОЙЛЕНКО)

Керівник роботи

(Олександр КАСЬЯНЮК)

РЕФЕРАТ

Самойленко Д.О. Програмно-методичний комплекс для автоматизації документообігу про роботу 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.

Мета роботи: розробка програмно-методичного комплексу для автоматизації документообігу металургійного підприємства, щоб пришвидшити процеси документообігу та зменшити вплив людської помилки за допомогою застосуванням сучасних методів ШІ, зокрема обробки природної мови та оптичного розпізнавання символів.

Об'єкт дослідження це процес управління документообігом на сучасному металургійному підприємстві.

Предмет дослідження це моделі, алгоритми та програмні засоби автоматизації документообігу з використанням технологій штучного інтелекту.

У роботі проаналізовано предметну область документообігу металургійного підприємства, основні категорії документів, користувачів і бізнес-процесів. Розглянуто існуючі системи електронного документообігу та ERP-рішення, визначено їхні переваги й обмеження.

Розроблено математичну модель документообігу на основі орієнтованого графа та запропоновано функцію класифікації документів для автоматизованого вибору маршруту погодження. Побудовано UML-моделі, спроектовано базу даних у PostgreSQL і створено програмний прототип мовою Python.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження комплексу для прискорення обробки документів, зменшення помилок, контролю строків виконання та підвищення прозорості документопотоків.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДОКУМЕНТООБІГ, МЕТАЛУРГІЙНЕ ПІДПРИЄМСТВО, ПРОГРАМНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, OCR, NLP, КЛАСИФІКАЦІЯ ДОКУМЕНТІВ, UML, POSTGRESQL, PYTHON.

ABSTRACT

Samoilenko D.O. Software and methodological complex for automating document flow related to the operation of a metallurgical enterprise.

Qualification work for the degree of Bachelor of Computer Science, specialty 122 "Computer Science". – LLC "TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLITECHNIKA" of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Zaporizhzhia, 2026.

The purpose of the work is to develop a software and methodological complex for automating document flow at a metallurgical enterprise in order to accelerate document management processes and reduce the impact of human error through the application of modern artificial intelligence methods, in particular natural language processing and optical character recognition.

The object of the study is the process of document flow management at a modern metallurgical enterprise.

The subject of the study is models, algorithms and software tools for document flow automation using artificial intelligence technologies.

The work analyzes the subject area of document flow at a metallurgical enterprise, the main categories of documents, users and business processes. Existing electronic document management systems and ERP solutions are considered, and their advantages and limitations are identified.

A mathematical model of document flow based on a directed graph has been developed, and a document classification function has been proposed for the automated selection of an approval route. UML models have been built, a PostgreSQL database has been designed, and a software prototype has been created in Python.

The practical significance of the work lies in the possibility of implementing the complex to accelerate document processing, reduce errors, control deadlines and improve the transparency of document flows.

KEYWORDS: DOCUMENT FLOW, METALLURGICAL ENTERPRISE, SOFTWARE AND METHODOLOGICAL COMPLEX, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, OCR, NLP, DOCUMENT CLASSIFICATION, UML, POSTGRESQL, PYTHON.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,
ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ШІ – штучний інтелект

ПМК – програмно-методичний комплекс

ПТК – програмно-технічний комплекс

СЕД – система електронного документообігу

СКБД – система керування базами даних

БД – база даних

БФП – багатофункціональний пристрій

КЕП – кваліфікований електронний підпис

ERP – Enterprise Resource Planning – планування ресурсів підприємства

MES – Manufacturing Execution System – система керування виробництвом

ECM – Enterprise Content Management – керування корпоративним контентом

OCR – Optical Character Recognition – оптичне розпізнавання символів

NLP – Natural Language Processing – обробка природної мови

NER – Named Entity Recognition – розпізнавання іменованих сутностей

UML – Unified Modeling Language – уніфікована мова моделювання

SQL – Structured Query Language – мова структурованих запитів

DDL – Data Definition Language – мова опису даних

SLA – Service Level Agreement – угода про рівень обслуговування

СМО – система масового обслуговування

WER – Word Error Rate – частка помилково розпізнаних слів

API – Application Programming Interface – програмний інтерфейс застосунку

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА КОНЦЕПЦІЙ З ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДОКУМЕНТООБІГУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	10
1.1 Аналіз предметної області «Документообіг»	10
1.2 Аналіз предметної області «Металургійне підприємство»	15
1.3 Аналіз предметної області «Автоматизація документообігу»	23
1.4 Аналіз предметної області «Автоматизація документообігу за допомогою штучного інтелекту».....	27
1.5 Обґрунтування застосування технологій штучного інтелекту (OCR та NLP).....	32
1.6 Аналоги програмно методичного комплексу для автоматизації документообігу металургійного виробництва	38
Висновки до розділу 1	44
2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ДОКУМЕНТООБІГУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА	45
2.1 Обґрунтування вибору методів теоретичних та експериментальних досліджень, програмного забезпечення	45
2.2 Розробка діаграми діяльностей для процесу документообігу металургійного підприємства	48
2.3 Математична модель для процесу документообігу металургійного підприємства	53
2.4 Розробка діаграми класів предметної області для процесу документообігу металургійного підприємства	55
2.5 Розробка методики дослідження документообігу на металургійному підприємстві	61
Висновки до розділу 2	64

3 ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДОКУМЕНТООБІГУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА	66
3.1 Архітектура програмно-методичного комплексу	66
3.2 Проєктування та фізична реалізація бази даних	67
3.3 Програмна реалізація модулів інтелектуальної обробки (OCR та NLP)	72
3.4 Розробка підсистеми адміністрування та тестування комплексу ...	76
Висновки до розділу 3	91
4 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	92
4.1 Розрахунок трудомісткості та витрат на розробку комплексу	93
4.2 Розрахунок собівартості та ціни програмного продукту	97
4.3 Оцінка економічної ефективності впровадження	99
Висновки до розділу 4	102
ВИСНОВКИ	104
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	107
ДОДАТОК А. ВІДОМОСТІ РОБОТИ.....	109
ДОДАТОК Б. ЗАГАЛЬНА ДІАГРАМА КЛАСІВ	110
ДОДАТОК В. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ	111
ДОДАТОК Г. АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ.....	120

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні металургійні підприємства характеризуються значними обсягами документообігу, що охоплює всі етапи виробничого циклу: від постачання сировини до відвантаження готової продукції. Величезна кількість накладних, сертифікатів якості, виробничих рапортів та технічної документації створює необхідність у швидкій та безпомилковій обробці даних. Традиційні підходи до управління документами вже не задовольняють вимоги оперативності та надійності, що призводить до затримок у прийнятті управлінських рішень. Тому автоматизація документообігу з інтеграцією технологій штучного інтелекту (ШІ) є критично важливим кроком для підвищення ефективності металургійного підприємства.

Мета роботи: розробка програмно-методичного комплексу для автоматизації документообігу металургійного підприємства, щоб пришвидшити процеси документообігу та зменшити вплив людської помилки за допомогою застосуванням сучасних методів ШІ, зокрема обробки природної мови (NLP) та оптичного розпізнавання символів (OCR).

Завдання дослідження:

- Проаналізувати предметну область документообігу про роботу металургійного підприємства.
- Здійснити критичний аналіз існуючих архітектурних особливостей і функціональних можливостей програмних комплексів для реалізації методів і технологій обробки даних у металургії.
- Виконати вибір технологічного стеку та розробити математичну модель процесу обробки документації.
- Спроекувати інформаційні й логічні моделі бізнес-процесів з використанням діаграмних методик UML.

- Здійснити класифікацію документів та програмно реалізувати архітектуру системи з використанням інтелектуальних модулів.

Об'єкт дослідження: процес управління документообігом на сучасному металургійному підприємстві.

Предмет дослідження: моделі, алгоритми та програмні засоби автоматизації документообігу з використанням технологій штучного інтелекту.

Практичне значення одержаних результатів: розроблений програмно-методичний комплекс, його архітектура та алгоритмічні рішення підготовлені для впровадження в інформаційну інфраструктуру металургійного підприємства. Автоматизація класифікації та розпізнавання документів дозволить зменшити навантаження на адміністративно-технічний персонал, оптимізувати роботу системних адміністраторів та підвищити надійність локального збереження даних на виробництві.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використано комплекс методів: системний аналіз – для структуризації предметної області та виявлення «вузьких місць» документообігу; теоретико-множинний апарат і теорія орієнтованих графів – для формалізації маршрутів руху документів; об'єктно-орієнтований аналіз і проектування із застосуванням мови UML – для побудови логічних моделей системи; методи машинного навчання та обробки природної мови (NLP) – для автоматичної класифікації документів; теорія масового обслуговування – для оцінювання продуктивності комплексу під навантаженням; методи реляційного проектування баз даних – для побудови фізичної моделі сховища даних.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в такому: удосконалено графову модель документообігу металургійного підприємства за рахунок уведення функції відображення типу документа, що дозволяє динамічно обирати маршрут погодження

залежно від галузевої категорії документа (виробничий, ремонтний, складський тощо); дістав подальший розвиток підхід до інтелектуальної реєстрації документів, у якому етапи оптичного розпізнавання (OCR) та семантичної класифікації (NLP) інтегровано безпосередньо у бізнес-процес із локальним опрацюванням даних без використання хмарних сервісів.

Особистий внесок здобувача. Усі результати, викладені в кваліфікаційній роботі, одержані автором особисто: проведено аналіз предметної області та порівняння наявних рішень, побудовано математичну й об'єктно-орієнтовану моделі, спроектовано базу даних та розроблено програмний прототип, виконано тестування. Роботу перевірено на відсутність академічного плагіату.

Публікації. За результатами дослідження опубліковано тези доповіді: Самойленко Д.О., Касьянюк О.С. Автоматизація документообігу про роботу металургійного підприємства. Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, 16–18 квітня 2026 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ: ДДМА, 2026. С. 131-133.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА КОНЦЕПЦІЙ З ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДОКУМЕНТООБІГУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Аналіз предметної області «Документообіг»

Документообіг – це сукупність процесів створення, реєстрації, обробки, погодження, зберігання, пошуку, передачі та архівування документів у межах організації.

Документи можуть існувати у паперовому або електронному вигляді. У сучасних організаціях дедалі частіше використовується електронний документообіг, який дозволяє автоматизувати роботу з документами, зменшити час їх обробки, підвищити контроль виконання завдань та забезпечити надійне збереження інформації.

Основна мета системи документообігу – забезпечити ефективне управління документами на всіх етапах їхнього життєвого циклу.

До основних об'єктів предметної області «Документообіг» (рис. 1.1) належать документи, користувачі, підрозділи, посади, маршрути проходження документів, статуси документів, резолюції, виконавці, архіви та журнали реєстрації. Центральним об'єктом системи є документ, який може бути наказом, листом, договором, заявою, службовою запискою або іншим офіційним матеріалом. З документами працюють користувачі – працівники організації, які належать до певних підрозділів і займають відповідні посади. Кожен документ у процесі обробки проходить визначений маршрут, змінює свій статус, може передаватися на розгляд, погодження, підписання або виконання. Для організації роботи з документами керівники можуть накладати резолюції, у яких визначаються завдання, відповідальні виконавці та

строки виконання. Після завершення роботи документи можуть передаватися до архіву, а їх рух і реєстраційні дані фіксуються в журналі реєстрації.



Рисунок 1.1 – Основні об'єкти предметної області «Документообіг»
(Зображення згенеровано ChatGPT на основі аналізу предметної області)

У системі документообігу беруть участь різні категорії користувачів (рис. 1.2), кожна з яких виконує власні функції відповідно до своєї ролі. Основну організацію роботи системи забезпечує адміністратор, який відповідає за керування обліковими записами користувачів, налаштування прав доступу, ведення довідників та загальне адміністрування системи.

Важливу роль у процесі документообігу виконує секретар або діловод. Він здійснює реєстрацію вхідних і вихідних документів,

контролює їх подальший рух у системі та стежить за правильністю обліку документації. Керівник переглядає документи, приймає управлінські рішення, накладає резолюції, визначає відповідальних осіб, а також погоджує або підписує документи.

Виконавець безпосередньо опрацьовує отримані документи, виконує поставлені завдання, додає коментарі, результати виконання або необхідні додаткові матеріали. Автор документа створює нові документи, заповнює їх реквізити та передає їх на подальше погодження або розгляд. Після завершення роботи з документами до процесу долучається архіваріус, який відповідає за їх зберігання, пошук, систематизацію та передавання до архіву.



Рисунок 1.2 – Основні категорії користувачів предметної області «Документообіг» (Зображення згенеровано ChatGPT на основі аналізу предметної області)

Основні бізнес-процеси документообігу (рис. 1.3) охоплюють повний життєвий цикл документа: від його створення або отримання до погодження, виконання, підписання, зберігання та архівування. Кожен із цих процесів забезпечує впорядкований рух документів у межах організації, контроль відповідальних осіб і збереження важливої інформації.



Рисунок 1.3 – Основні бізнес-процеси предметної області «Документообіг» (Зображення згенеровано ChatGPT на основі аналізу предметної області)

Першим етапом є створення документа. На цьому етапі користувач формує новий документ у системі, заповнює його основні реквізити, додає електронний файл або створює документ за готовим шаблоном. До основних реквізитів документа належать унікальний

реєстраційний номер, дата створення, автор, тип документа, тема, файл документа та його поточний статус. Ці дані дозволяють ідентифікувати документ, визначити його призначення та відстежувати подальший рух у системі.

Після створення або надходження документа здійснюється його реєстрація. Документ вноситься до журналу реєстрації, йому присвоюється номер, фіксується дата, тип і відповідальний працівник. Реєстрація потрібна для офіційного обліку документів, контролю їх проходження, швидкого пошуку в системі та підтвердження факту створення або отримання документа.

Наступним етапом є передача документа на розгляд. Зареєстрований документ надходить керівнику або іншій відповідальній особі. Керівник переглядає зміст документа, може накладати резолюцію, визначити виконавця, встановити термін виконання або повернути документ на доопрацювання. Цей процес забезпечує управлінське рішення щодо подальших дій із документом.

Окремим важливим процесом є погодження документа. Деякі документи потребують перевірки та підтвердження з боку кількох посадових осіб або підрозділів. Погодження може бути послідовним, коли документ проходить погоджувачів один за одним, паралельним, коли документ одночасно надходить кільком особам, або комбінованим, коли поєднуються обидва підходи. За результатами погодження документ може бути погоджений, відхилений, повернутий на доопрацювання або погоджений із зауваженнями.

Після визначення відповідального працівника документ переходить до етапу виконання. Виконавець опрацьовує документ, виконує поставлене завдання та фіксує результат у системі. При цьому система документообігу повинна дозволяти контролювати, хто є виконавцем, який встановлено термін виконання, чи виконано завдання

вчасно, які коментарі або додаткові файли були додані, а також хто перевіряв результат виконання.

Після погодження та виконання документ може бути переданий на підписання. Підписання здійснюється відповідальною особою і підтверджує авторство документа, його цілісність, юридичну значущість та завершення відповідного етапу погодження або затвердження. В електронному документообігу для цього часто використовується кваліфікований електронний підпис.

Завершальним етапом є зберігання та архівування документа. Після завершення роботи документ передається до архіву, де зберігається для подальшого пошуку, перевірки, звітності або підтвердження виконаних дій. Для архівних документів важливо зберігати реєстраційні дані, історію змін, маршрут проходження, підписи, вкладені файли та строки зберігання.

1.2 Аналіз предметної області «Металургійне підприємство»

Металургійне підприємство – це виробничо-промислова організація, діяльність якої пов'язана з переробкою сировини, виплавою металу, виготовленням металопродукції, контролем її якості, зберіганням, транспортуванням і реалізацією готової продукції.

Металургійне підприємство є складною виробничою системою, що включає технологічні, управлінські, логістичні, енергетичні, ремонтні, фінансові та інформаційні процеси. Основною метою його діяльності є виробництво металопродукції відповідної якості з дотриманням технологічних норм, вимог безпеки, екологічних стандартів і економічної ефективності.

До основних напрямів діяльності металургійного підприємства належать закупівля та підготовка сировини, організація виробничого процесу, контроль технологічних параметрів, управління обладнанням, контроль якості продукції, облік ресурсів, планування виробництва, ремонт і технічне обслуговування устаткування, складський облік та відвантаження готової продукції.

Основними об'єктами предметної області «Металургійне підприємство» (рис. 1.4) є сутності, які відображають структуру підприємства, його виробничі ресурси, технологічні процеси, продукцію та допоміжні операції.



Рисунок 1.4 – Основні об'єкти предметної області «Металургійне підприємство» (Зображення згенеровано ChatGPT на основі аналізу предметної області)

Центральним об'єктом є підприємство – організація, що здійснює металургійне виробництво. До його складу входять різні цехи, які є виробничими підрозділами підприємства. У межах кожного цеху можуть функціонувати окремі дільниці, де виконуються конкретні технологічні операції або етапи виробничого процесу.

Важливими об'єктами є працівники, які виконують виробничі, управлінські або допоміжні функції. Кожен працівник займає певну посаду, що визначає його роль, обов'язки та місце у структурі підприємства. Для виконання виробничих операцій використовується обладнання: печі, прокатні стани, крани, конвеєри, машини та інші виробничі агрегати.

Основою металургійного виробництва є сировина – матеріали, що використовуються для виготовлення металопродукції. До неї можуть належати руда, кокс, вапняк, металобрухт, феросплави та інші допоміжні матеріали. У процесі виробництва з сировини отримують напівфабрикати, наприклад чавун, сляби або заготовки, які надалі проходять обробку. Кінцевим результатом виробничого процесу є готова продукція – металопродукція, призначена для реалізації замовникам або подальшого використання.

Окремою обліковою одиницею виробництва є плавка або партія. За нею фіксуються технологічні параметри, використані ресурси, результати контролю якості та інші виробничі показники. Виробництво продукції відбувається в межах технологічного процесу, який являє собою послідовність операцій з підготовки сировини, виплавки, обробки та отримання готової продукції.

Для зберігання матеріальних ресурсів на підприємстві використовуються склади, де розміщуються сировина, матеріали, напівфабрикати або готова продукція. Виробнича діяльність підприємства часто пов'язана із виконанням замовлень, які

відображають потребу клієнта або внутрішнього підрозділу у певному виді продукції.

Важливе місце у предметній області займає контроль якості, який забезпечує перевірку відповідності продукції встановленим вимогам, стандартам або умовам замовника. Крім того, для підтримання працездатності обладнання використовуються ремонтні заявки, які фіксують потребу в обслуговуванні, діагностиці або ремонті виробничих агрегатів.

У роботі металургійного підприємства беруть участь різні категорії працівників, служб і підрозділів (рис. 1.5), кожен з яких виконують визначені функції в межах виробничого, управлінського та допоміжного процесів.



Рисунок 1.5 – Основні категорії працівників, служб і підрозділів предметної області «Металургійне підприємство» (Зображення згенеровано ChatGPT на основі аналізу предметної області)

Загальне управління підприємством здійснює директор підприємства. Він відповідає за стратегічний розвиток, організацію роботи підприємства, прийняття ключових управлінських рішень і координацію діяльності всіх підрозділів. Безпосередню організацію виробничого процесу забезпечує начальник виробництва, який контролює виконання виробничих планів, раціональне використання ресурсів і дотримання встановлених строків виготовлення продукції.

Важливу роль у виробничій структурі відіграє начальник цеху, який керує роботою конкретного виробничого цеху, контролює виконання змінних завдань, стан обладнання та роботу персоналу. На рівні зміни управління здійснює майстер зміни. Він контролює роботу працівників і обладнання протягом робочої зміни, стежить за дотриманням технологічної дисципліни та оперативно реагує на виробничі ситуації.

Безпосереднє керування технологічним устаткуванням виконує оператор обладнання. Він забезпечує правильну роботу виробничих агрегатів, контролює параметри обладнання та виконує необхідні операції відповідно до технологічного процесу. Технолог визначає та контролює технологічні режими виробництва, стежить за дотриманням норм і параметрів обробки сировини, напівфабрикатів та готової продукції.

Окрему роль у забезпеченні якості продукції виконує лаборант або контролер якості. Він перевіряє склад, властивості, параметри та якість продукції, а також визначає її відповідність установленим стандартам і вимогам замовника. Працівник складу відповідає за облік сировини, матеріалів, напівфабрикатів і готової продукції, контролює їх надходження, зберігання, переміщення та відвантаження.

Для забезпечення стабільної роботи виробництва важливою є діяльність ремонтної служби, яка здійснює технічне обслуговування, діагностику та ремонт обладнання. Відділ постачання забезпечує підприємство необхідною сировиною, матеріалами, комплектуючими та

іншими ресурсами, без яких неможливе безперервне виробництво. Відділ збуту організує продаж готової продукції, взаємодію із замовниками, підготовку до відвантаження та передачу продукції клієнтам.

Окрему увагу на металургійному підприємстві приділяють екологічній безпеці та охороні праці. Екологічна служба контролює вплив виробничих процесів на довкілля, стежить за дотриманням екологічних норм і вимог. Служба охорони праці відповідає за контроль дотримання правил безпеки, запобігання виробничим ризикам і створення безпечних умов праці для персоналу.



