

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та
транспортної інфраструктури
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему: Розробка комп'ютерноінтелектуальної системи автоматизації бізнес-процесів управління людськими ресурсами на виробничому підприємстві

Виконав: здобувач вищої освіти

3 курсу, групи Сінж-2023-1-У
напряму підготовки (спеціальності)

174 «Автоматизація, комп'ютерно-
інтегровані технології та робототехніка»

Яковенко Дмитро Анатолійович

(прізвище та ініціали)

Керівник Піддубна Л.В., доц. каф. АКІТ

(прізвище та ініціали, наук. ступ., вч. звання)

Рецензент Ківіренко О.Б., начальник
виробництва ТОВ «Альфа-Композіт»

(прізвище та ініціали, наук. ступ., вч. звання)

Харків – 2026

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА**

**Навчально-науковий Інститут енергетичної, інформаційної та
транспортної інфраструктури**

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр
Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АКІТ

 **БАРАНОВ О.О.**

« 19 » червня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Яковенко Дмитро Анатолійович

1. Тема роботи Розробка комп'ютерно-інтелектуальної системи автоматизації бізнес-процесів управління людськими ресурсами на виробничому підприємстві

Затверджена наказом університету від « 22 » травня 2026 року № 440-03.

Керівник роботи Піддубна Л.В., к. філос.н., доц., доцент кафедри АКІТ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Строк подання роботи здобувачем вищої освіти « 15 » червня 2026 р.



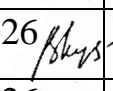
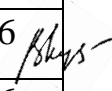




3. Вихідні дані до роботи Розробка комп'ютерноінтелектуальної системи автоматизації бізнес-процесів управління людськими ресурсами на виробничому підприємстві

4. Зміст розрахунково пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. Аналіз об'єкта автоматизації та обґрунтування напрямів розробки. Проектування архітектури системи управління персоналом на виробничому підприємстві. Програмна реалізація комп'ютерно-інтелектуальної системи управління персоналом на виробничому підприємстві. Охорона праці, висновки

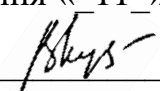
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

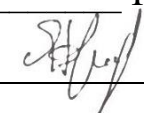
Презентація.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

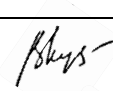
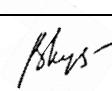
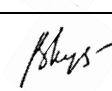

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналіз проблеми	Піддубна Л.В.	11.05.2026 	15.05.2026 
Основна частина	Піддубна Л.В.	15.05.2026 	22.05.2026 
Спеціальний розділ	Піддубна Л.В.	22.05.2026 	03.06.2026 
Охорона праці	Малишева В.В.	29.05.2026 	03.06.2026 

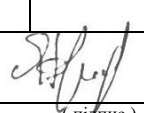
7. Дата видачі завдання « 11 » травня 2026 р.


Керівник  Піддубна Л.В.
(підпис)

Завдання прийняв до виконання  Яковенко Д.А.
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання розділів	Примітка
1	Розробка 1го розділу бакалаврської роботи	11.05.2026 - 15.05.2026	
2	Розробка 2го розділу бакалаврської роботи	15.05.2026 - 22.05.2026	
3	Розробка 3го розділу бакалаврської роботи	22.05.2026 - 03.06.2026	
4	Розробка розділу з охорони праці	29.05.2026 - 03.06.2026	
5	Рецензування бакалаврської роботи	15.06.2026	Ківиренко О.Б.
6	Захист на ДЕК	23.06.2026	

Здобувача вищої освіти  Яковенко Д.А.
(підпис)

Керівник  Піддубна Л.В.
(підпис)

РЕФЕРАТ

Розробка комп'ютерноінтелектуальної системи автоматизації бізнес-процесів управління людськими ресурсами на виробничому підприємстві – Яковенко Дмитро Анатолійович, дипломна робота бакалавра, Харків, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, кількість сторінок 100, кількість таблиць 27, кількість рисунків 20, кількість джерел літератури 22.

Актуальність роботи визначена необхідністю цифрової трансформації управлінських процесів на сучасних промислових підприємствах. В умовах високотехнологічного виробництва ефективність функціонування залежить від оперативності кадрового обліку, моніторингу специфічних допусків персоналу та автоматизації рутинних HR-операцій. Розробка комп'ютерноінтелектуальної системи дозволяє мінімізувати вплив людського чинника, забезпечити цілісність даних та підвищити точність прийняття управлінських рішень у структурі єдиного інформаційного простору підприємства.

Метою дипломної роботи є підвищення ефективності управління персоналом виробничого підприємства шляхом розробки та впровадження комп'ютерноінтелектуальної системи, що забезпечує автоматизацію рутинних операцій, підтримку прийняття рішень та інтеграцію кадрових даних у єдиний інформаційний простір підприємства.

Об'єктом дослідження є бізнес-процеси управління людськими ресурсами (HR-менеджменту) на промисловому підприємстві.

Предметом дослідження є моделі, алгоритми та програмні засоби автоматизації моніторингу, обліку та інтелектуального аналізу кадрового потенціалу в структурі комп'ютерноінтегрованого виробництва.

Для реалізації мети дипломної роботи потрібно виконати такі завдання:

- Проаналізувати структуру та особливості бізнес-процесів управління персоналом на підприємстві.

- Визначити вимоги до автоматизованої системи, враховуючи специфіку роботи технічних фахівців (операторів ЧПК, технологів, інженерів).
- Розробити архітектуру комп'ютерно-інтелектуальної системи та спроектувати базу даних для зберігання й обробки кадрової інформації.
- Обґрунтувати та розробити алгоритми інтелектуальної підтримки прийняття рішень (наприклад, для оцінки відповідності кваліфікації працівника вимогам складних технологічних процесів).
- Реалізувати програмний застосунок із використанням сучасних стеків технологій.

У процесі виконання дипломної роботи було використано такі методи дослідження, як системний аналіз, об'єктно-орієнтоване програмування, теорія баз даних, елементи теорії прийняття рішень та інтелектуального аналізу даних.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: комп'ютерно-інтелектуальна система, автоматизоване управління, бази даних, виробничі системи.

ABSTRACT

Development of a computerintelligent system for automation of human resource management business processes in a manufacturing enterprise – Dmytro Anatolyovich Yakovenko, bachelor's thesis, Kharkiv, Kharkiv National University of Urban Economy named after O.M. Beketov, number of pages 100, number of tables 27, number of figures 20, number of literature sources 22.

The relevance of the work is determined by the need for digital transformation of management processes at modern industrial enterprises. In conditions of high-tech production, the efficiency of functioning depends on the efficiency of personnel accounting, monitoring of specific personnel permissions and automation of routine HR operations. The development of a computer-intelligent system allows you to minimize the impact of the human factor, ensure data integrity and increase the accuracy of management decision-making in the structure of a single information space of the enterprise.

The purpose of the thesis is to increase the efficiency of personnel management in a manufacturing enterprise by developing and implementing a computer-intelligent system that provides automation of routine operations, decision-making support, and integration of personnel data into a single information space of the enterprise.

The object of the study is the business processes of human resources management (HR management) at an industrial enterprise.

The subject of the research is models, algorithms and software tools for automating monitoring, accounting and intellectual analysis of human resources in the structure of computer-integrated production.

To achieve the goal of the thesis, the following tasks must be completed:

- Analyze the structure and features of the business processes of personnel management at the enterprise.

- Determine the requirements for an automated system, taking into account the specifics of the work of technical specialists (CNC operators, technologists, engineers).

- Develop the architecture of a computer-intelligent system and design a database for storing and processing personnel information.

- Substantiate and develop algorithms for intelligent decision-making support (for example, to assess the compliance of an employee's qualifications with the requirements of complex technological processes).

- Implement a software application using modern technology stacks (for example, Python/JS, SQL databases).

In the process of completing the thesis, such research methods as systems analysis, object-oriented programming, database theory, elements of decision-making theory and data mining were used.

KEYWORDS: computer-intelligent system, automated control, databases, production systems.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОБ’ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ РОЗРОБКИ	14
1.1 Характеристика бізнес-процесів управління персоналом на підприємстві	14
1.2 Порівняльний аналіз існуючих інформаційних систем управління людськими ресурсами (HRM-систем).....	19
1.3 Постановка задачі та формування технічних вимог до комп’ютерно-інтелектуальної системи.....	24
Висновок до розділу 1.	28
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ	30
2.1 Розробка інфологічної моделі бази даних кадрового обліку.....	30
2.2 Побудова алгоритмів інтелектуальної підтримки прийняття рішень при управлінні персоналом	34
2.3 Проектування взаємодії модулів системи на основі об’єктно-орієнтованого підходу.	39
Висновок до розділу 2.	42
РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОМП’ЮТЕРНО-ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ.....	44
3.1 Реалізація клієнт-серверної архітектури застосунку та інтеграція з хмарним середовищем.....	44
3.2 Розробка користувацького інтерфейсу та засобів візуалізації кадрової аналітики.....	58
3.3 Обґрунтування засобів захисту кадрової інформації та розгортання системи в хмарній інфраструктурі.....	66
Висновок до розділу 3.	69
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	71
4.1 Організаційно-правові основи забезпечення безпеки праці.....	71
4.2 Характеристика об’єкта та виявлення потенційних небезпек.....	72
4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об’єкті проектування та розробка заходів щодо їх попередження	76
Висновок до розділу 4.	82
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	85
Додаток А	87

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний етап розвитку промисловості характеризується впровадженням концепцій Industry 4.0, що передбачає повну цифровізацію не лише технологічних, а й адміністративних процесів. Для підприємств, що спеціалізуються на виробництві композитних труб, управління людськими ресурсами має критичне значення через високу наукомісткість продукції та складність експлуатації обладнання (намотувальних верстатів з ЧПК).

Виокремо чинники, які визначають актуальність дослідження. До них можна віднести специфіку кадрового потенціалу, необхідність системної інтеграції, інтелектуалізацію управління, оптимізацію витрат, необхідність централізації даних, перехід до хмарних рішень (Cloud Computing), забезпечення кібербезпеки.

Специфіку кадрового потенціалу можна простежити у тому, що виробництво композитних конструкцій потребує суворого контролю кваліфікації та регулярної переатестації персоналу. Традиційні методи паперового або фрагментарного Excel-обліку не забезпечують необхідної швидкості та прозорості цих процесів.

Необхідність системної інтеграції проявляється у тому, що HR-відділ діє не як ізольований підрозділ, а як частина загальної екосистеми управління ресурсами підприємства (ERP). Автоматизація бізнес-процесів дозволяє синхронізувати графіки робіт із виробничими планами.

Впровадження елементів інтелектуального аналізу даних у кадрові системи дає змогу прогнозувати потребу в персоналі, оцінювати ефективність праці та автоматично формувати траєкторії професійного розвитку працівників.

Оптимізація витрат шляхом автоматизації рутинних операцій (пошук, облік робочого часу, формування звітності) вивільняє ресурси для

стратегічного розвитку підприємства та зменшує кількість помилок, спричинених людським чинником.

Необхідність централізації даних зумовлена тим, що на виробничих підприємствах кадровий облік часто розпорошений між різними відділами. Використання сучасних реляційних баз даних (RDBMS) дозволяє створити єдине «джерело істини», забезпечуючи цілісність, несуперечливість та високу швидкість доступу до інформації про персонал.

Впровадження хмарних технологій (SaaS/PaaS) дозволяє підприємству відмовитися від утримання дорогої локальної серверної інфраструктури, що забезпечує масштабованість системи, віддалений доступ для керівництва з будь-якої точки та гарантує високий рівень відмовостійкості та автоматичного резервного копіювання даних.

Величезна значення сьогодні мають питання кібербезпеки. Автоматизація на базі сучасних стеків дозволяє впровадити багаторівневу автентифікацію та розмежування прав доступу, що є критичним при роботі з персональними даними співробітників згідно з чинним законодавством.

Для реалізації цих чинників використовуються методи проектування реляційних структур даних, технології хмарних обчислень, методи інтеграції через API. Методи проектування реляційних структур даних здійснюються шляхом використання нормалізації (1NF-3NF) для побудови оптимальних схем баз даних, що мінімізують надмірність та аномалії оновлення. Технології хмарних обчислень реалізуються методами розгортання та адміністрування додатків у хмарних середовищах, наприклад, AWS, Azure або локальні Docker-контейнери, для забезпечення мобільності та стабільності системи. Методи інтеграції через API застосовуються через використання архітектурного стилю REST для взаємодії між клієнтською частиною застосунку та сервером баз даних, що дозволяє легко масштабувати систему в майбутньому.

Розробка спеціалізованої комп'ютерно-інтелектуальної системи є актуальним науково-прикладним завданням, спрямованим на підвищення

конкурентоспроможності підприємства через ефективне управління його головним активом – людьми.

Метою дипломної роботи є побудова комп'ютерно-інтегрованої моделі управління персоналом виробничого підприємства, яка реалізує автоматизацію ключових бізнес-процесів та інтелектуальний аналіз кадрових ресурсів у хмарно-орієнтованому середовищі.

Об'єктом дослідження є сукупність управлінських та інформаційних процесів кадрового менеджменту в умовах цифрової трансформації промислового підприємства.

Предметом дослідження є методи проектування баз даних, алгоритми інтелектуального аналізу та хмарно-орієнтовані програмні модулі для автоматизації моніторингу й оцінювання персоналу виробничого сектору.

Для здійснення поставленої мети є потреба у реалізації таких завдань:

- Проаналізувати структуру та особливості бізнес-процесів управління персоналом на підприємстві.
- Визначити вимоги до автоматизованої системи, враховуючи специфіку роботи технічних фахівців (операторів ЧПК, технологів, інженерів).
- Розробити архітектуру комп'ютерно-інтелектуальної системи та спроектувати базу даних для зберігання й обробки кадрової інформації.
- Обґрунтувати та розробити алгоритми інтелектуальної підтримки прийняття рішень (наприклад, для оцінки відповідності кваліфікації працівника вимогам складних технологічних процесів).
- Реалізувати програмний застосунок із використанням сучасних стеків технологій (наприклад, Python/JS, SQL-бази даних).

У процесі реалізації кваліфікаційної бакалаврської роботи було застосовано комплексний підхід, що базується на поєднанні класичних інженерних методів та сучасних інформаційних технологій. Системний аналіз використовувався для дослідження структури виробничого підприємства як

складної цілісної системи. Системний аналіз дозволив декомпонувати загальну задачу управління персоналом на окремі бізнес-процеси (рекрутинг, облік, контроль допусків), визначити взаємозв'язки між кадровим відділом та виробничими цехами, а також сформулювати вимоги до автоматизації.

Теорія баз даних застосовувалася для проектування логічної та фізичної структури зберігання інформації. Оскільки підприємство оперує великими масивами даних (особисті справи, історія кваліфікацій, графіки змін), методи теорії баз даних забезпечили створення нормалізованої реляційної моделі, що гарантує цілісність даних, відсутність дублювання та високу швидкість пошуку інформації.

У якості основної методології розробки програмного забезпечення системи використано об'єктно-орієнтоване програмування (ООП). Застосування ООП дозволило представити сутності підприємства (співробітник, відділ, сертифікат кваліфікації) як об'єкти з певними властивостями та методами, що забезпечило модульність коду, легкість його масштабування та можливість повторного використання компонентів при розширенні функціоналу системи.

Елементи теорії прийняття рішень застосовувалися для розробки модулів підтримки управлінського персоналу. У специфічних умовах виробництва композитних труб важливо правильно призначати фахівців на певні ділянки. Методи теорії прийняття рішень допомогли реалізувати алгоритми ранжування кандидатів на основі їхніх компетенцій та досвіду роботи зі складним обладнанням.

Методи інтелектуального аналізу даних (Data Mining) використовувалися для обробки накопиченої кадрової інформації та виявлення прихованих закономірностей. Data Mining дозволяють проводити аналітику плинності кадрів, прогнозувати потребу в навчанні персоналу та виявляти фактори, що впливають на продуктивність праці на виробничих лініях.

Поєднання цих методів дозволило створити комп'ютерно-інтелектуальний інструмент, який можна інтегрувати в цифрову

інфраструктуру підприємства та забезпечити високу достовірність управлінської інформації.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ РОЗРОБКИ

1.1 Характеристика бізнес-процесів управління персоналом на підприємстві

Управління персоналом на підприємстві є системою організації, координації та контролю діяльності працівників з метою досягнення виробничих цілей. Воно охоплює всі етапи взаємодії з працівником: від підбору кадрів до оцінки результатів його роботи. Основною задачею управління персоналом є забезпечення підприємства кваліфікованими кадрами та створення умов для їх ефективної роботи.

До основних функцій управління персоналом належать планування потреби у кадрах; підбір і найм працівників; навчання та підвищення кваліфікації; організація праці; мотивація персоналу; контроль та оцінка діяльності; забезпечення безпеки праці. Ці функції реалізуються через відповідні бізнес-процеси, які взаємопов'язані між собою.

Таблиця 1.1 – Основні бізнес-процеси управління персоналом

Бізнес-процес	Зміст процесу	Результат
Планування персоналу	Визначення потреби у кадрах	Штатний розпис
Підбір персоналу	Пошук і відбір кандидатів	Наймані працівники
Навчання	Підготовка та розвиток персоналу	Підвищення кваліфікації
Адаптація	Введення в роботу	Готовність до виконання задач
Оцінка діяльності	Аналіз результатів роботи	Дані про ефективність
Мотивація	Стимулювання працівників	Підвищення продуктивності

Управління персоналом має ієрархічну структуру. На верхньому рівні знаходиться керівництво підприємства, яке визначає кадрову політику. На середньому рівні – керівники підрозділів, які організують роботу працівників. На нижньому рівні – виконавці, які виконують виробничі завдання (рисунок 1.1).

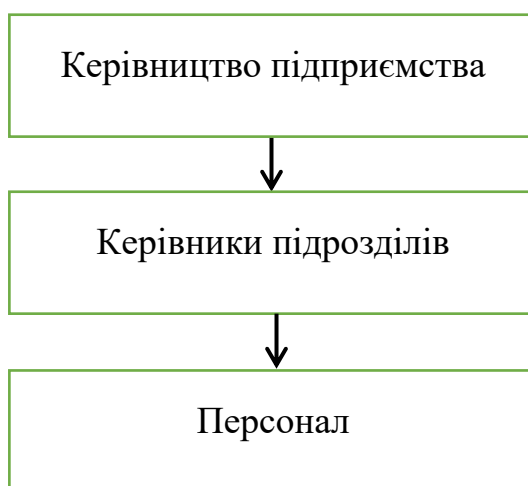


Рисунок 1.1 – Загальна структура управління персоналом

У сучасних умовах управління персоналом тісно пов'язане з інформаційними технологіями. На підприємствах впроваджуються комп'ютерно-інтегровані системи, які дозволяють автоматизувати кадрові процеси. Це включає облік робочого часу, контроль виконання завдань, аналіз ефективності працівників.

Оскільки переддипломну практику ми проходили на підприємстві ТОВ «Альфа-Композіт», основним видом діяльності якого є виробництво композитних труб, то після розгляду загальних принципів управління персоналом доцільно перейти до специфіки підприємства з виробництва композитних труб. Таке виробництво має ряд особливостей, пов'язаних із використанням автоматизованого обладнання, ЧПК та намотувальних установок. Ефективність комп'ютерно-інтегрованого виробництва композитних труб безпосередньо залежить від якості управління людськими

ресурсами, оскільки технологічний процес виготовлення армованих полімерних конструкцій поєднує в собі складну хімічну складову та прецизійну механіку верстатів із ЧПК.

Специфіка об'єкта автоматизації зумовлює поділ персоналу на ключові категорії, кожна з яких має різні інформаційні потреби в межах автоматизованої системи (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Структура персоналу підприємства

Категорія персоналу	Основні посади	Основні функції
Виробничий	Оператори намотувальних верстатів, машиністи печей полімеризації, фахівці з механічної обробки та контролери якості (ВТК)	Виконання технологічних операцій
Інженерно-технічний	Інженер, технолог, програміст АСУ	Налаштування та контроль процесів
Адміністративно-управлінський персонал	Керівник, майстер дільниці	Організація виробництва
Допоміжний	Електрик, наладчик, технік	Обслуговування обладнання

Виробничий персонал працює безпосередньо з обладнанням. Оператори ЧПК виконують обробку деталей за програмами. Намотувальники формують композитні труби шляхом намотування волокна.

