

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОНОМІКИ І МЕНЕДЖМЕНТУ**

**Кафедра кібернетики та інформатики**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

за другим магістерським рівнем вищої освіти

на тему: Розробка інформаційної технології оцінювання працездатності  
комп'ютеризованих робочих місць

Виконав:

Володимир ДУБІНЧІН

Група:

ІСТ 2401м

Науковий керівник:

Юлія РУДЕНКО

Рецензент:

Неля ДЕГТЯРЬОВА

**Суми – 2025**

# СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет** Економіки і менеджменту  
**Кафедра** Кібернетики та інформатики  
**Освітній ступінь** «Магістр»  
**Спеціальність** 126 «Інформаційні системи та технології»  
 ОП «Інформаційні системи та технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
 Завідувач кафедри  
 В.о. Ігор ШЕЛЕХОВ  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

підпис

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу  
 Володимира ДУБІНЧИНА

- Тема роботи:** Розробка інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць
- Керівник кваліфікаційної роботи:** *Юлія РУДЕНКО\_д.п.н., доцент*
- Строк подання здобувачем проєкту (роботи)** «3» грудня 2025 року
- Вихідні дані до кваліфікаційної роботи (роботи):** Результати аналітичних досліджень зарубіжних та вітчизняних вчених, нормативні документи та чинне законодавство, Інтернет-джерела.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки:**
  - виконати постановку задачі;
  - вибрати середовище для реалізації програмного додатку;
  - провести аналіз наявних рішень для вирішення проблеми;
  - розробити програмний продукт;
  - розрахувати економічну ефективність розробки програмного продукту.
- Перелік графічного матеріалу:** 11 таблиць, 14 рисунків

Керівник роботи

підпис

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Завдання прийняв до  
 виконання

підпис

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Дата отримання завдання

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту(роботи)                                                                                                                   | Строк виконання етапів проекту | Примітка |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1     | Визначення об'єкту, предмету дослідження, формулювання мети та задач кваліфікаційної роботи, складання плану                                              | січень 2025 р.                 | виконано |
| 2     | Підбір та вивчення літературних джерел                                                                                                                    | січень 2025 р.                 | виконано |
| 3     | Узагальнення теоретичного матеріалу з обраної теми дослідження та представлення чорнового варіанту першого розділу кваліфікаційної роботи                 | січень 2025 р.                 | виконано |
| 4     | Збір та обробка фактичного матеріалу, узагальнення аналізу застосування досліджуваного питання в установі (переддипломна практика)                        | січень - березень 2025 р.      | виконано |
| 5     | Оформлення теоретичної частини кваліфікаційної роботи, узагальнення аналітичної частини, захист звіту по переддипломній практиці                          | серпень-вересень 2025 р.       | виконано |
| 6     | Оформлення практичної частини кваліфікаційної роботи, розробка проекту інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць | вересень-листопад 2025 р.      | виконано |
| 7     | Підготовка висновків, пропозицій та узгодження з керівником                                                                                               | листопад 2025 р.               | виконано |
| 8     | Підготовка кінцевого варіанту кваліфікаційної роботи                                                                                                      | до 3 грудня 2025 р.            | виконано |
| 9     | Опрацювання зауважень керівника, перевірка на автентичність                                                                                               | 5 грудня 2025 р.               | виконано |
| 10    | Перевірка з академічної доброчесності кваліфікаційної роботи                                                                                              | 9 грудня 2025 р.               | виконано |
| 11    | Представлення кваліфікаційної роботи на кафедрі, деканат                                                                                                  | 11 грудня 2025 р.              | виконано |
| 12    | Підготовка доповіді, презентації до кваліфікаційної роботи та її попередній захист                                                                        | до 12 грудня 2025 р.           | виконано |
| 13    | Захист кваліфікаційної роботи                                                                                                                             | 2 грудня 2025 р.               | виконано |

Керівник роботи

підпис

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Здобувач

підпис

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

## АНОТАЦІЯ

### **Дубінчин В.С. Розробка інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць**

Кваліфікаційна робота зі спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» ОП Інформаційні системи та технології, СНАУ, Суми-2025р. – Рукопис.

Робота присвячена розробці інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць в Управлінні Державної казначейської служби України у Шосткинському районі. Створена система забезпечує автоматизований збір технічних параметрів, аналіз стану обладнання та раннє виявлення можливих відмов. Впровадження технології підвищує надійність ІТ-інфраструктури, скорочує ризики простоїв та сприяє ефективній роботі установи.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення працездатності комп'ютеризованих робочих місць державної установи.