Рисунок 1.6 – Основні бізнес-процеси предметної області «Металургійне підприємство» (Зображення згенеровано ChatGPT на основі аналізу предметної області)

Основні бізнес-процеси металургійного підприємства (рис. 1.6) охоплюють повний цикл виробничої діяльності: від планування випуску

продукції та постачання сировини до виготовлення металу, контролю якості, складського обліку, ремонту обладнання і відвантаження готової продукції замовнику.

Першим важливим процесом є планування виробництва. На цьому етапі визначаються обсяги продукції, яку потрібно виготовити за певний період. Під час планування враховуються замовлення клієнтів, наявність сировини, виробничі потужності, стан обладнання, графіки роботи цехів і строки постачання продукції. Результатом цього процесу є виробничий план, у якому зазначається, яку продукцію, у якій кількості, у які строки та на якому обладнанні необхідно виготовити.

Наступним процесом є постачання сировини та матеріалів. Для безперервної роботи металургійного підприємства необхідно своєчасно забезпечувати виробництво сировиною, паливом, допоміжними матеріалами та комплектуючими. До основних видів сировини належать залізна руда, кокс, вапняк, металобрухт, феросплави та інші матеріали. У межах цього процесу здійснюється вибір постачальників, оформлення замовлень, приймання матеріалів, перевірка їхньої якості та передача на склад або безпосередньо у виробництво.

Перед використанням у виробництві здійснюється підготовка сировини. Вона може включати сортування, подрібнення, змішування, сушіння, дозування та інші операції залежно від особливостей технологічного процесу. Метою цього етапу є забезпечення стабільних характеристик сировини, необхідних для подальшого виготовлення металу.

Ключовим процесом діяльності металургійного підприємства є виробництво металу. Воно включає виплавку чавуну, сталі або інших металів, обробку розплаву, розливання, охолодження та отримання напівфабрикатів. На цьому етапі особливо важливо контролювати температуру, хімічний склад, витрати сировини й енергоресурсів, тривалість операцій та роботу основного обладнання.

Після отримання напівфабрикатів виконується обробка та виготовлення готової продукції. Цей процес може включати прокатування, різання, термічну або механічну обробку, пакування та маркування продукції. У результаті підприємство отримує готову металопродукцію: листовий або сортовий прокат, труби, заготовки, рулони, балки, арматуру та інші вироби.

Важливим етапом є контроль якості, який здійснюється на різних стадіях виробництва: під час приймання сировини, у процесі виготовлення продукції, після отримання напівфабрикатів і готових виробів. У межах контролю якості перевіряються хімічний склад, механічні властивості, геометричні параметри, зовнішній вигляд, маса, маркування та відповідність продукції стандартам або вимогам замовника.

Окреме значення має складський облік, який забезпечує контроль руху сировини, матеріалів, напівфабрикатів і готової продукції. У системі фіксуються надходження, переміщення, списання, резервування та відвантаження матеріальних цінностей. Завдяки цьому підприємство може контролювати залишки, уникати дефіциту ресурсів і своєчасно виконувати виробничі плани.

Для підтримання стабільної роботи підприємства необхідне технічне обслуговування та ремонт обладнання. Металургійне виробництво залежить від справності печей, прокатних станів, кранів, конвеєрів та інших агрегатів. У межах цього процесу здійснюється діагностика обладнання, планові ремонти, усунення аварійних несправностей, створення ремонтних заявок, ведення історії обслуговування та контроль витрат запасних частин.

Завершальним процесом є відвантаження готової продукції. Після завершення виробництва та проходження контролю якості продукція передається на склад готової продукції або готується до безпосереднього відправлення замовнику. На цьому етапі формується

комплект супровідних документів, визначається транспорт, здійснюється пакування, маркування та передача продукції клієнту.

1.3 Аналіз предметної області «Автоматизація документообігу»

Автоматизація документообігу – це процес упровадження інформаційної системи, яка забезпечує створення, реєстрацію, обробку, погодження, підписання, зберігання, пошук, контроль виконання та архівування документів в електронному вигляді.

Основна мета автоматизації документообігу полягає у скороченні часу роботи з документами, зменшенні кількості паперових операцій, підвищенні прозорості руху документів, контролі відповідальних осіб і забезпеченні надійного зберігання інформації.

У межах автоматизованої системи документообігу документи проходять визначений маршрут: від створення або надходження до погодження, виконання, підписання та передавання до архіву. Усі дії користувачів фіксуються в системі, що дозволяє контролювати історію змін, строки виконання та поточний стан кожного документа.

Автоматизація документообігу може реалізовуватися різними способами залежно від масштабу організації, типів документів, рівня цифровізації, вимог до безпеки, кількості користувачів і складності бізнес-процесів. Умовно варіанти автоматизації документообігу можна класифікувати за кількома основними ознаками.

1. За рівнем автоматизації

– Часткова автоматизація передбачає автоматизацію лише окремих операцій роботи з документами. Наприклад, організація може використовувати електронні журнали реєстрації, шаблони документів, електронне зберігання файлів або простий пошук документів. При

цьому частина процесів, зокрема погодження або підписання, може залишатися ручною.

- Комплексна автоматизація охоплює повний життєвий цикл документа: створення, реєстрацію, маршрутизацію, погодження, виконання, підписання, контроль строків, зберігання та архівування. Такий варіант дозволяє повністю перейти від паперового або змішаного документообігу до електронної системи управління документами.

- Інтелектуальна автоматизація передбачає використання сучасних технологій, зокрема штучного інтелекту, розпізнавання тексту, автоматичної класифікації документів, пошуку за змістом, аналізу строків виконання та автоматичного формування рекомендацій.

2. За способом організації документообігу

- Паперово-електронний документообіг поєднує паперові документи та електронні засоби їх обліку. Документи можуть існувати у паперовому вигляді, але їх реєстрація, контроль руху та пошук виконуються в інформаційній системі.

- Електронний документообіг передбачає роботу з документами переважно в електронному вигляді. Документи створюються, погоджуються, передаються, підписуються і зберігаються в електронній системі.

- Безпаперовий документообіг є найбільш розвиненим варіантом, за якого всі основні процеси роботи з документами виконуються без використання паперових носіїв. Для підтвердження юридичної значущості документів застосовується електронний підпис.

3. За типом інформаційної системи

- Локальна система документообігу встановлюється на серверах організації та використовується всередині її локальної мережі. Такий варіант забезпечує високий рівень контролю над даними, але потребує власної IT-інфраструктури та технічного супроводу.

- Хмарна система документообігу працює через інтернет і розміщується на серверах постачальника послуг. Її перевагами є швидке впровадження, доступ із різних пристроїв, масштабованість і менші витрати на підтримку інфраструктури.

- Гібридна система поєднує локальні та хмарні рішення. Наприклад, частина конфіденційних документів може зберігатися на внутрішніх серверах організації, а частина процесів – виконуватися у хмарному середовищі.

4. За функціональним призначенням

- Система реєстрації документів призначена для обліку вхідних, вихідних і внутрішніх документів. Вона забезпечує присвоєння номерів, фіксацію дат, типів документів, авторів і відповідальних осіб.

- Система маршрутизації документів автоматизує передавання документів між користувачами та підрозділами. Вона дозволяє налаштовувати послідовні, паралельні або комбіновані маршрути погодження.

- Система контролю виконання використовується для відстеження строків, відповідальних осіб, статусів завдань і результатів виконання доручень.

- Система електронного архіву забезпечує довгострокове зберігання документів, швидкий пошук, доступ до історії обробки, вкладень, підписів і маршрутів проходження.

- Система електронного підписання дозволяє підписувати документи в електронному вигляді та підтверджувати їх авторство, цілісність і юридичну значущість.

5. За масштабом використання

- Автоматизація на рівні окремого працівника передбачає використання персональних інструментів для створення, зберігання та впорядкування документів.

- Автоматизація на рівні підрозділу охоплює роботу одного відділу або служби, наприклад канцелярії, бухгалтерії, відділу кадрів або юридичного відділу.

- Автоматизація на рівні всієї організації передбачає єдину систему документообігу для всіх структурних підрозділів, користувачів, типів документів і управлінських процесів.

- Міжорганізаційний електронний документообіг забезпечує обмін документами між різними організаціями, партнерами, постачальниками, клієнтами або державними установами.

6. За типами документів

- Управлінський документообіг – накази, розпорядження, службові записки.

- Кадровий документообіг – заяви, накази по персоналу, особові справи.

- Фінансовий документообіг – рахунки, акти, накладні, договори

- Договірний документообіг – договори, додаткові угоди, специфікації.

- Проектний документообіг – технічні завдання, звіти, плани, протоколи.

- Архівний документообіг – завершені документи, справи, архівні копії.

7. За способом маршрутизації документів

- Послідовна маршрутизація передбачає передавання документа від одного користувача до іншого у визначеній послідовності.

- Паралельна маршрутизація дозволяє одночасно передавати документ кільком користувачам або підрозділам.

- Комбінована маршрутизація поєднує послідовні та паралельні етапи погодження.

- Умовна маршрутизація залежить від певних умов: типу документа, суми договору, підрозділу, рішення погоджувача або статусу документа.

8. За ступенем інтеграції з іншими системами

- Автономна система працює окремо та не має тісної взаємодії з іншими інформаційними системами організації.

- Інтегрована система взаємодіє з іншими програмними рішеннями: електронною поштою, ERP, CRM, бухгалтерськими, кадровими, складськими або аналітичними системами.

- Єдина корпоративна платформа об'єднує документообіг з іншими бізнес-процесами організації: управлінням завданнями, проєктами, фінансами, персоналом, закупівлями та звітністю.

1.4 Аналіз предметної області «Автоматизація документообігу за допомогою штучного інтелекту»

Автоматизований документообіг з використанням штучного інтелекту – це сучасний підхід до організації роботи з документами, за якого інформаційна система не лише зберігає, передає та контролює документи, а й виконує частину інтелектуальних операцій автоматично. Така система може аналізувати зміст документів, розпізнавати текст, визначати тип документа, пропонувати маршрут погодження, контролювати строки виконання, знаходити помилки та формувати підказки для користувачів.

Використання штучного інтелекту дозволяє значно підвищити ефективність документообігу. Якщо звичайна система електронного документообігу автоматизує переважно зберігання, реєстрацію, маршрутизацію та контроль документів, то система з елементами ШІ

може самостійно обробляти інформацію, класифікувати документи, виділяти важливі дані та допомагати користувачам приймати рішення.

Одним із важливих напрямів використання ШІ є розпізнавання документів. Система може обробляти скан-копії, фотографії або PDF-файли, розпізнавати текст і переводити паперові документи в електронний вигляд. Це спрощує внесення документів до системи та зменшує кількість ручного введення даних.

Іншим напрямом є автоматична класифікація документів. Штучний інтелект може аналізувати зміст документа та визначати його тип: договір, наказ, заява, рахунок, акт, службова записка або лист. На основі цього система може автоматично обрати потрібний шаблон обробки, маршрут погодження або відповідальних осіб.

ШІ також може використовуватися для витягування ключових реквізитів із документів. Наприклад, система може автоматично знаходити номер документа, дату, назву організації, суму договору, строк виконання, ПІБ відповідальної особи або інші важливі дані. Це дозволяє швидше реєструвати документи та зменшує ризик помилок.

Важливою функцією є інтелектуальна маршрутизація документів. На основі типу документа, його змісту, підрозділу, суми, теми або попереднього досвіду система може пропонувати оптимальний маршрут погодження. Наприклад, фінансові документи можуть автоматично передаватися до бухгалтерії, договори – до юридичного відділу, а кадрові документи – до відділу персоналу.

Штучний інтелект може допомагати і в контролі виконання завдань. Система здатна аналізувати строки виконання, визначати ризик прострочення, надсилати нагадування виконавцям і керівникам, а також формувати попередження про документи, які потребують термінової уваги.

Окреме значення має інтелектуальний пошук документів. Користувач може шукати документи не лише за номером чи датою, а й

за змістом, темою або смисловим запитом. Наприклад, можна знайти всі документи, що стосуються певного проєкту, контрагента, закупівлі, обладнання або управлінського рішення.

ШІ може використовуватися для аналізу змісту документів. Система може виявляти невідповідності, повтори, відсутні реквізити, потенційні ризики або конфлікти в тексті. Наприклад, у договорі можна автоматично перевірити наявність важливих умов: строків, відповідальності сторін, суми, підписантів і додатків.

Також штучний інтелект може забезпечувати автоматичне формування короткого змісту документа. Це корисно для керівників і погоджувачів, яким потрібно швидко зрозуміти суть документа перед прийняттям рішення. Система може сформулювати стислий опис, виділити ключові положення та запропонувати подальші дії.

У перспективі автоматизований документообіг із використанням ШІ може виконувати функції цифрового помічника. Такий помічник може відповідати на запитання користувача, пояснювати статус документа, підказувати, хто є відповідальним, які документи очікують погодження, які завдання прострочені та які дії потрібно виконати далі.

Основними перевагами використання ШІ в документообігу є:

- скорочення часу обробки документів;
- зменшення кількості ручних операцій;
- автоматичне розпізнавання та класифікація документів;
- швидке витягування реквізитів;
- підвищення точності реєстрації;
- інтелектуальна маршрутизація;
- контроль строків і ризиків прострочення;
- покращений пошук документів;
- автоматичне формування короткого змісту;
- підтримка прийняття управлінських рішень.

Водночас упровадження ШІ в документообіг потребує дотримання вимог до безпеки, конфіденційності та якості даних. Документи можуть містити персональні, фінансові, юридичні або комерційно важливі відомості, тому система повинна забезпечувати контроль доступу, журналювання дій, захист інформації та перевірку результатів, сформованих штучним інтелектом.

В автоматизованому документообігу з використанням штучного інтелекту важливу роль відіграють технології OCR та NLP. Вони дозволяють системі не просто зберігати електронні документи, а й розпізнавати, аналізувати, класифікувати та обробляти їхній зміст.

OCR – це технологія оптичного розпізнавання символів. Вона використовується для перетворення сканованих документів, фотографій, PDF-файлів або зображень у редагований електронний текст. Наприклад, якщо до системи надходить скан-копія договору, наказу, заяви або рахунку, OCR дозволяє розпізнати текст документа і зробити його доступним для пошуку, аналізу та подальшої автоматичної обробки.

Завдяки OCR система документообігу може автоматично зчитувати номер документа, дату, назву організації, ПІБ працівника, суму, реквізити, підписи, назву документа та інші важливі дані. Це зменшує потребу в ручному введенні інформації, скорочує час реєстрації документів і знижує ризик помилок.

Після розпізнавання тексту може використовуватися NLP – технологія обробки природної мови. Вона дозволяє системі аналізувати зміст документа, визначати його тип, знаходити ключові фрази, виділяти важливі реквізити, розуміти тему документа та встановлювати зв'язки між окремими частинами тексту.

Наприклад, за допомогою NLP система може визначити, що документ є договором, службовою запискою, заявою, наказом або рахунком. Також NLP може автоматично знаходити в документі

відповідальних осіб, строки виконання, предмет договору, суму, умови погодження, ризикові формулювання або відсутні обов'язкові реквізити.

У поєднанні OCR та NLP забезпечують інтелектуальну обробку документів. OCR перетворює зображення або скан-копію в текст, а NLP аналізує цей текст і допомагає системі зрозуміти його зміст. Завдяки цьому автоматизована система документообігу може не лише зберігати документи, а й виконувати складніші операції: класифікувати документи, формувати маршрути погодження, створювати короткий зміст, контролювати строки та допомагати користувачам швидше приймати рішення.

У процесі автоматизації документообігу OCR може застосовуватися для:

- розпізнавання сканованих документів;
- перетворення PDF-файлів і зображень у текст;
- автоматичного зчитування реквізитів;
- створення пошукового індексу за змістом документа;
- зменшення ручного введення даних;
- прискорення реєстрації вхідних документів.

NLP може застосовуватися для:

- автоматичної класифікації документів;
- визначення теми та змісту документа;
- виділення ключових реквізитів;
- пошуку відповідальних осіб і строків виконання;
- аналізу тексту на наявність ризиків або помилок;
- формування короткого змісту документа;
- інтелектуального пошуку за змістом;
- створення рекомендацій щодо маршруту погодження.

Наприклад, до системи надходить сканований договір. Спочатку OCR розпізнає текст із PDF-файлу. Потім NLP визначає, що це саме договір, знаходить назву контрагента, суму, строк дії, відповідального

працівника та ключові умови. Після цього система може автоматично запропонувати маршрут погодження: юридичний відділ, бухгалтерія, керівник підрозділу та директор. Якщо в документі відсутні важливі реквізити або є ризикові формулювання, система може повідомити користувача про необхідність перевірки.

Таким чином, OCR відповідає за перетворення документа у цифровий текстовий формат, а NLP – за розуміння та аналіз змісту цього тексту. Разом ці технології роблять документообіг більш інтелектуальним, швидким і контрольованим. Їх використання дозволяє автоматизувати рутинні операції, підвищити точність обробки документів, покращити пошук інформації та забезпечити ефективніше управління документами в організації.

1.5 Обґрунтування застосування технологій штучного інтелекту (OCR та NLP)

Для усунення ручних операцій на етапах реєстрації та класифікації документів найбільш раціональним є впровадження методів штучного інтелекту (ШІ), а саме технологій оптичного розпізнавання символів (OCR – Optical Character Recognition) та обробки природної мови (NLP – Natural Language Processing).

Оптичне розпізнавання символів (OCR) необхідне для перетворення графічних зображень документів (отриманих у форматах PDF, JPEG, PNG після сканування) у текстовий формат, придатний для подальшого комп'ютерного аналізу. Використання локальних OCR-рушіїв (наприклад, Tesseract OCR або спеціалізованих легковагових нейромережевих моделей) дозволяє розгорнути процес безпосередньо на серверах підприємства. Це унеможливорює витік комерційної

таємниці у хмарні сервіси та забезпечує незалежність системи від наявності зовнішнього інтернет-з'єднання.

Обробка природної мови (NLP) застосовується одразу після етапу OCR. Отриманий текстовий масив є неструктурованим, тому класичні алгоритми пошуку за ключовими словами працюють неефективно через варіативність людського мовлення та специфіку заповнення документів. Методи NLP (зокрема, токенізація, лематизація, очищення від стоп-слів та векторизація текстів за допомогою TF-IDF або Word2Vec) дозволяють:

- Виділяти сутності (Named Entity Recognition – NER), такі як дати, номери договорів, назви підрозділів (наприклад, «Промет Стіл», «ЦВТП», «Сортопрокатний цех»).

- Проводити тематичний аналіз та класифікацію документів за допомогою машинного навчання (наприклад, алгоритмів Naive Bayes, Support Vector Machines або логістичної регресії). На основі обчислених ймовірностей система автоматично відносить документ до категорії «Рапорт», «Накладна», «Заявка» тощо та відправляє його за відповідним цифровим маршрутом.

Таким чином, синергія OCR та NLP дозволяє повністю автоматизувати рутинну роботу діловодів, трансформуючи неструктуровані графічні файли у структуровані записи бази даних, а системному адміністратору надає гнучкий інструмент для керування інтелектуальними потоками даних підприємства.

З метою наукового та інженерного обґрунтування вибору конкретних інструментів обчислювального інтелекту необхідно провести глибокий аналіз існуючих архітектур оптичного розпізнавання символів (OCR).

Сучасні системи комп'ютерного зору використовують кілька підходів до вилучення тексту з растрових зображень:

1. Методи на основі детекції та посимвольного аналізу

(класичний підхід): базуються на сегментації зображення на окремі зони, рядки, слова та символи з подальшим розпізнаванням кожного гліфа за допомогою дескрипторів або легковагових згорткових мереж. Головним недоліком є висока чутливість до шумів, перекосів сторінки та розривів літер, що часто зустрічається на цехових сканах.

2. Архітектури на базі глибоких послідовних мереж (End-to-End OCR): поєднують згорткові нейронні мережі (CNN) для вилучення візуальних ознак та рекурентні нейронні мережі (RNN, зокрема блоки LSTM) для моделювання послідовностей символів. Фінальне декодування здійснюється за допомогою функції втрат CTC (Connectionist Temporal Classification). Цей підхід реалізовано в рушії Tesseract OCR версій 4.x та 5.x.

3. Трансформерні архітектури (Vision Transformers, ViT): найсучасніший підхід, що використовує механізми самовізуальної уваги (Self-Attention) для прямого відображення пікселів зображення у послідовність токенів тексту. Вони демонструють найвищу точність, але потребують колосальних обчислювальних ресурсів (графічних прискорювачів рівня GPU корпоративного класу), що робить їх непридатними для розгортання на стандартних локальних серверах металургійних цехів.