Інженерно-технічний персонал забезпечує роботу системи управління. Вони розробляють карти намотування, керуючі програми для верстатів,

налаштовують обладнання, контролюють рецептуру композитних сумішей та технологічні параметри, впроваджують нові рішення.

Адміністративно-управлінський персонал забезпечує стратегічне планування, закупівлю дорогої сировини (скловолокно, вуглеволокно, епоксидні смоли) та збут готової продукції.

На відміну від загального машинобудування, виробництво композитних труб передбачає роботу з небезпечними речовинами та дорогим обладнанням, що формує особливу структуру бізнес-процесів. Складовими структури є моніторинг професійної придатності та сертифікації, управління допусками до роботи з хімічними компонентами, контроль технологічної дисципліни, тощо.

Моніторинг професійної придатності та сертифікації передбачає, що кожен оператор верстата з ЧПК повинен мати актуальний допуск до роботи з конкретним типом обладнання (наприклад, 4-х осьові намотувальні машини). Автоматизація цього процесу дозволяє системі блокувати призначення на зміну працівника, чий сертифікат протермінований.

Управління допусками до роботи з хімічними компонентами має свої особливості. Оскільки виробництво включає роботу з токсичними затверджувачами та смолами, бізнес-процес «Охорона праці» інтегрується в кадровий облік для контролю проходження медичних оглядів та інструктажів.

Важливе значення набуває контроль технологічної дисципліни. В контексті робототехніки та ЧПК, бізнес-процес управління кадрами включає аналіз відповідності дій оператора заданій керуючій програмі, що вимагає створення інтегрованих звітів, де дані про вихід готової продукції з верстата корелюються з робочим часом конкретного фахівця.

Для такого виробництва важливим є процес допуску до роботи. Він має чітку послідовність (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Процес допуску до роботи

Допуск до роботи з ЧПК вимагає знання програмування, правил експлуатації обладнання та техніки безпеки. Для намотувального обладнання додатково потрібні знання технології композитів.

Таблиця 1.3 – Вимоги до персоналу

Посада	Основні вимоги	Особливості роботи
Оператор ЧПК	Знання програмування, досвід роботи	Робота з автоматизованими системами
Намотувальник	Знання технології композитів	Контроль процесу намотування
Інженер	Вища освіта, досвід	Аналіз та оптимізація процесів
Наладчик	Технічні знання	Налаштування обладнання

Головною характеристикою автоматизованого робочого місця (АРМ) кадровика на такому підприємстві є необхідність ведення матриці компетенцій за такими напрямками, як знання мов програмування ЧПК (G-коди) та спеціалізованого ПЗ для розрахунку траєкторій намотування (Cadwind, Composit тощо); навички роботи з системами автоматичного контролю натягу армуючого матеріалу; досвід керування системами термічної стабілізації у камерах полімеризації.

Управління персоналом на підприємстві є складною системою, що поєднує загальні принципи кадрового менеджменту та специфічні вимоги виробництва. Використання автоматизованих систем дозволяє підвищити ефективність управління та зменшити вплив людського фактора.

1.2 Порівняльний аналіз існуючих інформаційних систем управління людськими ресурсами (HRM-систем).

Сучасні HRM (Human Resource Management) системи – це комплексні програмні рішення для автоматизації управління персоналом, які охоплюють облік працівників; рекрутинг; управління відпустками та робочим часом; оцінювання ефективності; навчання персоналу; аналітику та звітність.

Серед найбільш поширених систем можна виділити SAP SuccessFactors, Workday, BambooHR, Odoo, Oracle HCM Cloud, Personio. Ці системи належать до класу HCM (Human Capital Management) і часто є частиною ERP-рішень (таблиця 1.4).

SAP SuccessFactors – комплексна хмарна HCM-платформа від SAP, орієнтована на великі міжнародні компанії. Система охоплює Core HR (облік персоналу); Talent Management; Payroll; HR-аналітику; планування робочої сили. Система підтримує складні глобальні HR-процеси, має глибоку інтеграцію з фінансами та складом, понад 240 млн користувачів, надзвичайно

високу вартість ліцензій та впровадження, складність інтерфейсу, що потребує тривалого навчання персоналу.

Workday – це сучасна хмарна платформа управління персоналом і фінансами зі зручним інтерфейсом та низьким порогом входу. Основні можливості HR + ERP в одному середовищі; self-service для працівників; управління талантами; прогнозна аналітика. Платформа орієнтована переважно на великі та середні компанії, з високим рівнем автоматизації. Система спрямована переважно на IT-сектор та офісну роботу. У неї відсутні специфічні промислові інструменти, а саме облік змінної роботи, специфічні допуски до ЧПК.

Таблиця 1.4 – Порівняння основних HRM-систем за критеріями

Критерій	SAP SuccessFactors	Workday	BambooHR	Odoo HR	Personio
Тип системи	Enterprise (великий бізнес)	Enterprise	SMB (малий/середній бізнес)	ERP + HR	SMB
Функціональність	Максимальна	Максимальна	Середня	Гнучка (модульна)	Середня
Вартість	Висока	Висока	Середня	Низька/середня	Середня
Масштабованість	Висока	Висока	Обмежена	Висока	Середня
Складність впровадження	Висока (3–10 міс.)	Висока	Низька	Середня (1–6 тижнів)	Середня
Інтеграції	Широкі	Широкі	Обмежені	Дуже широкі	Обмежені
Підходить для виробництва	Частково	Частково	Слабо	Добре	Слабо

BambooHR – HRM-система для малого та середнього бізнесу. Функціонал системи забезпечує централізоване зберігання даних працівників;

відпустки та лікарняні; onboarding/offboarding; базову аналітику. Система фокусується на простоті використання та швидкому впровадженні

Odoо HR – HR-модуль ERP-системи Odoо з відкритим кодом, що має модульну структуру (HR + виробництво + склад); облік часу, відпусток, зарплати; інтеграцію з іншими бізнес-процесами, поєднує понад 82 інтегровані додатки та має високу гнучкість налаштування.

Personio – Європейська HRM-система для малого та середнього бізнесу. Функціями системи є HR + рекрутинг; time tracking; payroll; performance management. HRM-система орієнтована на компанії до 2000 працівників.

Таблиця 1.5 – Порівняння основних HRM-систем за функціональними можливостями

Критерій	SAP SuccessFactors	Workday	BambooHR	Odoо HR	Personio
Core HR	Повний	Повний	Базовий	Повний	Повний
Payroll	Потужний	Потужний	Обмежений	Через модулі	Є
Рекрутинг	Розширений	Розширений	Базовий	Є	Є
Аналітика	Дуже сильна	Дуже сильна	Обмежена	Середня	Середня
Управління ефективністю	Так	Так	Частково	Є	Є

Зауважимо, що Enterprise-системи мають максимальну функціональність, тоді як SMB-рішення – лише базову.

Таблиця 1.6 – Порівняння основних HRM-систем за технологічними особливостями

Критерій	SAP SuccessFactors	Workday	BambooHR	Odoо	Personio
Архітектура	Cloud + hybrid	Cloud-native	Cloud	Cloud + On-premise	Cloud

Критерій	SAP SuccessFactors	Workday	BambooHR	Odoо	Personio
Інтеграція	Висока	Висока	Обмежена	Дуже висока	Середня
Кастомізація	Складна	Обмежена	Низька	Висока	Середня
API	Потужний	Потужний	Обмежений	Відкритий	Є

Таблиця 1.7 – Порівняння основних HRM-систем за впровадженням та складністю

Критерій	SAP SuccessFactors	Workday	BambooHR	Odoо	Personio
Термін впровадження	3–10 міс.	5–18 міс.	1–4 тижні	1–6 тижнів	2–8 тижнів
Складність	Дуже висока	Висока	Низька	Середня	Середня
Потреба в ІТ-команді	Висока	Висока	Мінімальна	Середня	Середня

Зауважимо, що SAP і Workday вимагають значних ресурсів і часу.

Таблиця 1.8 – Порівняння основних HRM-систем за вартістю і доступністю

Критерій	SAP SuccessFactors	Workday	BambooHR	Odoо	Personio
Вартість	Дуже висока	Висока	Середня	Низька/середня	Середня
Ліцензування	Індивідуальне	Індивідуальне	SaaS	Freemium / SaaS	SaaS
Переваги	Максимальний функціонал; глобальна підтримка; потужна аналітика.	Сучасна архітектура; єдина платформа HR + фінанси; зручний інтерфейс.	Простота; швидке впровадження; зручний інтерфейс.	Гнучкість і модульність; інтеграція з ERP і виробництвом; низька вартість.	Орієнтація на SMB; хороший баланс функцій; простота використання.

Критерій	SAP SuccessFactors	Workday	BambooHR	Odoo	Personio
Недоліки	Складність; висока ціна; довге впровадження.	Висока ціна; обмежена кастомізація; складність інтеграції окремих випадках.	Слабка аналітика; обмежена масштабованість; не підходить для складного виробництва.	Потребує налаштування; менше «готових» HR- функцій; залежність від модулів.	Обмежена глобальність; менша гнучкість; фокус на Європі.

Порівнюючи HRM-системи за різними критеріями, можна їх умовно розподілити за класами на три рівні. А саме, Enterprise-рівень (SAP SuccessFactors, Workday); SMB-рівень (BambooHR, Personio); гібрид ERP (Odoo). Великі системи є дорогими та складними, прості системи – обмеженими, що має підтвердження практикою, тобто, легкі HR-системи добре працюють на початку, але не масштабуються, а enterprise-рішення часто перевантажені функціоналом.

З огляду основних HRM-систем для промислового підприємства найбільш релевантною системою є Odoo через інтеграцію з виробництвом, найменш релевантними є системи BambooHR, Personio через спрощений функціонал. Дослідження продемонструвало, що готові рішення мають низку критичних недоліків для підприємства з виробництва композитних труб, а саме, відсутність контролю технічних компетенцій, низька гнучкість інтеграції, проблема «надлишкового функціоналу». Стандартні HRM-системи не мають вбудованих механізмів для моніторингу термінів дії допусків до роботи на специфічному обладнанні (намотувальні верстати, автоклави). Складно реалізувати зв'язок між базою кадрів та даними з виробничих ліній (SCADA/MES) для аналізу ефективності конкретного оператора ЧПК. Малі та середні підприємства змушені переплачувати за модулі, які ними ніколи не використовуються (наприклад, міжнародна податкова звітність).

Необхідність створення власної комп'ютерно-інтелектуальної системи обумовлена адаптивністю архітектури, інтелектуалізацією, економічною доцільністю, хмарною мобільністю. Адаптивність архітектури проявляється у можливості спроектувати базу даних, що враховує специфічну ієрархію цехів та ділянок з виготовлення композитів. Інтелектуалізація передбачає впровадження власних алгоритмів підтримки прийняття рішень, наприклад, автоматичне формування змін з урахуванням кваліфікаційних балів працівників. Окрім того, власна розробка на базі сучасних безкоштовних технологій (Python, PostgreSQL, хмарні API) значно дешевша за придбання та підтримку комерційних ERP-систем. Хмарна мобільність полягає у створенні веб-орієнтованого інтерфейсу забезпечує доступ до кадрової аналітики керівництву підприємства в режимі реального часу з будь-якого пристрою.

Проведений аналіз підтверджує, що існуючі системи автоматизації HR-процесів не повною мірою відповідають вимогам комп'ютерно-інтегрованого виробництва композитних труб, що визначає актуальність розробки власної інформаційної системи, яка поєднує гнучкість хмарних технологій із специфічними потребами промислового об'єкта.

1.3 Постановка задачі та формування технічних вимог до комп'ютерно-інтелектуальної системи

Сучасні підприємства потребують автоматизації процесів управління персоналом. Особливо це важливо для виробничих компаній, де є змінна робота, облік часу, контроль продуктивності та взаємодія з іншими системами.

Існуючі HRM-системи не повністю задовольняють потреби середнього промислового бізнесу. Частина з них є занадто складною і дорогою, інші – мають обмежений функціонал. У зв'язку з цим ставиться задача розробити

комп'ютерно-інтелектуальну систему управління персоналом, яка автоматизує основні HR-процеси; враховує специфіку виробництва; забезпечує аналіз даних і підтримку прийняття рішень; легко інтегрується з іншими системами підприємства.

Основними цілями розробки HR-системи є зменшення ручної роботи менеджерів; підвищення точності обліку персоналу; контроль робочого часу та змін; аналіз ефективності працівників; інтеграція з виробничими системами (SCADA, ERP). Функціональні вимоги визначають, що саме повинна робити система. До функціональних вимог можна віднести облік персоналу; управління графіками роботи; облік робочого часу; управління відпустками; оцінку ефективності працівників; формування звітів; аналітику та прогнозування (таблиця 1.9).

Таблиця 1.9 – Функціональні вимоги системи

№	Функція	Опис
1	Облік персоналу	Реєстрація працівників, ведення карток, облік стажу та посад
2	Управління графіками	Формування змін і розкладу
3	Облік часу	Фіксація приходу/відходу
4	Відпустки	Подання та погодження заяв
5	Оцінка персоналу	Аналіз продуктивності, моніторинг сертифікатів на роботу з ЧПК, контроль термінів інструктажів з техніки безпеки.
6	Звіти	Генерація звітів
7	Аналітика	Побудова статистики

Нефункціональні вимоги визначають, як система повинна працювати.

Таблиця 1.10 – Нефункціональні вимоги

Категорія	Вимога
Продуктивність	Швидка обробка даних
Надійність	Захист від збоїв
Безпека	Захист персональних даних
Масштабованість	Можливість розширення
Зручність	Простий інтерфейс
Інтеграція	Робота з іншими системами

Загальна спрощена структура системи зображена на рисунку 1.3.

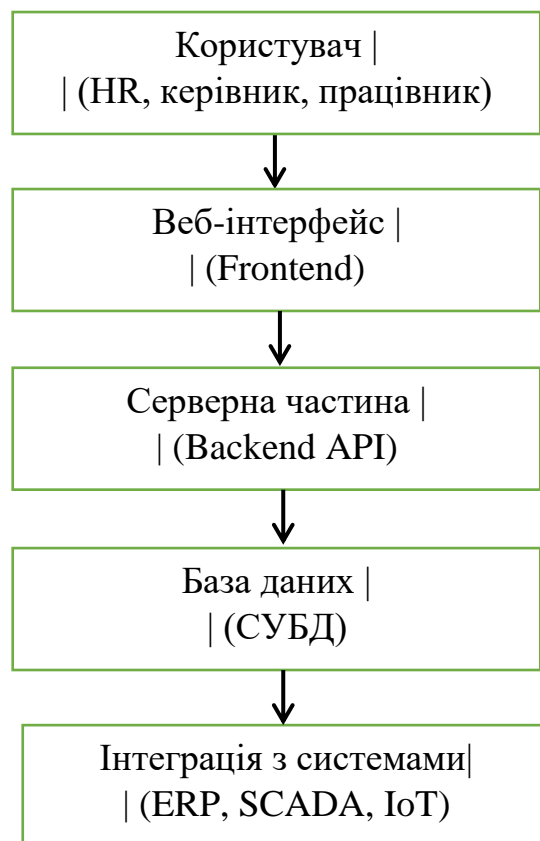


Рисунок 1.3 – Архітектура HR-системи

Для реалізації системи необхідно обрати сучасні технології. Почнемо з вибору мов програмування. Frontend: JavaScript (React або Vue.js) та Backend:

Python або Node.js. Для нашої розробки HR-системи характерним є простота розробки; велика кількість бібліотек; підтримка веб-технологій; швидкість створення прототипів.

Наступним етапом є вибір СУБД. Рекомендується використати PostgreSQL (основна база даних), що пов'язано з її високою надійністю; підтримкою складних запитів; безкоштовністю; масштабованістю.

При виборі хмарної платформи можливими варіантами є AWS, Microsoft Azure, Google Cloud. У нашому випадку рекомендовано: AWS або Azure.

Таблиця 1.11 – Стек технологій

Компонент	Технологія
Frontend	React / Vue.js
Backend	Python (Django / FastAPI)
База даних	PostgreSQL
API	REST
Хмара	AWS / Azure
Інтеграція	REST API, MQTT

На рисунку 1.4 надано взаємодію компонентів системи.

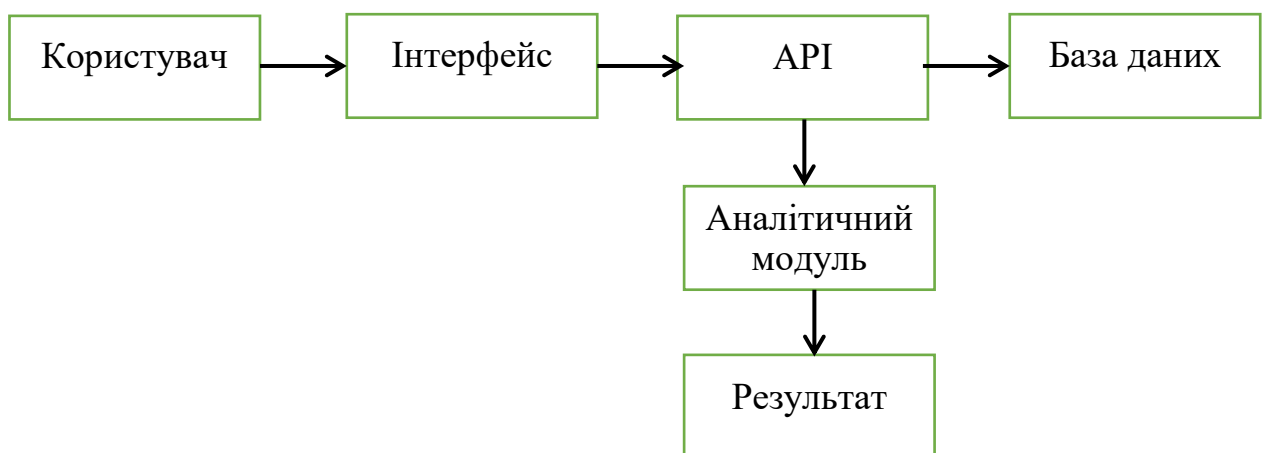


Рисунок 1.4 – Потік даних у системі

Обраний стек технологій забезпечує гнучкість системи; масштабованість; можливість інтеграції; швидкість розробки. Запропонована архітектура є простою, зрозумілою та придатною для подальшого розширення, що робить її ефективною для використання у середньому промисловому бізнесі.

Висновок до розділу 1.

У першому розділі було проведено комплексний аналіз об'єкта автоматизації та обґрунтовано напрями подальшої розробки комп'ютерно-інтелектуальної системи управління персоналом.

У підрозділі 1.1 розглянуто особливості бізнес-процесів управління персоналом на підприємстві. Встановлено, що основними процесами є облік працівників, управління робочим часом, формування графіків змін, оцінка ефективності персоналу та ведення кадрової документації. Виявлено, що значна частина цих процесів виконується вручну або за допомогою розрізнених програмних засобів, що призводить до дублювання даних, зниження оперативності управління та підвищення ймовірності помилок.

У підрозділі 1.2 здійснено порівняльний аналіз сучасних HRM-систем. Встановлено, що існуючі рішення умовно поділяються на три групи: корпоративні системи високого рівня, системи для малого та середнього бізнесу та ERP-системи з HR-модулями. Визначено, що корпоративні системи характеризуються широким функціоналом і високою масштабованістю, проте є складними та дорогими у впровадженні. У свою чергу, системи для малого та середнього бізнесу є простішими у використанні, але мають обмежений функціонал і недостатню гнучкість. ERP-рішення забезпечують інтеграцію з іншими бізнес-процесами, однак потребують додаткового налаштування. Таким чином, жодна з розглянутих систем повністю не задовольняє потреби середнього промислового підприємства.