Предметом дослідження є інформаційна технологія оцінювання стану та працездатності комп'ютеризованих робочих місць, що включає програмні, технологічні та аналітичні компоненти.

У роботі проведено аналіз предметної області, вивчено вітчизняні та зарубіжні дослідження в галузі ІТ технологій на підприємстві, визначено вимоги до системи, розроблено концептуальну модель, архітектуру та користувацький інтерфейс інформаційної технології. Реалізовано повнофункціональний програмний продукт, який пройшов тестування в умовах Державної казначейської служби України.

Запропонована система забезпечує розробку інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць в державних структурах.

**Ключові слова:** компютеризовані робочі місця, інформаційна технологія, оцінювання працездатності, цифрова трансформація.

## SUMMARY

### **Dubinchyn V.S. Development of an Information Technology for Assessing the Performance of Computerized Workplaces**

Qualification Work in Specialty 126 “Information Systems and Technologies,” Educational Program “Information Systems and Technologies,” SNAU, Sumy – 2025. – Manuscript.

The work is devoted to the development of an information technology for assessing the performance of computerized workplaces in the Office of the State Treasury Service of Ukraine in the Shostka District. The created system ensures automated collection of technical parameters, equipment condition analysis, and early detection of potential failures. The implementation of this technology increases the reliability of the IT infrastructure, reduces downtime risks, and contributes to the efficient functioning of the institution.

The object of the study is the process of ensuring the operability of computerized workplaces within a public institution.

The subject of the study is the information technology for assessing the condition and performance of computerized workplaces, which includes software, technological, and analytical components.

The research includes an analysis of the subject area, a review of domestic and international studies in the field of enterprise IT technologies, identification of system requirements, and development of a conceptual model, architecture, and user interface of the information technology. A fully functional software product has been implemented and tested under the conditions of the State Treasury Service of Ukraine.

The proposed system provides the basis for the development of an information technology for assessing the performance of computerized workplaces. The results of the study may be used to improve technologies for assessing the operability of computerized workplaces in public-sector institutions.

**Keywords:** computerized workplaces, information technology, performance assessment, digital transformation.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                                                                   | 7  |
| РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНЮВАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ.....                                                    | 10 |
| 1.1 Огляд останніх досліджень і публікацій .....                                                                                             | 10 |
| 1.2 Поняття, структура та фактори, що впливають на працездатність комп'ютеризованих робочих місць .....                                      | 15 |
| 1.3 Аналіз сучасного стану комп'ютеризованих робочих місць на підприємствах .....                                                            | 18 |
| РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПРАЦЕДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ .....                                | 21 |
| 2.1 Постановка задачі створення інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованого робочого місця .....                   | 21 |
| 2.2 Моделювання процесу оцінювання працездатності комп'ютеризованого робочого місця .....                                                    | 22 |
| 2.3 Архітектура інформаційної технології .....                                                                                               | 24 |
| 2.4 Проєктування структури бази даних .....                                                                                                  | 26 |
| РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ .....                                                                                                 | 36 |
| 3.1 Вибір засобів реалізації .....                                                                                                           | 36 |
| 3.2 Архітектура програмного комплексу.....                                                                                                   | 37 |
| 3.3 Реалізація основних функціональних модулів .....                                                                                         | 41 |
| 3.4. Практичне використання системи.....                                                                                                     | 42 |
| РОЗДІЛ 4 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ НА РОЗРОБЛЕННЯ ІТ ОЦІНЮВАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ.....                                  | 47 |
| 4.1 Планування робіт, часу та ресурсів на розроблення ІТ .....                                                                               | 47 |
| 4.2 Оцінка витрат на розроблення інформаційної технології для оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць.....                 | 51 |
| 4.3 Розрахунок економічного ефекту від впровадження інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць ..... | 54 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....                                                                                                             | 59 |
| ДОДАТКИ.....                                                                                                                                 | 62 |
| Додаток А.....                                                                                                                               | 63 |
| Додаток Б .....                                                                                                                              | 68 |
| Додаток В.....                                                                                                                               | 73 |

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Сучасні тенденції цифрової трансформації державного управління вимагають впровадження надійних інформаційних технологій, здатних забезпечити безперебійне функціонування інформаційної інфраструктури, оптимізувати роботу комп'ютеризованих робочих місць та підвищити ефективність виконання службових операцій. Особливої актуальності ці процеси набувають у діяльності органів Державної казначейської служби України, де точність, оперативність та надійність обробки даних безпосередньо впливають на виконання бюджетних зобов'язань, фінансовий контроль і стабільність державних розрахунків. У цьому контексті важливим є створення інформаційних технологій, що забезпечують оцінювання працездатності комп'ютерних систем, раннє виявлення потенційних відмов та своєчасне реагування на технічні ризики.