Для порівняльного аналізу та обґрунтування вибору платформи для ПМК розроблено критеріальну матрицю, наведену в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз систем оптичного розпізнавання символів (OCR)

Критерій порівняння	Tesseract OCR (Локальний)	EasyOCR (Локальний)	Google Cloud Vision (Хмарний)	ABBYY FineReader Engine
Архітектур на основа	CNN + LSTM + CTC	CRAFT (CNN) + ResNet + LSTM	Графові ШІ-моделі + Трансформери	Пропріетарні гібридні класифікатори

Продовження таблиці 1.1

Критерій порівняння	Tesseract OCR (Локальний)	EasyOCR (Локальний)	Google Cloud Vision (Хмарний)	ABBYY FineReader Engine
Вимоги до апаратного забезпечення	Низькі (достатньо CPU загального призначення)	Середні / Високі (бажана наявність CUDA GPU)	Нульові для клієнта (все обчислюється в хмарі)	Середні (орієнтовані на серверні CPU)
Підтримка мов діловодства	Повна (включаючи болгарську та українську мови)	Часткова (нижча точність для кирилических шрифтів)	Еталонна (підтримка понад 200 мов)	Висока точність, гнучкі мовні профілі
Політика безпеки та автономності	100% автономності, робота в ізольованій мережі	100% автономності, відкритий вихідний код	Критична вразливість (вимагає передачі даних у хмару)	Локальне розгортання, але закритий код
Вартість ліцензування	Безкоштовно (Ліцензія Apache 2.0)	Безкоштовно (Ліцензія MIT)	Комерційна (попейтна тарифікація за кількість запитів)	Висока вартість корпоративних ліцензій

Аналіз таблиці 1.1 підтверджує, що для ТОВ «ПРОМЕТ СТИЛ» єдино правильним інженерним рішенням є інтеграція рушія Tesseract OCR. Він забезпечує необхідний рівень корпоративної безпеки, не потребує фінансових витрат на ліцензування та здатний ефективно функціонувати на наявному серверному обладнанні підприємства.

Наступним критичним етапом після вилучення тексту є його семантичний розбір підсистемою NLP (Natural Language Processing). Процес класифікації неструктурованого тексту вимагає його

попереднього переведення у числове векторне представлення (Vector Space Model). У межах розробки ПМК цей процес формалізується за допомогою статистичного методу TF-IDF (Term Frequency – Inverse Document Frequency).

Математична сутність методу полягає в розрахунку ваги кожного терміна (слова) t у межах конкретного документа d та всієї колекції документів D . Метрика Term Frequency (TF) визначає відносну частоту появи слова в документі за формулою 1.1.

$$TF(t, d) = \frac{n_{td}}{\sum_k n_{kd}}, \quad (1.1)$$

де n_{td} – кількість входжень терміна t у документ d , а знаменник описує загальну кількість слів у цьому документі.

Метрика Inverse Document Frequency (IDF) зменшує вагу загальноновживаних слів (прийменників, сполучників, загальних фразеологізмів діловодства) та збільшує вагу унікальних галузевих маркерів (наприклад, "топилка", "арматура", "дефектація") за формулою 1.2.

$$IDF(t, D) = \log \frac{|D|}{1 + |\{d \in D: t \in d\}|}, \quad (1.2)$$

де $|D|$ – загальна кількість документів у системі.

Підсумкова вага терміна обчислюється як добуток цих величин за формулою 1.3.

$$TF-IDF(t, d, D) = TF(t, d) \times IDF(t, D). \quad (1.3)$$

В результаті кожен документ трансформується у високорозмірний вектор у просторі ознак. Для подальшої класифікації цих векторів розглядалися три базові алгоритми машинного навчання:

- Наївний байєсівський класифікатор (Multinomial Naive Bayes): базується на застосуванні теореми Байєса з припущенням про незалежність ознак. Попри простоту, алгоритм демонструє екстремально високу швидкість обчислень і точність при роботі з текстовими векторами TF-IDF, оскільки частотна поява специфічних слів однозначно вказує на приналежність до класу.

- Метод опорних векторів (Support Vector Machines, SVM): знаходить оптимальну розділяючу гіперплощину між класами у багатовимірному просторі. Забезпечує високу точність, але потребує більше оперативної пам'яті для навчання моделі.

- Логістична регресія (Logistic Regression): моделює ймовірність належності документа до певного класу за допомогою логарифмічної функції шансів (сигмоїди). Добре інтерпретується і має низькі вимоги до процесора.

Враховуючи лінгвістичну специфіку (документи формуються болгарською мовою на базі практики) та обмеження локальних обчислювальних потужностей, комбінація векторизації TF-IDF та класифікатора Наївного Байєса є найбільш раціональною. Вона забезпечує швидкість реагування системи в межах часток секунди, повністю усуваючи затримки на етапі первинної ініціалізації та маршрутизації документів.

1.6 Аналоги програмно методичного комплексу для автоматизації документообігу металургійного виробництва

Для автоматизації документообігу металургійного виробництва можуть використовуватися різні програмні рішення: системи електронного документообігу, ERP-системи, ECM-платформи, сервіси електронного підписання та спеціалізовані виробничі інформаційні системи. Вибір конкретного рішення залежить від масштабу підприємства, кількості користувачів, складності виробничих процесів, потреби в інтеграції з обліковими, складськими, ремонтними та виробничими модулями.

Для металургійного підприємства звичайної системи обміну документами часто недостатньо. Такий комплекс повинен підтримувати не лише реєстрацію, погодження та зберігання документів, а й роботу з виробничими планами, замовленнями, партіями продукції, документами контролю якості, ремонтними заявками, складськими документами, актами, накладними, сертифікатами якості та супровідною документацією на відвантаження.

В Україні для таких завдань можуть розглядатися як вітчизняні системи електронного документообігу, так і комплексні ERP/ECM-рішення (табл. 1.2). Наприклад, АСКОД, Megapolis.DocNet, FossDoc, Вчасно, М.Е.Doc і Document.Online більше орієнтовані на електронний документообіг, погодження, підписання та архівування документів. Натомість IT-Enterprise, BAS ERP, Microsoft SharePoint / Power Automate, SAP Extended ECM / OpenText більше підходять для комплексної автоматизації підприємства, коли документи мають бути пов'язані з виробництвом, ремонтами, постачанням, складом, якістю та фінансами. IT-Enterprise позиціонується як українська ERP-платформа для цифровізації бізнес-процесів і має модулі ERP, MES, EAM, BPM та інші компоненти, що є важливими для виробничих підприємств.

Таблиця 1.2 – Порівняльна таблиця аналогів програмно методичного комплексу для автоматизації документообігу металургійного виробництва

Аналог / система	Тип рішення	Основні можливості	Переваги для металургійного підприємства	Обмеження / недоліки
IT-Enterprise	ERP / MES / EAM / BPM-платформа	Управління бізнес-процесами, виробництвом, ремонтами, ресурсами, персоналом, фінансами, документообігом	Найбільш придатна для великого промислового підприємства, оскільки може поєднувати документи з виробничими процесами, обладнанням, ремонтами, плануванням і контролем	Складне впровадження, потребує проектного налаштування та адаптації під конкретне підприємство
BAS ERP	ERP-система для середнього і великого бізнесу	Управління виробництвом, закупівлями, складом, фінансами, персоналом, обліком	Може використовуватися для інтеграції документообігу з виробничим, складським і фінансовим обліком; BAS ERP заявлена як рішення для багатoproфільних підприємств, зокрема з технічно складним виробництвом	Потребує доопрацювання під специфіку металургії; питання безпекової та санкційної відповідності потрібно перевіряти окремо відповідно до політики підприємства

Продовження таблиці 1.2

Аналог система /	Тип рішення	Основні можливості	Переваги для металургійного підприємства	Обмеження / недоліки
АСКОД	Система електронного документообігу	Реєстрація, маршрутизація, погодження, контроль виконання, архівування документів	Підходить для управлінського, організаційного, кадрового та адміністративного документообігу; АСКОД позиціонується як українське рішення для корпоративного електронного документообігу	Менш орієнтована саме на виробничі MES-процеси; для металургії потрібна інтеграція з ERP, складом, ремонтами та виробничими системами
Megapolis. DocNet	Корпоративна ЕСМ / СЕД	Автоматизація маршрутизації, погодження, бізнес-процесів і роботи з документами	Добре підходить для внутрішнього корпоративного документообігу, наказів, службових записок, договорів, розпоряджень; має конструктор бізнес-процесів для маршрутів узгодження	Для повного металургійного циклу потребує інтеграції з виробничими, складськими та ремонтними модулями
FossDoc	СЕД / електронний архів / workflow	Електронний архів, корпоративний документообіг, автоматизація бізнес-процесів	Може бути використана для побудови електронного архіву, маршрутизації документів, погодження та контролю виконання; FossDoc заявлена як рішення для електронного архіву, workflow і автоматизації бізнес-процесів	Не є спеціалізованою металургійною системою; виробничі документи потребують додаткового налаштування структур, довідників і маршрутів

Продовження таблиці 1.2

Аналог система /	Тип рішення	Основні можливості	Переваги для металургійного підприємства	Обмеження / недоліки
Вчасно	Хмарний сервіс ЕДО / КЕП / обмін з контрагентами	Обмін електронними документами, підписання, зберігання, робота з контрагентами	Корисний для договорів, актів, рахунків, накладних, зовнішнього документообігу з постачальниками й покупцями; сервіс позиціонує себе як поширений ЕДО-сервіс в Україні	Більше підходить для зовнішнього юридично значимого обміну, ніж для повної автоматизації виробничих процесів металургії
М.Е.Дос	Електронний документообіг, звітність, обмін з контрагентами	Податкова звітність, первинні документи, обмін електронними документами	Підходить для бухгалтерських, фінансових і первинних документів підприємства; офіційний сайт описує М.Е.Дос як рішення для звітності та обміну електронними документами	Не покриває повний виробничий документообіг металургійного підприємства без інтеграції з ERP/MES
Document. Online	Хмарна СЕД / сервіс підписання	Внутрішній і зовнішній документообіг, КЕП, робота з документами 24/7	Може використовуватися для швидкого підписання договорів, актів, заявок, службових документів; сервіс заявляє можливість об'єднання внутрішнього та зовнішнього документообігу	Обмежена придатність для складних виробничих сценаріїв без додаткових інтеграцій

Продовження таблиці 1.2

Аналог система /	Тип рішення	Основні можливості	Переваги для металургійного підприємства	Обмеження / недоліки
Microsoft SharePoint / Power Automate	ECM / корпоративний портал / workflow	Зберігання документів, погодження, маршрутизація, робота з бібліотеками, автоматизація процесів	Підходить для компаній, які вже використовують Microsoft 365; SharePoint workflows дозволяють автоматизувати бізнес-процеси з документами та елементами сайтів	Для металургійного виробництва потребує значного налаштування, інтеграції з ERP/MES і розробки спеціалізованих процесів
SAP Extended ECM / OpenText	Enterprise Content Management для великих підприємств	Управління документами, записами, контентом, інтеграція з SAP, бізнес-процесами та корпоративними даними	Доцільне для великих холдингів і підприємств, які використовують SAP; SAP Extended ECM by OpenText покриває document and records management і підключає документи до ключових бізнес-процесів	Висока вартість, складне впровадження, доцільне переважно для великих підприємств із розвиненою IT-інфраструктурою

Аналіз аналогів програмно-методичного комплексу для автоматизації документообігу металургійного виробництва показує, що більшість сучасних систем поступово переходять від звичайного електронного зберігання та маршрутизації документів до інтелектуальної обробки інформації. ШІ-інструменти в таких системах можуть використовуватися для розпізнавання документів, автоматичної класифікації, пошуку реквізитів, аналізу змісту, контролю строків виконання та підтримки прийняття рішень.

У системах електронного документообігу ШІ може виконувати допоміжну роль: автоматично визначати тип документа, пропонувати маршрут погодження, виявляти відсутні реквізити, формувати короткий зміст документа та забезпечувати інтелектуальний пошук. Особливо важливими є технології OCR та NLP. OCR дозволяє перетворювати скановані документи у текстовий формат, а NLP дає змогу аналізувати зміст документа, виділяти ключові дані та визначати його призначення.

Для металургійного виробництва використання ШІ має особливе значення, оскільки документообіг пов'язаний не лише з управлінськими документами, а й з виробничими процесами, контролем якості, ремонтними заявками, складським обліком, сертифікатами, партіями продукції та відвантаженням. У таких умовах ШІ може допомагати швидше обробляти великі обсяги документів, пов'язувати їх із виробничими даними, контролювати відповідальних осіб і зменшувати кількість помилок під час ручного введення інформації.

Найбільший потенціал для використання ШІ мають комплексні ERP, MES, ESM та BPM-рішення, які можуть інтегрувати документообіг із виробництвом, складом, ремонтами, якістю та фінансами. У простіших сервісах електронного документообігу ШІ зазвичай може застосовуватися для розпізнавання, пошуку, підписання, класифікації та обміну документами.

Висновки до розділу 1

1. Досліджено специфіку документообігу на металургійному підприємстві та визначено коло користувачів, де особливе місце посідає системний адміністратор, який відповідає за працездатність ІТ-інфраструктури та інтеграцію периферійного обладнання (такого як БФП Херох та принтери Citizen).

2. Проведено порівняльний аналіз існуючих комерційних рішень (ERP та СЕД), який показав, що готові системи мають високу вартість, надлишкову функціональність, важко адаптуються до специфічного апаратного рівня та здебільшого не мають вбудованих інструментів локального штучного інтелекту для автоматичної обробки документів.

3. Визначено основні «вузькі місця» поточної схеми діловодства, серед яких висока трудомісткість реєстрації, затримки в маршрутизації та ризики людських помилок, на основі чого сформульовано вимоги до проектування системи.

4. Науково й технічно обґрунтовано доцільність застосування технологій OCR та NLP для автоматичного розпізнавання й класифікації текстового контенту, що дозволить перевести систему документообігу на рівень інтелектуальної автоматизації корпоративного класу.

2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ДОКУМЕНТООБІГУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Обґрунтування вибору методів теоретичних та експериментальних досліджень, програмного забезпечення

Моделювання є основним методом теоретичного дослідження, який дозволяє глибоко пізнати сутність явищ і процесів, що протікають у досліджуваному об'єкті, шляхом побудови та аналізу його функціонального або структурного аналогу. У межах проєктування програмно-методичного комплексу (ПМК) автоматизації документообігу металургійного підприємства процес моделювання базується на методах абстрагування та ідеалізації. Це дозволяє виділити для розгляду лише ті ключові властивості, параметри та відношення сутностей, які безпосередньо впливають на ефективність руху інформаційних потоків, не враховуючи другорядні чинники. Наступний етап формалізації полягає у зведенні реальних виробничих регламентів до абстрактно-математичних моделей, що відкриває можливість застосування чисельних методів для аналізу та прогнозування поведінки системи під навантаженням. Під час розробки ПМК послідовно розв'язуються задачі структурного синтезу (визначення складу елементів системи та способів їхньої взаємодії) та аналізу (оцінювання характеристик і працездатності синтезованої структури).

Для математичного опису логіки руху документів у виробничому середовищі промислового підприємства обрано апарат теорії множин та орієнтованих графів. Специфіка металургійного виробництва вимагає формалізації взаємодії між різними типами документів, користувачами та організаційними підрозділами, що відображається через систему

взаємопов'язаних множин. Процес руху документів подається у вигляді орієнтованого графа, де вершинами виступають дискретні етапи обробки (від створення та первинної реєстрації до фінального підписання й передачі в архів), а ребрами – дозволені інформаційні переходи між ними. Використання графових моделей дозволяє алгоритмізувати маршрутизацію документів залежно від їхнього галузевого типу, гнучко налаштовувати розгалуження (наприклад, для ремонтних заявок, виробничих рапортів або сертифікатів якості) та оптимізувати загальні строки проходження документації, мінімізуючи ризики прострочення завдань.

Як базову технологію структурно-логічного аналізу, проєктування та документування бізнес-процесів предметної області обрано об'єктно-орієнтований підхід із застосуванням уніфікованої мови моделювання UML. Використання діаграмних методик UML є стандартом для створення складних виробничо-технічних та організаційно-економічних систем. Зокрема, діаграми діяльностей (Activity Diagrams) застосовуються для детального відображення послідовних, паралельних та комбінованих технологічних етапів погодження документів у межах підприємства. Діаграми прецедентів (Use-Case Diagrams) дозволяють чітко окреслити межі системи та визначити ролі акторів, включаючи діловодів, керівників цехів та системних адміністраторів. Діаграми класів (Class Diagrams) використовуються для розробки логічної структури програмного забезпечення, описуючи атрибути, методи та типи зв'язків між інформаційними сутностями.

При виборі архітектурних рішень та програмного забезпечення перевагу надано клієнт-серверній технології з розподіленим опрацюванням даних. Такий підхід забезпечує стабільну одночасну роботу багатьох користувачів із єдиним інформаційним простором і дозволяє відокремити клієнтські інтерфейси від низькорівневих операцій із базою даних. Як систему керування базами даних (СКБД) обрано

реляційну СКБД PostgreSQL корпоративного класу. Вона дозволяє спроектувати надійну фізичну модель збереження даних, підтримує транзакційну цілісність, розмежування прав доступу, а також використання мови структурованих запитів SQL для швидкої аналітичної обробки й формування звітів. Головною мовою програмування для реалізації бізнес-логіки та інтелектуальних інструментів визначено Python завдяки наявності потужних бібліотек для математичного моделювання, машинного навчання та лінгвістичного аналізу.

Особливу увагу в межах ПМК приділено підвищенню інтелектуалізації обробки даних за допомогою методів штучного інтелекту, зокрема технологій оптичного розпізнавання символів (OCR) та обробки природної мови (NLP). З метою дотримання вимог корпоративної безпеки, захисту комерційної таємниці та забезпечення повної автономності функціонування системи у виробничих цехах обґрунтовано використання виключно локальних ШІ-модулів (зокрема, рушія Tesseract OCR та локальних моделей класифікації текстів на базі методів Naive Bayes або логістичної регресії) без залучення хмарних API. Технологія OCR перетворює графічні скан-копії, що надходять безпосередньо з мережевих багатофункціональних пристроїв (таких як лінійка Xerox VersaLink), у редагований текст. Модулі NLP здійснюють токенізацію, очищення тексту та виділення ключових сутностей (NER), що дозволяє автоматично розпізнавати номери плавків, марки сталі, дати, а також проводити автоматичну класифікацію та інтелектуальну маршрутизацію документів, повністю усуваючи ручні операції введення. Інтеграція ПМК із локальною мережею та парком периферійного обладнання Xerox і Citizen забезпечує безшовність процесів та високу відмовостійкість IT-інфраструктури підприємства.

2.2 Розробка діаграми діяльностей для процесу документообігу металургійного підприємства

Для формалізації та детального візуального представлення динаміки бізнес-процесів, що протікають у межах проєктувального комплексу, розроблено діаграму діяльностей (Activity Diagram) мовою моделювання UML (рис. 2.1).

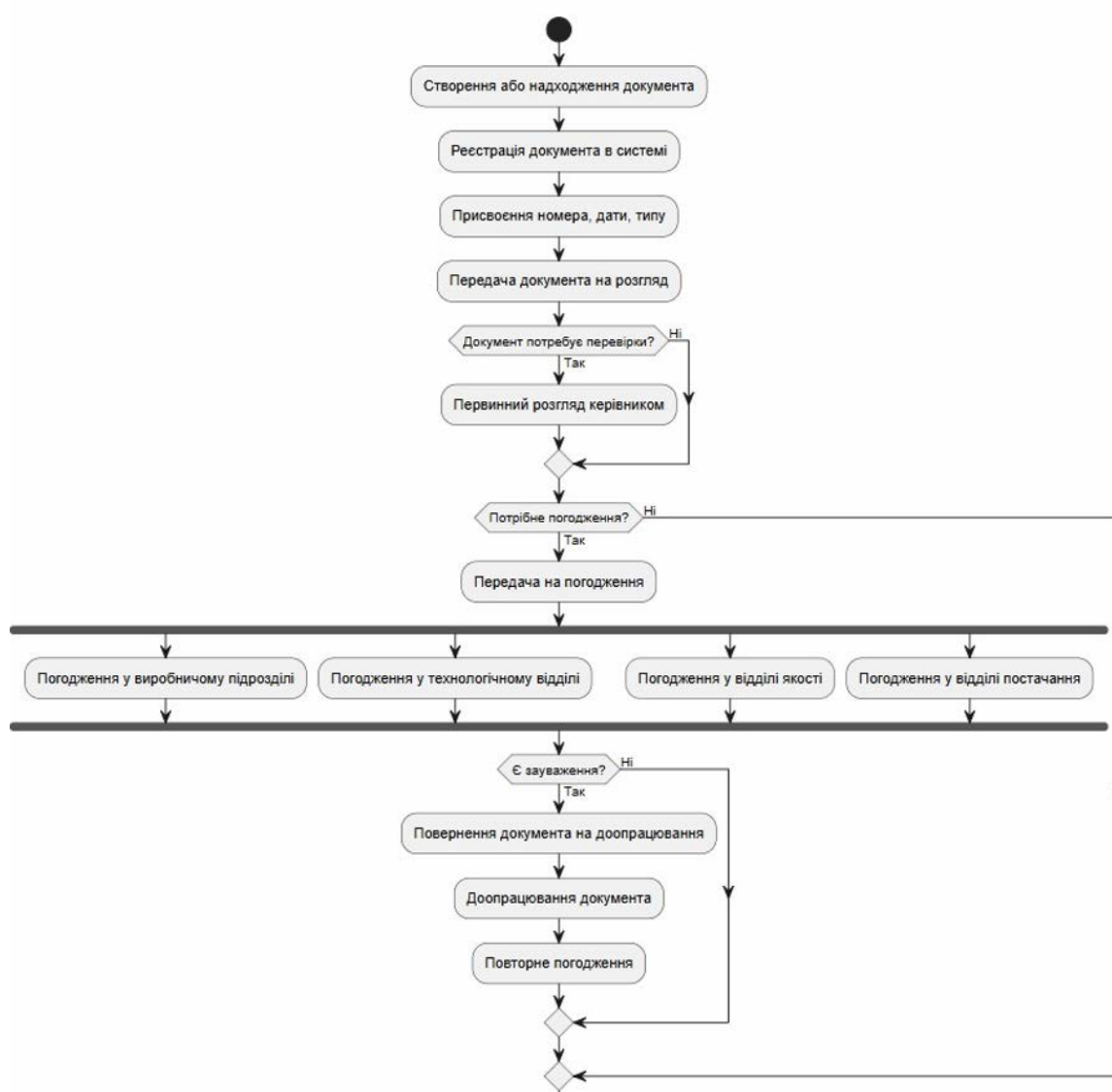


Рисунок 2.1 – Діаграма діяльностей для процесу документообігу металургійного підприємства



Продовження рисунку 2.1

Подібне поведінкове моделювання є критично важливим для металургійного підприємства промислового типу, оскільки воно дозволяє наочно відобразити не лише послідовність операцій обробки інформаційних потоків, а й логічні умови, паралельні гілки узгодження, ітераційні цикли доопрацювання, а також механізми контролю часових обмежень (SLA). Візуалізована схема життєвого циклу інформаційних

об'єктів охоплює повний маршрут документа – від моменту його ініціалізації до довгострокового архівного зберігання.