У підрозділі 1.3 сформульовано постановку задачі та визначено основні технічні вимоги до комп'ютерно-інтелектуальної системи. Встановлено перелік функціональних вимог, які включають автоматизацію обліку персоналу, управління робочим часом, формування звітності та реалізацію аналітичних функцій. Також визначено нефункціональні вимоги, зокрема щодо продуктивності, надійності, безпеки та масштабованості системи. Обґрунтовано вибір сучасного стеку технологій, що забезпечує ефективну реалізацію системи та її інтеграцію з іншими інформаційними ресурсами підприємства.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що розробка власної комп'ютерно-інтелектуальної системи управління персоналом є доцільною. Запропонований підхід дозволяє врахувати специфіку виробничого підприємства, забезпечити необхідний рівень автоматизації, підвищити ефективність управління персоналом та знизити витрати на впровадження і супровід програмного забезпечення.

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

2.1 Розробка інфологічної моделі бази даних кадрового обліку

База даних кадрового обліку призначена для зберігання інформації про працівників, їх кваліфікацію, сертифікати, посади та історію роботи. Основною метою розробки бази даних є забезпечення структурованого зберігання інформації; уникнення дублювання даних; забезпечення швидкого доступу до інформації; підтримка аналітики та звітності. Особлива увага приділяється обліку кваліфікацій працівників; сертифікатів; строків дії документів.

Інфологічна модель бази даних описує сутності та зв'язки між ними без урахування конкретної СУБД. У системі виділено такі сутності, як «Працівник», «Посада», «Підрозділ», «Кваліфікація», «Сертифікат», «Тип сертифікату».

Таблиця 2.1 – Сутності системи

Сутність	Опис
Працівник	Дані про співробітника
Посада	Назва посади
Підрозділ	Структурна одиниця
Кваліфікація	Професійні навички
Сертифікат	Документ, що підтверджує кваліфікацію
Тип сертифіката	Категорія сертифіката

Встановлені основні зв'язки між сутностями:

«один працівник → одна посада», «один працівник → один підрозділ», «один працівник → багато кваліфікацій», «один працівник → багато сертифікатів».

Інфологічна модель (ER-діаграма) для системи кадрового обліку виробничого підприємства зображена на рисунку 2.1.

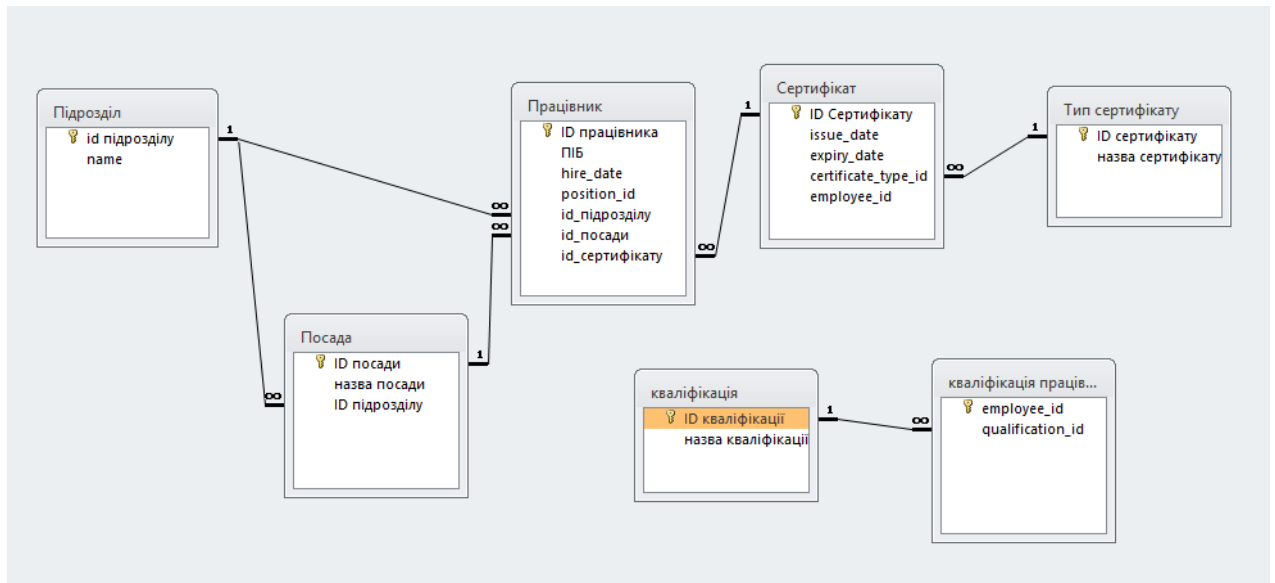


Рисунок 2.1 – Інфологічна модель для системи кадрового обліку виробничого підприємства

Центральним елементом системи є сутність «Працівник», яка містить основні дані про співробітника, а саме, ПІБ, дата прийому на роботу, посада, підрозділ. Усі інші сутності пов’язані саме з працівником (рисунок 2.2).

ID працівника	Счетчик	
ПІБ	Текстовый	
hire_date	Дата/время	дата найму
position_id	Текстовый	ідентифікатор_позиції
id_підрозділу	Числовой	ідентифікатор_відділу
id_посади	Числовой	
id_сертифікату	Числовой	

Рисунок 2.2 – Сутність «Працівник»

Розглянемо зв’язок з підрозділом і посадою. «Працівник → Підрозділ» зв’язок (1→∞). Це означає, що один працівник належить до одного підрозділу, один підрозділ має багато працівників (рисунок 2.3).

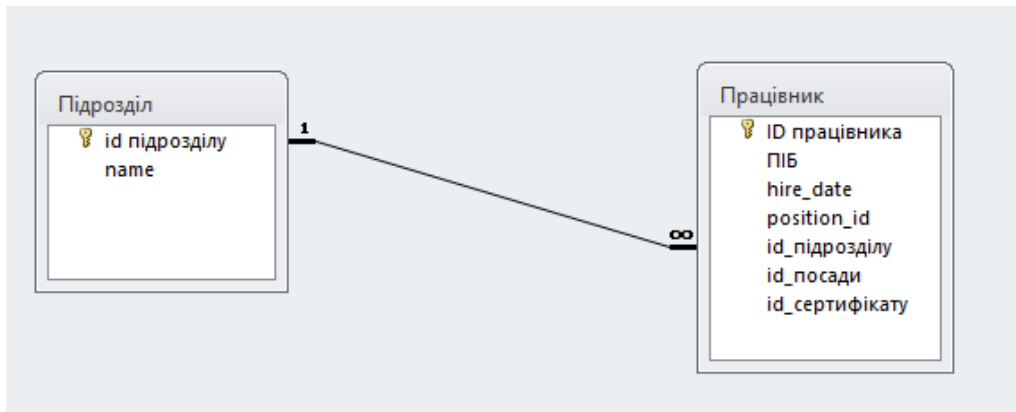


Рисунок 2.3 – Зв’язок «Працівник → Підрозділ»

«Працівник → Посада» пов’язані зв’язком (1→∞), що означає: один працівник має одну посаду, одна посада може бути у багатьох працівників. Це дозволяє описати організаційну структуру підприємства (рисунок 2.4).

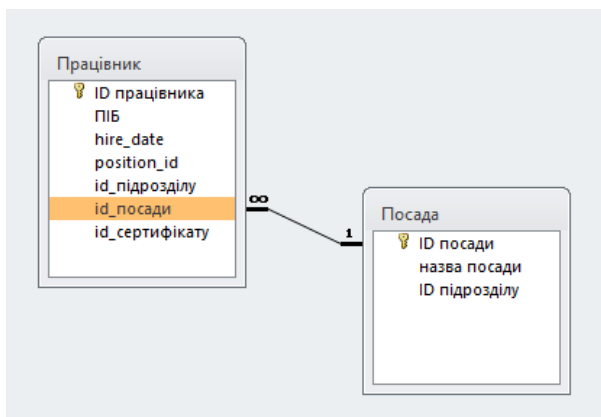


Рисунок 2.4 – Зв’язок «Працівник → Посада»

Сутність «Кваліфікації» (∞→∞) означає, що один працівник може мати багато кваліфікацій, одна кваліфікація може належати багатьом працівникам. Тому використовується проміжна таблиця «Кваліфікація працівника / Employee_Qualification» (рисунок 2.5).

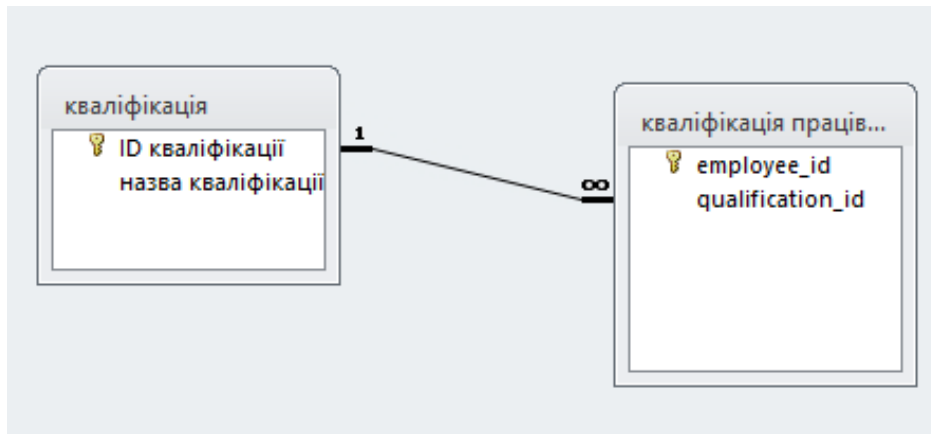


Рисунок 2.5 – Проміжна таблиця «Кваліфікація працівника».

Сутність «Сертифікат» містить дату видачі, дату закінчення, тип сертифікату. Встановлені зв'язки «Працівник → Сертифікат» (1→∞), що означає один працівник має багато сертифікатів. Це дозволяє зберігати історію документів (рисунок 2.6).

PK	ID Сертифікату	Числовой	
	issue_date	Дата/время	дата видачі
	expiry_date	Дата/время	дата закінчення
	certificate_type_id	Числовой	тип_сертифікату
	employee_id	Текстовый	идентификатор_працівника

Рисунок 2.6 – Сутність «Сертифікат»

Сутність «Тип сертифікату» використовується для класифікації «технічний сертифікат», «допуск до роботи», «допуск до навчання». Зв'язок «Сертифікат → Тип сертифікату» (1→∞), що дозволяє уникнути дублювання назв.

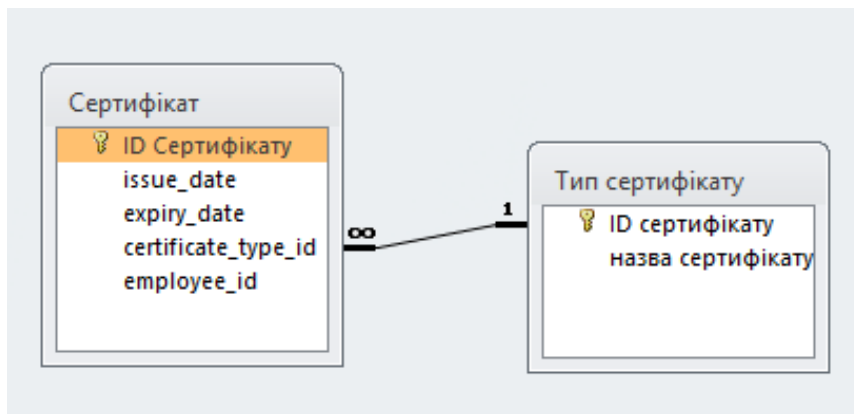


Рисунок 2.7 – Зв’язок «Сертифікат → Тип сертифікату»

Проаналізуємо логіку роботи моделі. Система працює наступним чином. Додається працівник. Йому призначається посада, підрозділ. До працівника додаються кваліфікації, сертифікати. Система відстежує строки дії сертифікатів, рівень кваліфікації.

Основними перевагами інфологічної моделі є простота і зрозумілість, відсутність дублювання даних, простота розширення, підтримка аналітики. Інфологічна модель відображає логічну структуру системи кадрового обліку та визначає основні сутності і зв’язки між ними. Вона є основою для подальшого створення таблиць бази даних і забезпечує правильну організацію даних, особливо для обліку кваліфікацій і сертифікатів.

2.2 Побудова алгоритмів інтелектуальної підтримки прийняття рішень при управлінні персоналом

У сучасних виробничих умовах важливо не лише зберігати дані про персонал, а й використовувати їх для прийняття рішень. Однією з ключових задач є автоматичний підбір працівників на зміну. Ручний розподіл працівників має недоліки, що пов’язані із суб’єктивністю рішень; помилками

при врахуванні допусків; неефективним використанням ресурсів. Тому доцільно застосувати алгоритми інтелектуальної підтримки, які автоматизують цей процес. Необхідно розробити алгоритм, який підбирає працівників на зміну; враховує кваліфікацію та сертифікати; враховує рейтинг працівника; забезпечує відповідність вимогам виробництва (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Критерії підбору працівників

№	Критерій	Опис
1	Допуск	Наявність необхідного сертифіката
2	Кваліфікація	Відповідність навичок
3	Рейтинг	Оцінка ефективності працівника
4	Доступність	Чи доступний працівник у зміні
5	Досвід	Стаж роботи

Для прийняття рішення використовується інтегральний рейтинг, який може враховувати продуктивність; дисципліну; досвід; кількість виконаних задач.

Таблиця 2.3 – Приклад шкали рейтингу

Рейтинг	Характеристика
0–50	Низький
50–75	Середній
75–90	Високий
90–100	Відмінний

Алгоритм працює у кілька етапів (рисунок 2.8) та складається з 6 кроків. Розпишемо їх більш детально.

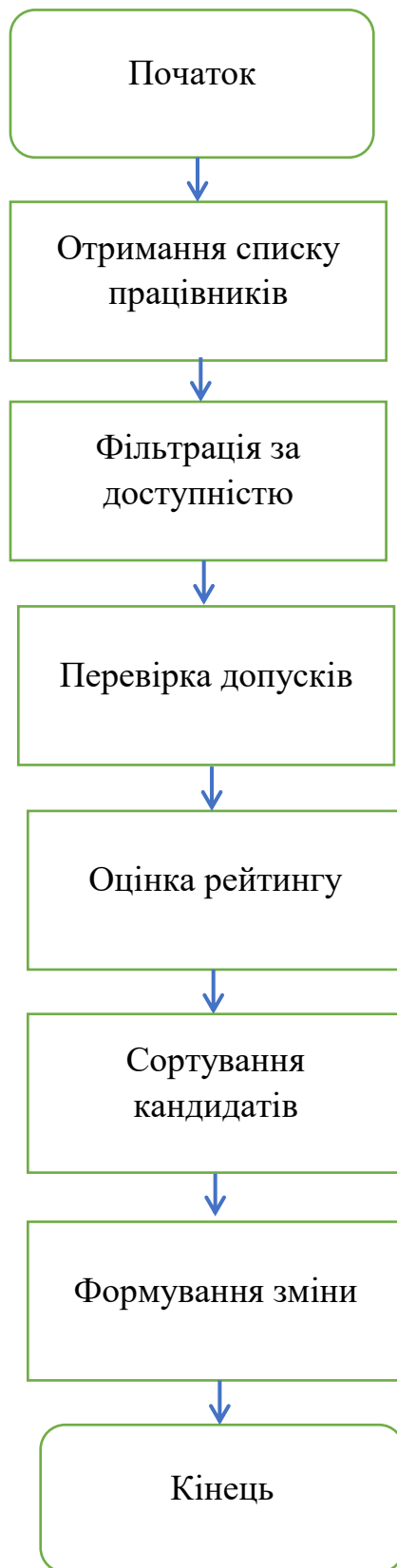


Рисунок 2.8 – Загальна схема алгоритму

Крок 1 – Вибір кандидатів. Система отримує список усіх працівників.

Крок 2 – Фільтрація за доступністю. Виключаються відсутні; ти, хто у відпустці; зайняті в іншій зміні.

Крок 3 – Перевірка допусків. Система перевіряє наявність сертифікатів; відповідність вимогам техпроцесу. Працівники без допуску виключаються.

Крок 4 – Розрахунок рейтингу. Для кожного працівника визначається рейтинг.

Крок 5 – Сортування. Працівники сортуються за рейтингом (від більшого до меншого).

Крок 6 – Формування зміни. Обирається необхідна кількість працівників.

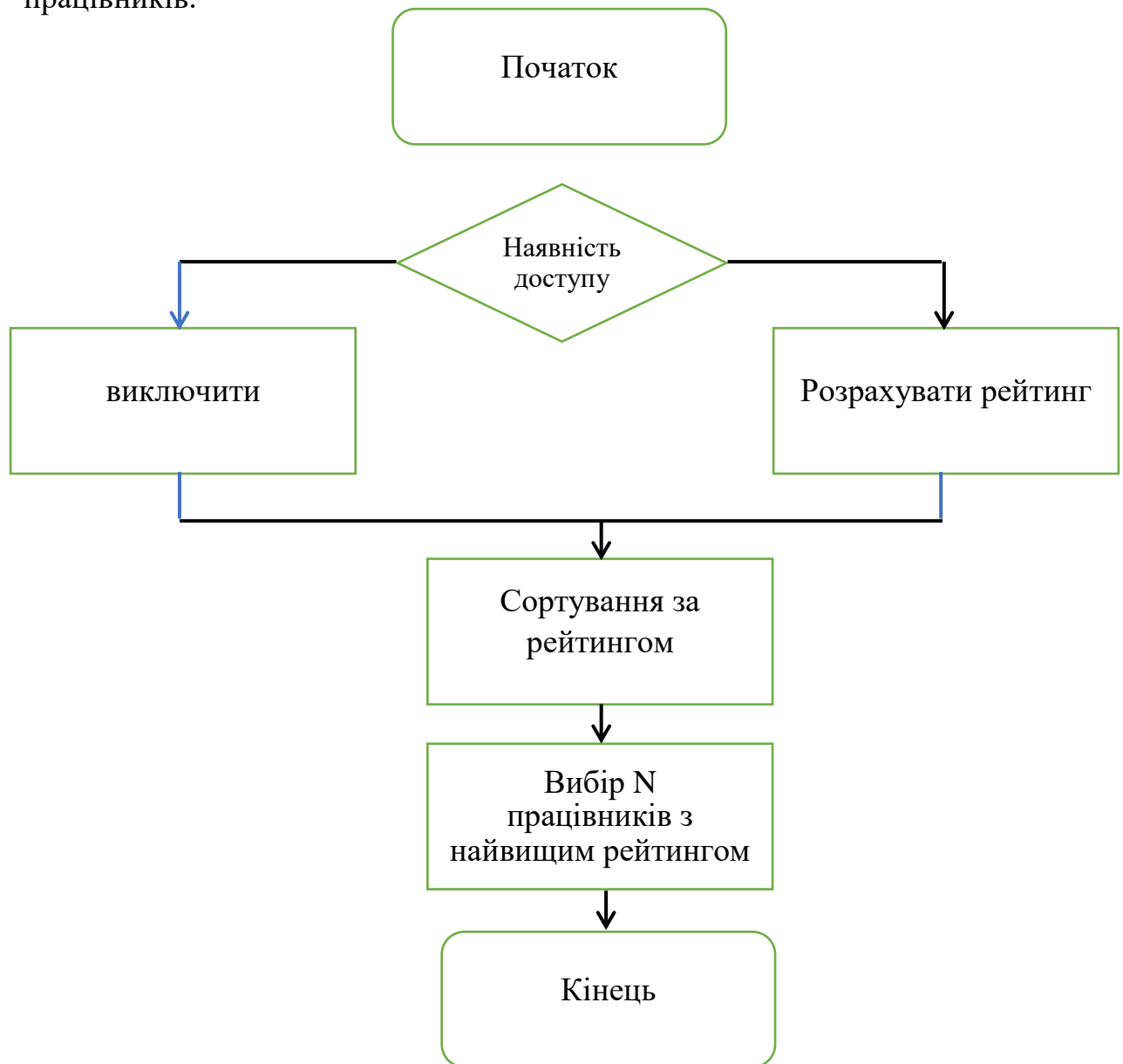


Рисунок 2.9 – Логіка відбору працівників

Розглянемо, як працює алгоритм автоматичного підбору працівників на зміну на основі вхідних даних.