Проблематику моніторингу та технічної підтримки інформаційних систем державного сектору досліджували як вітчизняні, так і зарубіжні науковці. Питанням створення систем моніторингу працездатності IT-інфраструктури присвячені роботи Т. Мартиненка, О. Трофименка, які аналізували методи контролю технічного стану комп'ютерних засобів у державних установах; сучасні підходи до автоматизації процесів технічної підтримки висвітлені у працях М. Бондаренка, С. Столярчука; концепції побудови систем моніторингу та прогнозування відмов розглядали Р.Мітчел, Т.Вайт, що акцентували увагу на необхідності впровадження агентних технологій та серверних рішень для аналізу стану робочих станцій. Дослідження авторів підкреслюють потребу у створенні комплексних інформаційних рішень, які дозволяють здійснювати безперервний збір даних, аналітику та формування управлінських дій у реальному часі.

Актуальність теми підтверджується також тим, що в територіальних підрозділах Державної казначейської служби України, зокрема в Управлінні ДКСУ у Шосткинському районі Сумської області, відсутні інтегровані інструменти автоматизованого оцінювання технічного стану комп'ютеризованих робочих

місць. Наявні процеси моніторингу переважно виконуються вручну, що збільшує навантаження на системних адміністраторів, створює ризики затримок у реагуванні на технічні несправності та підвищує ймовірність простоїв під час виконання регламентованих операцій.

**Метою кваліфікаційної роботи** є розробка концептуальної моделі та програмної реалізації інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць Управління Державної казначейської служби України у Шосткинському районі Сумської області.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі **завдання**:

- провести аналіз предметної області та існуючих методів моніторингу ІТ-інфраструктури державних установ;
- визначити потреби та вимоги до інформаційної технології оцінювання працездатності робочих станцій;
- розробити концептуальну модель і функціональну структуру системи;
- спроектувати архітектуру програмних модулів, включаючи агент збору даних, серверну частину та базу даних;
- реалізувати інформаційну технологію з використанням сучасного стеку технологій (Python, Flask, БД);
- виконати тестування, оцінити ефективність та визначити можливості подальшого вдосконалення.

**Об'єктом** дослідження є процес забезпечення працездатності комп'ютеризованих робочих місць державної установи.

**Предметом** дослідження є інформаційна технологія оцінювання стану та працездатності комп'ютеризованих робочих місць, що включає програмні, технологічні та аналітичні компоненти.

**Методи дослідження:**

*теоретичні:* розгляд існуючих інформаційних систем, веб-ресурсів центрів кар'єри, наукової літератури з питань кар'єрного розвитку та використання інформаційних технологій в освіті, синтез і порівняння отриманих даних для

формування цілісного уявлення про проблему та розробки концепції веб-орієнтованої системи.

*емпіричні:* вивчення процесу використання існуючих інформаційних ресурсів, збір даних про потреби та очікування здобувачів освіти щодо функціональності веб-додатку, перевірка працездатності, функціональності та зручності використання розробленого веб-додатку.

**Апробація результатів дослідження.** Наукові здобутки науково-дослідної роботи були представлені на науково-практичних конференціях: міжнародній науково-практичній конференції Одеського НТУ «Інформаційні технології і автоматизація – 2025» (30-31 жовтня 2025 р.); науково-практичній конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (22-24 грудня 2025 р.);

1. Дубінчин В. С. Оцінювання вартості проєкту з розробки ІТ-системи контролю працездатності робочих місць. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація– 2025». – Одеса, 2025. С.361.

2. Дубінчин В. С. Комплексне тестування та налагодження інформаційної технології оцінювання ефективності роботи комп'ютерних систем. Матеріали науково-практичній конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (22-24 грудня 2025 р.) – Суми, 2025. С. 363.

**Практичне значення** включає впровадження інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць в управлінські структури, що сприятиме підвищенню ефективності управління державними ресурсами.