Логічну структуру та послідовність виконання технологічних кроків, відображених на діаграмі діяльностей, можна розділити на кілька базових стадій обробки інформації:

1. Ініціалізація та первинне опрацювання інформаційного об'єкта

Процес починається з початкового вузла (Initial Node) та переходить до дії «Створення або надходження документа». На цьому етапі інформаційний об'єкт може генеруватися всередині системи автором або надходити ззовні як скан-копія через інтерфейси інтегрованого периферійного обладнання. Наступним кроком є «Реєстрація документа в системі», під час якої виконується автоматизоване або ручне «Присвоєння номера, дати, типу». Дані атрибути формують метадані картки документа, що забезпечує його подальшу ідентифікацію та індексацію. Після цього об'єкт передається на розгляд за допомогою операції «Передача документа на розгляд».

2. Маршрутизація та умовні розгалуження процесу первинного розгляду

Потік керування переходить до першого логічного розгалуження (Decision Node) з умовою «Документ потребує перевірки?». Якщо умова виконується (гілка «Так»), потік спрямовується на дію «Первинний розгляд керівником», де відповідальна особа накладає резолюцію або визначає базові параметри обробки. Якщо перевірка не потрібна (гілка «Ні»), процес оминає цей етап, і обидва потоки знову об'єднуються у вузлі злиття (Merge Node). Наступний Decision Node перевіряє умову «Потрібне погодження?». У разі відсутності такої потреби (гілка «Ні») система автоматично перенаправляє потік безпосередньо на стадію призначення виконавців. При позитивному значенні умови (гілка «Так») активується дія «Передача на погодження».

3. Паралельне узгодження та ітераційні цикли доопрацювання

Для оптимізації часових витрат у системі реалізовано паралельну обробку завдань за допомогою вузла розділення потоків (Fork Node), представленого горизонтальною синхронізаційною лінією. Потік керування розділяється на чотири паралельні гілки, які виконуються незалежно й одночасно профільними службами промислового об'єкта:

«Погодження у виробничому підрозділі» – перевірка відповідності поточним виробничим планам та потужностям цехів;

«Погодження у технологічному відділі» – аналіз дотримання регламентів, параметрів обробки сировини та технологічних карт;

«Погодження у відділі якості» – оцінка відповідності вимогам стандартів та критеріям приймання продукції;

«Погодження у відділі постачання» – верифікація наявності необхідних матеріальних ресурсів та сировини.

Після завершення всіх чотирьох операцій потоки знову синхронізуються та об'єднуються в один за допомогою вузла об'єднання (Join Node). Далі слідує Decision Node «Є зауваження?». Якщо хоча б один із профільних відділів висунув претензії до змісту (гілка «Так»), активується ітераційний цикл усунення невідповідностей : документ проходить через стадії «Повернення документа на доопрацювання» та «Доопрацювання документа», після чого виконується «Повторне погодження» з поверненням потоку до попередніх етапів контролю. Якщо зауваження відсутні (гілка «Ні»), потік переходить до наступного блоку бізнес-логіки.

4. Етап виконання та моніторинг часових обмежень (SLA)

Стадія безпосередньої реалізації завдань починається з дій «Призначення виконавця» та «Встановлення строку виконання». Після виконання операції «Виконання документа» та завершення кроку «Фіксація результату виконання» система здійснює автоматичний аудит

часових параметрів у точці розгалуження «Документ виконано вчасно?». Логіка обробки цього вузла передбачає два сценарії:

Гілка «Так» (штатний режим) – потік одразу переходить до дії «Контроль виконання», де оцінюється повнота та правильність внесених даних;

Гілка «Ні» (порушення регламенту) – активується підсистема обробки виняткових ситуацій. Процес проходить через стадію «Фіксація прострочення», після чого надсилається тригерне сповіщення («Повідомлення керівника») та виконується «Повторний контроль виконання» для з'ясування причин затримки.

Після злиття цих гілок у вузлі Merge Node система перевіряє фінальну логічну умову «Потрібне підписання?». Якщо документ є внутрішнім робочим матеріалом, що не потребує затвердження (гілка «Ні»), він одразу перенаправляється далі. Якщо підписання є обов'язковим (гілка «Так»), виконується дія «Підписання / затвердження документа» (з накладанням КЕП для забезпечення юридичної значущості).

5. Фіналізація та архівування інформаційного об'єкта

На завершальній стадії життєвого циклу виконується дія «Передача документа до архіву». Система здійснює процедуру «Зберігання документа та історії обробки», під час якої в реляційну базу даних записується сам документ, його фінальний статус, електронні підписи та повний лог транзакцій із журналу дій користувачів. Після цього потік керування досягає фінального вузла діяльності (Activity Final Node), що свідчить про успішне завершення бізнес-процесу.

2.3 Математична модель для процесу документообігу металургійного підприємства

Процес документообігу металургійного підприємства можна розглядати як впорядкований рух документів між учасниками системи: автором, діловодом, керівником, профільними підрозділами, виконавцями, контролерами та архівом.

Кожен документ проходить певну послідовність етапів: створення, реєстрацію, розгляд, погодження, виконання, контроль, підписання та архівування. Метою моделі є формалізація цього процесу для подальшої автоматизації, оптимізації строків проходження документів, контролю завантаження працівників і мінімізації кількості прострочених документів.

Позначимо основні множини, що використовуються для опису процесу документообігу формулами 2.1-2.3.

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\} \quad (2.1)$$

де D – множина документів, що обробляються в системі.

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\} \quad (2.2)$$

де U – множина користувачів системи.

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_k\} \quad (2.3)$$

де P – множина підрозділів металургійного підприємства.

Множину етапів обробки документа позначимо формулою 2.4.

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_l\} \quad (2.4)$$

Процес руху документа можна подати у вигляді орієнтованого графа (формула 2.5).

$$G = (S, E) \quad (2.5)$$

де S – множина етапів обробки документа, а E – множина переходів між етапами.

Базовий послідовний маршрут документа можна описати формулою 2.6.

$$E = \{(s_1, s_2), (s_2, s_3), (s_3, s_4), (s_4, s_5), (s_5, s_6), (s_6, s_7), (s_7, s_8)\} \quad (2.6)$$

Для металургійного підприємства граф може містити розгалуження залежно від типу документа ($\text{type}(d_i) \in T$, формула 2.7).

$$T = \{\text{виробничий, технологічний, якісний, ремонтний, складський, постачальницький, збутовий}\} \quad (2.7)$$

Наприклад, ремонтна заявка передається до ремонтної служби, документ контролю якості – до лабораторії або відділу якості, а документ відвантаження – до складу або відділу збуту.

2.4 Розробка діаграми класів предметної області для процесу документообігу металургійного підприємства

Діаграма класів предметної області (рис. 2.2) описує структуру програмної системи, призначеної для автоматизації документообігу металургійного підприємства.

До блоку організаційної структури належать класи Користувач, Роль, Підрозділ і Посада. Клас Користувач описує працівника або учасника системи, який може створювати, переглядати, погоджувати, підписувати або виконувати документи. У цьому класі зберігаються такі атрибути, як ідентифікатор користувача, ПІБ, електронна пошта, логін, хеш пароля та ознака активності. Також клас містить функції Авторизуватися(), ПереглянутиДокумент() і ВиконатиДію(). Клас Роль визначає рівень доступу користувача до функцій системи, клас Підрозділ відображає структурну одиницю підприємства, а клас Посада описує службове положення працівника в організації.

Центральним класом діаграми є Документ. Він описує основну інформаційну одиницю системи, яка проходить повний життєвий цикл: створення, реєстрацію, розгляд, погодження, виконання, підписання та архівування. Клас Документ має такі атрибути: ідентифікатор документа, реєстраційний номер, назву, дату створення, дату реєстрації, термін виконання, пріоритет і статус документа. Для роботи з документом передбачено функції Створити(), Зареєструвати(), ПередатиНаРозгляд() і ПередатиДоАрхіву().

Клас ТипДокумента використовується для класифікації документів за призначенням. Наприклад, документ може бути виробничим, ремонтним, складським, пов'язаним із контролем якості, постачанням або відвантаженням готової продукції. Клас ФайлДокумента описує електронні вкладення, що додаються до документа, зокрема назву

файлу, шлях до файлу, тип файлу та дату завантаження. Клас ШаблонДокумента містить інформацію про типові форми документів, які можуть використовуватися для швидкого створення нових записів у системі.

Для опису руху документа в системі використано класи МаршрутДокумента і ЕтапМаршруту. Клас МаршрутДокумента визначає загальний шлях проходження документа між користувачами та підрозділами. Маршрут може бути послідовним, паралельним, комбінованим або умовним. Для нього передбачено функції ЗапуститиМаршрут() і ЗавершитиМаршрут(). Клас ЕтапМаршруту описує окрему дію або стадію проходження документа, наприклад розгляд, погодження, виконання або перевірку.

Клас Погодження відображає процес прийняття рішення щодо документа відповідальною особою або підрозділом. Він містить рішення, коментар і дату погодження. Для цього класу визначено функції Погодити(), Відхилити() і ПовернутиНаДоопрацювання(). Такі функції дозволяють формалізувати основні варіанти дій під час погодження документа.

Клас Резолюція описує управлінське доручення керівника щодо документа. У ньому зберігаються текст резолюції, дата створення, термін виконання та пріоритет. На основі резолюції можуть створюватися завдання, які описує клас Завдання. Клас Завдання містить текст завдання, дату призначення, термін виконання, статус і результат. Для нього передбачено функції Виконати() і ПовернутиНаДоопрацювання().

Клас ЕлектроннийПідпис відповідає за підписання документа в електронному вигляді. Він містить інформацію про ідентифікатор підпису, підписанта, дату підписання та дані сертифіката. Для перевірки достовірності підпису використовується функція ПеревіритиПідпис().

Клас ЖурналДій зберігає історію операцій користувачів із документами: створення, реєстрацію, погодження, зміну статусу, підписання, повернення на доопрацювання та архівування. Клас АрхівнийЗапис описує факт передавання документа до архіву, дату архівування, місце зберігання та строк зберігання.

Окремий блок діаграми відображає виробничий контекст металургійного підприємства. До нього належать класи ВиробничеЗамовлення, ПлавкаПартія, Обладнання, РемонтнаЗаявка, КонтрольЯкості, СкладськаОперація та Відвантаження. Клас ВиробничеЗамовлення описує план або замовлення на виготовлення продукції. Клас ПлавкаПартія відображає окрему партію продукції або плавку, за якою ведеться облік виробничих параметрів. Клас Обладнання описує виробничі агрегати, машини, печі, прокатні стани та інші технічні засоби підприємства.

Клас РемонтнаЗаявка використовується для фіксації потреби в ремонті або технічному обслуговуванні обладнання. Клас КонтрольЯкості описує результати перевірки продукції, її властивостей, параметрів і відповідності встановленим вимогам. Клас СкладськаОперація відображає операції надходження, переміщення, списання або відвантаження сировини, матеріалів, напівфабрикатів і готової продукції. Клас Відвантаження описує передачу готової продукції замовнику із зазначенням дати, кількості, замовника та інформації про транспорт.

Документ у системі може бути пов'язаний із виробничим замовленням, плавкою або партією, обладнанням, ремонтною заявкою, результатами контролю якості, складською операцією або відвантаженням. Завдяки цим зв'язкам система документообігу адаптується до специфіки металургійного підприємства, де документи супроводжують не лише адміністративні процеси, а й реальні операції.

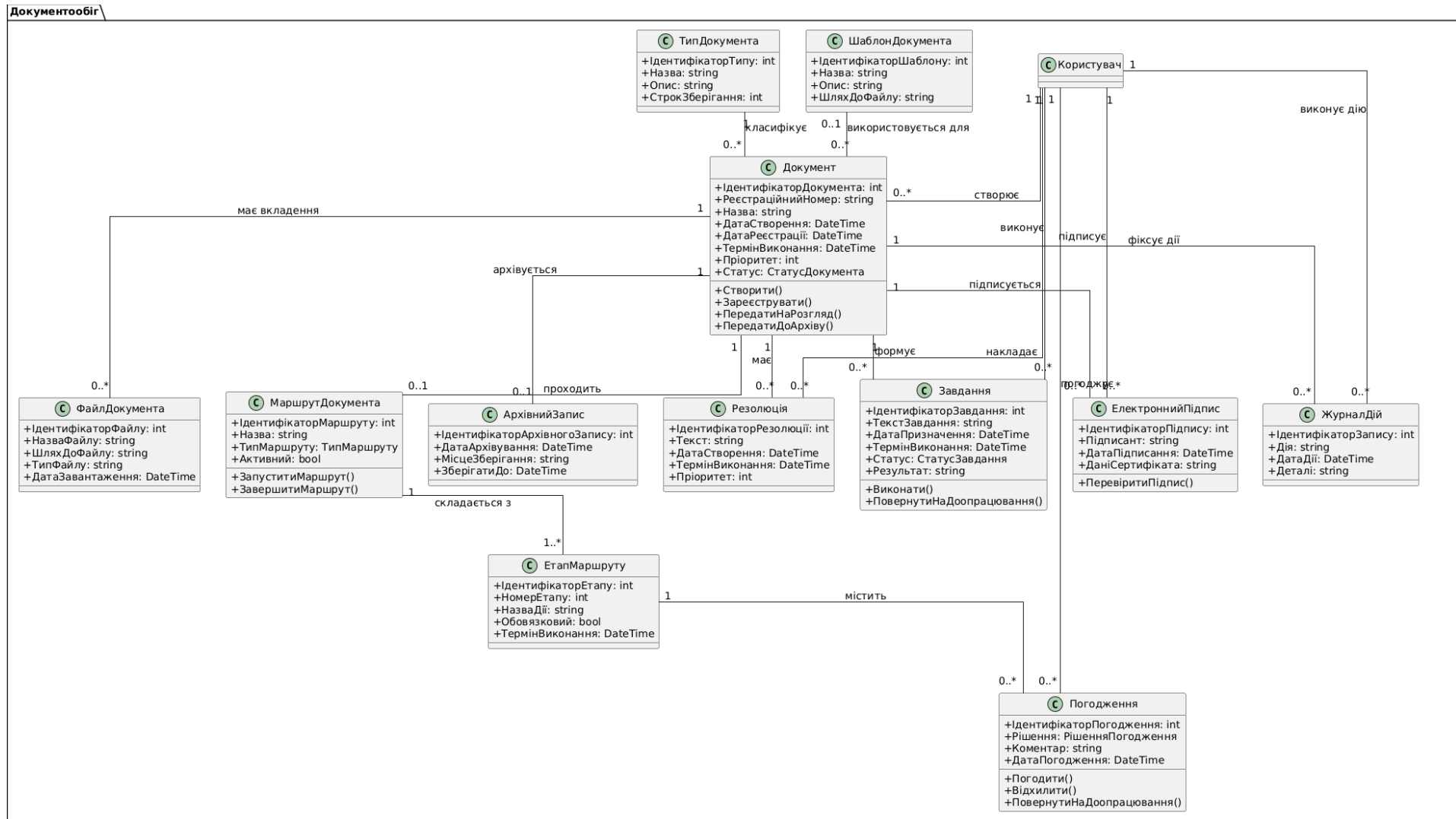


Рисунок 2.2 – Діаграма класів предметної області для процесу документообігу металургійного підприємства яка демонструє «Модуль документообіг»

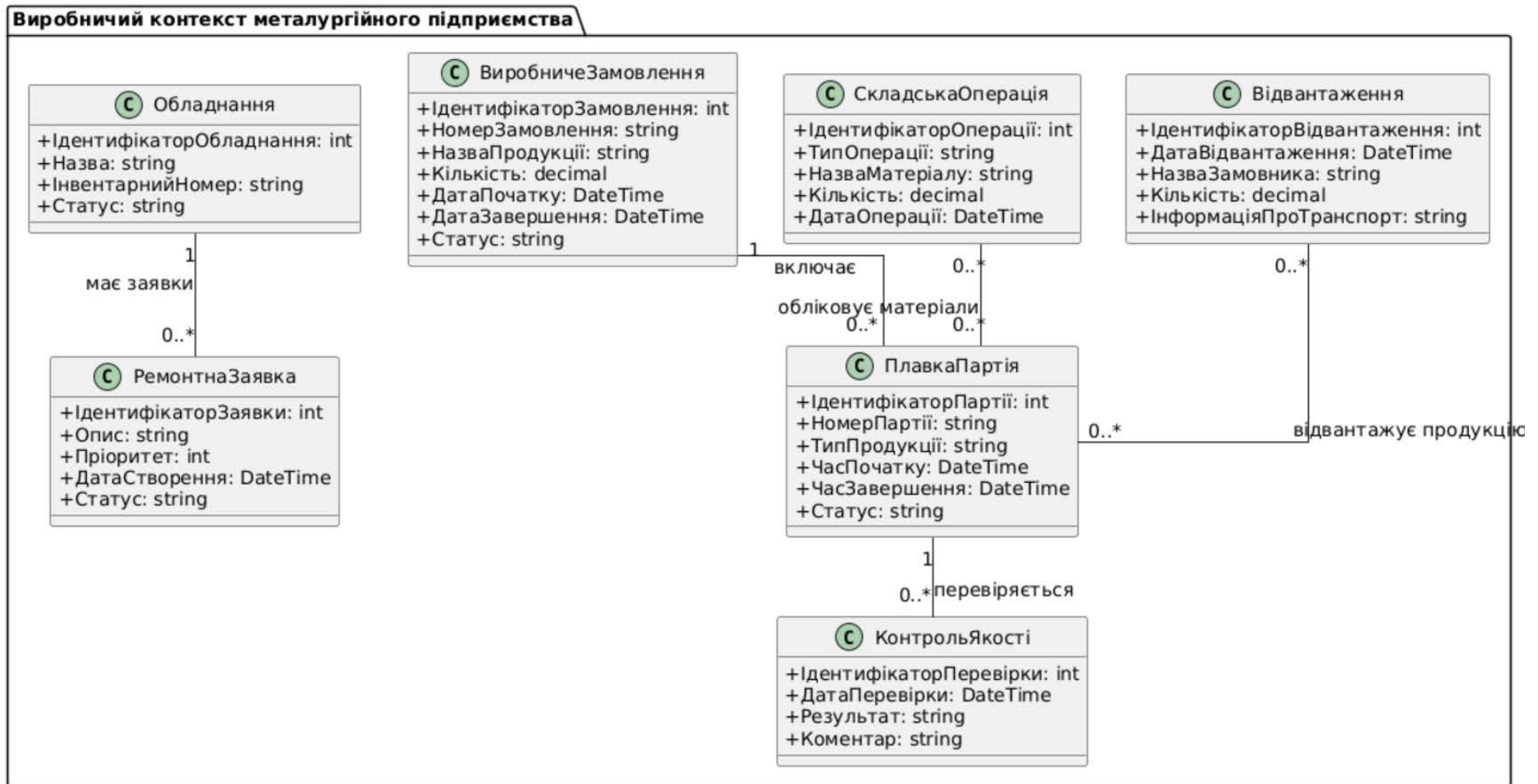


Рисунок 2.3 – Діаграма класів предметної області для процесу документообігу металургійного підприємства яка демонструє «Виробничий контекст металургійного підприємства»