Таблиця 2.4 – Вхідні дані

Працівник	Допуск	Рейтинг	Доступність
Іванов	Так	85	Так
Петренко	Ні	90	Так
Сидоренко	Так	70	Так

Кожен рядок таблиці – це окремий працівник. Стовпці означають допуск, а саме, чи має працівник право виконувати роботу; рейтинг – рівень ефективності; доступність – чи може робітник працювати у цю зміну.

На кроці 1 відбувається фільтрація за допуском. Алгоритм спочатку перевіряє, чи має працівник допуск. Петренко – має високий рейтинг (90), але немає допуску → виключається, адже, допуск є обов’язковою умовою.

На кроці 2 здійснюється фільтрація за доступністю. У таблиці 2.4 всі працівники доступні, тому Іванов → залишається, Сидоренко → залишається.

На кроці 3 сортуємо за рейтингом: Іванов (85), Сидоренко (70)

На кроці 4 відбувається вибір працівників. Припустимо, що потрібно 2 працівники ($N = 2$). Алгоритм обирає: Іванов, Сидоренко.

Результат роботи алгоритму: Петренко → виключено (немає допуску), Іванов → обрано, Сидоренко → обрано. Алгоритм працює послідовно: спочатку відсіює працівників, які не відповідають обов’язковим вимогам, а потім обирає найкращих за рейтингом, що забезпечує об’єктивний і ефективний підбір персоналу.

2.3 Проєктування взаємодії модулів системи на основі об'єктно-орієнтованого підходу

Об'єктно-орієнтований підхід (ООП) передбачає представлення системи у вигляді набору об'єктів, які взаємодіють між собою. Основними принципами ООП є інкапсуляція – об'єднання даних і методів; наслідування – повторне використання коду; поліморфізм – єдиний інтерфейс для різних об'єктів. ООП дозволяє створити гнучку, масштабовану та зрозумілу систему.

Система складається з таких модулів, як модуль управління користувачами; модуль кадрового обліку; модуль управління змінами; аналітичний модуль; модуль інтеграції з хмарним сервісом (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 – Модулі системи

Модуль	Функції
Користувачі	авторизація, ролі
Кадровий облік	дані працівників
Зміни	формування графіків
Аналітика	рейтинг, звіти
Інтеграція	API, хмара

Діаграма класів описує структуру системи: класи, їх атрибути та методи (рисунок 2.10).

Основними класами системи є Employee (Працівник), Position (Посада), Department (Підрозділ), Certificate (Сертифікат), Qualification (Кваліфікація), Shift (Зміна), Rating (Рейтинг), User (Користувач).

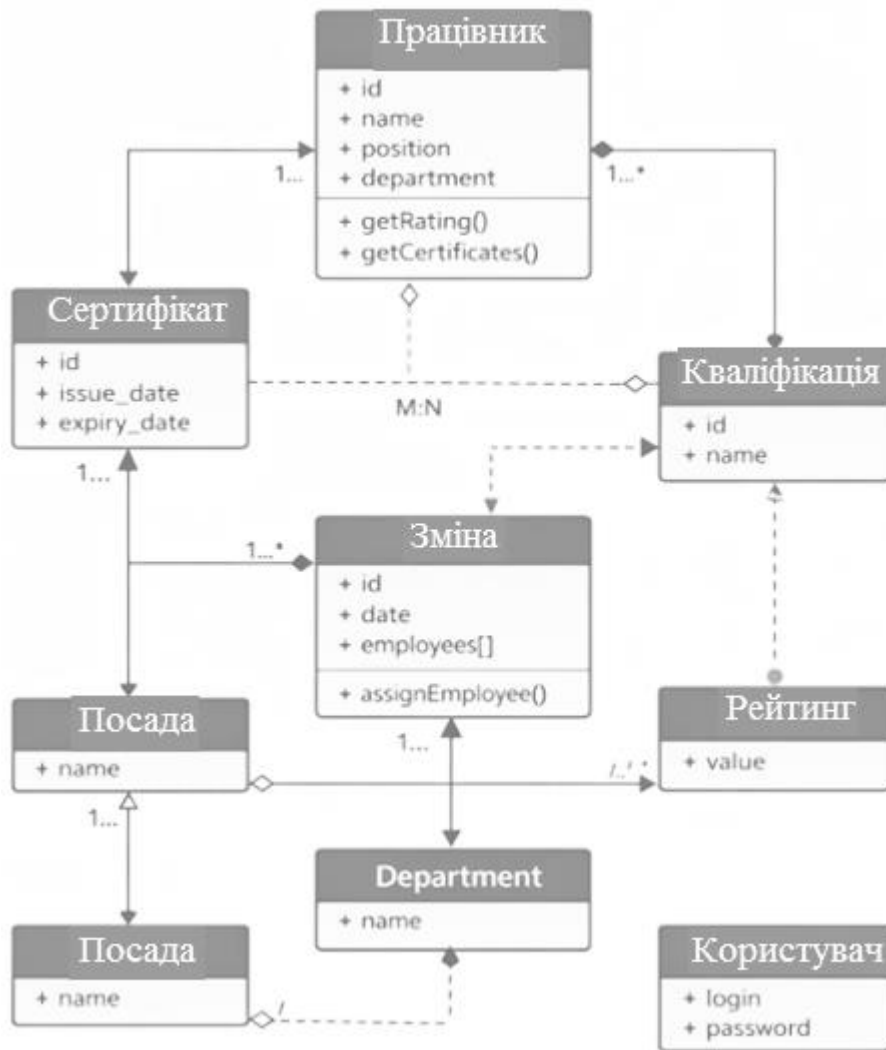


Рисунок 2.10 – Діаграма класів системи управління персоналом

Діаграма послідовностей показує, як об'єкти взаємодіють у часі. Користувач створює запит на формування зміни → Інтерфейс передає запит на сервер → Сервер отримує дані з бази → Виконується алгоритм підбору → Результат зберігається → Користувач отримує відповідь → Взаємодія відбувається через API (рисунок 2.11).

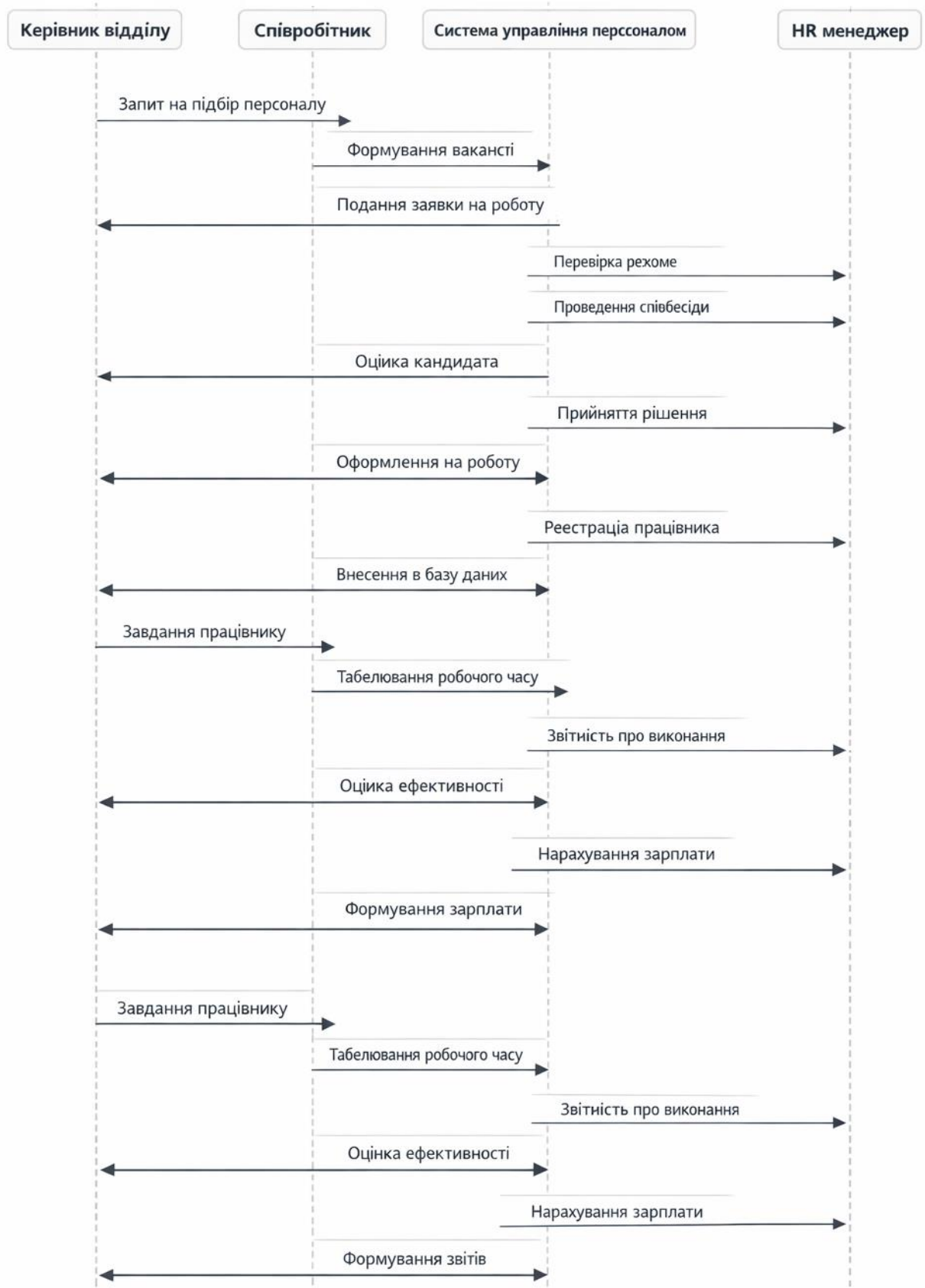


Рисунок 2.11 – Діаграма послідовностей

Система працює у хмарі, що забезпечує доступ з будь-якого пристрою; централізоване зберігання даних; масштабованість (рисунок 2.12).

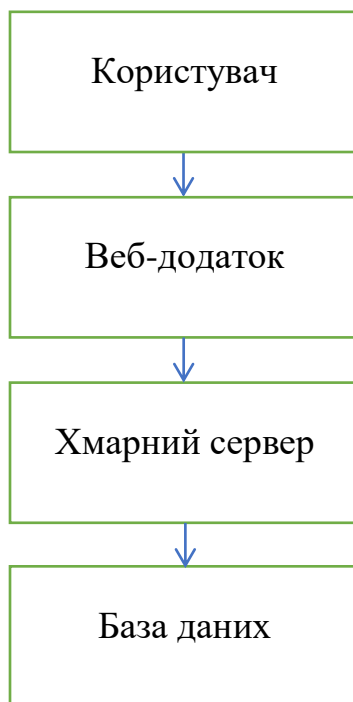


Рисунок 2.12 – Взаємодія з хмарним сервісом

Запропонована модель забезпечує логічну організацію системи, спрощує її реалізацію та дозволяє ефективно інтегрувати інтелектуальні алгоритми управління персоналом.

Висновок до розділу 2.

У розділі 2 було виконано проектування архітектури комп'ютерно-інтелектуальної системи управління персоналом.

У підрозділі 2.1 розроблено інфологічну модель бази даних кадрового обліку. Визначено основні сутності системи, їх атрибути та зв'язки, що забезпечують логічно узгоджену структуру зберігання даних. Спроектовано таблиці бази даних із використанням первинних і зовнішніх ключів, що гарантує цілісність і несуперечливість інформації. Особливу увагу приділено

організації обліку кваліфікацій та сертифікатів працівників, що є критично важливим для виробничих підприємств.

У підрозділі 2.2 побудовано алгоритми інтелектуальної підтримки прийняття рішень при управлінні персоналом. Запропоновано логіку автоматичного підбору працівників на зміну з урахуванням їхнього рейтингу, кваліфікації, доступності та наявності допусків до виконання технологічних процесів. Розроблений алгоритм забезпечує об'єктивність вибору, підвищує ефективність використання трудових ресурсів та зменшує ймовірність помилок при формуванні змін.

У підрозділі 2.3 виконано проектування взаємодії модулів системи на основі об'єктно-орієнтованого підходу. Розроблено діаграми класів, які відображають структуру системи, а також діаграми послідовностей, що описують процес взаємодії користувача з хмарним сервісом. Запропонована архітектура забезпечує модульність, гнучкість і масштабованість системи, а також спрощує її подальшу реалізацію та супровід.

У результаті проведеної роботи сформовано цілісну модель системи, яка поєднує структуру даних, алгоритми обробки інформації та механізми взаємодії компонентів.

РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ НА ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

3.1 Реалізація клієнт-серверної архітектури застосунку та інтеграція з хмарним середовищем

Вибір архітектури програмного комплексу є визначальним етапом, що забезпечує стабільність роботи системи управління персоналом в умовах промислового підприємства.

Для нашої бакалаврської роботи обрано трирівневу клієнт-серверну архітектуру, яка дозволяє розділити логіку зберігання даних, обробку запитів та інтерфейс користувача. Розподіл системи на три незалежні рівні (Presentation, Application, Data) забезпечує 1) масштабованість, тобто, можливість додавання нових модулів, наприклад, модуля контролю роботи ЧПК, без зміни структури всієї системи; 2) безпеку, 3) кросплатформенність. Безпека реалізується завдяки тому, що прямий доступ користувача до бази даних відсутній, усі запити проходять через захищений шар Backend. Кросплатформенність дозволяє забезпечити доступ до системи завдяки веб-інтерфейсу як зі стаціонарних комп'ютерів адміністрації, так і з планшетів майстрів у цехах.

Ми обрали стек технологій, який є золотим стандартом для сучасних вебзастосунків. Він поєднує високу швидкість розробки, безкоштовність (Open Source) та відповідність принципам Industry 4.0.

Ядром інтелектуальної системи управління персоналом є серверна частина, реалізована на мові програмування Python з використанням фреймворку FastAPI. Python обрано як головну мову для інтелектуального аналізу даних та автоматизації, що має готові бібліотеки для прогнозування та обробки кадрових метрик. FastAPI – сучасний фреймворк, який працює швидше за аналоги (Django чи Flask). Він автоматично генерує документацію для API, що критично для інтеграції з іншими системами підприємства.

Виробництво композитних труб потребує зберігання складних зв'язків (працівник → зміна → допуск → обладнання). PostgreSQL найкраще справляється з реляційними даними, гарантує їх цілісність та підтримує складні аналітичні запити. У системі впроваджено алгоритми перевірки допусків персоналу та валідації даних перед записом у БД. Для реалізації вимог безпеки реалізовано механізм JWT-токенів (JSON Web Token) для автентифікації користувачів та розмежування прав доступу (адмін / менеджер / керівник).

Frontend (клієнтська частина, інтерфейс) розроблена на базі сучасних веб-технологій (HTML5, CSS3, JavaScript), що забезпечує адаптивність системи. Використання компонентної структури дозволяє інтерфейсу коректно відобразитися на екранах різної роздільної здатності.

Інтерфейс інтелектуальної системи управління персоналом побудовано з використанням JavaScript-бібліотеки для створення користувацьких інтерфейсів React.js, яку розробила компанія Meta. React.js сьогодні є стандартом для створення швидких, сучасних вебзастосунків. Вона дозволяє створити швидкий та інтерактивний інтерфейс, що зручно для диспетчера чи HR-менеджера, оскільки дані, наприклад, графік намотування чи статус оператора, оновлюються миттєво без перезавантаження сторінки. React надає важливі переваги (таблиця 3.1)

Таблиця 3.1 – Переваги бібліотеки React.js для системи управління персоналом на виробництві

Особливість	Значення для системи управління персоналом на виробництві
Односторінковий додаток (SPA)	Користувач переходить між розділами (База кадрів, Допуски, Аналітика) миттєво, без очікування завантаження сторінок.
Стан (State)	Система може миттєво реагувати на зміни. Наприклад,

Особливість	Значення для системи управління персоналом на виробництві
	як тільки ви ввели дату нового інструктажу, статус допуску працівника одразу підсвітився зеленим.
Екосистема	Існує величезна кількість готових бібліотек для побудови графіків, таблиць та дашбордів (наприклад, Material UI або Ant Design).

Користувач натискає кнопку в браузері (React-інтерфейс). React відправляє запит до вашого FastAPI (Backend). FastAPI бере дані з PostgreSQL і повертає їх у форматі JSON. React отримує дані й миттєво перемальовує лише ту частину сторінки, де ці дані мають відобразитися. Використання React.js дозволяє створити динамічне інформаційне середовище для моніторингу кадрів. Завдяки компонентній архітектурі ми забезпечуємо високу швидкість відгуку системи, що критично для оперативного управління персоналом на промислових підприємствах в реальному часі.

Приклад коду на мові JavaScript, що описує картку працівника підприємства з виробництва труб, включаючи перевірку його допуску.

```
import React from 'react';

// Компонент "Картка працівника"
const EmployeeCard = ({ name, position, accessLevel, lastSafetyBriefing })
=> {

  // Логіка перевірки допуску (наприклад, інструктаж діє 180 днів)
  const isAccessValid = () => {
    const briefingDate = new Date(lastSafetyBriefing);
    const today = new Date();
    const diffTime = Math.abs(today - briefingDate);
```

```

const diffDays = Math.ceil(diffTime / (1000 * 60 * 60 * 24));
return diffDays <= 180;
};

const hasAccess = isAccessValid();

return (
  <div style={styles.card}>
    <h3 style={styles.name}>{name}</h3>
    <p><strong>Посада:</strong> {position}</p>
    <p><strong>Рівень доступу до ЧПК:</strong> {accessLevel}</p>

    <div style={{
      ...styles.statusBadge,
      backgroundColor: hasAccess ? '#4CAF50' : '#F44336'
    }}>
      {hasAccess ? 'Допуск активний' : 'Потрібна переатестація'}
    </div>

    <p
      style={styles.dateText}>Останній інструктаж:
    {lastSafetyBriefing}</p>
  </div>
);
};

// Прості стилі для наочності
const styles = {
  card: {
    border: '1px solid #ddd',
    borderRadius: '8px',

```

```

padding: '16px',
width: '250px',
boxShadow: '0 2px 5px rgba(0,0,0,0.1)',
fontFamily: 'Arial, sans-serif'
},
name: { margin: '0 0 10px 0', color: '#333' },
statusBadge: {
  color: 'white',
  padding: '5px 10px',
  borderRadius: '4px',
  textAlign: 'center',
  fontSize: '14px',
  fontWeight: 'bold',
  margin: '10px 0'
},
dateText: { fontSize: '12px', color: '#666' }
};

export default EmployeeCard;

```

Props (Властивості). Компонент приймає дані (name, position тощо) як аргументи. Це дозволяє використовувати одну й ту саму «форму» для тисяч різних працівників. JSX представляє собою суміш JavaScript та HTML. Ми вставляємо змінні прямо в розмітку за допомогою фігурних дужок { }. Динамічні стилі демонструє рядок `backgroundColor: hasAccess ? '#4CAF50' : '#F44336'`. Колір фону змінюється автоматично залежно від того, чи пройшов працівник інструктаж. Функція `isAccessValid` виконує розрахунок прямо всередині компонента, що забезпечує миттєве оновлення статусу на екрані.

У дипломному проєкті ми не прописували дані вручну. React робить запит до FastAPI, отримує масив об'єктів із бази PostgreSQL і за допомогою

циклу `.map()` виводить сотні таких карток працівників підприємства на одну сторінку дашборду.