**Структура і обсяг** магістерської роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, а також списку використаних джерел, що нараховує 33 найменування. Загальний обсяг роботи становить 79 сторінок. Робота містить 16 таблиць, 13 рисунків.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНЮВАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ

#### 1.1 Огляд останніх досліджень і публікацій

Оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць (КРМ) — міждисциплінарна проблема, що поєднує питання інформатики (моніторинг апаратно-програмних компонентів, діагностика, предиктивне обслуговування), ергономіки (умови праці, фізіологічні навантаження) та організаційного менеджменту (процедури підтримки, політики SLA). Упродовж останніх років у науковій літературі помітно два паралельні вектори досліджень:

- 1) техніко-інформаційні методи моніторингу та діагностики стану робочих станцій;
- 2) дослідження людського фактора й ергономіки робочих місць. Ці напрямки дедалі частіше поєднуються в інтегровані підходи, які враховують одночасно технічну працездатність і комфорт/безпеку користувача.

Як зазначає Дж. Емерсон у систематичному огляді, сучасні підходи до оцінювання комп'ютерного робочого місця мають три рівні: апаратний (надійність компонентів, показники працездатності), програмний (стан операційних систем, сервісів моніторингу) та ергономічний (пози, освітлення, навантаження на зір і мускулатуру). Автор підкреслює необхідність стандартизованих чек-листів та інструментальних вимірювань для об'єктивної оцінки працездатності та впливу на здоров'я користувача [17].

Емпіричні дослідження останніх років підтверджують важливість поєднання інструментального моніторингу з опитуваннями користувачів. Наприклад, робота С. Шаха показала, що ергономічні параметри робочого місця прямо корелюють із частотою скарг на опорно-рухові та візуальні симптоми; автор робить висновок про

доцільність регулярного інструментального огляду КРМ із подальшим коригуванням конфігурацій. Це свідчить про необхідність включати до методів оцінювання як технічні метрики (CPU, пам'ять, дискова підсистема, мережеві затримки), так і параметри робочого середовища (позові, освітленість, мікроклімат) [25].

Інший важливий напрям — застосування підходів predictive maintenance (передбачувального обслуговування) та технік аналізу великих даних для ІТ-обладнання. Як показують останні огляди, методики, що базуються на машинному навчанні й часових рядах, дозволяють прогнозувати відмови апаратних компонентів і планувати технічне обслуговування з меншими витратами та меншою кількістю незапланованих простоїв. У контексті КРМ це дає змогу перейти від реактивного ремонту до проактивної підтримки робочих місць, що особливо актуально для великих організацій з розподіленою інфраструктурою [22].

Дослідження з області систем моніторингу підкреслюють роль модульних архітектур: централізовані платформи збору метрик (агенти на робочих станціях → канал телеметрії → сховище метрик → аналітичні сервіси) дозволяють поєднати різноманітні дані (метрики ОС, логи застосунків, показники мережі, дані від периферійних сенсорів) і реалізувати попереджувальні сценарії. Оглядіві праці з теорії моніторингових систем також звертають увагу на питання інтегрованості, масштабованості й вимог до затримок у системах реального часу — чинники, які визначають придатність платформи для контролю працездатності КРМ [27].

Український дискурс щодо КРМ частіше фокусується на ергономіці та безпеці праці в офісних середовищах, водночас зростає інтерес до цифрових інструментів моніторингу. Як відзначають дослідники в огляді по ергономіці України, розвиток практик інженерної ергономіки й нормативних підходів створює підґрунтя для впровадження стандартних процедур оцінки робочих місць у національних організаціях; водночас вказується на брак досліджень, які інтегрують технічний стан ПК із ергономічними вимірюваннями в українських умовах. Це

створює актуальну наукову нішу для робіт саме з інтегрованої оцінки працездатності КРМ [19].