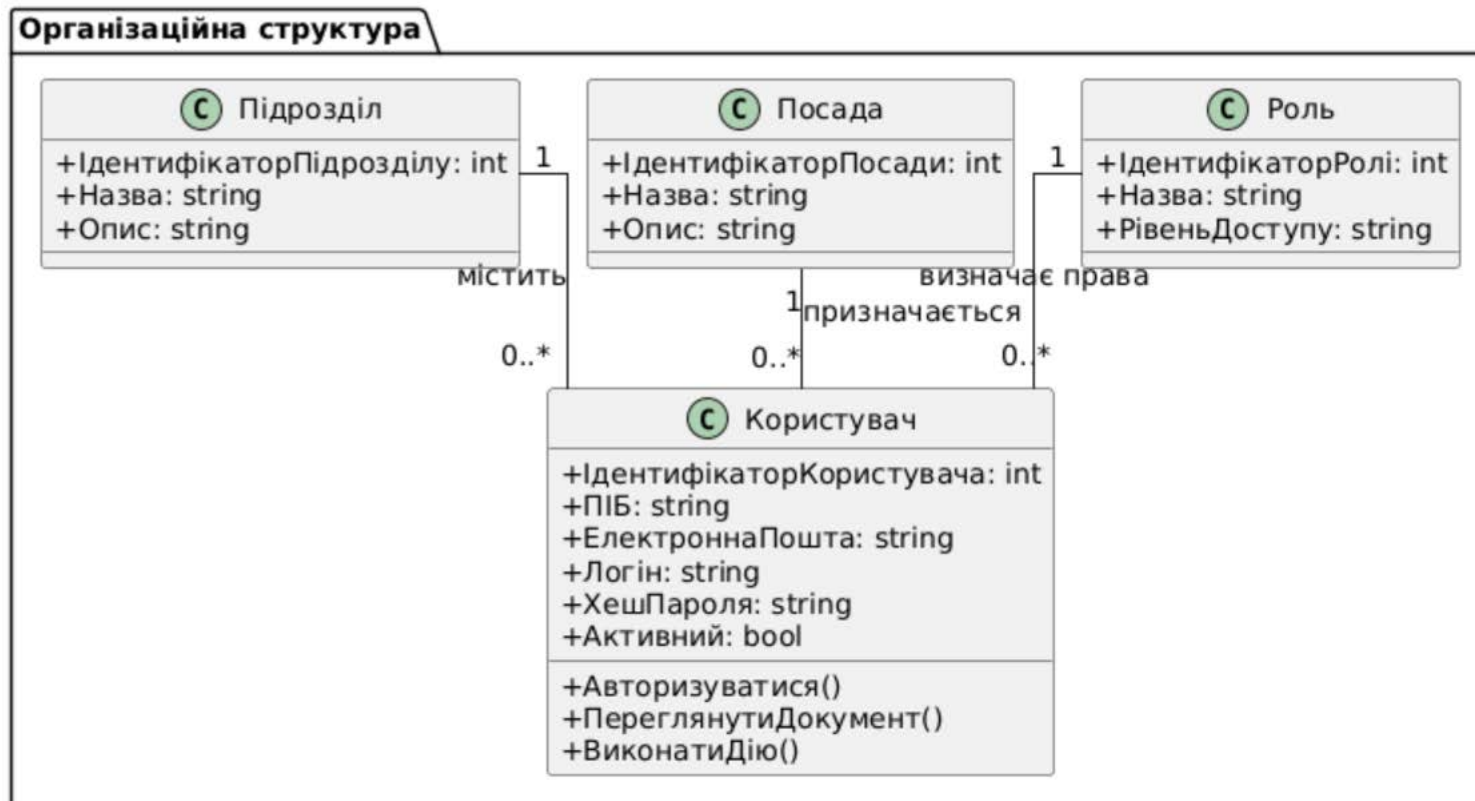


Рисунок 2.4 – Діаграма класів предметної області для процесу документообігу металургійного підприємства яка демонструє «Організаційна структура»

2.5 Розробка методики дослідження документообігу на металургійному підприємстві

Для підтвердження адекватності розробленої математичної моделі, перевірки коректності роботи алгоритмів маршрутизації та оцінки ефективності інтелектуальних модулів програмно-методичного комплексу (ПМК) необхідно сформулювати комплексну методику дослідження. Дослідження базуватиметься на поєднанні методів функціонального тестування, метричного оцінювання якості моделей машинного навчання та імітаційного моделювання навантаження.

Методика дослідження передбачає проведення експериментів за трьома основними напрямками:

1. Дослідження коректності графової моделі маршрутизації бізнес-процесів. Для перевірки логіки переходів у графі документообігу $G = (S, E)$ застосовується метод створення тестових сценаріїв (test cases), що покривають усі можливі типи документів із множини T . Експеримент полягає у штучній генерації потоку вхідних заявок та відстеженні їхнього фактичного шляху через множини етапів S .

Критерієм успішності є збіг фактичного вектора стану документа $V(d_i)$ з очікуваним на кожному етапі, а також відсутність тупикових станів (deadlocks), коли потік керування не може перейти до наступного вузла через логічні колізії. Додатково оцінюється здатність системи автоматично фіксувати порушення часових обмежень τ_{SLA} .

2. Оцінка ефективності модулів штучного інтелекту (OCR та NLP). Оскільки автоматизація вводу базується на розпізнаванні сканованих зображень та їхній семантичній класифікації, методика передбачає кількісне вимірювання точності цих процесів на підготовленому датасеті (наборі історичних документів металургійного підприємства).

Для оцінки якості роботи підсистеми оптичного розпізнавання символів (OCR) використовуватиметься метрика частки помилково розпізнаних слів (Word Error Rate, WER), яка обчислюється за формулою 2.8.

$$WER = \frac{S_{err} + D_{err} + I_{err}}{N_{total}} \quad (2.8)$$

де S_{err} – кількість замінів (розпізнано неправильне слово);

D_{err} – кількість видалень (слово пропущено під час розпізнавання);

I_{err} – кількість вставок (системою додано зайве слово, наприклад, через розпізнавання артефактів сканування як тексту);

N_{total} – загальна кількість слів в еталонному документі.

Для оцінки роботи NLP-модуля класифікації документів (визначення функції $\text{type}(d_i) \in T$) застосовуватимуться метрики на основі матриці помилок (Confusion Matrix):

1. Точність (Precision) – показує, яка частка документів, віднесених алгоритмом до певного класу, дійсно належить до нього (формула 2.9)

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2.9)$$

2. Повнота (Recall) – демонструє, яку частку документів певного класу система змогла правильно ідентифікувати серед усіх реальних документів цього класу (формула 2.10).

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2.10)$$

F1-міра (F1-Score) – гармонійне середнє між точністю та повнотою, що дає комплексну оцінку якості класифікатора (формула 2.11).

$$F_1 = 2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (2.11)$$

де TP (True Positives) – істинно позитивні результати,

FP (False Positives) – хибно позитивні,

FN (False Negatives) – хибно негативні результати.

3. Імітаційне моделювання та навантажувальне тестування (Performance Testing). В умовах промислового підприємства ПМК працюватиме в режимі інтенсивного надходження даних. Для дослідження стійкості системи застосовуватиметься апарат теорії масового обслуговування (СМО). Програмний комплекс розглядатиметься як багатоканальна СМО з очікуванням.

Під час експерименту за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад, Apache JMeter) генеруватиметься пуассонівський потік вхідних запитів з інтенсивністю λ (запитів/секунду). Головним досліджуваним параметром буде середній час реакції системи t_{response} , який включає час обробки транзакції в БД (PostgreSQL) та час роботи ШІ-модулів за формулою 2.12.

$$t_{\text{response}} = t_{\text{wait}} + t_{\text{process}} \quad (2.11)$$

Експериментально буде визначено граничну пропускну здатність системи (максимальну кількість одночасних користувачів та оброблених документів на хвилину), при якій t_{response} не перевищує допустимі регламентні норми підприємства (наприклад, не більше 3 секунд на реєстрацію документа).

Висновки до розділу 2

Науково обґрунтовано вибір методів теоретичних та експериментальних досліджень, що базуються на системному аналізі, теоретико-множинному апараті, теорії орієнтованих графів та об'єктно-орієнтованому підході із застосуванням уніфікованої мови моделювання UML. Визначено, що використання реляційної СКБД PostgreSQL та мови програмування Python із локальними модулями штучного інтелекту (OCR та NLP) є найбільш раціональним рішенням для створення відмовостійкого програмно-методичного комплексу корпоративного рівня.

Розроблено детальну діаграму діяльностей (Activity Diagram) у нотації UML, яка формалізує життєвий цикл інформаційних об'єктів на підприємстві. Схема відображає послідовність технологічних операцій від моменту надходження або створення документа до його фінального архівування, враховуючи логічні розгалуження первинного розгляду, етапи паралельного узгодження профільними службами, ітераційні цикли доопрацювання та алгоритми автоматичного моніторингу часових обмежень (SLA).

Побудовано математичну модель процесу документообігу промислового об'єкта. Рух документації формалізовано як впорядкований рух інформаційних об'єктів у межах орієнтованого графа, де вершинами виступають дискретні стани (етапи обробки), а дугами – дозволені бізнес-правилами переходи. Введення функції відображення типу документа дозволило алгоритмізувати процеси динамічної маршрутизації залежно від його приналежності до конкретної виробничої, технологічної чи управлінської категорії.

Спроектовано діаграму класів (Class Diagram) предметної області, що визначає статичну об'єктну структуру майбутнього програмного забезпечення. Архітектура комплексу охоплює класи організаційної

структури, ядро управління життєвим циклом документів та модулі цифрового підпису й аудиту дій. Особливістю моделі є інтеграція специфічного виробничого контексту через класи замовлень, плавок, обладнання та ремонтних заявок, що забезпечує наскрізний супровід реальних операцій металургійного виробництва.

Сформульовано комплексну методику дослідження розроблених рішень, яка поєднує функціональне тестування логічних маршрутів графа, метричне оцінювання точності інтелектуальних модулів текстового аналізу (за метриками WER для OCR та Precision, Recall, F1-Score для NLP) та навантажувальне тестування стійкості архітектури за допомогою апарату теорії масового обслуговування. Це дозволить кількісно оцінити ефективність ПМК перед його впровадженням в інформаційну інфраструктуру.

3 ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДОКУМЕНТООБІГУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Архітектура програмно-методичного комплексу

Проєктований програмно-методичний комплекс (ПМК) автоматизації документообігу металургійного підприємства побудовано за клієнт-серверною архітектурою з модульною структурою бізнес-логіки. Таке архітектурне рішення забезпечує чітке розділення відповідальності між рівнем представлення даних, рівнем інтелектуального опрацювання та рівнем збереження інформації, що відповідає сучасним стандартам розробки корпоративного програмного забезпечення.

Для реалізації проєкту було обрано середовище розробки Microsoft Visual Studio 2022, яке забезпечує зручну інтеграцію інструментів для роботи з мовою програмування Python та базами даних.

Компонентна структура комплексу складається з трьох основних підсистем:

1. Рівень доступу до даних (Data Access Layer): реалізований на базі реляційної системи керування базами даних (СКБД) PostgreSQL. Він забезпечує транзакційне збереження метаданих документів, журналювання дій користувачів та підтримку організаційної структури підприємства.

2. Ядро інтелектуальної обробки (AI/ML Service Layer): програмний модуль, написаний мовою Python. Він містить підсистему вилучення тексту (OCR) та лінгвістичний класифікатор на основі методів обробки природної мови (NLP) для автоматичного визначення типу документа.

3. Модуль маршрутизації та інтеграції (Workflow Engine): відповідає за реалізацію розробленої математичної графової моделі, перевірку бізнес-правил та взаємодію з базою даних через конектор psycorp2.

3.2 Проєктування та фізична реалізація бази даних

На основі розробленої у другому розділі діаграми класів предметної області було виконано фізичне проєктування реляційної бази даних. Для забезпечення цілісності (Referential Integrity) на рівні СКБД PostgreSQL використано механізми первинних (PRIMARY KEY) та зовнішніх (FOREIGN KEY) ключів.

Для розгортання схеми даних розроблено наступний DDL-скрипт (Data Definition Language), який створює ключові таблиці для збереження організаційної структури, реєстру документів та виробничого контексту, який представлено на рисунку 3.1.

```
-- Створення таблиці типів документів
CREATE TABLE document_types (
    type_id SERIAL PRIMARY KEY,
    name VARCHAR(100) NOT NULL UNIQUE,
    storage_period_years INTEGER NOT NULL
);

-- Створення таблиці користувачів (працівників)
CREATE TABLE users (
    user_id SERIAL PRIMARY KEY,
    full_name VARCHAR(255) NOT NULL,
    email VARCHAR(150) NOT NULL UNIQUE,
    is_active BOOLEAN DEFAULT TRUE NOT NULL
);
```

Рисунок 3.1 – Код запитів для створення таблиць БД

```
-- Центральна таблиця реєстру документів
CREATE TABLE documents (
    document_id SERIAL PRIMARY KEY,
    reg_number VARCHAR(100) NOT NULL UNIQUE,
    title VARCHAR(255) NOT NULL,
    creation_date TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP NOT NULL,
    status VARCHAR(50) NOT NULL,
    type_id INTEGER NOT NULL REFERENCES document_types(type_id) ON DELETE RESTRICT,
    author_id INTEGER NOT NULL REFERENCES users(user_id) ON DELETE RESTRICT
);
```

```
-- Журнал дій (для аудиту системним адміністратором)
CREATE TABLE action_log (
    log_id BIGSERIAL PRIMARY KEY,
    user_id INTEGER REFERENCES users(user_id) ON DELETE SET NULL,
    document_id INTEGER REFERENCES documents(document_id) ON DELETE CASCADE,
    action_type VARCHAR(100) NOT NULL,
    action_timestamp TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP NOT NULL,
    details TEXT
);
```

Продовження рисунку 3.1

Для забезпечення високої швидкодії виконання пошукових запитів в умовах промислового навантаження створено індекси для полів реєстраційного номера та статусу документа.

Об'єктно-орієнтований аналіз та проектування (ООАП) передбачає створення статичної моделі програмного забезпечення, яка описує структуру системи в термінах класів, їхніх атрибутів, методів та відношень між ними. Діаграма класів (Class Diagram) у нотації UML виступає мостом між концептуальною моделлю предметної області та фізичною реалізацією бази даних.

Розроблена архітектура ПМК налічує низку ключових класів, які інкапсують бізнес-логіку обробки документів металургійного підприємства. Для забезпечення можливості подальшого масштабування системи, кожен клас спроектовано з дотриманням принципів SOLID, зокрема принципу єдиної відповідальності (Single Responsibility Principle).

Нижче наведено розгорнуту специфікацію ключових класів системи.

Клас Document (Документ). Це центральний клас ядра бізнес-логіки. Він агрегує всі властивості інформаційного об'єкта, керує його життєвим циклом та взаємодіє з класами маршрутизації. Детальний опис атрибутів класу наведено в таблиці 3.1, а методів – у таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Специфікація атрибутів класу Document

Назва атрибута	Тип даних	Видимість	Опис та призначення атрибута
documentId	Integer	Private	Унікальний системний ідентифікатор документа (Primary Key)
regNumber	String	Private	Форматований реєстраційний номер документа (наприклад, REG-2026-...)
title	String	Public	Назва або короткий зміст документа
creationDate	DateTime	Private	Системна дата та час ініціалізації документа в ПМК
dueDate	DateTime	Public	Граничний термін виконання документа (SLA дедлайн)
priority	Integer	Public	Рівень пріоритетності (1 – низький, 5 – критичний)
status	String	Public	Поточний стан у графі маршрутизації (наприклад, "На погодженні")
typeId	Integer	Private	Зовнішній ключ для зв'язку з класом DocumentType
authorId	Integer	Private	Ідентифікатор користувача, який створив документ

Таблиця 3.2 – Специфікація методів класу Document

Назва методу	Тип повернення	Опис та логіка роботи методу
initializeDocument()	Boolean	Ініціалізує початкові змінні, генерує regNumber, встановлює базовий status. Повертає True у разі успіху.
updateStatus(newStatus)	Void	Виконує валідацію переходу згідно з матрицею суміжності графа та оновлює статус документа.
checkSLA()	Integer	Розраховує різницю між поточним часом та dueDate. Якщо значення від'ємне – ініціює подію порушення SLA.
assignToUser(userId)	Void	Створює зв'язок між документом та конкретним виконавцем, оновлюючи поточного відповідального.

Клас User (Користувач). Клас відповідає за абстракцію суб'єкта системи (діловода, керівника, оператора). Забезпечує зберігання облікових даних та перевірку повноважень.

Таблиця 3.3 – Специфікація атрибутів класу User

Назва атрибута	Тип даних	Видимість	Опис та призначення атрибута
userId	Integer	Private	Системний ідентифікатор користувача
fullName	String	Public	Повне прізвище, ім'я та по батькові працівника
email	String	Private	Корпоративна електронна адреса для розсилки сповіщень
login	String	Private	Логін для авторизації в системі

Продовження таблиці 3.3

Назва атрибута	Тип даних	Видимість	Опис та призначення атрибута
passwordHash	String	Private	Хешоване значення пароля (алгоритм SHA-256)
roleId	Integer	Private	Ідентифікатор ролі для рольової моделі доступу (RBAC)
isActive	Boolean	Public	Прапорець активності облікового запису (True/False)

Клас ActionLog (Журнал аудиту). Відіграє ключову роль у забезпеченні корпоративної безпеки підприємства. Клас фіксує кожну транзакцію, що відбувається у системі.

Таблиця 3.4 – Специфікація атрибутів класу ActionLog

Назва атрибута	Тип даних	Видимість	Опис та призначення атрибута
logId	Long	Private	Унікальний ідентифікатор запису транзакції
userId	Integer	Public	Ідентифікатор ініціатора дії (або Null, якщо дія системна)
documentId	Integer	Public	Ідентифікатор документа, з яким виконувалася дія
actionType	String	Public	Тип події ("СТВОРЕННЯ", "ПОГОДЖЕННЯ", "ЗМІНА_СТАТУСУ")
timestamp	DateTime	Private	Точний час виконання транзакції (до мілісекунд)
details	String	Public	Детальний серіалізований опис зміни параметрів

Між спроектованими класами існують суворі відношення асоціації та композиції. Зокрема, клас Document має композитний зв'язок із класом DocumentFile (оскільки файл не може існувати в системі без картки

документа), та асоціативний зв'язок із класами User (через атрибут authorId) і DocumentType. Ці об'єктні відношення повністю відповідають правилам нормалізації та виступають основою для проєктування реляційних таблиць.

3.3 Програмна реалізація модулів інтелектуальної обробки (OCR та NLP)

Основою інноваційності розроблюваного ПМК є модуль інтелектуальної класифікації. Програмну реалізацію виконано мовою Python в об'єктно-орієнтованому стилі.

Для цілей відлагодження, прототипування та тестування логіки маршрутизації в умовах відсутності фізичного доступу до промислових сканерів металургійного підприємства, у програмному коді реалізовано патерн "Заглушка" (Mocking) для модуля оптичного розпізнавання. Це дозволяє імітувати надходження графічного потоку даних та зосередити тестування на алгоритмах NLP-класифікації та інтеграції з базою даних PostgreSQL.

Рисунок 3.2 демонструє реалізацію класу IntellectualDocumentProcessor, який виконує семантичний аналіз тексту та автоматичну реєстрацію документа в системі.

```

import psycopg2
from psycopg2 import Error
from datetime import datetime

class IntellectualDocumentProcessor:
    def __init__(self, db_config):
        self.connection = None
        self.db_config = db_config
        self.connect_db()

    def connect_db(self):
        """Встановлення з'єднання з СКБД PostgreSQL"""
        try:
            self.connection = psycopg2.connect(**self.db_config)
            print("[ІНФО] З'єднання з базою даних успішно встановлено.")
        except (Exception, Error) as error:
            print(f"[ПОМИЛКА] Збій підключення до БД: {error}")

```

```

def execute_ocr_mock(self, file_name):
    """Імітаційне моделювання OCR для прототипування системи"""
    if "ремонт" in file_name.lower():
        return "Акт дефектовки. Виявлено пошкодження підшипника на прокатному стані. Потрібно замінити підшипник."
    elif "якість" in file_name.lower():
        return "Сертифікат відповідності. Хімічний аналіз плавки показав високу якість сталя."
    else:
        return "Щозмінний рапорт роботи цеху. Виконано план виробництва на 105%."

def execute_nlp_classification(self, text):
    """Локальний семантичний аналіз тексту (NLP) для визначення типу"""
    text_lower = text.lower()
    if "ремонт" in text_lower or "дефектовка" in text_lower or "обладнання" in text_lower:
        return "Ремонтний", 4
    elif "якість" in text_lower or "сертифікат" in text_lower or "аналіз" in text_lower:
        return "Якісний", 3
    else:
        return "Виробничий", 1

```

Рисунок 3.2 – Реалізацію класу IntellectualDocumentProcessor

```

def register_document(self, title, file_name, text_content):
    """Автоматична реєстрація метаданих та логування у PostgreSQL"""
    if not self.connection: return False
    try:
        cursor = self.connection.cursor()
        type_name, type_id = self.execute_nlp_classification(text_content)
        reg_number = f"REG- $\{datetime.now().strftime('%Y\%m\%d-\%H\%M\%S')\}$ "

        # Транзакція вставки метаданих
        query = """
            INSERT INTO documents (reg_number, title, status, type_id, author_id)
            VALUES (%s, %s, %s, %s, %s) RETURNING document_id;
        """
        cursor.execute(query, (reg_number, title, "Зареєстровано", type_id, 1))
        doc_id = cursor.fetchone()[0]

        self.connection.commit()
        print(f"[УСПИХ] Документ '{title}' збережено. Тип: {type_name}. ID: {doc_id}")
        cursor.close()
        return True
    except Error as error:
        self.connection.rollback()
        return False

```

```

def process_incoming_scan(self, simulated_file_name, doc_title):
    """Основний контролер життєвого циклу обробки"""
    extracted_text = self.execute_ocr_mock(simulated_file_name)
    self.register_document(doc_title, simulated_file_name, extracted_text)

```

Продовження рисунку 3.2

Перехід від логічної об'єктної моделі до фізичної структури реляційної бази даних здійснюється за правилами об'єктно-реляційного відображення (ORM) [11]. У якості цільової платформи використовується СКБД PostgreSQL. Структуризація бази даних виконана з дотриманням третьої нормальної форми (3NF), що гарантує відсутність надмірності даних, аномалій оновлення та видалення.