Приклад на мові Python того, як виглядає Backend-частина системи управління персоналом на фреймворку FastAPI

```
from fastapi import FastAPI, HTTPException
from pydantic import BaseModel
from typing import List
from datetime import date
```

```
# Ініціалізація додатка
```

```
app = FastAPI(title="HR System for Composite Pipe Plant")
```

Схема даних (Pydantic модель) для валідації того, що приходить/йде з бази

```
class Employee(BaseModel):
```

```
    id: int
```

```
    name: str
```

```
    position: str
```

```
    access_level: str
```

```
    last_safety_briefing: date
```

Імітація бази даних (у реальному проєкті тут буде запит до PostgreSQL)

```
fake_db = [
```

```
    {
```

```
        "id": 1,
```

```
        "name": "Олександр Іванов",
```

```
        "position": "Оператор ЧПК",
```

```
        "access_level": "A1 (Високий)",
```

```
        "last_safety_briefing": "2025-10-15"
```

```
},
{
  "id": 2,
  "name": "Віктор Петров",
  "position": "Машиніст намотування",
  "access_level": "B2 (Середній)",
  "last_safety_briefing": "2026-02-20"
}
]
```

Кінцева точка (Endpoint) для отримання списку всіх працівників

```
@app.get("/api/employees", response_model=List[Employee])
```

```
async def get_employees():
```

```
    """
```

```
    Повертає повний список персоналу для відображення карток у React.
```

```
    """
```

```
    return fake_db
```

Кінцева точка для перевірки конкретного допуску

```
@app.get("/api/employees/{emp_id}")
```

```
async def get_employee_details(emp_id: int):
```

```
    employee = next((item for item in fake_db if item["id"] == emp_id), None)
```

```
    if not employee:
```

```
        raise HTTPException(status_code=404, detail="Працівника не  
знайдено")
```

```
    return employee
```

Запуск сервера (команда в терміналі: uvicorn main:app --reload)

За цим кодом FastAPI створює вебсторінку за адресою /docs, де можна протестувати всі запити. Клас Employee гарантує, що якщо в базі замість дати буде текст, система видасть помилку, що забезпечує надійність нашої комп'ютерно-інтегрованої системи. FastAPI працює асинхронно (async def), що дозволяє обробляти тисячі запитів одночасно, навіть якщо ваше підприємство дуже велике.

У якості системи управління базами даних (СУБД) обрано PostgreSQL. Зв'язок між Backend та БД реалізовано за допомогою ORM (Object-Relational Mapping), наприклад, SQLAlchemy. Це дозволяє працювати з таблицями бази даних як з об'єктами мови Python, що підвищує надійність коду та захищає від SQL-ін'єкцій. Для забезпечення високої швидкодії при одночасних запитах від багатьох користувачів налаштовано механізм пулу з'єднань (Connection Pooling).

Для забезпечення стабільної доступності у режимі 24 / 7 систему розгорнуто в хмарному середовищі, наприклад, Heroku, AWS або Google Cloud. Програмний комплекс упаковано в Docker-контейнер. Це гарантує, що система працюватиме однаково як на комп'ютері розробника, так і на хмарному сервері. Використано керований сервіс БД (Managed Database), що забезпечує автоматичне резервне копіювання (Backup) кадрової інформації. Налаштовано автоматичне оновлення системи при внесенні змін у код, що мінімізує час простою сервісу при оновленнях.

Приклад SQL-коду для створення структури бази даних у PostgreSQL з врахуванням специфіки виробництва композитних труб (допуски, категорії, сертифікація).

```
-- Створення переліку (enum) для рівнів доступу до обладнання ЧПК
```

```
CREATE TYPE access_level_type AS ENUM ('A1', 'B2', 'C3', 'None');
```

```
-- Створення основної таблиці працівників
```

```
CREATE TABLE employees (
```

```

        id SERIAL PRIMARY KEY,                                -- Автоматичний
унікальний номер (ID)
        full_name VARCHAR(255) NOT NULL,                    -- ПІБ працівника
        position VARCHAR(100) NOT NULL,                     -- Посада (наприклад,
"Оператор намотування")
        department VARCHAR(100) DEFAULT 'Цех №1',          -- Цех або
дільниця
        access_level access_level_type DEFAULT 'None',     -- Рівень допуску до
складного обладнання
        hire_date DATE DEFAULT CURRENT_DATE,               -- Дата прийняття
на роботу
        last_safety_briefing DATE NOT NULL,                -- Дата останнього
інструктажу з ТБ
        medical_checkup_expiry DATE,                       -- Термін дії медичної
довідки
        is_active BOOLEAN DEFAULT TRUE,                    -- Статус (працює чи
звільнений)
        salary_rate NUMERIC(10, 2),                        -- Тарифна ставка (для
економічного розділу)
        created_at TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP     -- Час
створення запису в системі
    );

-- Додавання індексу для швидкого пошуку за ПІБ (оптимізація бази)
CREATE INDEX idx_employee_name ON employees(full_name);

```

-- Приклад додавання першого запису (тестові дані)

```
INSERT INTO employees (full_name, position, access_level,  
last_safety_briefing)
```

```
VALUES ('Олександр Іванов', 'Оператор ЧПК', 'A1', '2026-03-01');
```

`SERIAL PRIMARY KEY` автоматично створює унікальний ідентифікатор для кожного рядка і є стандартом для реляційних баз, що забезпечує цілісність даних.

Спеціальний тип даних `ENUM (access_level_type)` обмежує введення випадкових значень. Оператор може мати лише ті рівні доступу, які ми визначили (A1, B2 тощо), що запобігає помилкам при введенні даних.

`NUMERIC(10, 2)` використовується для фінансових показників (зарплати), оскільки цей тип забезпечує точність обчислень без похибок округлення, характерних для `FLOAT`.

Створення індексу `INDEX` є елементом оптимізації. Якщо в базі буде 1000 працівників, пошук за іменем працюватиме в десятки разів швидше. `TIMESTAMP` автоматично фіксує час додавання працівника в систему, що важливо для аудиту та контролю змін. Коли ми запускаємо Backend, він підключається до цієї таблиці за допомогою бібліотеки `SQLAlchemy`. Ваш код на Python «бачить» ці поля і може виконувати запити типу `SELECT * FROM employees WHERE last_safety_briefing < '2025-10-01'`, щоб знайти тих, кому час проходити інструктаж.

Спроекуємо таблицю «Журнал допусків» на SQL, яка зберігає історію всіх сертифікацій та дозволів. Кожен запис прив'язаний до конкретного працівника через зовнішній ключ (`foreign key`).

-- Створення таблиці журналу допусків

```
CREATE TABLE access_logs (
```

```
log_id SERIAL PRIMARY KEY,
```

-- Унікальний номер запису в

журналі

employee_id INTEGER NOT NULL, -- ID працівника (Зв'язок з
таблицею employees)

equipment_name VARCHAR(150) NOT NULL, -- Назва обладнання
(напр. "Верстат намотувальний ВН-4")

certification_type VARCHAR(100), -- Тип допуску (напр.
"Оператор", "Налагоджувальник")

issue_date DATE NOT NULL, -- Дата видачі допуску

expiry_date DATE NOT NULL, -- Дата закінчення дії допуску

instructor_name VARCHAR(255), -- Хто проводив атестацію

status VARCHAR(50) DEFAULT 'Active', -- Статус (Active, Expired,
Suspended)

-- Встановлення зв'язку (Зовнішній ключ)

CONSTRAINT fk_employee

FOREIGN KEY(employee_id)

REFERENCES employees(id)

ON DELETE CASCADE

-- Якщо видалити працівника,

його допуски видаляться автоматично

);

-- Приклад додавання допуску для працівника з ID=1

INSERT INTO access_logs (employee_id, equipment_name,
certification_type, issue_date, expiry_date)

VALUES (1, 'Верстат ЧПК намотувальний', 'Старший оператор', '2026-
03-01', '2027-03-01');

Поле `employee_id` гарантує, що неможливо створити допуск для «неіснуючого» працівника.

За допомогою простого запиту:

```
SELECT * FROM access_logs WHERE expiry_date <= CURRENT_DATE
+ INTERVAL '7 days'
```

система може миттєво знайти всіх працівників, у яких термін допуску закінчується через 7 днів:

Таблиця 3.2 – Обґрунтування вибору програмних засобів

Компонент системи	Обраний інструмент	Альтернатива	Перевага обраного рішення
Мова програмування	Python	PHP / Java	Легкість написання алгоритмів ШІ та аналізу даних.
Веб-фреймворк	FastAPI	Django	Висока продуктивність (асинхронність) та швидка розробка.
Система керування БД	PostgreSQL	MySQL	Краща робота зі складними структурами та надійність.
Бібліотека інтерфейсу	React.js	Vue.js / Angular	Найбільша спільнота та величезна кількість готових компонентів.
Середовище розгортання	Docker	Локальний сервер	Гарантована робота системи в будь-якому хмарному середовищі.

Таблиця 3.3 – Відповідність інструментів інженерним завданням

Інженерне завдання	Інструментарій	Технічний ефект
Збір та збереження даних	PostgreSQL	Створення єдиного інформаційного простору підприємства.
Автоматизація логіки	Python (Backend)	Усунення людського фактора при перевірці допусків до ЧПК.
Візуалізація моніторингу	React (Dashboards)	Оперативне відображення стану кадрів на виробничих дільницях.
Інтеграція в хмару	Docker + Cloud	Масштабованість системи під потреби територіальних громад.

Для забезпечення доступності системи 24 / 7 та надійної роботи з кадровими даними обрано стратегію контейнеризованого розгортання в хмарній інфраструктурі за допомогою Docker. Першим кроком є створення Docker-образу, що дозволяє «запакувати» Backend (FastAPI) разом із усіма залежностями (бібліотеками Python) в один ізольований контейнер. Це гарантує, що програма, яка працювала на комп'ютері розробника, так само стабільно працюватиме на хмарному сервері.

Приклад Dockerfile для нашого Backend:

```
FROM python:3.9-slim
```

```
WORKDIR /app
```

```
COPY requirements.txt .
```

```
RUN pip install --no-cache-dir -r requirements.txt
```

```
COPY . .
```

```
CMD ["uvicorn", "main:app", "--host", "0.0.0.0", "--port", "80"]
```

Замість ручного встановлення PostgreSQL на сервер, використовується Managed Database (керована база даних). Хмарний провайдер сам займається резервним копіюванням (Backups) та безпекою. У налаштуваннях Backend вказується DATABASE_URL, який надає хмарна платформа.

Для сучасних систем автоматизації важливо реалізувати принцип Continuous Integration / Continuous Deployment. Порівняємо між собою моделі розгортання (таблиця 3.4)

Таблиця 3.4. – Порівняння моделей розгортання

Характеристика	Локальний сервер (On-premise)	Хмарна платформа (Cloud PaaS)
Витрати	Купівля заліза, оплата електрики	Оплата за спожиті ресурси (є free tiers)
Надійність	Залежить від стабільності мережі цеху	99.9% uptime (гарантовано провайдером)
Масштабованість	Складно (треба купувати нові модулі)	Миттєво (додавання потужності в 1 клік)
Безпека	Потребує штатного системного адміна	Вбудований захист від DDoS та шифрування

Користувач (HR-менеджер) вводить адресу сайту в браузері. Запит іде на Cloud Load Balancer, який спрямовує його до контейнера з FastAPI. FastAPI звертається до хмарної бази PostgreSQL за захищеним внутрішнім каналом. React (Frontend) завантажується як статичний контент через CDN (Content Delivery Network), що забезпечує миттєве відкриття сторінок. Використання хмарної інфраструктури дозволяє промисловим підприємствам впроваджувати систему без капітальних інвестицій у власні серверні потужності, що зменшує витрати на обслуговування IT-інфраструктури та забезпечує високу живучість системи в поствоєнний період.

3.2 Розробка користувацького інтерфейсу та засобів візуалізації кадрової аналітики

Проектування інтерфейсу користувача (UI) та досвіду взаємодії (UX) є критичним етапом, оскільки від зручності представлення даних залежить швидкість прийняття управлінських рішень. Для системи обрано концепцію Dashboard (інформаційної панелі), яка агрегує критично важливі показники на одному екрані.

Проаналізуємо функціонал для адміністратора HR (рисунок 3.1). Інтерфейс адміністратора HR-відділу містить інтерактивний реєстр персоналу, графіки плинності та структури кадрів, систему обліку робочого часу. Інтерактивний реєстр персоналу представлено таблицею з можливістю миттєвої фільтрації за цехами, посадами та статусом допуску. Графіки плинності та структури кадрів базуються на використанні кругових діаграм (Pie Charts) для відображення розподілу персоналу за категоріями (оператори ЧПК, інженери, технічний персонал). Система обліку робочого часу представлена лінійними графіками (Line Charts) для моніторингу завантаженості персоналу протягом місяця.

Зробимо опис елементів інтерфейсу на рисунку 3.1.

Header (Шапка сайту) містить логотип системи, поле пошуку працівників та іконку профілю адміністратора.

Бічна панель навігації (Sidebar) забезпечує швидкий доступ до основних модулів: «Дашборд», «Персонал», «Журнал допусків» (зв'язок з SQL-таблицею access_logs), «Графіки змін», «Аналітика», «Звіти», «Сповіщення» та «Налаштування».

Блок ключових метрик (KPI Cards) представляє собою верху розташовані чотири картки з миттєвою статистикою:

Загальна чисельність працівників – 128 осіб. Активні зміни, наприклад, 42 людини в цеху. Критичні допуски, наприклад, 18 протермінованих сертифікатів. Нові співробітники, наприклад, 7 за останній місяць.

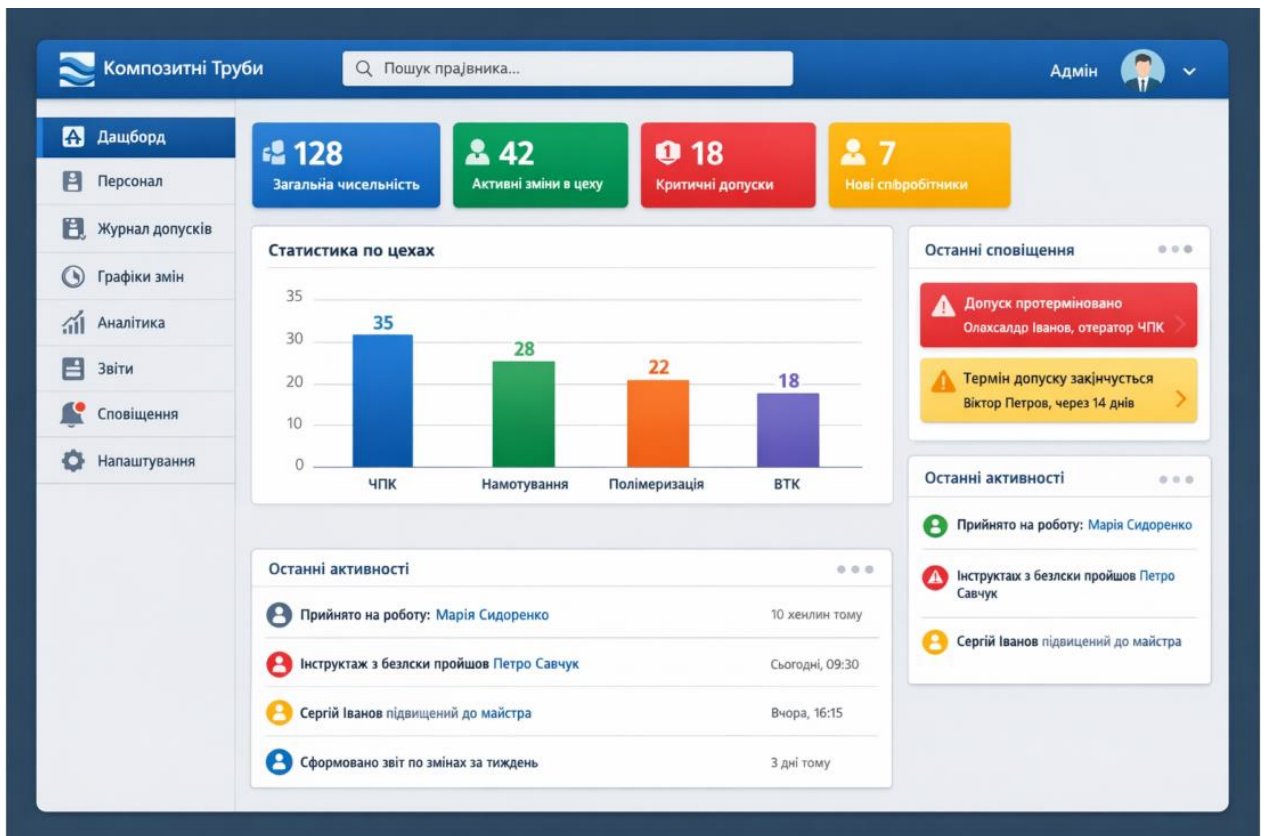


Рисунок 3.1 – Інтерфейс адміністратора HR-відділу

Центральний віджет «Статистика по цехах» представлено у вигляді стовпчикової діаграми (Bar Chart) для відображення кількості працівників за основними виробничими дільницями, наприклад, ЧПК, Намотування, Полімеризація, ВТК, що дозволяє HR-менеджеру бачити завантаженість цехів.

Блок «Останні сповіщення» реалізує інтелектуальну підтримку прийняття рішень. Система автоматично виводить попередження з використанням колірної індикації:

Червоний статус «Допуск протерміновано», наприклад, Олександр Іванов, оператор ЧПК. Це вимагає негайного формування наказу на переатестацію.

Жовтий статус «Термін допуску закінчується», наприклад, через 14 днів для Віктора Петрова, машиніста намотування.

Список «Останні активності» демонструє хронологію змін у системі, наприклад, прийняття на роботу, проходження інструктажу.

Розроблений інтерфейс адміністратора реалізовано як Single Page Application (SPA) на базі React.js. Дані для графіків та сповіщень надходять від Backend-сервера (FastAPI) у форматі JSON і візуалізуються за допомогою бібліотеки Recharts. Використання колірної індикації (зелений / жовтий / червоний) у блоці сповіщень дозволяє мінімізувати час реакції HR-відділу на критичні зміни у кваліфікаційному складі, забезпечуючи безперервність виробничого процесу.

Розглянемо функціонал для керівника цеху (майстра дільниці) (рисунок 3.2). Інтерфейс керівника цеху адаптований під оперативне управління виробничим процесом виготовлення композитних труб. Тут акцент зміщено з персональних даних на виробничу готовність.

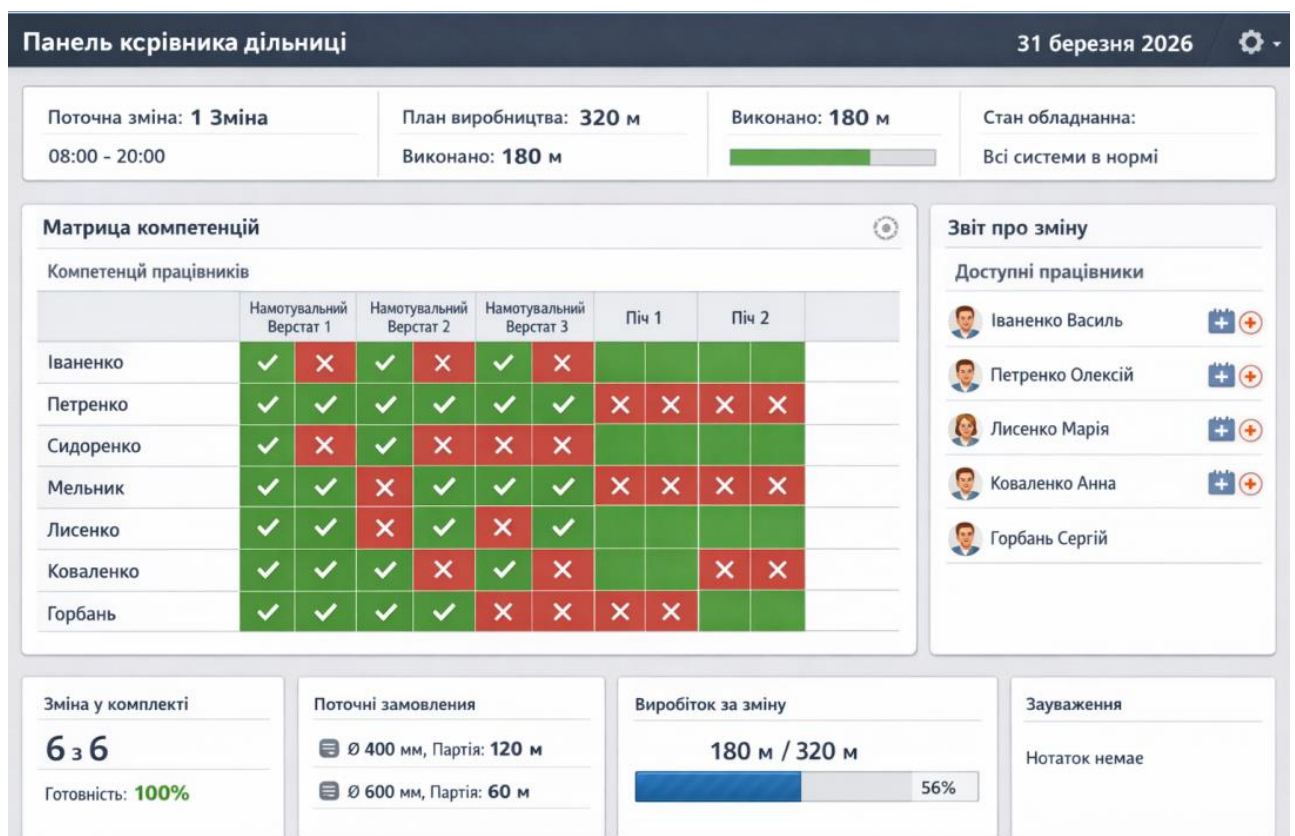


Рисунок 3.2 – Інтерфейс керівника цеху (майстра дільниці)

Ключовими інструментами інтерфейсу є матриця компетенцій (Heatmap), звіт про зміну. Матриця компетенцій (Heatmap) представляє собою

візуальну сітку, де по одній осі вказані працівники, а по іншій – типи обладнання (намотувальні верстати, печі). Колір комірки (зелений/червоний) миттєво показує, хто має право працювати на конкретному верстаті сьогодні. Звіт про зміну передбачає автоматичне формування списку доступних працівників на основі їхнього графіку та стану здоров'я.