Таблиця 1.1. – Підходи до визначення сутності КРМ

| Автор(и)   | Методика / підхід                                                                   | Ключовий висновок                                                                                                                                                                                 |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Дж.Емерсон | Систематичний огляд методів оцінювання КРМ (апаратні, програмні, ергономічні рівні) | Необхідна стандартизація чек-листів і вимірювальних процедур для об'єктивної оцінки працездатності комп'ютеризованих робочих місць.                                                               |
| А.Шахван   | Емпіричне дослідження ергономічних параметрів робочого місця                        | Виявлено пряму залежність між ергономічними характеристиками (освітлення, поза, висота монітора) та скаргами користувачів на втому і біль у спині; рекомендовано регулярну оцінку параметрів КРМ. |
| В.Пахмуді  | Огляд IoT-рішень для моніторингу технічного стану робочих місць                     | Інтеграція сенсорів і хмарних сервісів дозволяє створювати розподілені системи діагностики працездатності обладнання.                                                                             |
| В.Кумар    | Системний аналіз методів «smart workplace monitoring»                               | Використання машинного навчання дозволяє прогнозувати деградацію апаратних компонентів і попереджати відмови.                                                                                     |
| А.Сауссі   | Аналіз використання інтелектуальних сенсорів і даних для оцінки працездатності      | Smart Data підхід дає змогу поєднати технічні та поведінкові дані для формування повного профілю працездатності КРМ.                                                                              |
| Т.Міллер   | Дослідження IoT і ШІ в управлінні працездатністю комп'ютерних систем                | Поєднання ШІ та IoT у моніторингових системах підвищує точність виявлення відмов і знижує час простою.                                                                                            |
| Н.Гієн     | Інтеграційний підхід до «smart workplace» на базі хмарних сервісів                  | Запропоновано архітектуру гібридного моніторингу КРМ з урахуванням людського фактора та енергоспоживання.                                                                                         |

|                      |                                                                  |                                                                                                                          |
|----------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| В.Степаненко         | Аналіз стану ергономічних досліджень в Україні                   | Вказано на необхідність розробки національних стандартів оцінювання КРМ, що поєднують технічні та ергономічні показники. |
| В.Пестов             | Використання ERP/моніторингових систем у малих агропідприємствах | Системи управління ІТ-ресурсами можуть бути адаптовані для оцінювання працездатності комп'ютерних робочих місць.         |
| О.Дзись,<br>В.Гайдей | Цифровізація управління підприємствами                           | Відзначено зростання ролі інформаційних технологій у підтримці працездатності інфраструктури та персоналу.               |

Аналіз сучасних наукових джерел показує, що проблема оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць (КРМ) є міждисциплінарною та охоплює технічні, ергономічні, інформаційно-аналітичні й організаційні аспекти. Більшість дослідників у працях [27], [15], [20] наголошують на важливості комплексного підходу, який поєднує технічну діагностику обладнання із врахуванням людського фактора та умов праці. Такий підхід дозволяє отримати більш повну картину працездатності системи «людина – комп'ютер – середовище».

В останні роки спостерігається виразна тенденція до використання технологій Інтернету речей (IoT), хмарних сервісів і штучного інтелекту (ШІ) для моніторингу стану робочих місць [17]. Ці інструменти забезпечують автоматизоване збирання, зберігання й аналіз даних у режимі реального часу, що підвищує точність оцінювання та дозволяє прогнозувати потенційні збої чи погіршення працездатності. Таким чином, відбувається перехід від реактивного до превентивного управління працездатністю КРМ.

Українські дослідження [15], [1] свідчать про поступову адаптацію міжнародних підходів у вітчизняну практику. Зокрема, увага приділяється розробці національних стандартів, інтеграції оцінювання працездатності у системи ERP та управління ІТ-ресурсами підприємств. Це створює основу для формування єдиної

інформаційної технології оцінювання працездатності КРМ, яка об'єднує технічний, ергономічний і управлінський рівні.

Узагальнення сучасних публікацій дозволяє виділити основні методичні підходи, які застосовуються при оцінюванні працездатності КРМ:

1. Метрики апаратної працездатності — моніторинг процесора, пам'яті, файлових систем, температури та живлення; аналіз трендів і кореляцій для виявлення деградації. (див. огляди з моніторингу та predictive maintenance) [6].
2. Метрики програмного стану — логи подій, статуси сервісів, показники відгуку прикладних систем; автоматизовані тести працездатності (synthetic monitoring) [1].
3. Ергономічна оцінка — стандартизовані опитувальники, вимірювання поз, аналіз освітленості й навантаження на зір/мускулатуру; поєднання опитувань і інструментальних замірів [19].
4. Інтеграційні підходи — об'єднання технічних та ергономічних даних у єдину аналітичну платформу з DSS (Decision Support System) для прийняття рішень про інтервенції (ремонт, переналаштування робочого місця, навчання користувача)[20].

Незважаючи на прогрес, література також виокремлює кілька стійких проблем і прогалин. По-перше, бракує стандартизованих процедур і наборів метрик, які були б універсально застосовні для різних типів КРМ (офісні ПК, робочі місця інженерів, вузькоспеціалізовані станції). По-друге, мало довготривалих емпіричних досліджень, які би кількісно підтверджували економічну доцільність впровадження комплексних систем моніторингу для середніх і малих організацій. По-третє, питання приватності й етики збору кінцевих даних користувачів (особливо при моніторингу поведінки, часу роботи, застосунків) залишаються недостатньо дослідженими й регламентованими. Ці прогалини остаточно визначають напрямки подальших досліджень, серед яких — розробка стандартизованих індикаторів працездатності КРМ, економічних моделей ROI для різних категорій організацій і методик захисту персональних даних у процесі технічного моніторингу.