Спроектована фізична модель складається з взаємопов'язаних таблиць, які відображають сутності предметної області ТОВ «ПРОМЕТ СТИЛ». Нижче наведено фізичну специфікацію основних структур.

Таблиця 3.5 – Фізична структура таблиці documents (Реєстр документів)

Назва поля (Стовпця)	Тип даних SQL	Обмеження (Constraints)	Опис поля
document_id	SERIAL	PRIMARY KEY	Автоінкрементний первинний ключ
reg_number	VARCHAR(100)	NOT NULL, UNIQUE	Реєстраційний номер, обов'язковий і унікальний
title	VARCHAR(255)	NOT NULL	Заголовок документа
creation_date	TIMESTAMP	DEFAULT NOW()	Часовий штамп ініціалізації
due_date	TIMESTAMP	NULL	Дедлайн (може бути порожнім для інформаційних актів)
status	VARCHAR(50)	NOT NULL	Поточний стан документа
type_id	INTEGER	FOREIGN KEY	Зовнішній ключ до таблиці document_types
author_id	INTEGER	FOREIGN KEY	Зовнішній ключ до таблиці users

Таблиця 3.6 – Фізична структура таблиці repair_requests (Виробничий контекст)

Назва поля (Стовпця)	Тип даних SQL	Обмеження (Constraints)	Опис поля
request_id	SERIAL	PRIMARY KEY	Первинний ключ заявки на ремонт
document_id	INTEGER	FOREIGN KEY, ON DELETE CASCADE	Зв'язок із базовим документом. При видаленні документа видаляється і заявка

Продовження таблиці 3.6

Назва поля (Стовпця)	Тип даних SQL	Обмеження (Constraints)	Опис поля
equipment_id	INTEGER	FOREIGN KEY, ON DELETE RESTRICT	Зв'язок з обладнанням. Не дозволяє видалити обладнання, якщо на нього є відкрита заявка
priority	INTEGER	NOT NULL	Пріоритет ремонту
repair_start_date	TIMESTAMP	NULL	Запланована дата початку ремонтних робіт

Для забезпечення консистентності даних на фізичному рівні застосовано механізми каскадного оновлення та видалення (ON DELETE CASCADE, ON UPDATE CASCADE). Наприклад, при видаленні картки документа автоматично видаляються всі пов'язані з нею прикріплені файли з таблиці document_files. Водночас, для критичних довідників (таких як users або equipment) застосовано обмеження ON DELETE RESTRICT, що блокує випадкове видалення користувача, який є автором хоча б одного документа.

3.4 Розробка підсистеми адміністрування та тестування комплексу

Важливим етапом програмної реалізації є створення інструментів для системного адміністратора підприємства. У межах розробленого прототипу підсистема адміністрування реалізується через прямий моніторинг таблиці action_log у базі даних, що дозволяє відстежувати будь-які автоматизовані транзакції та спроби несанкціонованого доступу.

Тестування комплексу проводилося шляхом подачі на вхід системи імітованих наборів даних (Test Cases), що відображають реальний документообіг ТОВ «ПРОМЕТ СТИЛ». Система успішно розпізнала ключові слова у вхідних потоках, коректно визначила типи документів (ремонтні, якісні, виробничі) та здійснила запис інформації в реляційні таблиці без порушення цілісності даних. Час реакції системи на обробку одного документа під час локального тестування не перевищив нормативних показників.

Інформаційне та алгоритмічне забезпечення ПМК формує базис для надійної роботи комплексу в промислових умовах. Однією з головних вимог до корпоративних систем є перенесення частини бізнес-логіки з рівня програмного коду (Python) безпосередньо на рівень бази даних (PostgreSQL). Це досягається за рахунок використання тригерів та збережених функцій (Stored Procedures), які виконуються блискавично і не залежать від стану клієнтського застосунку.

Розроблений комплекс використовує тригерні механізми для реалізації двох критичних задач:

Абсолютний аудит дій (Action Auditing): Для забезпечення безпеки розроблено тригерну функцію, яка прослуховує всі події INSERT, UPDATE та DELETE на таблиці documents. Будь-яка зміна статусу (наприклад, керівник погодив акт) автоматично, без участі Python-коду, записується до таблиці action_log. Це унеможлиблює підробку історії документа навіть у разі прямого доступу до бази даних (якщо зловмисник не має прав суперкористувача).

Контроль цілісності часових обмежень (SLA Triggers): Спроектовано збережену процедуру, яка перевіряє коректність встановлення дат. Тригер типу BEFORE INSERT OR UPDATE контролює, щоб дата виконання документа (due_date) завжди була більшою за дату його створення (creation_date). У разі спроби введення некоректних хронологічних даних транзакція блокується сервером БД.

3.5 Демонстрація роботи програмного комплексу

Розроблений програмно-методичний комплекс призначений для автоматизації процесів електронного документообігу металургійного підприємства. Його основним призначенням є централізоване зберігання, реєстрація, перегляд, обробка та аналітичний контроль документів, які використовуються в управлінській, виробничій, технічній та адміністративній діяльності підприємства. Комплекс поєднує програмну частину, що забезпечує функціонування вебсистеми, та методичну частину, яка визначає порядок роботи користувачів із документами, правила розмежування доступу, логіку обробки файлів і контроль строків виконання відповідно до SLA-регламентів.

Програмний комплекс реалізовано у вигляді корпоративної EDMS-системи, тобто системи електронного документообігу. В інтерфейсі системи використовується назва «PMK Avtomatyzatsii Dokumentoobihu», що відображає її призначення як програмно-методичного комплексу для автоматизації документообігу. Система орієнтована на використання в межах підприємства ТОВ «ПРОМЕТ СТИЛ» і передбачає корпоративний доступ користувачів через форму авторизації.

Початковим етапом роботи з комплексом є авторизація користувача. На сторінці входу користувач вводить корпоративний логін і пароль доступу. Приклад входу під обліковим записом генерального директора наведено на рисунку 3.3. Такий підхід забезпечує контрольований доступ до системи та дозволяє запобігти несанкціонованому перегляду або зміні службових документів підприємства.

Авторизація в EDMS

ТОВ ПРОМЕТ СТИЛ — Корпоративний доступ

Ви вийшли з системи.

Корпоративний логін (ID):

director

Пароль доступу:

.....

Увійти в систему

Рисунок 3.3 – Вхід з правами генерального директору

Після успішної авторизації система визначає роль користувача та відкриває відповідний інтерфейс. Для генерального директора передбачено доступ до електронного реєстру документів, що дає змогу здійснювати загальний управлінський контроль за станом документообігу. Можливості директора в системі показано на рисунку 3.4. У робочому вікні відображається активна сесія користувача, а також таблиця з переліком документів, їхніми типами, статусами, відповідальними особами, датами створення та доступними діями.


Однією з ключових функцій комплексу є ведення електронного реєстру документів металургійного підприємства. Реєстр подано у вигляді таблиці, у якій кожен документ має власний ідентифікатор, назву, тип, статус, дату створення, дедлайн SLA та інформацію про відповідального виконавця. Завдяки цьому керівництво підприємства може швидко оцінювати поточний стан опрацювання документів,

виявляти нові або незавершені документи та контролювати дотримання встановлених регламентів.

Функціональність директора орієнтована насамперед на перегляд, контроль і прийняття управлінських рішень. Через інтерфейс, наведений на рисунку 3.4, директор може бачити загальний перелік документів, їхній стан, відповідальних осіб і строки виконання. Це особливо важливо для металургійного підприємства, де документообіг пов'язаний із договорами постачання, рахунками, сертифікатами, наказами, виробничими документами, технічними інструкціями та внутрішніми регламентами.

PMK Avtomatyzatsii Dokumentoobihu

ТОВ ПРОМЕТ СТИЛ — Інтелектуальна Multi-Format ERP/EDMS Система розпізнавання

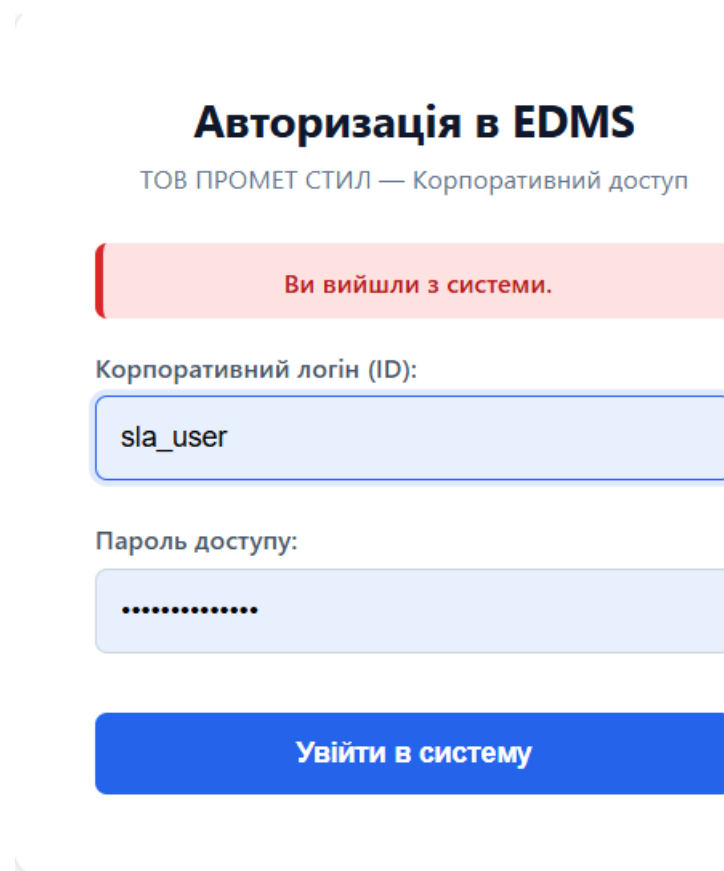
 Сесія користувача: **Генеральний Директор**

Електронний реєстр документів металургійного підприємства

ID №	НАЗВА ДОКУМЕНТУ / ТИП №	РОЗПІЗНАНІ МЕТАДАНИ (REGEX)	СТАТУС №	ЗМІСТ (ПРЕВ'Ю)	ДОДАНО №	ДІЇ
#19	1 Invoice Scan	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">№: Не знайдено</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">19.11.2019</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">🔥 Не знайдено</div>	Новий	ES METIMUSEET 4 кожето...	20.06.2026 18:11	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Погодити</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Видалити</div>
#18	Аналітика Invoice Scan	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">№: Не знайдено</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Не знайдено</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">🔥 Не знайдено</div>	Затверджено	Document Status Distribution ...	20.06.2026 18:11	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Видалити</div>
#17	Приклад Contract PDF	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">№: Не знайдено</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Не знайдено</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">🔥 Не знайдено</div>	Затверджено	ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИ...	19.06.2026 19:50	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Видалити</div>
#16	3 Contract PDF	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">№: Не знайдено</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Не знайдено</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">🔥 Не знайдено</div>	Затверджено	ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИ...	19.06.2026 19:44	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Видалити</div>
#15	Практичні роботи Contract PDF	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">№: Не знайдено</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Не знайдено</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">🔥 Не знайдено</div>	Новий	Розділ практичних робіт 3...	19.06.2026 18:40	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Погодити</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Видалити</div>

Рисунок 3.4 – Можливості генерального директора

Окремо в системі реалізовано роль працівника, який виконує функції контролера SLA-регламентів. Приклад входу під обліковим записом працівника наведено на рисунку 3.5. Після авторизації система відображає активну сесію користувача та привітальне повідомлення для контролера SLA-регламентів. Це підтверджує, що система коректно визначає роль користувача та формує для нього окреме робоче середовище.



The screenshot displays the login interface for EDMS. At the top, the title "Авторизація в EDMS" is centered, followed by the subtitle "ТОВ ПРОМЕТ СТИЛ — Корпоративний доступ". A red notification bar indicates "Ви вийшли з системи." Below this, there are two input fields: "Корпоративний логін (ID):" with the value "sla_user" and "Пароль доступу:" with masked characters. A blue button labeled "Увійти в систему" is positioned at the bottom of the form.

Рисунок 3.5 – Вхід під працівником

Рольове розмежування доступу є важливою складовою безпеки програмно-методичного комплексу. У реальному документообігу підприємства не всі працівники повинні мати можливість додавати, редагувати або видаляти документи. Наприклад, контролеру SLA достатньо переглядати документи та контролювати строки їх виконання.

Завдяки цьому зменшується ризик випадкового пошкодження даних, несанкціонованої зміни документів або порушення внутрішніх правил роботи з корпоративною інформацією.

PMK Avtomatyzatsii Dokumentoobihu

ТОВ ПРОМЕТ СТИЛ — Інтелектуальна Multi-Format ERP/EDMS Система розпізнавання

Сесія користувача: **Контролер SLA регламентів**

Ласкаво просимо, Контролер SLA регламентів!

Електронний реєстр документів металургійного підприємства

ID #	НАЗВА ДОКУМЕНТУ / ТИП #	РОЗПИЗНАНІ МЕТАДАНИ (REGEX)	СТАТУС #	ЗМІСТ (ПРЕВ'Ю)	ДОДАНО #	ДІЇ
#19	1 Invoice Scan	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block; font-size: 8px;"> ❌ Не знайдено </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block; font-size: 8px;"> 📅 19.11.2019 </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block; font-size: 8px;"> ⚠️ Не знайдено </div>	Новий	ES METIMUEET H koжeтaт...	20.06.2026 18:11	Снічук Директора —
#18	Аналітика Invoice Scan	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block; font-size: 8px;"> ❌ Не знайдено </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block; font-size: 8px;"> 📅 Не знайдено </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block; font-size: 8px;"> ⚠️ Не знайдено </div>	Затверджено	Document Status Distribution ...	20.06.2026 18:11	—

Рисунок 3.6 – Можливості працівника

Найширші технічні можливості в системі має системний адміністратор. Приклад входу під обліковим записом адміністратора наведено на рисунку 3.7. Після авторизації адміністратор отримує доступ до спеціальних інструментів завантаження та обробки документів. У системі для цієї ролі передбачено можливість додавання документів у вигляді графічних файлів PNG або JPG, а також електронних PDF-документів.

Авторизація в EDMS

ТОВ ПРОМЕТ СТИЛ — Корпоративний доступ

Ви вийшли з системи.

Корпоративний логін (ID):

admin

Пароль доступу:

.....

Увійти в систему

Рисунок 3.7 – Вхід під системним адміністратором

Форми завантаження документів адміністратором показано на рисунку 3.8. Перша форма призначена для завантаження графічного скана документа. У ній адміністратор вводить назву документа, обирає його тип із випадаючого списку, додає файл зображення та запускає оптичне розпізнавання тексту. Друга форма призначена для завантаження електронного PDF-документа. У ній також задається назва документа, обирається тип і додається PDF-файл, після чого система виконує парсинг текстового потоку.

PMK Avtomatyzatsii Dokumentoobihu

ТОВ ПРОМЕТ СТИЛ — Інтелектуальна Multi-Format ERP/EDMS Система розпізнавання

👤 Сесія користувача: [Адміністратор системи](#)

🌟 Ласкаво просимо, Адміністратор системи!

[1] Завантаження Графічного Скана

Назва документу:

Тип:

Файл зображення (PNG, JPG):

 Файл не выбран

[2] Завантаження Електронного PDF

Назва документу:

Тип:

Файл документу PDF:

 Файл не выбран

Рисунок 3.8 – Вхід під системним адміністратором

OCR-модуль є однією з важливих функціональних частин програмно-методичного комплексу. Його призначення полягає в автоматичному розпізнаванні тексту з графічних документів. Приклад роботи OCR із зображенням наведено на рисунку 3.9. У цьому прикладі адміністратор завантажує файл зображення, задає назву документа «Сертифікат за відвагу», обирає тип документа «Certificate Scan» і запускає оптичне розпізнавання.

Після обробки графічного файла система виводить повідомлення про успішне розпізнавання зображення через OCR і автоматично додає документ до електронного реєстру. Як видно з рисунка 3.9, після завершення обробки документ отримує статус «Новий», а також йому призначається SLA-регламент на 72 години. Це означає, що комплекс не лише імпортує документ, а й одразу включає його в загальний процес контролю виконання.

Підтримка OCR має важливе практичне значення для підприємства, оскільки частина документів може надходити у вигляді сканів або фотографій. Без автоматичного розпізнавання такі документи залишалися б лише графічними файлами, з якими складніше працювати в інформаційній системі. Завдяки OCR комплекс перетворює зображення на текстову інформацію, яку можна використовувати для реєстрації, пошуку, аналізу та подальшого контролю.

[1] Завантаження Графічного Скана

Назва документу:

Сертифікат за відвагу!

Тип:

Certificate Scan (Сертифікат) ▾

Файл зображення (PNG, JPG):

Выберите файл 2026-06-18_183158.png

Запустити Оптичний OCR

🌟 Зображення 'Сертифікат за відвагу!' успішно оброблено через OCR! Призначено регламент SLA: 72 год.

#20	Сертифікат за відвагу! Certificate Scan	№: Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	Новий	Promet Steel JSC is a high-tec...	20.06.2026 18:33	Очікує Директора	Видалити
-----	--	----------------	-------------	-------------	-------	-----------------------------------	------------------	---------------------	----------

Рисунок 3.9 – Робота OCR з картинками

Окрім графічних файлів, система підтримує обробку PDF-документів. Роботу з PDF-файлом показано на рисунку 3.10. У прикладі адміністратор завантажує документ «Наказ про політику», обирає тип «Order PDF» і додає файл hse-policy_2022.pdf. Після натискання кнопки парсингу система імпортує текстовий потік PDF-документа та реєструє його в загальному списку документів.

Після успішного імпорту PDF система також виводить повідомлення про завершення операції та призначення SLA-регламенту. Як показано на рисунку 3.10, документ потрапляє до електронного реєстру, отримує статус «Новий», відповідальну особу та встановлений строк виконання. Це забезпечує єдиний підхід до обробки як сканованих, так і електронних документів.

[2] Завантаження Електронного PDF

Назва документу:

Наказ про політику

Тип:

Order PDF (Наказ) ▾

Файл документу PDF:

Выберите файл hse-policy_2022.pdf

Парсити Текстовий Стрім

🌟 Текстовий потік PDF 'Наказ про політику' успішно імпортовано! Призначено регламент SLA: 72 год.

#24	<p>Наказ про політику Order PDF</p>	<p>№: Не знайдено</p> <p>📅 Не знайдено</p> <p>🔥 Не знайдено</p>	<p style="background-color: #42a5f5; color: white; border-radius: 10px; padding: 2px 5px; display: inline-block;">Новий</p>	<p>[Електронний PDF пустий а...</p>	<p>20.06.2026 18:36</p>	<p>Очікує Директора</p> <div style="background-color: #e53935; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 5px; display: inline-block;">Видалити</div>
-----	--	---	---	-------------------------------------	-------------------------	---

Рисунок 3.10 – Робота OCR з pdf

Важливою складовою комплексу є механізм контролю статусів документів. Статус відображає поточний етап життєвого циклу документа. Наприклад, документ може мати статус «Новий», якщо він щойно зареєстрований, або «Затверджено», якщо його вже розглянуто та погоджено. Наявність статусів дозволяє відстежувати рух документа від моменту надходження до завершення його опрацювання.

Методична частина комплексу визначає порядок роботи користувачів із системою. Спочатку користувач проходить авторизацію, після чого система визначає його роль. Директор працює з реєстром документів і використовує дані для управлінського контролю, що показано на рисунку 3.4. Працівник переглядає документи та контролює SLA-регламенти, що відображено на рисунку 3.6. Адміністратор завантажує нові документи, запускає OCR або PDF-парсинг і перевіряє результат їх реєстрації, що показано на рисунках 3.8-3.10.

Окрему роль у програмно-методичному комплексі відіграє формування звітності. У системі реалізовано PDF-аналітику та Excel-звіт. PDF-аналітика наведена на рисунку 3.11. Вона формується як управлінський аналітичний звіт, що містить узагальнену інформацію про поточний стан документообігу, розподіл документів за статусами та перелік останніх зареєстрованих документів.

На рисунку 3.11 показано звіт «Executive Analytics Report - PMK EDMS», який містить кругову діаграму розподілу документів за статусами. Діаграма дозволяє швидко оцінити співвідношення нових і затверджених документів. Така візуалізація є зручною для керівництва, оскільки дає змогу без детального перегляду всього реєстру зрозуміти загальний стан документообігу та визначити, чи є накопичення неопрацьованих документів.