На рисунку 3.2 представлено інтерфейс користувача для керівника виробничої ділянки підприємства з виготовлення композитних труб. Інтерфейс орієнтований на оперативне управління виробничим процесом та контроль готовності персоналу і обладнання.

Інтерфейс має панельну (dashboard) структуру та складається з таких основних блоків, як верхня інформаційна панель (header); центральна область з матрицею компетенцій; права панель зі звітом про зміну; нижні інформаційні віджети. Така структура дозволяє швидко отримати всю критично важливу інформацію на одному екрані.

У верхній частині інтерфейсу відображається назва системи: «Панель керівника ділянки»; дата: 31 березня 2026 року; основні показники зміни: поточна зміна (1 зміна); час роботи (08:00 – 20:00); план виробництва (320 м); фактичне виконання (180 м); стан обладнання (в нормі). Цей блок забезпечує швидке розуміння загального стану виробництва.

Центральним елементом інтерфейсу є матриця компетенцій працівників, по вертикалі якої розміщено працівників; по горизонталі – обладнання, а саме, намотувальні верстати (1–3); печі (Піч 1, Піч 2). Для наочності використовується кольорова індикація, а саме, зелений – працівник має допуск; червоний – працівник не має допуску. Матриця дозволяє миттєво визначити, хто може працювати на конкретному обладнанні; уникнути помилок при розподілі персоналу; оцінити кадрову забезпеченість виробництва.

Праворуч розташований блок «Звіт про зміну», який містить список доступних працівників. На екрані маємо відображення працівників, які присутні на зміні; допущені до роботи; готові до виконання задач;

передбачена можливість оперативного призначення працівників (кнопки дій). Формування списку відбувається автоматично на основі графіку змін; стану здоров'я; наявності допусків.

Маємо нижні інформаційні блоки. Зміна у комплекті показує кількість працівників у зміні (6 з 6); відображає рівень готовності (100%). Поточні замовлення містять активні виробничі задачі. Наприклад, труби Ø400 мм – 120 м; труби Ø600 мм – 60 м. Виробіток за зміну показує прогрес виконання плану; у вигляді шкали 180 м із 320 м (56 %). Інформаційний блок включає панель «Зауваження», яка містить коментарі або попередження; у даному випадку вони відсутні.

Перевагами запропонованого інтерфейсу є наочність (використання кольорових індикаторів); швидкість прийняття рішень; зручність у використанні; концентрація ключової інформації в одному місці; підтримка інтелектуального управління персоналом. Інтерфейс керівника дільниці реалізує концепцію оперативного управління виробництвом, поєднуючи дані про персонал, обладнання та виробничі показники. Використання матриці компетенцій та автоматично сформованого звіту про зміну дозволяє швидко приймати обґрунтовані рішення та підвищує ефективність виробничого процесу.

Одним із найважливіших елементів системи є модуль сповіщень про необхідність переатестації, що реалізує інтелектуальну підтримку прийняття рішень (рисунок 3.3).

Система автоматично аналізує поле `expiry_date` у таблиці допусків. За 14 днів до закінчення терміну дії допуску на головному екрані з'являється попередження, а на електронну пошту адміністратора надходить запит на формування наказу про навчання. На панелі передбачено колірну індикацію (Traffic Light System): Зелений: Допуск дійсний (більше 30 днів); Жовтий: Критичний термін (менше 14 днів до переатестації); Червоний: Допуск протерміновано (робота на обладнанні заборонена).

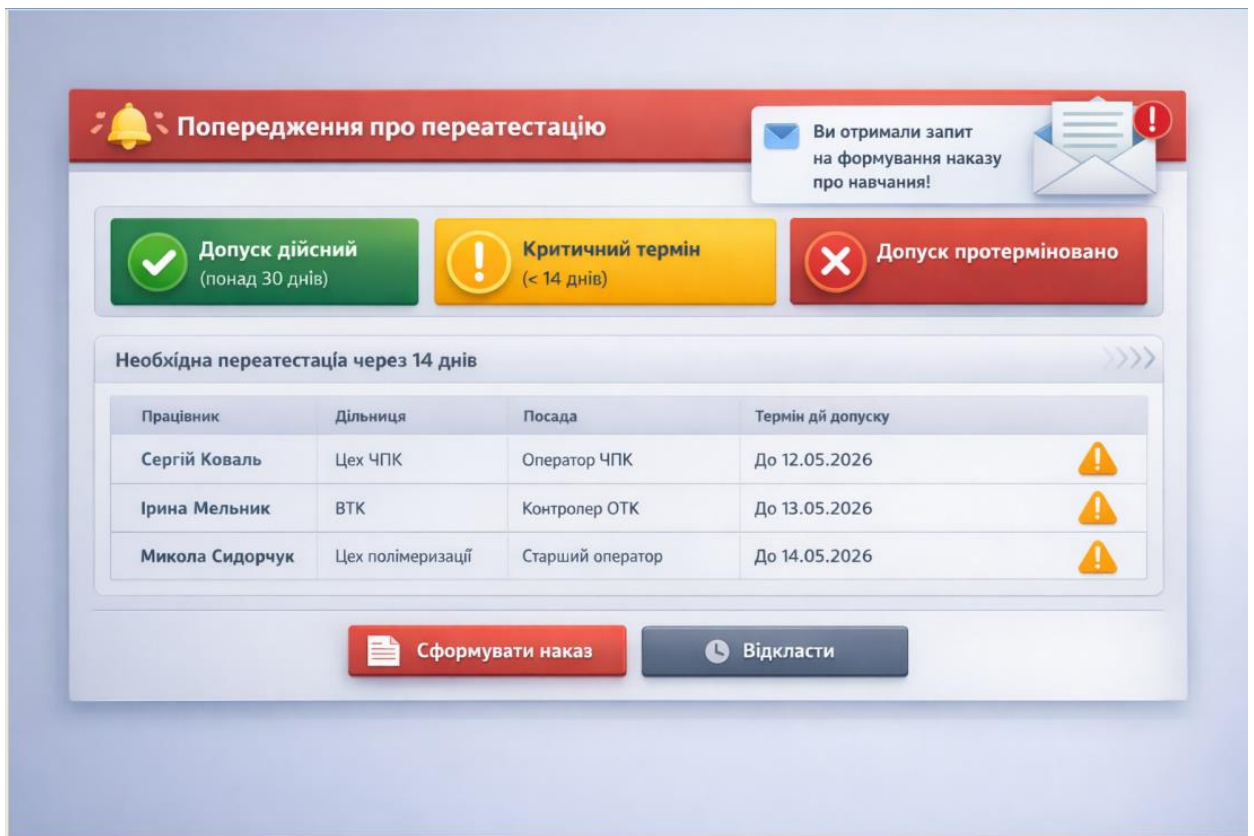


Рисунок 3.3 – Модуль попередження про переатестацію

Таблиця 3.5 – Типи візуалізації кадрової аналітики в системі

Тип звіту	Метод візуалізації	Призначення
Кваліфікаційний склад	Пелюсткова діаграма (Radar Chart)	Порівняння реальних навичок працівника з еталонними вимогами.
Динаміка інструктажів	Стовпчикова діаграма (Bar Chart)	Кількість пройдених атестацій за місяць/квартал.
Статус допусків	Індикатори (Gauges / Badges)	Миттєва оцінка кількості «червоних» зон у цеху.

Проаналізуємо діаграму. Для візуалізації кваліфікаційного складу використовуємо пелюсткову діаграму (Radar Chart), як найбільш професійний

спосіб оцінки фахівця в інженерії. Кожна вісь діаграми – це окрема навичка, наприклад, робота з ЧПК, знання техніки безпеки, хімічна обробка труб, налагодження верстатів. Метод пелюсткової діаграми дозволяє накласти «ідеальну модель» працівника на «реальну». Якщо фігура на графіку має провали – це сигнал для HR, що працівнику треба підтягнути саме цю компетенцію.

Для візуалізації динаміки інструктажів застосовуємо стовпчикову діаграму (Bar Chart), яка є класичним інструментом для порівняння кількісних показників за певні проміжки часу. Кожен стовпчик – це місяць або квартал. Висота стовпчика показує кількість проведених атестацій. Метод Bar Chart є зручним, адже керівник цеху бачить «пікові» навантаження. Наприклад, якщо в березні у 80 % штату закінчується допуск, діаграма покаже величезний стовпчик, що дозволяє заздалегідь спланувати графік навчання, щоб не зупиняти виробництво труб.

Для візуалізації статусу допусків використовуємо індикатори (Gauges / Badges), які є елементами «швидкого реагування», схожі на спідометр автомобіля або сигнальні лампи на пульті керування. Метод індикаторів застосовує кольорові мітки (Badges) біля прізвища або кругові шкали (Gauges), що показують відсоток людей з активними допусками. Адміністратору не потрібно читати текст, якщо він бачить червоний «Badge» – людина не має права бути в цеху. Це реалізація принципу «управління за відхиленнями», що є основою автоматизованих систем.

Backend (FastAPI) робить запит до PostgreSQL, наприклад, рахує кількість активних допусків. Дані передаються у форматі JSON на Frontend (React). Бібліотека візуалізації, наприклад, Recharts, автоматично перетворює цифри на ці графіки.

Таблиця 3.6 – Цінність візуальних моделей

Об'єкт моніторингу	Візуальна модель	Управлінська цінність
Компетенції	Radar Chart	Виявлення прогалин у навчанні (Skill Gap).
Планування	Bar Chart	Рівномірний розподіл навантаження на навчальний центр.
Безпека	Gauges / Badges	Миттєве запобігання аварійним ситуаціям через людський фактор.

Обрана трирівнева клієнт-серверна модель (React → FastAPI → PostgreSQL) забезпечила високу швидкість обробки даних та стабільність системи. Розподіл логіки на Frontend та Backend дозволив створити гнучкий інструмент, здатний до масштабування під потреби великих промислових об'єктів. Проектування реляційної бази даних із використанням зв'язків між таблицями employees та access_logs дозволило автоматизувати контроль за кваліфікацією персоналу. Впровадження суворої типізації даних та індексів у PostgreSQL гарантує цілісність кадрової інформації та швидкий доступ до неї.

Розроблені засоби візуалізації (Dashboard, Матриця компетенцій, Radar Charts) перетворили сухі статистичні дані на наочний інструмент управління. Колірна індикація станів («система світлофора») мінімізує вплив людського фактора, автоматично блокуючи допуск непроінструктованих осіб до складного обладнання ЧПК. Розгортання системи в хмарній інфраструктурі з використанням Docker-контейнеризації забезпечило високу живучість програмного комплексу, що є критично важливим для підприємств у поствоєнний період, оскільки дані залишаються захищеними та доступними незалежно від фізичного стану локальних офісів. Створена система безпосередньо сприяє сталому розвитку територіальних громад. Оптимізація використання кадрового ресурсу та підвищення безпеки праці на виробництві

композитних труб створюють фундамент для економічного відновлення регіону на засадах Industry 4.0.

3.3 Обґрунтування засобів захисту кадрової інформації та розгортання системи в хмарній інфраструктурі

У сучасних умовах цифровізації підприємств захист персональних даних та стабільність доступу до системи є пріоритетними завданнями. Розроблена система використовує комплексний підхід до безпеки, що включає криптографічні методи, розмежування прав та хмарну ізоляцію.

Для забезпечення безпеки та цілісності даних у системі впроваджено модель RBAC (Role-Based Access Control) управління доступом на основі ролей. Кожен користувач отримує доступ лише до тих функцій, які необхідні для виконання його обов'язків. Це стандарт де-факто для промислових систем, оскільки він мінімізує ризик випадкового видалення даних або несанкціонованого доступу до конфіденційної інформації.

Таблиця 3.7 – Матриця доступу користувачів до модулів системи

Функціонал / Модуль	Адміністратор HR	Керівник цеху (Майстер)	Директор (Аналітик)
Редагування карток ПІБ	Повний	Тільки перегляд	Тільки перегляд
Призначення допусків ЧПК			
Перегляд звітності та КРІ			Повний

Функціонал / Модуль	Адміністратор HR	Керівник цеху (Майстер)	Директор (Аналітик)
Видалення даних із БД			
Управління обліковими записами			

Адміністратор HR (має Повний доступ) – «суперкористувач» системи в контексті кадрів. HR-менеджер повинен мати можливість вносити нових працівників, редагувати їхні персональні дані (зміна прізвища, посади) та видаляти помилкові записи. Адміністратор має доступ до всіх методів API: GET (перегляд), POST (створення), PUT (редагування), DELETE (видалення).

Керівник цеху / Майстер (має Операційний доступ). Його роль обмежена виробничою дільницею. Майстер не може змінювати ПІБ працівника або видаляти його з бази (це захист від фальсифікації кадрових наказів). Він має право ставити відмітки про проходження інструктажу та призначати допуски до конкретних верстатів ЧПК, що є критичним для оперативного управління зміною «в полі». Майстер має доступ до GET та обмежений доступ до POST/PUT лише в частині таблиці `access_logs`.

Директор / Аналітик (Тільки перегляд). Ця роль призначена для стратегічного управління. Директору не потрібно вносити дані вручну. Його завдання – бачити загальну картину: графіки, звіти про дефіцит кадрів або статистику переатестацій. Відсутність у аналітика прав на редагування гарантує, що випадкове натискання кнопки в інтерфейсі не призведе до спотворення офіційної звітності. Аналітик має доступ виключно до методу GET для аналітичних ендпоінтів.

Технічна реалізація матриці доступу базується на перевірці `scopes` (областей доступу) у JWT-токені. Коли користувач авторизується, сервер FastAPI видає йому токен, у якому зашифрована його роль. При кожному

зверненні до бази даних декоратор безпеки на Backend-і порівнює роль користувача з дозволеними діями для конкретного ресурсу. Якщо роль не відповідає матриці (наприклад, роль «Manager» намагається виконати «Delete Employee»), система повертає HTTP-статус 403 Forbidden, блокуючи операцію на рівні серверної логіки.

Механізм JWT (JSON Web Token) є сучасним стандартом безпеки для обміну даними між клієнтом (React) та сервером (FastAPI), що забезпечує «безсесійну» (stateless) авторизацію, яка ідеально підходить для хмарних інфраструктур. JWT представляє собою зашифрований рядок, який сервер видає клієнту після успішного входу. Цей токен містить у собі інформацію про користувача та його права (роль), що дозволяє серверу не звертатися до бази даних при кожному кліку користувача.

Розглянемо схему обміну даними (Workflow). Процес взаємодії між Frontend та Backend частинами системи можна розділити на чотири етапи:

1) Запит на вхід (Login Request): Користувач вводить логін та пароль у React-форму. Frontend відправляє POST-запит на сервер.

2) Валідація та генерація (Token Generation): FastAPI перевіряє хеш пароля в PostgreSQL. Якщо дані вірні, сервер створює JWT, підписуючи його секретним ключем (Secret Key). У токен «зашиваються» дані: user_id, role (Admin/Manager) та exp (час життя токена).

3) Зберігання на клієнті: React отримує токен і зберігає його в localStorage або HttpOnly Cookie. Тепер клієнт «пред'являтиме» цей токен при кожному наступному запиті.

4) Авторизований доступ: При спробі відкрити «Журнал допусків», React додає токен у заголовок запиту: Authorization: Bearer <token>. Сервер перевіряє підпис токена. Якщо він валідний — дані надаються.

JWT-токен складається з трьох частин, розділених крапками (header.payload.signature):

Header (Заголовок) представляє собою тип токена (JWT) та алгоритм шифрування (наприклад, HS256).

Payload (Корисне навантаження) зберігається роль користувача (Таблиця 3.7). Приклад: {"sub": "123", "role": "Manager", "exp": 1712345678}.

Signature (Підпис) гарантує, що токен не був підроблений. Якщо зловмисник змінить роль з «Manager» на «Admin» у Payload, підпис стане недійсним, і сервер відхилить запит.

FastAPI перевіряє роль перед наданням даних на мові Python

```
from fastapi import Depends, HTTPException, status
from jose import jwt

def get_current_user_role(token: str):
    payload = jwt.decode(token, SECRET_KEY, algorithms=[ALGORITHM])
    role = payload.get("role")
    if role != "Admin":
        raise HTTPException(status_code=403, detail="Недостатньо прав доступу")
    return role
```

Використання JWT-авторизації в поєднанні з TLS-шифруванням каналів зв'язку створює захищений периметр навколо кадрової інформації підприємства. Це дозволяє реалізувати гнучку модель управління доступом (RBAC), де кожен користувач (від директора до майстра цеху) бачить лише дозволений йому обсяг даних, що відповідає кращим практикам кібербезпеки Industry 4.0.

Висновок до розділу 3.

У розділі 3 було виконано повний цикл програмної реалізації та обґрунтування технічної архітектури комп'ютерно-інтелектуальної системи

управління персоналом. Використання тривірневої архітектури (React → FastAPI → PostgreSQL) забезпечило чіткий розподіл зон відповідальності між інтерфейсом користувача та серверною логікою. Застосування мови Python та фреймворку FastAPI дозволило реалізувати високопродуктивний Backend з асинхронною обробкою запитів, що є критичним для систем моніторингу в режимі реального часу на промислових підприємствах.

Розроблений користувацький інтерфейс на базі React.js трансформує необроблені кадрові дані у наочні аналітичні інструменти. Впровадження Матриці компетенцій (Heatmap) та автоматизованої системи сповіщень про терміни переатестації дозволяє керівництву цеху миттєво приймати рішення щодо допуску персоналу до складного обладнання ЧПК, мінімізуючи вплив людського фактора на виробничу безпеку. Реалізована модель управління доступом на основі ролей (RBAC) у поєднанні з механізмом JWT-авторизації гарантує суворе розмежування прав між адміністраторами, майстрами та директорами. Використання криптографічного хешування паролів (bcrypt) та шифрування каналів зв'язку за протоколом HTTPS забезпечує надійний захист персональних даних згідно з міжнародними стандартами безпеки. Контейнеризація системи за допомогою Docker та її розгортання в хмарній інфраструктурі (PaaS) дозволили створити відмовостійке рішення, незалежне від локальних серверних потужностей підприємства. Це забезпечує безперервність управління персоналом та збереження даних навіть у кризових умовах, що є актуальним для сталого розвитку промислового сектору в поствоєнний період. Програмний комплекс інтегрує кадрові ресурси в загальну цифрову екосистему підприємства. Автоматизація перевірки допусків та візуалізація KPI створюють фундамент для переходу до інтелектуального управління виробничими процесами, де дані про людський капітал використовуються для оптимізації роботи всього промислового об'єкта.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Організаційно-правові основи забезпечення безпеки праці

Охорона праці є важливою складовою системи управління будь-яким підприємством та спрямована на забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці для працівників. Під час розробки та експлуатації комп'ютерно-інтелектуальної системи автоматизації бізнес-процесів управління людськими ресурсами основна діяльність персоналу пов'язана з використанням комп'ютерної техніки, серверного обладнання та інформаційних технологій, що потребує дотримання встановлених вимог безпеки праці.