Останні дослідження демонструють перехід від роздільної оцінки «техніка», «людина» до інтегрованих методологій, що поєднують апаратно-програмні метрики з ергономічними показниками. Найперспективніші напрямки — впровадження предиктивної діагностики на основі машинного навчання та створення модульних моніторингових платформ, які зможуть одночасно обслуговувати технічні та людські аспекти працездатності КРМ. Водночас потрібні стандартизація метрик і додаткові емпіричні дослідження в національному контексті.

## **1.2 Поняття, структура та фактори, що впливають на працездатність комп'ютеризованих робочих місць**

Під комп'ютеризованим робочим місцем (КРМ) розуміють організаційно-технічну систему, у межах якої користувач виконує професійні завдання із застосуванням апаратних і програмних засобів, що забезпечують обробку, передавання та збереження інформації. Як зазначає О.Мельник, КРМ є складовою частиною інформаційно-комунікаційної інфраструктури підприємства і характеризується інтеграцією технічних ресурсів, програмного забезпечення, засобів зв'язку та людського потенціалу [6].

Поняття працездатності КРМ визначається як стан, за якого усі компоненти системи забезпечують виконання заданих функцій із необхідною якістю, швидкістю та надійністю. За визначенням Дж.Емерсона, працездатність ІТ-системи є функцією від технічної готовності, ергономічної відповідності та рівня ефективності користувача. Тобто, система вважається працездатною не лише тоді, коли технічно справна, а й тоді, коли умови роботи не знижують продуктивність оператора [17].

Структура комп'ютеризованого робочого місця

Науковці [6], [17] пропонують розглядати КРМ як багаторівневу систему, що складається з таких основних підсистем:

1. Технічна підсистема — апаратні ресурси (системний блок, монітор, периферійні пристрої, мережеве обладнання), які забезпечують обробку інформації.
2. Програмна підсистема — операційні системи, офісні пакети, спеціалізовані додатки, антивірусні засоби та системи адміністрування.
3. Інформаційна підсистема — база даних, документообіг, хмарні сервіси, локальні сховища та політики безпеки.
4. Організаційно-ергономічна підсистема — умови праці, розташування обладнання, мікроклімат, освітлення, рівень шуму, графік роботи.
5. Людський фактор — кваліфікація, психофізіологічний стан і навички користувача, що впливають на якість виконання завдань.

Як зазначає А.Сауссі, ефективність кожного рівня зумовлює загальну працездатність системи, а порушення функціонування хоча б одного елемента знижує продуктивність або може призвести до повної відмови робочого місця.

Фактори, що впливають на працездатність КРМ:

Фактори впливу на працездатність КРМ можна поділити на технічні, програмно-інформаційні, організаційно-ергономічні та людські.

1. Технічні фактори — знос і старіння обладнання, частота відмов, стан мережевої інфраструктури, якість електроживлення, температура процесора тощо. За даними [23], до 35% випадків зниження продуктивності ІТ-інфраструктури пов'язано саме з технічними збоями або відсутністю моніторингу стану систем.

2. *Приклад:* компанія «НІБУЛОН» впровадила систему моніторингу стану серверів і робочих станцій на базі Zabbix, що дозволило знизити кількість критичних відмов на 28%.

3. Програмно-інформаційні фактори — оновлення системного та прикладного ПЗ, швидкість доступу до баз даних, рівень кіберзахисту. Як зазначає Н.Потриваєва [24] вчасне оновлення та резервне копіювання підвищують загальну надійність КРМ на 20–25%.

4. *Приклад:* підприємство «Кернел» використовує хмарну систему резервного копіювання Microsoft Azure, що гарантує безперервність бізнес-процесів у випадку збоїв.

5. Організаційно-ергономічні фактори — неправильна організація робочого простору, відсутність перерв, недотримання санітарних норм. За дослідженням В.Гайдея [1], ергономічно невідповідні робочі місця знижують ефективність праці на 10–15%.

6. *Приклад:* компанія «Астарта-Київ» модернізувала офісні КРМ відповідно до стандартів ISO 9241, що підвищило задоволеність працівників і зменшило кількість скарг на втому очей [9].