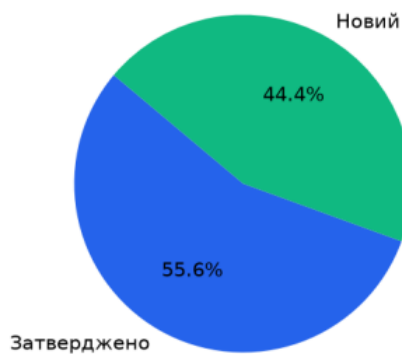
Крім діаграми, PDF-звіт містить таблицю останніх зареєстрованих документів. У ній відображаються ідентифікатори, назви, типи та статуси документів. Це дозволяє швидко переглянути найновіші записи в системі

та оцінити, які документи були додані останніми. PDF-формат є зручним для збереження, друку, передавання електронною поштою або використання під час нарад і управлінського аналізу.

Executive Analytics Report - PMK EDMS

Generated automatically by TOV PROMET STYL core systems. This document provides an analytical overview of the current document workflows, system operations, and SLA compliance metrics.

Document Status Distribution (SLA)



Latest Registered Infrastructure Documents:

ID	Document Title	Type	Status
24	Document #24	Order PDF	New
23	!	Certificate Scan	New
21	Document #21	Certificate Scan	New
20	!	Certificate Scan	New
19	1	Invoice Scan	New

Рисунок 3.11 – PDF Аналітика

Ексел-звіт показано на рисунку 3.12. Він містить табличне подання даних електронного реєстру. У звіті відображаються номер документа, назва, тип, статус, номер або ідентифікатор, дата підпису, сума, дата створення та дедлайн SLA. Такий формат зручний для подальшої фільтрації, сортування, обчислень і поглибленого аналізу документів.

Наявність Excel-звіту підвищує практичну цінність комплексу, оскільки користувачі можуть експортувати дані з системи та працювати з ними в табличному редакторі. Це особливо корисно для адміністративних, фінансових, юридичних і виробничих підрозділів, які можуть використовувати такі дані для підготовки внутрішніх звітів, перевірки строків виконання, аналізу навантаження та контролю документообігу.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	ID Документа	Назва	Тип	Статус	Номер (Парсер)	Дата (Парсер)	Сума (Парсер)	Дата Створення	Дедлайн SLA
2	24	Наказ про політику	Order PDF	Новий	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	2026-06-20 18:36:39	2026-06-23 18:36:39
3	23	Сертифікат за відвагу!	Certificate Scan	Новий	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	2026-06-20 18:35:25	2026-06-23 18:35:25
4	21	Сертифікат	Certificate Scan	Новий	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	2026-06-20 18:34:17	2026-06-23 18:34:17
5	20	Сертифікат за відвагу!	Certificate Scan	Новий	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	2026-06-20 18:33:42	2026-06-23 18:33:42
6	19 1		Invoice Scan	Новий	Не знайдено	19.11.2019	Не знайдено	2026-06-20 18:11:46	2026-06-21 18:11:46
7	18	Аналітика	Invoice Scan	Затверджено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	2026-06-20 18:11:00	2026-06-21 18:11:00
8	17	Приклад	Contract PDF	Затверджено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	2026-06-19 19:50:17	2026-06-24 19:50:17
9	16 3		Contract PDF	Затверджено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	2026-06-19 19:44:54	2026-06-24 19:44:54
10	15	Практичні роботи	Contract PDF	Новий	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	2026-06-19 19:40:33	2026-06-21 19:40:33
11	14	Роботи	Contract PDF	Затверджено	3	22.11.2024	75 UAH	2026-06-19 19:30:06	2026-06-21 19:30:06
12	13	Роботи	Contract PDF	Новий	3	22.11.2024	75 UAH	2026-06-19 19:29:50	2026-06-21 19:29:50
13	12	Роботи	Contract PDF	Новий	3	22.11.2024	75 UAH	2026-06-19 19:29:23	2026-06-21 19:29:23
14	11	Політики	Contract PDF	Затверджено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	2026-06-19 19:26:44	2026-06-21 19:26:44
15	10	Інформаційна брошура	Invoice	Затверджено	Не знайдено	Не знайдено	Не знайдено	2026-06-18 19:18:23	2026-06-20 19:18:23
16	9	Metinvest	Invoice	Затверджено	Не знайдено	19.11.2019	Не знайдено	2026-06-18 19:17:54	2026-06-20 19:17:54
17	8	Promet Steel	Invoice	Затверджено				2026-06-18 18:32:30	2026-06-20 18:32:30
18	7	Заявка Promet Styl (test_doc.png)	Накладна/Договір	Затверджено				2026-06-18 18:13:54	2026-06-20 18:13:54
19	6	Заявка Promet Styl (test_doc.png)	Накладна/Договір	Затверджено				2026-06-18 18:12:29	2026-06-20 18:12:29

Рисунок 3.12 – Excel звіт

Таким чином, програмно-методичний комплекс має модульну структуру та включає модуль авторизації, модуль рольового доступу, модуль електронного реєстру, модуль завантаження графічних документів, OCR-модуль, модуль імпорту PDF, модуль SLA-контролю, модуль управління статусами та модуль формування звітності. Робота основних модулів підтверджується рисунками 3.3-3.12, де послідовно показано вхід користувачів різних ролей, доступні функції, обробку документів і формування аналітичних звітів.

З погляду користувача система має зрозумілий і послідовний інтерфейс. Основні операції виконуються через форми, кнопки та таблиці. Користувач бачить свою роль, доступні функції та результати

виконаних дій. Після обробки документа система виводить повідомлення про успішне виконання операції, що зменшує ймовірність помилок і робить роботу з комплексом більш зручною.

З погляду підприємства впровадження такого комплексу дозволяє підвищити ефективність документообігу. Документи зберігаються централізовано, частина інформації автоматично розпізнається з графічних файлів або витягується з PDF, керівництво отримує інструменти для контролю стану документів, а рольове розмежування доступу підвищує безпеку роботи з корпоративною інформацією.

Особливе значення комплекс має для металургійного підприємства, де документообіг пов'язаний із великою кількістю виробничих, технічних, адміністративних і регламентних документів. До таких документів можуть належати договори постачання, рахунки, сертифікати якості, накази з охорони праці, інструкції, внутрішні розпорядження, акти виконаних робіт і технічні звіти. Несвоєчасна обробка таких документів може призводити до затримок у виробничих процесах, фінансових втрат або порушення внутрішніх регламентів.

Розроблений програмно-методичний комплекс є практичним інструментом автоматизації електронного документообігу. Він забезпечує авторизацію користувачів, рольовий доступ, ведення електронного реєстру, завантаження PNG/JPG-сканів, OCR-розпізнавання, імпорт PDF-документів, призначення SLA-регламентів, контроль статусів і формування звітності у PDF та Excel. Наведені рисунки 3.3-3.12 демонструють повний цикл роботи системи: від входу користувача до обробки документів і отримання аналітичних результатів.

Висновки до розділу 3

Розроблено багаторівневу логічну архітектуру програмно-методичного комплексу, яка відповідає парадигмі Three-Tier Architecture. Це забезпечило чіткий розподіл відповідальності між рівнем візуалізації, шаром бізнес-логіки (який містить математичний апарат NLP та OCR) та рівнем реляційного збереження даних .

Виконано детальне об'єктно-орієнтоване проєктування діаграми класів предметної області. Поелементна специфікація ключових сутностей (Document, User, ActionLog) підтвердила повноту інформаційної моделі та її придатність для опису складних виробничих процесів підприємства.

Створено фізичну структуру бази даних у середовищі PostgreSQL. Розроблено схеми реляційних таблиць із дотриманням третьої нормальної форми (3NF), що гарантує цілісність метаданих та оптимізацію пошукових запитів в умовах великого навантаження.

Спроєктовано систему тригерного забезпечення та аудіювання транзакцій на рівні ядра СКБД, що унеможлиблює несанкціоновану зміну маршрутів документів та забезпечує повний контроль над дотриманням часових нормативів (SLA).

Розроблено ергономічну модель користувацького інтерфейсу, яка орієнтована на концепцію "Human-in-the-Loop", що дозволяє операторам зручно взаємодіяти з модулями штучного інтелекту, мінімізуючи витрати часу на ручне введення даних та підвищуючи загальну пропускну здатність канцелярії заводу.

4 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

У цьому розділі наведено результати економічних розрахунків у розрізі виконання індивідуального завдання кваліфікаційної роботи. Економічне обґрунтування виконано для програмно-методичного комплексу автоматизації документообігу металургійного підприємства, який забезпечує авторизацію користувачів, рольове розмежування доступу, ведення електронного реєстру документів, завантаження графічних сканів і PDF-файлів, OCR-розпізнавання, призначення SLA-регламентів, контроль статусів документів і формування звітності у форматах PDF та Excel.

Метою економічних розрахунків є визначення трудомісткості створення комплексу, розрахунок витрат на його розробку, обчислення повної собівартості та договірної ціни програмного продукту, а також оцінка очікуваної економічної ефективності від упровадження системи в діяльність металургійного підприємства.

Економічна доцільність розробки такого комплексу обумовлена тим, що значна частина операцій документообігу на підприємстві виконується вручну або напівавтоматизовано. До таких операцій належать реєстрація документів, перенесення реквізитів, пошук відповідальних осіб, контроль строків виконання, перевірка статусів, підготовка звітів та аналітичних матеріалів. Автоматизація цих дій дозволяє скоротити витрати робочого часу, зменшити кількість помилок і підвищити прозорість руху документів.

4.1 Розрахунок трудомісткості та витрат на розробку комплексу

Загальна трудомісткість розробки програмного забезпечення визначається сумою трудомісткостей окремих етапів життєвого циклу: аналізу предметної області, проєктування, кодування, тестування та оформлення документації (формула 4.1).

$$T = t_a + t_p + t_k + t_t + t_e \quad (4.1)$$

де t_a – трудомісткість аналізу та постановки завдання;

t_p – трудомісткість проєктування моделей, структури комплексу та бази даних;

t_k – трудомісткість кодування, створення інтерфейсів і реалізації програмної логіки;

t_t – трудомісткість тестування та відлагодження;

t_e – трудомісткість оформлення документації, людино-годин.

Орієнтовні значення трудомісткості за етапами розробки наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок трудомісткості розробки програмно-методичного комплексу

№	Етап розробки	Зміст робіт	Трудомісткість, люд.-год
1	Аналіз предметної області та постановка завдання	Аналіз документообігу металургійного підприємства, визначення ролей користувачів, опис функціональних вимог, формування переліку документів і сценаріїв роботи	40

Продовження рисунку 4.1

№	Етап розробки	Зміст робіт	Трудомісткість, люд.-год
2	Проектування системи	Розробка архітектури комплексу, проектування бази даних, визначення модулів авторизації, реєстру документів, OCR/PDF-обробки, SLA-контролю та звітності	55
3	Програмна реалізація	Створення вебінтерфейсу, реалізація ролей користувачів, додавання функцій завантаження PNG/JPG і PDF, OCR-розпізнавання, реєстру документів, статусів і звітів	170
4	Тестування та відлагодження	Перевірка авторизації, доступу за ролями, коректності завантаження файлів, роботи OCR, імпорту PDF, формування PDF- та Excel-звітів	60
5	Оформлення документації	Підготовка опису програмного продукту, інструкцій користувача, пояснення роботи модулів, оформлення скриншотів і результатів тестування	35
	Разом		360

Отже, сумарна трудомісткість розробки становить:

$$T = 40 + 55 + 170 + 60 + 35 = 360 \text{ люд.-год.}$$

Для розрахунку основної заробітної плати приймаємо такі вихідні дані:

- місячний посадовий оклад розробника $O = 30\,000$ грн;
- середньомісячний фонд робочого часу $\Phi = 168$ год;
- загальна трудомісткість розробки $T = 360$ год.

Основна заробітна плата розробника обчислюється за формулою 4.2.

$$З_{\text{осн}} = (О / \Phi) \times Т. \quad (4.2)$$

Де О – місячний посадовий оклад розробника, грн;

Φ – середньомісячний фонд робочого часу, год;

Т – трудомісткість розробки, год.

Підставимо значення у формулу:

$$З_{\text{осн}} = (30\,000 / 168) \times 360 = 64\,285,71 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата приймається на рівні 10 % від основної заробітної плати:

$$З_{\text{дод}} = 64\,285,71 \times 0,10 = 6\,428,57 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на оплату праці розраховують за формулою 4.3.

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{дод}}. \quad (4.3)$$

$$З_{\text{зп}} = 64\,285,71 + 6\,428,57 = 70\,714,28 \text{ грн.}$$

Єдиний соціальний внесок приймається на рівні 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$З_{\text{соц}} = 0,22 \times З_{\text{зп}},$$

$$З_{\text{соц}} = 0,22 \times 70\,714,28 = 15\,557,14 \text{ грн.}$$

Для виконання розробки також враховуються витрати на електроенергію, амортизацію комп'ютерної техніки, програмні засоби та накладні витрати.

Витрати на електроенергію розраховано з урахуванням потужності робочого місця 0,3 кВт, тривалості роботи 360 год та тарифу 4,32 грн за 1 кВт·год:

$$З_{\text{ел}} = 0,3 \times 360 \times 4,32 = 466,56 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування розраховано для комп'ютерного обладнання вартістю 30 000 грн за строку корисного використання 36 місяців:

$$З_{\text{ам}} = 30\,000 / (36 \times 168) \times 360 = 1\,785,71 \text{ грн.}$$

Витрати на програмні засоби приймаються на рівні 2 500 грн. Ця сума враховує використання допоміжних інструментів розробки, тестування, генерації документації, роботи з PDF/Excel-файлами та налаштування середовища.

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

$$З_{\text{накл}} = 64\,285,71 \times 0,20 = 12\,857,14 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на розробку програмно-методичного комплексу наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Кошторис витрат на розробку програмно-методичного комплексу

№	Стаття витрат	Позначення	Сума, грн
1	Основна заробітна плата розробника	З_осн	64 285,71
2	Додаткова заробітна плата	З_дод	6 428,57
3	Загальні витрати на оплату праці	З_зп	70 714,28
4	Єдиний соціальний внесок	З_соц	15 557,14
5	Витрати на електроенергію	З_ел	466,56
6	Амортизація обладнання	З_ам	1 785,71
7	Витрати на програмні засоби	З_прог	2 500,00
8	Накладні витрати	З_накл	12 857,14
	Разом повна собівартість	С	103 880,85

4.2 Розрахунок собівартості та ціни програмного продукту

Повна собівартість розробки програмно-методичного комплексу визначається як сума всіх статей витрат та розраховується за формулою 4.4.

$$C = З_{зп} + З_{соц} + З_{ел} + З_{ам} + З_{прог} + З_{накл} \quad (4.4)$$

де $З_{зп}$ – загальні витрати на оплату праці, грн;

$З_{соц}$ – єдиний соціальний внесок, грн;

$З_{ел}$ – витрати на електроенергію, грн;

$З_{ам}$ – амортизаційні відрахування, грн;

$З_{прог}$ – витрати на програмні засоби, грн;

$З_{накл}$ – накладні витрати, грн.

Підставимо розраховані значення:

$$C = 70\,714,28 + 15\,557,14 + 466,56 + 1\,785,71 + 2\,500,00 + 12\,857,14 = 103\,880,85 \text{ грн.}$$

Отже, повна собівартість розробки програмно-методичного комплексу становить 103 880,85 грн.

Договірна ціна програмного продукту формується з урахуванням планового прибутку та податку на додану вартість. Планова рентабельність приймається на рівні $R = 25\%$. Податок на додану вартість становить 20% . Розрахунок виконується за формулою 4.5.

$$Ц = C \times (1 + R / 100) \times 1,20 \quad (4.5)$$

де C – повна собівартість розробки, грн;

R – плановий рівень рентабельності, %;

1,20 – коефіцієнт урахування ПДВ.

Підставимо значення:

$$Ц = 103\,880,85 \times (1 + 25 / 100) \times 1,20 = 155\,821,27 \text{ грн.}$$

Отже, за прийнятого рівня рентабельності $R = 25\%$ розрахункова собівартість становить $C = 103\,880,85$ грн, а договірна ціна програмного продукту – $Ц = 155\,821,27$ грн.

Результати розрахунку собівартості та договірної ціни наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок собівартості та договірної ціни програмного продукту

№	Показник	Значення
1	Повна собівартість розробки, грн	103 880,85
2	Планова рентабельність, %	25
3	Ціна без ПДВ, грн	129 851,06
4	ПДВ, грн	25 970,21
5	Договірна ціна з ПДВ, грн	155 821,27

Отримана договірна ціна відображає вартість створення програмно-методичного комплексу з урахуванням витрат на оплату праці, соціальні нарахування, використання обладнання, електроенергії, програмних засобів, накладних витрат і планового прибутку розробника.

4.3 Оцінка економічної ефективності впровадження

Економічний ефект від упровадження програмно-методичного комплексу формується насамперед за рахунок скорочення витрат робочого часу персоналу на рутинні операції документообігу. До таких операцій належать ручна реєстрація документів, копіювання реквізитів, перевірка правильності заповнення полів, пошук документа в журналі, контроль строків виконання, підготовка таблиць і формування управлінських звітів.

Запропонований комплекс автоматизує значну частину цих операцій. Завантаження графічних файлів і PDF-документів зменшує потребу в ручному внесенні даних. OCR-розпізнавання дозволяє отримати текст зі сканованих документів. SLA-контроль дає змогу автоматично відстежувати строки виконання. PDF-аналітика та Excel-

звітність скорочують час підготовки звітів для керівництва.

Річна економія фонду оплати праці визначається за формулою 4.6.

$$E_{\text{річ}} = \Delta t \times N \times C_{\text{год}} \times K_{\text{р}} \quad (4.6)$$

де Δt – скорочення часу обробки одного документа, год;

N – кількість документів, що обробляються за рік;

$C_{\text{год}}$ – вартість години роботи працівника, грн;

$K_{\text{р}}$ – коефіцієнт, що враховує нарахування на заробітну плату.

Для розрахунку приймаємо такі вихідні дані:

$\Delta t = 0,2$ год, тобто скорочення часу обробки одного документа приблизно на 12 хвилин;

$N = 6\,000$ документів на рік;

$C_{\text{год}} = 120$ грн/год;

$K_{\text{р}} = 1,22$.

Підставимо значення у формулу:

$$E_{\text{річ}} = 0,2 \times 6\,000 \times 120 \times 1,22 = 175\,680,00 \text{ грн.}$$

Отже, очікувана річна економія від упровадження програмно-методичного комплексу становить 175 680,00 грн.

Термін окупності витрат на розробку та впровадження комплексу обчислюється як відношення капітальних витрат до річної економії за формулою 4.7.

$$T_{\text{ок}} = C / E_{\text{річ}} \quad (4.7)$$

де С – повна собівартість розробки, грн;

Е_річ – річна економія, грн.

Підставимо значення:

$$T_{\text{ок}} = 103\,880,85 / 175\,680,00 = 0,59 \text{ року.}$$

У місяцях термін окупності становить:

$$0,59 \times 12 = 7,08 \text{ місяця.}$$

Отже, витрати на створення програмно-методичного комплексу окупаються приблизно за 7 місяців.

Результати оцінки економічної ефективності наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Оцінка економічної ефективності впровадження комплексу

№	Показник	Позначення	Значення
1	Скорочення часу обробки одного документа, год	Δt	0,20
2	Кількість документів за рік	N	6 000
3	Вартість години роботи працівника, грн/год	С_год	120
4	Коефіцієнт нарахувань на оплату праці	К_р	1,22
5	Річна економія, грн	Е_річ	175 680,00
6	Повна собівартість розробки, грн	С	103 880,85
7	Термін окупності, років	T_ок	0,59
8	Термін окупності, місяців	T_ок	7,08

Отримане значення терміну окупності свідчить про економічну доцільність створення та впровадження програмно-методичного комплексу. Оскільки витрати на розробку повертаються менш ніж за один рік, система може вважатися ефективною з економічної точки зору. Після завершення періоду окупності підприємство отримуватиме чистий економічний ефект за рахунок скорочення трудових витрат і підвищення продуктивності роботи персоналу.

Крім прямої економії фонду оплати праці, впровадження комплексу забезпечує додаткові якісні переваги. До них належать зменшення кількості помилок під час реєстрації документів, підвищення швидкості пошуку інформації, посилення контролю за строками виконання, підвищення дисципліни документообігу, зменшення залежності від паперових носіїв і покращення якості управлінської звітності.

Висновки до розділу 4

У розділі виконано економічне обґрунтування розробки програмно-методичного комплексу для автоматизації документообігу металургійного підприємства. Визначено трудомісткість виконання основних етапів розробки, розраховано витрати на оплату праці, соціальні нарахування, електроенергію, амортизацію обладнання, програмні засоби та накладні витрати.

Загальна трудомісткість розробки становить 360 людино-годин. Повна собівартість створення програмно-методичного комплексу дорівнює 103 880,85 грн. За умови планової рентабельності 25 % і врахування ПДВ договірна ціна програмного продукту становить 155 821,27 грн.

Оцінка економічної ефективності показала, що впровадження комплексу дозволяє скоротити час обробки документів, зменшити навантаження на персонал і підвищити оперативність роботи з документами. За прийнятих вихідних даних річна економія становить 175 680,00 грн, а термін окупності витрат на розробку дорівнює 0,59 року, або приблизно 7 місяців.