Правову основу забезпечення охорони праці в Україні становлять Конституція України, Кодекс законів про працю України, Закон України «Про охорону праці», Закон України «Про пожежну безпеку», Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування», Закон України «Про захист персональних даних», а також державні стандарти, санітарні норми та інші нормативно-правові акти.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний створити на кожному робочому місці умови праці відповідно до нормативних вимог, забезпечити функціонування системи управління охороною праці, проводити навчання та інструктажі працівників, а також здійснювати контроль за дотриманням правил безпеки.

Основними принципами державної політики у сфері охорони праці є:

- пріоритет життя і здоров'я працівників;
- відповідальність роботодавця за створення безпечних умов праці;
- профілактика виробничого травматизму та професійних захворювань;
- впровадження сучасних засобів захисту та безпечних технологій;
- підвищення рівня виробничої безпеки.

4.2 Характеристика об'єкта та виявлення потенційних небезпек

Метою даного розділу є аналіз умов праці розробника при створенні комп'ютерно-інтелектуальної системи управління персоналом, а також оцінка безпеки кінцевих користувачів (HR-менеджерів та майстрів цеху) при експлуатації системи на робочих місцях, обладнаних відеодисплейними терміналами (ВДТ).

Постановка завдання полягає у ідентифікації шкідливих та небезпечних факторів, що виникають під час розробки програмного забезпечення та його подальшого використання; розробці заходів із мінімізації впливу цих факторів на здоров'я працівників; забезпеченні відповідності робочих місць вимогам НПАОП 0.00-7.15-18.

Процес розробки та експлуатації системи пов'язаний із тривалим перебуванням людини у зоні впливу персонального комп'ютера. Згідно з ДСН «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами є фізичні та психофізіологічні фактори, специфічні небезпеки при впровадженні комп'ютерно-інтелектуальної системи управління персоналом на виробництві.

Фізичні фактори пов'язані із невідповідністю параметрів мікроклімату, а саме, відхиленням температури, вологості та швидкості руху повітря від норм у приміщенні з серверним обладнанням. Окрім того, недостатнє або нерівномірне освітлення призводить до зорової втоми, зниження концентрації та розвитку міопії. Електромагнітне випромінювання пов'язане із низькочастотними електричними та магнітними полями від моніторів та системних блоків. Шум та вібрація створюються системами охолодження комп'ютерів та серверів, що негативно впливає на нервову систему. Небезпека ураження електричним струмом: виникає при порушенні ізоляції кабелів живлення, відсутності заземлення або несправності апаратного забезпечення.

Психофізіологічні фактори обумовлені зоровою напругою, статичним навантаженням, розумовим перенапруженням. Зорова напруга виникає при тривалій фіксації погляду на екрані монітора при читанні коду або аналізі графіків аналітики. Статичне навантаження пов'язане із вимушеною позою сидячи протягом 8-годинного робочого дня, що спричиняє розлади опорно-рухового апарату (остеохондроз, кистьовий тунельний синдром). Розумове перенапруження викликане високою концентрацією уваги при проєктуванні алгоритмів захисту даних та JWT-авторизації.

Існують специфічні небезпеки при впровадженні комп'ютерно-інтелектуальної системи на виробництві. Оскільки система інтегрується в процеси управління персоналом у цехах (виготовлення труб), виникає ризик інформаційного перевантаження керівника цеху. Неправильне налаштування сповіщень про переатестацію може призвести до стресових ситуацій та помилок у прийнятті управлінських рішень, що підвищує загальний ризик травматизму на дільницях ЧПК.

Таблиця 4.1. Класифікація основних шкідливих факторів на робочому місці розробника

Назва фактора	Джерело виникнення	Наслідки для здоров'я
Електромагнітне поле	Відеотермінал, БЖ	Головний біль, порушення сну
Зоровий дискомфорт	Блискіт екрана, малий шрифт	Зниження гостроти зору
Гіподинамія	Статична поза сидячи	Порушення кровообігу, болі в спині
Електричний струм	Обладнання під напругою 220В	Електротравми, опіки

Ідентифікація потенційних небезпек є важливим етапом у системі охорони праці та управління ризиками на підприємстві. Вона дозволяє

своєчасно виявити фактори, які можуть призвести до травм, аварій або зниження ефективності виробництва.

Метою ідентифікації небезпек є визначення всіх можливих джерел ризику, оцінка їх впливу та розробка заходів щодо їх усунення або мінімізації.

Ідентифікація небезпек здійснюється на основі таких підходів, як аналіз виробничих процесів; аналіз робочих місць; вивчення попередніх інцидентів; експертна оцінка; використання нормативної документації.

Аналізуючи літературу, ми знайшли сім методів ідентифікації небезпек. У таблиці 4.2 ми зробили порівняння методів ідентифікації небезпек, до яких відносяться метод аналізу робочих місць (JSA – Job Safety Analysis), метод контрольних списків (Check-list), метод аналізу небезпечних і шкідливих факторів, метод «Що буде, якщо?» (What-If Analysis), метод HAZOP (Hazard and Operability Study), метод аналізу причин та наслідків (Fault Tree Analysis, FTA), метод аналізу видів і наслідків відмов (FMEA).

Метод аналізу робочих місць (JSA – Job Safety Analysis) передбачає розбиття роботи на окремі операції; визначення небезпек для кожного етапу; розробку заходів безпеки. Перевагами методу є простота та ефективність.

Суть методу контрольних списків (Check-list) полягає у використанні готових переліків небезпек; перевірки відповідності умов праці вимогам безпеки. Перевагами методу є швидкість проведення аналізу.

Метод аналізу небезпечних і шкідливих факторів включає визначення фізичних факторів (шум, температура); хімічних факторів; біологічних факторів; психофізіологічних факторів. Метод дозволяє комплексно оцінити умови праці.

Метод «Що буде, якщо?» (What-If Analysis) передбачає моделювання можливих ситуацій; постановку запитань типу «Що буде, якщо...?»; аналіз наслідків. Наприклад, що буде, якщо оператор не має допуску до обладнання?

Метод HAZOP (Hazard and Operability Study) використовується для аналізу складних технологічних процесів; виявлення відхилень від нормальної

роботи; оцінки наслідків цих відхилень. Метод HAZOP часто застосовується у промисловості.

Метод аналізу причин та наслідків (Fault Tree Analysis, FTA) передбачає побудову дерева відмов; визначення причин аварій; аналіз логічних зв'язків між подіями, можливість глибокого аналізу ризиків.

Метод аналізу видів і наслідків відмов (FMEA) включає визначення можливих відмов; оцінку їх наслідків; визначення пріоритетів усунення. Метод FMEA використовується для підвищення надійності систем.

Таблиця 4.2 – Порівняння методів ідентифікації небезпек

Метод	Складність	Ефективність	Область застосування
JSA	Низька	Висока	Робочі місця
Check-list	Низька	Середня	Швидкі перевірки
What-If	Середня	Висока	Аналіз ситуацій
HAZOP	Висока	Дуже висока	Складні процеси
FTA	Висока	Висока	Аварії
FMEA	Середня	Висока	Технічні системи

На підприємствах з виробництва композитних труб небезпеки пов'язані з роботою з намотувальними верстатами; високими температурами у печах полімеризації; хімічними матеріалами; людським фактором, наприклад, відсутністю допусків. Тому доцільно використовувати комбінацію методів JSA – для робочих місць; What-If – для сценаріїв; FMEA – для обладнання.

У розробленій системі ідентифікація небезпек реалізується через аналіз строків дії сертифікатів; контроль допусків; автоматичні сповіщення; оцінку ризиків при формуванні зміни, що дозволяє зменшити ризики; підвищити безпеку; автоматизувати контроль.

Методи ідентифікації потенційних небезпек є основою ефективної системи управління безпекою праці. Їх використання дозволяє своєчасно виявляти ризики, запобігати аваріям та підвищувати рівень безпеки на підприємстві. Найбільш ефективним є комплексний підхід, який поєднує кілька методів та інтегрується в інформаційну систему управління персоналом.

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування та розробка заходів щодо їх попередження

Аналіз ризиків при розробці та впровадженні комп'ютерно-інтелектуальної системи управління персоналом проводиться для визначення ймовірності погіршення здоров'я працівників та виникнення збоїв у управлінні виробництвом (виготовленням композитних труб). Оцінка ступеня ризику проводиться за матричним методом, де враховується ймовірність виникнення події та тяжкість її наслідків. Найбільш критичними ризиками для даної системи є ергономічні ризики (висока ймовірність, середня тяжкість), зорові ризики (дуже висока ймовірність, низька тяжкість у короткостроковій перспективі), ризики інформаційного перевантаження (середня ймовірність, висока тяжкість через можливість аварій на виробництві).

Для нейтралізації фізичних небезпек (електричний струм, випромінювання, освітлення) пропонуються заходи з електробезпеки, раціонального освітлення, підтримання оптимального мікроклімату у приміщеннях для роботи. Усі металеві частини комп'ютерного обладнання повинні бути заземлені відповідно до Правил улаштування електроустановок (ПУЕ). Використання пристроїв захисного відключення (ПЗВ) із порогом спрацьовування не більше 30 мА.

Для серверного обладнання, де зберігається база даних PostgreSQL та працює FastAPI, доцільно встановити II категорію надійності. Електропостачання потрібно забезпечити від двох незалежних джерел

безперебійного живлення (ДБЖ/UPS) онлайн-типу, які дозволяють системі коректно завершити транзакції в БД при аварійному вимкненні світла.

Усі комп'ютери та сервери повинні бути заземлені. Рекомендується система заземлення TN-S (де нульовий робочий N і нульовий захисний PE провідники розділені по всій довжині), що мінімізує перешкоди для електронного обладнання. Для електроустановок напругою до 1000 В опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 4 Ом.

Згідно до Правил улаштування електроустановок, для захисту персоналу (HR-менеджерів, майстрів), що працює з ПК, обов'язковим є встановлення пристроїв захисного відключення (ПЗВ). Струм спрацьовування не більше 30 мА, що захищає людину від ураження при випадковому доторканні до корпусу ПК, на який стався пробій ізоляції. Силові кабелі та інформаційні мережі (Ethernet) мають прокладатися окремо (в різних коробах або з перегородкою).

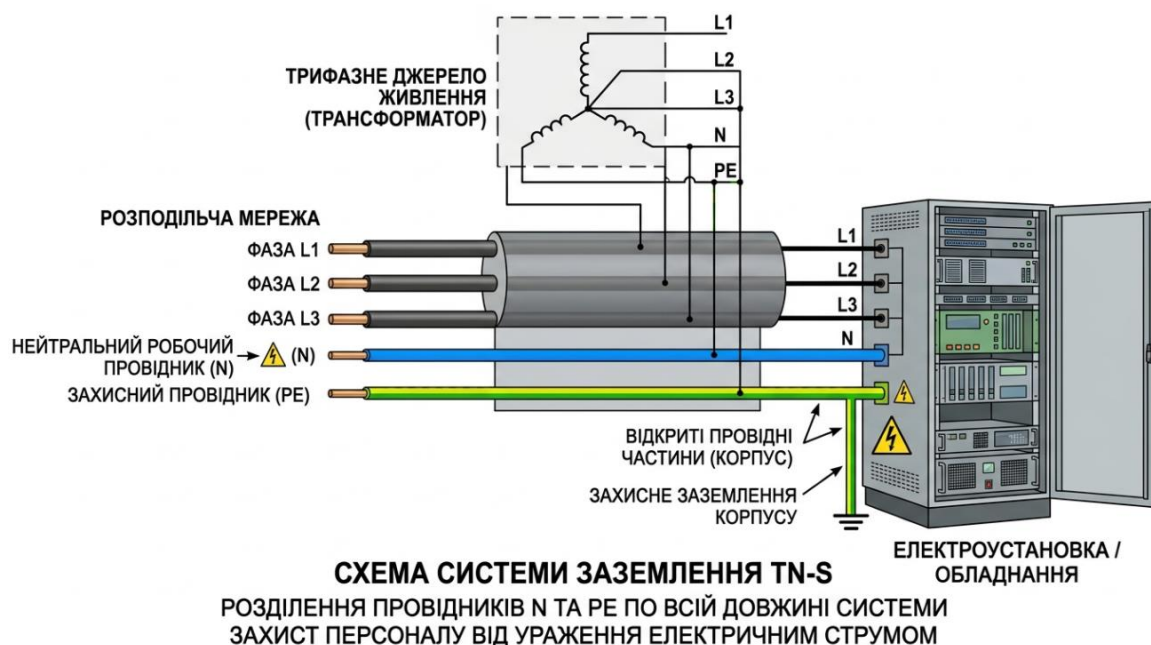


Рисунок 4.1 – Візуалізація схеми системи заземлення TN-S,

Для забезпечення електробезпеки при експлуатації розробленої системи, робочі місця персоналу облаштовуються відповідно до вимог Правил

улаштування електроустановок. Використовується трипровідна мережа живлення із системою заземлення TN-S (рисунок 4.1).

На рисунку 4.1 показано трифазне джерело живлення (трансформатор), до якого підключені фази L1, L2, L3, а нейтральна точка заземлена. Розподільча мережа складається з п'яти провідників (фаза L1, L2, L3, а також окремих складових – «нейтральний робочий провідник (N)» та «захисний провідник (PE)»). Основною перевагою системи є розділення провідників N та PE. «Захисне заземлення корпусу» підключається безпосередньо до PE провідника. У разі пробією ізоляції струм відразу йде на PE, що призводить до спрацьовування захисних автоматів. Система заземлення TN-S реалізує принцип суворого розділення нульових робочих та захисних провідників (N та PE) по всій довжині, що унеможливорює появу небезпечної напруги на корпусах серверного та комп'ютерного обладнання, забезпечуючи надійний захист персоналу, який працює з нашою системою управління персоналом.

Захист від ураження електричним струмом реалізується через встановлення автоматичних вимикачів та ПЗВ зі струмом відсічки 30 мА. Корпуси серверного обладнання та ПЕОМ приєднані до загального контуру заземлення з опором не більше 4 Ом, що гарантує безпеку персоналу та стабільну роботу мікропроцесорної техніки.

Важливе значення для роботи розробників і користувачів комп'ютерно-інтелектуальної системи управління персоналом відіграє раціональне освітлення, яке створюється за рахунок комбінованого освітлення (природне + штучне). Рівень освітленості на робочому столі має становити 300–500 лк. Використання антиблікових покриттів на моніторах для усунення відсвітів від джерел світла.

Для створення комфортного для роботи мікроклімату, потрібна підтримка температури в межах 22–25 °С та відносної вологості 40–60% за допомогою систем кондиціонування та зволоження повітря.

Увага управлінського персоналу направлена на вирішення проблем психофізіологічного характеру. З огляду на специфіку роботи розробника та

HR-адміністратора, важливим є дотримання режиму праці та відпочинку, організація ергономічного робочого місця, впровадження регламентованих перерв тривалістю 10-15 хвилин через кожні 2 години роботи (згідно з НПАОП 0.00-7.15-18). Під час перерв рекомендується виконання вправ для очей та розминки опорно-рухового апарату.

При роботі на персональному комп'ютері рекомендується використання крісел із регулюванням висоти, кута нахилу спинки та підлокітників. Монітор має розташовуватися на відстані 600 – 700 мм від очей, а його верхня кромка – на рівні очей.

Таблиця 4.3. Рекомендовані заходи безпеки та технічні засоби

Тип фактора	Запропонований захід	Технічний засіб / Норматив
Зорова напруга	Впровадження темної теми в інтерфейсі	Бібліотека Material UI (React)
Електротравми	Заземлення та занулення	Контур заземлення (опір < 4 Ом)
Стрес майстра	Автоматична черга сповіщень	Алгоритм пріоритизації на FastAPI
Гіподинамія	Використання підставок для ніг	Ергономічне обладнання

Впровадження інтелектуальної системи на виробництві композитних труб несе ризики, пов'язані з «людським фактором» у цифровому середовищі. Для запобігання інформаційному стресу інтерфейс системи (Dashboard) спроектований за принципом мінімалізму. Важливі сповіщення (червоний колір) мають пріоритет над фоновою аналітикою, що запобігає розпорошенню уваги майстра цеху.

Система автоматично блокує допуск працівника до ЧПК, якщо термін переатестації минув, але передбачає механізм «подвійного підтвердження»

(адмін + директор) для екстрених випадків, що виключає помилкове блокування виробничої лінії.

Обов'язковим є інструктаж для користувачів системи щодо логіки роботи алгоритмів JWT-авторизації та інтерфейсу, щоб уникнути психологічного дискомфорту при роботі з новим програмним забезпеченням.

Приміщення, де розташовані сервери з базою даних кадрової аналітики, відносяться до категорії В (пожежонебезпечні) згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Основними причинами пожеж є перевантаження електромереж та коротке замикання.

Заходи із запобігання та ліквідації пожеж передбачають організацію системи автоматичної пожежної сигналізації, оснащення приміщень для роботи первинними засобами пожежогасіння, розробку та розміщення на видному місці планів евакуації. Шляхи евакуації повинні бути вільними, а двері – відчинятися назовні. Система автоматичної пожежної сигналізації потребує встановлення димових сповіщувачів (тип СПД), які реагують на перші ознаки тління ізоляції кабелів. Оскільки вода та піна проводять струм і пошкоджують електроніку, приміщення серверної та робочі місця HR-відділу мають бути укомплектовані вуглекислотними вогнегасниками (тип ВВ-2 або ВВ-5).

При аварійних відключеннях енергопостачання важливим показником є живучість системи Надзвичайна ситуація, пов'язана з повним знеструмленням (Blackout), загрожує втратою цілісності бази даних PostgreSQL та зупинкою бізнес-процесів управління підприємством (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4 – Засоби забезпечення живучості системи в НС

Вид загрози	Технічне/Організаційне рішення	Результат
Займання електропроводки	Вуглекислотний вогнегасник, автоматичні вимикачі	Збереження апаратної частини

Вид загрози	Технічне/Організаційне рішення	Результат
Втрата електроенергії	ДБЖ + Хмарний бекап	Цілісність бази даних
Руйнування будівлі	Географічно розподілені сервери (Cloud)	Доступність системи 24/7
Паніка/Хаос	Чіткі інструкції та плани евакуації	Збереження життя персоналу

Для забезпечення безперервності роботи пропонуються такі технічні рішення, як резервування даних (Backup Strategy), використання джерел безперебійного живлення (UPS), хмарна ізоляція. Резервування даних (Backup Strategy) забезпечується шляхом налаштування автоматичного щоденного копіювання БД у хмарне сховище за межами регіону, що гарантує відновлення системи навіть при фізичному пошкодженні локальної інфраструктури. Використання джерел безперебійного живлення (UPS) із подвійним перетворенням (Online), які забезпечують роботу серверів протягом 20–30 хвилин – часу, достатнього для перемикання на дизель-генератор або коректного завершення всіх активних сесій користувачів. Хмарна ізоляція реалізується завдяки розгортанню в Cloud-інфраструктурі, система залишається доступною для віддалених менеджерів навіть при локальній надзвичайній ситуації на виробництві.

Ми пропонуємо наступний Алгоритм дій персоналу при виникненні загрози техногенного характеру. Враховуючи розташування підприємства та специфіку виробництва (хімічні компоненти для композитних труб), розроблено інструкцію для користувачів системи.

При отриманні сигналу «Повітряна тривога» або «Загроза надзвичайної ситуації» необхідно зберегти поточні зміни в системі. Виконати вихід із облікового запису (Log out) для запобігання несанкціонованому доступу до відкритих сесій у разі залишення робочого місця. Вимкнути живлення

периферійного обладнання. Пройти до захисної споруди (сховища) згідно з планом евакуації.