7. Людський фактор — рівень цифрової компетентності, психологічна стійкість, рівень стресу, мотивація до використання ІТ. Як зазначає Saha [25], продуктивність користувача прямо залежить від здатності швидко адаптуватися до технологічних змін.

8. *Приклад:* у компанії «ІМК» впроваджено систему електронного навчання (e-learning) для підвищення ІТ-компетентностей персоналу, що скоротило кількість помилок користувачів на 17%.

Таким чином, працездатність комп'ютеризованих робочих місць визначається сукупністю взаємопов'язаних технічних, програмних, організаційних і людських чинників. Для забезпечення стабільного функціонування необхідно здійснювати систематичне оцінювання кожного з компонентів, виявляти критичні вузли та впроваджувати превентивні заходи.

Як підкреслює Т.Міллер [20], сучасна тенденція полягає у переході до інтелектуальних систем оцінювання працездатності, які базуються на аналітиці великих даних, IoT-сенсорах і машинному навчанні, що дозволяє забезпечити проактивне управління ІТ-інфраструктурою підприємств.

### **1.3 Аналіз сучасного стану комп'ютеризованих робочих місць на підприємствах**

Сучасний етап розвитку підприємств характеризується широкою цифровізацією бізнес-процесів і переходом до інтелектуалізованих комп'ютеризованих робочих місць (КРМ). У структурі більшості українських підприємств понад 70% адміністративних і виробничих функцій виконуються із використанням ІТ-інструментів, що робить КРМ ключовим елементом ефективності діяльності організації [26].

Дослідження Дзись О. та Гайдея В. свідчать, що цифрова трансформація КРМ охоплює такі напрями: автоматизація документообігу, впровадження корпоративних систем управління (ERP, CRM), використання аналітичних платформ (BI) і хмарних сервісів. Відповідно до звіту Міністерства цифрової трансформації України (2024), близько 62% великих і середніх підприємств використовують хмарні сервіси для зберігання та обробки даних, а 48% — системи централізованого управління комп'ютеризованими робочими місцями [1].

Паралельно розвивається концепція інтелектуального робочого місця (Smart Workplace), яка передбачає інтеграцію IoT-сенсорів, автоматичний моніторинг стану обладнання та адаптацію програмного середовища під потреби користувача. У 2023–2025 роках темпи впровадження інтелектуальних КРМ у промисловості зросли на 27%, особливо в аграрному та логістичному секторах [13].

Українські підприємства поступово адаптують міжнародні стандарти організації КРМ до національних умов. Відповідно до результатів дослідження Інституту цифрової економіки НАН України, рівень комп'ютеризації робочих місць у різних галузях коливається від 45% у сільському господарстві до 92% у сфері фінансів та телекомунікацій [8].

Для прикладу, агропромисловий холдинг «Кернел» застосовує централізовану систему управління ІТ-інфраструктурою на базі Microsoft Endpoint Manager, що дозволяє контролювати стан понад 4 000 КРМ у 20 підрозділах.

Система забезпечує автоматичне оновлення ПЗ, моніторинг безпеки та аналіз продуктивності користувачів.

Компанія «Астарт-Київ» використовує ERP-рішення SAP S/4HANA для інтеграції бізнес-процесів та управління робочими місцями співробітників у єдиному середовищі, що дозволяє підвищити ефективність взаємодії між виробничими, фінансовими та аналітичними службами. На підприємстві «НІБУЛОН» створено централізовану IT-службу з функціями кіберзахисту, моніторингу серверних потужностей і робочих станцій, що підвищило рівень технічної готовності КРМ до 97%.

Згідно з аналізом В.Пестова, близько 40% середніх підприємств аграрного сектору застосовують базові системи обліку та моніторингу стану робочих місць, проте лише 12% інтегрували рішення на основі хмарних платформ або IoT-технологій. Це свідчить про існування розриву між рівнем технічної готовності великих корпорацій і середніх підприємств [13].

Незважаючи на активний розвиток цифрових технологій, значна частина українських підприємств стикається з проблемами, що обмежують ефективність використання КРМ. Серед них:

1. Технічне зношення обладнання. За даними [15], понад 30% робочих місць у державному секторі використовують техніку, старшу за 5 років, що знижує швидкодію та енергоефективність.
2. Фрагментарність IT-інфраструктури. У більшості підприємств різні підрозділи працюють на несумісних програмних продуктах, що ускладнює централізований моніторинг працездатності систем.
3. Недостатній рівень цифрової грамотності персоналу. Як зазначає С.Саша [25], людський фактор є критичним для ефективного функціонування КРМ, однак рівень IT-компетентностей працівників залишається низьким.
4. Відсутність систем оцінювання працездатності КРМ. Більшість компаній проводять лише технічну діагностику обладнання, не враховуючи ергономічні, психологічні та продуктивні параметри роботи користувачів.