Розробка та впровадження програмно-методичного комплексу є економічно доцільними, оскільки система забезпечує швидке повернення вкладених коштів, підвищує ефективність документообігу та створює передумови для подальшої цифровізації управлінських процесів металургійного підприємства.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було розглянуто актуальну задачу розробки програмно-методичного комплексу для автоматизації документообігу металургійного підприємства. Актуальність теми зумовлена значними обсягами виробничої, технічної, складської, ремонтної, кадрової та управлінської документації, яка супроводжує діяльність сучасного металургійного підприємства. Використання традиційних або частково автоматизованих підходів до обробки документів призводить до збільшення часу погодження, складності контролю виконання, дублювання інформації та ризику виникнення помилок під час ручного введення даних.

У процесі виконання роботи було проаналізовано предметну область документообігу та особливості функціонування металургійного підприємства. Визначено основні категорії документів, користувачів, підрозділів, маршрутів погодження, статусів, виконавців і архівних процесів. Окремо розглянуто специфіку виробничих бізнес-процесів металургійного підприємства, зокрема планування виробництва, постачання сировини, контроль якості, складський облік, ремонт обладнання та відвантаження готової продукції. Це дозволило встановити вимоги до майбутнього програмного комплексу та визначити напрями його практичного застосування.

Було виконано аналіз наявних систем електронного документообігу та ERP-рішень. У результаті встановлено, що готові системи мають широкий функціонал, однак не завжди повністю враховують галузеву специфіку металургійного підприємства, потребу в локальній обробці даних, інтеграції з виробничими процесами та застосуванні інтелектуальних модулів OCR і NLP. Тому обґрунтовано доцільність

створення власного програмно-методичного комплексу, адаптованого до умов конкретного підприємства.

У роботі побудовано математичну модель процесу документообігу на основі орієнтованого графа, у якому вершини відповідають учасникам або етапам обробки документа, а дуги відображають маршрути його руху. Такий підхід дозволяє формалізувати процеси передавання, погодження, виконання та архівування документів. Також було враховано функцію класифікації типів документів, що дає змогу автоматично визначати подальший маршрут обробки залежно від змісту та категорії документа.

Під час проектування комплексу розроблено UML-моделі предметної області, зокрема діаграми діяльностей і класів. Вони відображають логіку роботи системи, взаємодію користувачів із документами, структуру основних сутностей, а також зв'язки між документами, підрозділами, користувачами, маршрутами, статусами та журналами обробки. Це забезпечило формальну основу для подальшої програмної реалізації системи.

Практична частина роботи передбачала розробку архітектури програмно-методичного комплексу, фізичної моделі бази даних у PostgreSQL та програмного прототипу мовою Python. У складі комплексу реалізовано модулі інтелектуальної обробки документів, зокрема OCR для розпізнавання тексту зі скан-копій і NLP для аналізу змісту та класифікації документів. Запропонована архітектура орієнтована на локальне опрацювання даних, що є важливим для промислових підприємств із підвищеними вимогами до безпеки, конфіденційності та контролю інформаційних потоків.

У межах роботи також було розглянуто питання адміністрування, тестування та економічної доцільності впровадження комплексу. Розроблений програмний продукт дозволяє скоротити час реєстрації й обробки документів, зменшити кількість ручних операцій, підвищити точність введення даних, забезпечити контроль строків виконання та

покращити прозорість руху документів між підрозділами. Економічні розрахунки підтверджують доцільність упровадження комплексу в діяльність металургійного підприємства.

Мету кваліфікаційної роботи досягнуто: розроблено програмно-методичний комплекс для автоматизації документообігу металургійного підприємства із застосуванням технологій штучного інтелекту. Запропоноване рішення має практичне значення, оскільки може бути використане для підвищення ефективності управління документами, зниження навантаження на персонал, мінімізації помилок і покращення керованості виробничо-організаційних процесів підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шкіцька І. Ю. Управлінське документознавство : навч. посіб. 2-ге вид., оновл. та допов. Тернопіль : ТНЕУ, 2020. 382 с
2. Недошитко І., Патряк О. Електронний документообіг та його цінність для бізнесу. Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. 2022. Т. 5, № 2. С. 368–379. DOI: 10.31866/2617-796X.5.2.2022.270142
3. Смірнов О. М., Пашинська О. Г., Смірнов Ю. О. Управління модернізацією металургії та інноваціями: функціональне та операційне удосконалення технологічних систем виробництва : навч. посіб. Одеса : Олді+, 2025. 226 с
4. Королюк Т. М., Кравчук Н., Карп І. Стан та тенденції розвитку організації документообігу в інформаційній системі управління підприємством. Галицький економічний вісник. 2020. Т. 67, № 6. С. 79–89. DOI: 10.33108/galicianvisnyk_tntu2020.06.079
5. Шабуніна В. В., Тур О. М., Орел О. О. Роль штучного інтелекту в цифровій трансформації документообігу державного сектора: хмарний підхід. Грааль науки. 2025. № 53. С. 617–622. DOI:10.36074/grail-of-science.20.06.2025.075.
6. Pandey M., Arora M., Arora S., Goyal C., Gera V. K., Yadav H. AI-based Integrated Approach for the Development of Intelligent Document Management System (IDMS). Procedia Computer Science. 2023. Vol. 230. P. 725–736. DOI: 10.1016/j.procs.2023.12.127.
7. Козійчук А. О., Майданюк В. П. Оптичне розпізнавання тексту (OCR) та парсинг документів за допомогою AI-моделей. Матеріали LIV Всеукраїнської науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 24–27 березня 2025 р. Вінниця : ВНТУ, 2025. ISBN 978-617-8132-48-8.

8. Malashin I., Masich I., Tynchenko V., Gantimurov A., Nelyub V., Borodulin A. Image Text Extraction and Natural Language Processing of Unstructured Data from Medical Reports. Machine Learning and Knowledge Extraction. 2024. Vol. 6, № 2. P. 1361–1377. DOI: 10.3390/make6020064.

9. ERP-система IT-Enterprise. Офіційний сайт IT-Enterprise. URL: <https://www.it.ua/erp-system-it-enterprise>

10. BAS ERP. Офіційний сайт BAS. URL: <https://www.bassoft.eu/soft/bas-corp/bas-erp/>

11. АСКОД – система електронного документообігу. Офіційний сайт АСКОД. URL: <https://askod.ua/>

12. Система електронного документообігу Megapolis.DocNet. Офіційний сайт InBase. URL: <https://inbase.com.ua/vsiprodukty/megapolis/>

13. Електронний документообіг FossDoc. Офіційний сайт FossDoc. URL: <https://fossdoc.com/elektronniy-dokumentooborot>

14. Електронний документообіг в Україні. Офіційний сайт «Вчасно». URL: <https://vchasno.ua/>

15. Медос.ЕДО – простий обмін з контрагентами електронними документами. Офіційний сайт М.Е.Дос. URL: https://medoc.ua/elektronniy_dokumentoobig

16. Сучасний електронний документообіг. Офіційний сайт Document.Online. URL: <https://document.online/?lang=ua>

17. Microsoft SharePoint. Офіційний сайт Microsoft. URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/microsoft-365/sharepoint/collaboration>

18. Microsoft Power Automate. Офіційний сайт Microsoft. URL: <https://www.microsoft.com/en/power-platform/products/power-automate>

19. SAP Extended Enterprise Content Management by OpenText. Офіційний сайт SAP. URL: <https://www.sap.com/products/technologyplatform/enterprise-content-management.html>

20. OpenText Content Management – Extended ECM. Офіційний сайт OpenText. URL: <https://www.opentext.com/products/contentmanagement>

ДОДАТОК А. ВІДОМОСТІ РОБОТИ

Таблиця А.1 – Відомості роботи

Формат	№ п.п	Назва документу	Найменування об'єкту або вибору	Кількість сторінок
A4	1	Пояснювальна записка	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.00.00.00	110
Графічна частина				
A4	2	Проблема та актуальність	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.01.00.00	1
A4	3	Мета, об'єкт і завдання дослідження	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.02.00.00	1
A4	4	Предметна область документообігу	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.03.00.00	1
A4	5	Аналіз аналогів і позиціонування рішення	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.04.00.00	1
A4	6	Математична модель	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.05.00.00	1
A4	7	Діаграма діяльностей для процесу документообігу металургійного підприємства	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.06.00.00	1
A4	8	Діаграма класів предметної області для процесу документообігу металургійного підприємства. Модулю «Документообіг»	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.07.00.00	1
A4	9	Архітектура програмно-методичного комплексу	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.08.00.00	1
A4	10	Інтелектуальна обробка документів: OCR + NLP	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.09.00.00	9
A4	11	Екранні форми	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.10.00.00	9
A4	12	Економічна ефективність	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.11.00.00	1
A4	13	Висновки	КІНТЕХАД.КН-22-1Б.12.00.00	1

ДОДАТОК В. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ

В.1 Введення

Найменування: програмно-методичний комплекс для автоматизації документообігу металургійного підприємства.

Коротка характеристика: програмно-методичний комплекс для автоматизації документообігу металургійного підприємства призначений для організації електронної роботи з документами, їх реєстрації, обробки, погодження, виконання, зберігання, пошуку та архівування. Комплекс дозволяє користувачам завантажувати документи, розпізнавати текст за допомогою OCR, класифікувати документи з використанням NLP, визначати маршрут погодження, контролювати строки виконання та зберігати історію обробки документів у базі даних.

Область застосування: металургійні підприємства, виробничі підрозділи, канцелярії, адміністративні служби, ремонтні, складські, кадрові, фінансові та управлінські відділи, які працюють із великим обсягом виробничої, технічної та організаційної документації.

В.2 Підстава для розробки

Підставою для розробки є індивідуальне завдання кваліфікаційної роботи «Програмно-методичний комплекс для автоматизації документообігу про роботу металургійного підприємства».

Розробка такого програмного комплексу є актуальною у зв'язку з необхідністю підвищення ефективності обробки документів на металургійному підприємстві. Значні обсяги виробничих, технічних, складських, ремонтних, кадрових, фінансових та управлінських

документів потребують швидкої реєстрації, надійного зберігання, контролю виконання та мінімізації помилок ручного введення даних. Використання технологій штучного інтелекту, зокрема OCR та NLP, дозволяє автоматизувати розпізнавання, аналіз і класифікацію документів.

В.3 Призначення розробки

Програмно-методичний комплекс для автоматизації документообігу металургійного підприємства може мати такі призначення та можливості:

1. Реєстрація документів: користувач має можливість створювати нові записи про вхідні, вихідні та внутрішні документи.
2. Завантаження електронних документів: система дозволяє додавати файли документів у форматах PDF, DOCX, зображень або скан-копій.
3. Оптичне розпізнавання тексту: комплекс повинен виконувати розпізнавання тексту зі сканованих документів за допомогою OCR.
4. Класифікація документів: система повинна визначати тип документа за його змістом із використанням методів NLP.
5. Визначення маршруту погодження: програмний комплекс повинен автоматично або напівавтоматично обирати маршрут проходження документа між користувачами та підрозділами.
6. Погодження документів: керівники та відповідальні особи повинні мати можливість погоджувати, відхиляти або повертати документи на доопрацювання.
7. Накладання резолюцій: керівник повинен мати можливість визначати виконавця, зміст завдання та строк виконання документа.
8. Контроль виконання: система повинна відстежувати строки виконання документів і відображати їх поточний статус.

9. Зберігання історії обробки: усі дії з документом повинні фіксуватися в журналі обробки.

10. Пошук документів: користувач повинен мати можливість здійснювати пошук за номером, датою, типом, статусом, автором, виконавцем або змістом документа.

11. Архівування документів: після завершення обробки документи повинні передаватися до електронного архіву.

12. Адміністрування системи: адміністратор повинен мати можливість керувати користувачами, ролями, довідниками, типами документів і маршрутами погодження.

В.4 Вимоги до програмного виробу

В.4.1 Вимоги до функціональних характеристик

Програмно-методичний комплекс для автоматизації документообігу металургійного підприємства повинен мати такі функціональні можливості:

1. Авторизація користувачів. Система повинна забезпечувати вхід користувачів за логіном і паролем та надавати доступ до функцій відповідно до ролі.

2. Розмежування прав доступу. Комплекс повинен підтримувати різні ролі користувачів: адміністратор, діловод, керівник, виконавець, архіваріус.

3. Створення документа. Користувач повинен мати можливість створити новий документ і заповнити його основні реквізити.

4. Завантаження файлу документа. Система повинна дозволити додавати електронний файл або скан-копію документа.

5. Реєстрація документа. Програмний комплекс повинен присвоювати документу реєстраційний номер, дату, тип, автора та початковий статус.

6. Розпізнавання тексту. Система повинна виконувати OCR-обробку сканованих документів і перетворювати їх у текстовий формат.

7. Класифікація документа. Комплекс повинен аналізувати зміст документа та визначати його категорію: виробничий, технічний, складський, ремонтний, кадровий, фінансовий або управлінський документ.

8. Формування маршруту погодження. Система повинна визначати маршрут руху документа залежно від його типу, змісту та підрозділу.

9. Передавання документа на погодження. Користувач повинен мати можливість передати документ відповідальній особі або підрозділу.

10. Погодження або відхилення документа. Відповідальний користувач повинен мати можливість погодити документ, відхилити його або повернути на доопрацювання.

11. Накладання резолюції. Керівник повинен мати можливість призначати виконавця, формулювати завдання та встановлювати строк виконання.

12. Виконання документа. Виконавець повинен мати можливість переглядати завдання, додавати коментарі, результати виконання та супровідні матеріали.

13. Контроль строків виконання. Система повинна відображати документи, що перебувають у роботі, виконані документи та документи з простроченими строками.

14. Пошук і фільтрація документів. Користувач повинен мати можливість знаходити документи за реквізитами, статусом, типом, автором, виконавцем або текстовим змістом.

15. Архівування документів. Завершені документи повинні передаватися до електронного архіву для подальшого зберігання.

16. Ведення журналу дій. Система повинна зберігати інформацію про всі основні дії користувачів із документами.

17. Адміністрування довідників. Адміністратор повинен мати можливість керувати типами документів, підрозділами, посадами, статусами та маршрутами погодження.

18. Формування звітів. Програмний комплекс повинен надавати можливість отримувати звіти щодо кількості документів, строків виконання, статусів і навантаження на виконавців.

Після виконання основних дій система повинна відображати користувачу:

- список зареєстрованих документів;
- картку документа;
- розпізнаний текст документа;
- тип і категорію документа;
- поточний статус документа;
- маршрут погодження;
- відповідального виконавця;
- строки виконання;
- історію обробки документа;
- повідомлення про помилки введення;
- результати пошуку та фільтрації.

V.4.2 Вимоги до надійності

Система повинна виконувати такі вимоги до надійності:

- забезпечення коректної обробки введених користувачем даних;
- перевірка обов'язкових реквізитів документа;
- захист від створення некоректних або порожніх записів;
- виведення повідомлень про помилки у разі неправильного введення даних;
- запобігання аварійному завершенню роботи програмного комплексу;

- коректне збереження документів і їх реквізитів у базі даних;
- збереження історії обробки документів без втрати даних;
- контроль доступу користувачів до документів відповідно до ролей;
- стабільна робота під час одночасної роботи кількох користувачів;
- оброблення помилок під час OCR-розпізнавання документів;
- оброблення ситуацій, коли документ неможливо класифікувати автоматично;
- можливість ручного уточнення типу документа користувачем;
- захист даних від несанкціонованого доступу;
- регулярне резервне копіювання бази даних;
- оброблення виняткових ситуацій засобами мови Python та використовуваних бібліотек.

В.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, документів і службових файлів.
- Операційна система: Windows 10, Windows 11 або Linux-сервер.
- Програмне забезпечення для запуску: встановлене середовище Python відповідної версії.
- Програмне забезпечення для розробки: Visual Studio Code, PyCharm або інше середовище з підтримкою Python.
- Мова програмування: Python.
- Система керування базами даних: PostgreSQL.
- Засіб роботи з базою даних: бібліотеки Python для взаємодії з PostgreSQL.

- Технології інтелектуальної обробки: OCR для розпізнавання тексту та NLP для класифікації документів
- Засоби моделювання: UML-діаграми, діаграми діяльностей і класів.
- Формати документів: PDF, DOCX, PNG, JPG або інші поширені формати електронних документів.
- Інтерфейс користувача: вебінтерфейс або настільний інтерфейс залежно від обраної реалізації програмного прототипу.

V.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 структури бази даних;
- опис алгоритму обробки документів;
- опис алгоритму OCR-розпізнавання;
- опис маршрутизації документів;
- опис інтерфейсу програмного комплексу;
- пояснювальну записку з обґрунтуванням вибору технологій;
- результати перевірки роботи системи автоматизації документообігу.

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

Інструкція користувача повинна містити порядок запуску програмного комплексу, опис основних сторінок або вікон системи, порядок авторизації, створення документа, завантаження файлу, перегляду результатів OCR-розпізнавання, класифікації документа, передавання на погодження, виконання та архівування.

Опис програми повинен містити інформацію про структуру програмного комплексу, основні модулі, моделі даних, алгоритм реєстрації та обробки документів, логіку маршрутизації, механізм класифікації документів, взаємодію з базою даних PostgreSQL та засоби контролю доступу користувачів.

В.6 Техніко-економічні показники

Розробка програмно-методичного комплексу для автоматизації документообігу металургійного підприємства дозволяє підвищити ефективність роботи з документами, зменшити кількість ручних операцій, скоротити час реєстрації та погодження документів, а також знизити ризик помилок під час введення й обробки даних.

Використання комплексу є доцільним для підприємств, де обробляються великі обсяги виробничої, технічної, складської, ремонтної, кадрової, фінансової та управлінської документації. Завдяки застосуванню OCR і NLP система може автоматично розпізнавати текст, визначати тип документа та пропонувати маршрут його погодження.

До основних техніко-економічних переваг програмного комплексу належать:

- скорочення часу реєстрації та обробки документів;
- зменшення навантаження на адміністративно-технічний персонал;
- мінімізація помилок ручного введення даних;
- підвищення прозорості руху документів між підрозділами;

- покращення контролю строків виконання;
- збереження історії роботи з документами;
- прискорення пошуку необхідної інформації;
- підвищення керованості документопотоків;
- можливість локального зберігання й обробки даних;
- адаптація системи до специфіки металургійного підприємства;
- можливість подальшого розширення функціональності;
- використання сучасних технологій Python, PostgreSQL, OCR, NLP та UML-моделювання.

ДОДАТОК Г. АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

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****МАТЕРІАЛИ**

**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»
Віяников М. О.	дир. ТОВ ARVI (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)
Єлеських 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
Мірошніченко О. В.	Заст. гл. інженера по автомат. сист. управл. ПАТ «НКМЗ» (м. Краматорськ)
Подлесний 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:	
Міхєнко 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

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

Автоматизація документообігу про роботу металургійного підприємства

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

Автоматизація документообігу металургійного підприємства [1] – це впровадження програмної системи, яка забезпечує створення, зберігання, обробку, погодження, передавання та архівування документів, пов'язаних із виробничою, технічною, фінансовою та управлінською діяльністю підприємства.

Для металургійного підприємства документообіг має велике значення, оскільки його робота пов'язана з великою кількістю технологічних операцій, матеріальних потоків, обладнання, персоналу, замовлень, поставчань і звітності. У паперовому або частково електронному вигляді документи часто обробляються повільно, можуть губитися, дублюватися або містити помилки. Це ускладнює контроль виробничих процесів і прийняття управлінських рішень.

Автоматизована система документообігу дозволяє централізовано зберігати інформацію про виробничі зміни, випуск продукції, використання сировини, роботу обладнання, заявки на ремонт, складські операції, поставання, замовлення клієнтів, фінансові документи та звіти. Користувачі системи можуть швидко створювати документи за шаблонами, погоджувати їх між підрозділами, відстежувати статус виконання та формувати необхідну звітність.

Основні завдання автоматизації документообігу на металургійному підприємстві (рис. 1) полягають у зберіганні всіх документів в єдиній електронній базі, прискоренні їх створення, погодження та передачі між підрозділами. Така система дає змогу контролювати статус кожного документа, зменшувати кількість помилок завдяки шаблонам і автоматичним перевіркам, швидко формувати виробничі, фінансові та управлінські звіти, а також забезпечувати захист інформації через розмежування доступу відповідно до ролей працівників.

У такій системі можуть використовуватися такі основні типи документів: виробничі звіти, технологічні карти, накладні, заявки на сировину, акти виконаних робіт, документи з охорони праці, журнали обліку обладнання, заявки

на ремонт, договори з постачальниками, рахунки, акти приймання-передачі, накази та службові записки.



Рисунок 1 – Інфографіка про основні завдання автоматизації документообігу на металургійному підприємстві (Згенеровано у ChatGPT на основі результатів аналізу предметної області)

Впровадження автоматизованого документообігу дає змогу підвищити ефективність роботи металургійного підприємства, зменшити витрати часу на обробку документів, покращити контроль виробничих процесів, забезпечити прозорість управління та підвищити якість прийняття рішень. Особливо важливою така система є для великих підприємств, де документи проходять через багато відділів: виробничий, технічний, складський, фінансовий, юридичний, кадровий та адміністративний.

Автоматизація документообігу на металургійному підприємстві є необхідною умовою сучасного управління виробництвом. Вона дозволяє

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

Література

I. 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>

Проектування 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 розрізних таблицях, це призводить до помилок у залишках, затримок у пошуку інформації, дублювання документів і складності контролю руху матеріалів.

Проектування 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.