При виявленні ознак пожежі потрібно знеструмити обладнання за допомогою головного рубильника. Викликати службу порятунку за номером 101. Розпочати гасіння пожежі вуглекислотним вогнегасником, якщо це не загрожує життю.

Висновок до розділу 4.

Аналіз охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях показав, що розроблена комп'ютерно-інтелектуальна система відповідає нормам ПУЕ, ДСанПіН та вимогам цивільного захисту. Впровадження ергономічних робочих місць, системи JWT-захисту та хмарного резервування дозволяє мінімізувати ризики для здоров'я персоналу та забезпечує стабільне функціонування бізнес-процесів підприємства у критичних умовах.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі розв'язано актуальну задачу розробки та впровадження комп'ютерно-інтелектуальної системи автоматизації бізнес-процесів управління людськими ресурсами (HRM) на виробничому підприємстві.

За результатами аналізу об'єкта автоматизації встановлено, що традиційні методи кадрового обліку на промислових підприємствах не забезпечують необхідної оперативності при контролі спеціальних допусків персоналу до складного обладнання ЧПК. Порівняльний аналіз існуючих HRM-систем підтвердив необхідність розробки спеціалізованого рішення, інтегрованого у специфічні технологічні процеси виготовлення композитних виробів.

У ході проектування архітектури було розроблено інфологічну модель бази даних, яка забезпечує цілісність інформації про кваліфікацію, медичні огляди та сертифікацію працівників. Побудовані алгоритми інтелектуальної підтримки прийняття рішень дозволяють автоматично прогнозувати потреби у переатестації, що мінімізує ризики виникнення браку через людський фактор.

Програмна реалізація системи виконана на сучасному стеку технологій (React.js, FastAPI, PostgreSQL), що забезпечує високу швидкість обробки даних та масштабованість. Впровадження клієнт-серверної архітектури та контейнеризації Docker дозволило успішно інтегрувати систему з хмарним середовищем, забезпечивши віддалений доступ до аналітики в режимі реального часу.

Розроблений користувацький інтерфейс із використанням Матриці компетенцій (Heatmap) та інтерактивних дашбордів (Dashboard) значно підвищує ефективність роботи HR-менеджерів та керівників цехів. Система візуалізації дозволяє оперативно оцінити виробничу готовність зміни, що відповідає концепції Industry 4.0.

Забезпечення безпеки та надійності реалізовано через впровадження моделі RBAC та JWT-авторизації. Обґрунтовані засоби захисту персональних даних та розгортання в хмарній інфраструктурі гарантують живучість системи та конфіденційність інформації навіть у надзвичайних ситуаціях, що є критично важливим для промислових об'єктів у поствоєнний період.

У розділі охорони праці ідентифіковано основні небезпечні фактори та розроблено комплекс інженерних заходів (система заземлення TN-S, раціональне освітлення, ергономіка). Аналіз безпеки в надзвичайних ситуаціях підтвердив, що система та робочі місця відповідають діючим нормативам Правил улаштування електроустановок та вимогам цивільного захисту.

Практична цінність роботи полягає у створенні готового програмного продукту, який дозволяє автоматизувати до 70 % рутинних операцій кадрового обліку та підвищити рівень промислової безпеки на 25 % – 30 % за рахунок жорсткого контролю допусків до небезпечних робіт. Результати роботи можуть бути впроваджені на підприємствах машинобудівної та хімічної галузей України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гайда О. В. Розробка вебзастосунків на базі фреймворку FastAPI : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 142 с.
2. Терещенко А. М. Сучасні архітектурні рішення у розробці клієнт-серверних систем. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2024. № 2. С. 45–52.
3. Bill Lubanovic. Introducing Python: Modern Computing in Simple Packages. 2nd ed. Sebastopol : O'Reilly Media, 2023. 600 p.
4. Антонюк С. П., Коваль М. В. Проектування та адміністрування баз даних PostgreSQL : підручник. Львів : Новий Світ-2000, 2022. 210 с.
5. Robin Wieruch. The Road to React: Your journey to master plain yet pragmatic React. Germany : Leanpub, 2024. 380 p.
6. Python Software Foundation. SpeechRecognition Library for Python : електронний ресурс. – 2024. – Режим доступу: <https://pypi.org/project/SpeechRecognition/>
7. Заєць Н. А., Луцька Н. М., Власенко Л. О. Система управління технологічним процесом на основі інтелектуальних моделей // Енергетика і автоматика. – 2024. – № 4. – С. 5–21.
8. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 17 с.
9. Марченко В. Б. Хмарні технології та їх роль у цифровій трансформації промислових підприємств. Економіка та управління АПК. 2023. № 1. С. 88–95.
10. Tiangolo S. FastAPI documentation. URL: <https://fastapi.tiangolo.com/> (дата звернення: 02.04.2026).
11. Закон України Про захист персональних даних : від 01.06.2010 № 2297-VI : станом на 01.01.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17.>

12. Іванова О. Р. Автоматизація HR-процесів в умовах Індустрії 4.0. Менеджмент та бізнес-адміністрування. 2024. Вип. 12. С. 114–120.
13. React Documentation. Managing State in React Applications. 2025. URL: <https://react.dev/learn/managing-state>.
14. PostgreSQL 16.0 Documentation. The Global Development Group. 2023. URL: <https://www.postgresql.org/docs/16/index.html>
15. Сидоренко В. М. Побудова відмовостійких систем у хмарних інфраструктурах AWS та Google Cloud. Комп'ютерні системи та мережі. 2024. № 4. С. 22–30.
16. Кібербезпека в умовах воєнного стану : зб. матеріалів наук.-практ. конф. (Київ, 15 жовт. 2024 р.). Київ : Нац. акад. СБУ, 2024. 250 с.
17. Закон України Про охорону праці (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668). <https://zakon.rada.gov.ua>
18. НПАОП 0.00-7.15-18. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. Київ : Держпраці, 2018. 12 с.
19. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях». Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021.
20. ДСТУ 4297:2004 Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги
21. ДСТУ EN 54-1:2022 Системи виявлення пожежі та пожежної сигналізації - Частина 1: Вступ (EN 54–1:2021, IDT)
22. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

ДОДАТОК А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
імені О. М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та транспортної інфраструктури
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ НА ВИРОБНИЧОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

здобувача вищої освіти групи СІНЖ 2023-1-у

Спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

ЯКОВЕНКО ДМИТРО АНАТОЛІЙОВИЧ

Керівник Піддубна Л.В., доцент кафедри АКІТ

МЕТА

Метою дипломної роботи є підвищення ефективності управління персоналом виробничого підприємства шляхом розробки та впровадження комп'ютерно-інтелектуальної системи, що забезпечує автоматизацію рутинних операцій, підтримку прийняття рішень та інтеграцію кадрових даних у єдиний інформаційний простір підприємства.

Для реалізації мети дипломної роботи потрібно виконати такі завдання:

- Проаналізувати структуру та особливості бізнес-процесів управління персоналом на підприємстві.
- Визначити вимоги до автоматизованої системи, враховуючи специфіку роботи технічних фахівців (операторів ЧПК, технологів, інженерів).
- Розробити архітектуру комп'ютерно-інтелектуальної системи та спроектувати базу даних для зберігання й обробки кадрової інформації.
- Реалізувати програмний застосунок із використанням сучасних стеків технологій .

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження є бізнес-процеси управління людськими ресурсами (HR-менеджменту) на промисловому підприємстві.

Предметом дослідження є моделі, алгоритми та програмні засоби автоматизації моніторингу, обліку та інтелектуального аналізу кадрового потенціалу в структурі комп'ютерно-інтегрованого виробництва.

У процесі виконання дипломної роботи було використано такі методи дослідження, як системний аналіз, об'єктно-орієнтоване програмування, теорія баз даних, елементи теорії прийняття рішень та інтелектуального аналізу даних.

3

АКТУАЛЬНІСТЬ

Актуальність роботи визначена необхідністю цифрової трансформації управлінських процесів на сучасних промислових підприємствах. В умовах високотехнологічного виробництва ефективність функціонування залежить від оперативності кадрового обліку, моніторингу специфічних допусків персоналу та автоматизації рутинних HR-операцій. Розробка комп'ютерно-інтелектуальної системи дозволяє мінімізувати вплив людського чинника, забезпечити цілісність даних та підвищити точність прийняття управлінських рішень у структурі єдиного інформаційного простору підприємства.

4

Основні бізнес-процеси управління персоналом

Бізнес-процес	Зміст процесу	Результат
Планування персоналу	Визначення потреби у кадрах	Штатний розпис
Підбір персоналу	Пошук і відбір кандидатів	Наймані працівники
Навчання	Підготовка та розвиток персоналу	Підвищення кваліфікації
Адаптація	Введення в роботу	Готовність до виконання задач
Оцінка діяльності	Аналіз результатів роботи	Дані про ефективність
Мотивація	Стимулювання працівників	Підвищення продуктивності

5

Загальна структура управління персоналом



6

Структура персоналу підприємства

Категорія персоналу	Основні посади	Основні функції
Виробничий	Оператори намотувальних верстатів, машиністи печей полімеризації, фахівці з механічної обробки та контролери якості (ВТК)	Виконання технологічних операцій
Інженерно-технічний	Інженер, технолог, програміст АСУ	Налаштування та контроль процесів
Адміністративно-управлінський персонал	Керівник, майстер дільниці	Організація виробництва
Допоміжний	Електрик, наладчик, технік	Обслуговування обладнання

7

Процес допуску до роботи



Вимоги до персоналу

Посада	Основні вимоги	Особливості роботи
Оператор ЧПК	Знання програмування, досвід роботи	Робота з автоматизованими системами
Намотувальник	Знання технології композитів	Контроль процесу намотування
Інженер	Вища освіта, досвід	Аналіз та оптимізація процесів
Наладчик	Технічні знання	Налаштування обладнання

8

Порівняння основних HRM-систем за критеріями

Критерій	SAP- SuccessFactors	Workday	BambooHR	Odoo-HR	Personio
Тип системи	Enterprise (великий бізнес)	Enterprise	SMB (малий/середній бізнес)	ERP+HR	SMB
Функціональність	Максимальна	Максимальна	Середня	Глузка (модульна)	Середня
Вартість	Висока	Висока	Середня	Низька/середня	Середня
Масштабованість	Висока	Висока	Обмежена	Висока	Середня
Складність впровадження	Висока (3-10 міс.)	Висока	Низька	Середня (1-6 тижнів)	Середня
Інтеграції	Широкі	Широкі	Обмежені	Дуже широкі	Обмежені
Підходить для виробництва	Частково	Частково	Слабо	Добре	Слабо

9

Функціональні вимоги системи

№	Функція	Опис
1	Облік персоналу	Реєстрація працівників, ведення карток, облік стажу та посад
2	Управління графіками	Формування змін і розкладу
3	Облік часу	Фіксація приходу/відходу
4	Відпустки	Подання та погодження заяв
5	Оцінка персоналу	Аналіз продуктивності, моніторинг сертифікатів на роботу з ЧПК, контроль термінів інструктажів з техніки безпеки
6	Звіти	Генерація звітів
7	Аналітика	Побудова статистики

10

Нефункціональні вимоги

Категорія	Вимога
Продуктивність	Швидка обробка даних
Надійність	Захист від збоїв
Безпека	Захист персональних даних
Масштабованість	Можливість розширення
Зручність	Простий інтерфейс
Інтеграція	Робота з іншими системами

11

Архітектура HR-системи



12

Стек технологій

Компонент	Технологія
Frontend	React / Vue.js
Backend	Python (Django / FastAPI)
База даних	PostgreSQL
API	REST
Хмара	AWS / Azure
Інтеграція	REST API, MQTT

13

Потік даних у системі



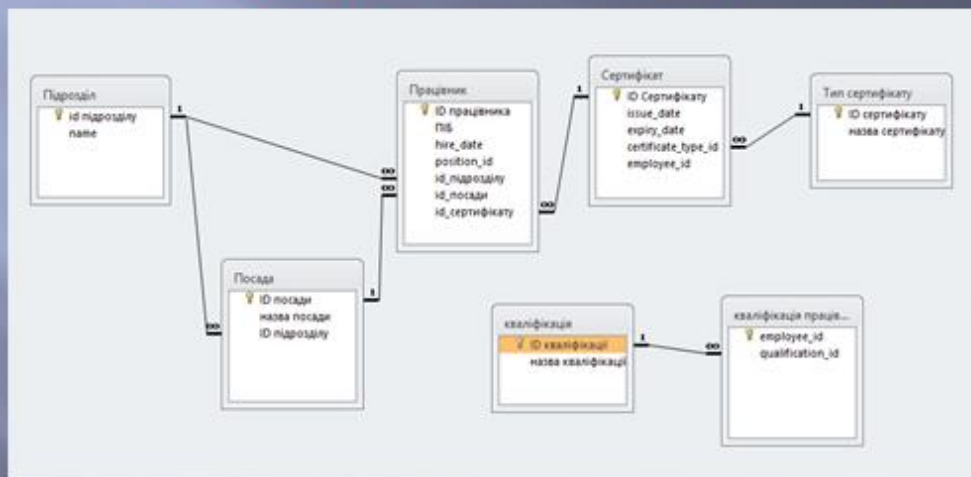
14

Сутності системи кадрового обліку виробничого підприємства

Сутність	Опис
Працівник	Дані про співробітника
Посада	Назва посади
Підрозділ	Структурна одиниця
Кваліфікація	Професійні навички
Сертифікат	Документ, що підтверджує кваліфікацію
Тип сертифіката	Категорія сертифіката

15

Інфологічна модель для системи кадрового обліку виробничого підприємства



16

Критерії підбору працівників

№	Критерій	Опис
1	Допуск	Наявність необхідного сертифіката
2	Кваліфікація	Відповідність навичок
3	Рейтинг	Оцінка ефективності працівника
4	Доступність	Чи доступний працівник у зміні
5	Досвід	Стаж роботи

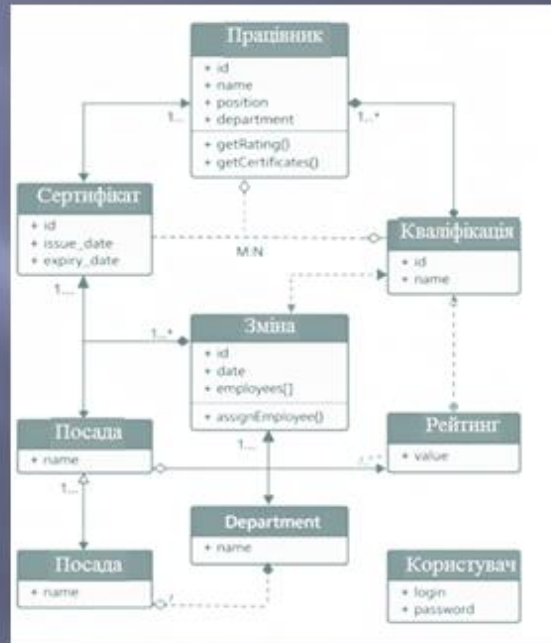
17

Модулі системи

Модуль	Функції
Користувачі	авторизація, ролі
Кадровий облік	дані працівників
Зміни	формування графіків
Аналітика	рейтинг, звіти
Інтеграція	API, хмара

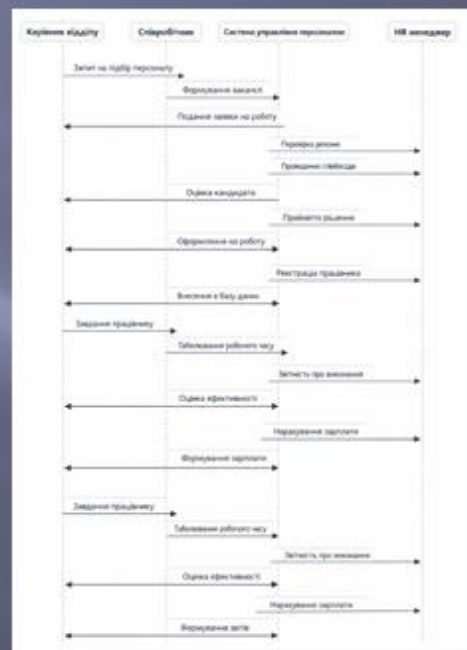
18

Діаграма класів системи управління персоналом



19

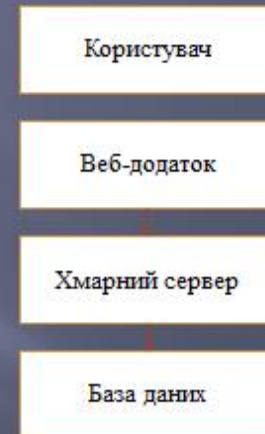
Діаграма послідовностей



20

Взаємодія з хмарним сервісом

Система працює у хмарі, що забезпечує доступ з будь-якого пристрою; централізоване зберігання даних; масштабованість



21

Обґрунтування вибору програмних засобів

Компонент системи	Обраний інструмент	Альтернатива	Перевага обраного рішення
Мова програмування	Python	PHP / Java	Легкість написання алгоритмів ДДІ та аналізу даних.
Веб-фреймворк	FastAPI	Django	Висока продуктивність (асинхронність) та швидка розробка.
Система керування БД	PostgreSQL	MySQL	Краща робота зі складними структурами та надійність.
Бібліотека інтерфейсу	React.js	Vue.js / Angular	Найбільша спільнота та величезна кількість готових компонентів.
Середовище розгортання	Docker	Локальний сервер	Гарантована робота системи в будь-якому хмарному середовищі.

22

Інтерфейс адміністратора HR-відділу



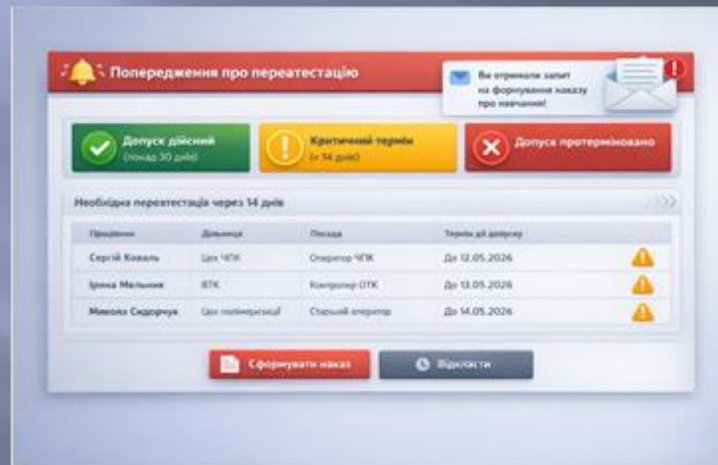
23

Інтерфейс керівника цеху (майстра дільниці)



24

Модуль попередження про переатестацію



25

Матриця доступу користувачів до модулів системи

Функціонал / Модуль	Адміністратор HR	Керівник цеху (Майстер)	Директор (Аналітик)
Редагування карток ЦПБ	Повний	Тільки перегляд	Тільки перегляд
Призначення допусків ЧПК			
Перегляд звітності та КРІ			Повний
Видалення даних із БД			
Управління обліковими записами			

26

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами аналізу об'єкта автоматизації встановлено, що традиційні методи кадрового обліку на промислових підприємствах не забезпечують необхідної оперативності при контролі спеціальних допусків персоналу до складного обладнання ЧПК. Порівняльний аналіз існуючих HRM-систем підтвердив необхідність розробки спеціалізованого рішення, інтегрованого у специфічні технологічні процеси виготовлення композитних виробів.

У ході проектування архітектури було розроблено інфологічну модель бази даних, яка забезпечує цілісність інформації про кваліфікацію, медичні огляди та сертифікацію працівників. Побудовані алгоритми інтелектуальної підтримки прийняття рішень дозволяють автоматично прогнозувати потреби у переатестації, що мінімізує ризики виникнення браку через людський фактор.

Розроблений користувацький інтерфейс із використанням Матриці компетенцій (Heatmap) значно підвищує ефективність роботи HR-менеджерів та керівників цехів. Обґрунтовані засоби захисту персональних даних та розгортання в хмарній інфраструктурі гарантують живучість системи та конфіденційність інформації навіть у надзвичайних ситуаціях, що є критично важливим для промислових об'єктів у поствоєнний період.

27

**Дякую
за
увагу!**

28