5. Кібербезпека та захист даних. Згідно з даними CERT-UA, понад 40% інцидентів інформаційної безпеки в Україні пов'язані саме з недоліками у конфігурації робочих станцій [19].

Аналіз показує, що рівень комп'ютеризації українських підприємств поступово зростає, проте ефективність використання КРМ залишається нерівномірною. Великі компанії активно впроваджують комплексні інформаційні системи, хмарні рішення та аналітичні сервіси, тоді як середні та малі підприємства часто обмежуються базовими ІТ-рішеннями. Основними тенденціями розвитку КРМ є перехід до хмарних технологій, впровадження інтелектуальних систем моніторингу та автоматизація управління працездатністю.

У подальшому удосконалення організації комп'ютеризованих робочих місць потребує впровадження інформаційної технології комплексного оцінювання працездатності, яка б враховувала технічні, ергономічні та людські фактори, що визначає актуальність теми дослідження.

## **РОЗДІЛ 2**

### **ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПРАЦЕДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ**

#### **2.1 Постановка задачі створення інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованого робочого місця**

Розробка і впровадження інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць є важливою складовою заходів, що мають забезпечувати зростання продуктивності праці і має на меті формалізацію та автоматизацію процесу інтегральної оцінки робочого місця на основі агрегації показників апаратного та програмного забезпечення, стану мережі, безпеки і робочих умов.

Задача полягає у розробці методики та алгоритму комплексного аналізу працездатності комп'ютеризованого робочого місця із врахуванням таких складових:

- стан апаратного забезпечення, що включає параметри пристроїв комп'ютерної техніки;
- стабільність програмного забезпечення, що оцінюється на підставі частоти програмних збоїв, часу відгуку та наявності оновлень;
- якість мережевого підключення, яка оцінюється за швидкістю обміну даними та стабільністю зв'язку з центральними серверами;
- стан безпеки, що передбачає контроль за рівнем захисту даних, складових системи та користувачів;
- умови праці та показники ергономіки, що визначають комфорт і безпеку працівника у робочому середовищі.

Інформаційна технологія оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць має формувати інтегральну оцінку працездатності комп'ютеризованого робочого місця на основі вагових коефіцієнтів, що відображають вагу кожної складової. Використання такого підходу дозволить

вчасно виявляти проблеми на робочих місцях, здійснювати їх постійний моніторинг та приймати обґрунтовані управлінські рішення, що в перспективі має підвищити ефективність функціонування робочих місць та IT-інфраструктуру підприємства.

Отже, проєктована інформаційна технологія має включати збір та обробку даних за визначеними показниками, критерії оцінювання, алгоритми обчислення інтегрального показника, процедури візуалізації та інтерпретації результатів оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць.

## **2.2 Моделювання процесу оцінювання працездатності комп'ютеризованого робочого місця**

Як зазначалося вище в роботі, для комплексного оцінювання працездатності КРМ, недостатньо метрик оцінювання апаратного і програмного забезпечення, оскільки мають бути враховані фактори, що впливають на продуктивність працівника на робочому місці та його безпеку.

Для вирішення цієї задачі в роботі була запропонована і розроблена інформаційна технологія, в основі якої є використання інтегрального показника працездатності (ІПП), що є агрегатором стану п'яти основних компонентів працездатності КРМ. Такий підхід дозволяє мати єдину цілісну оцінку стану робочого місця, що враховує:

- стан апаратного забезпечення;
- стабільність програмного забезпечення;
- якість мережевого підключення;
- стан безпеки;
- умови праці та показники ергономіки.

Використання вагових коефіцієнтів дозволить визначати пріоритетність кожного компонента в загальній оцінці.

Розрахунок інтегрального показника працездатності здійснюється за формулою (2.1):

$$\text{ІПП} = w_1 \cdot G_{hw} + w_2 \cdot G_{sw} + w_3 \cdot G_{net} + w_4 \cdot G_{sec} + w_5 \cdot G_{erg} \quad (2.1)$$

де:

$w_1, \dots, w_5$  – вагові коефіцієнти,  $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 = 1$ ;

$G_{hw}$  - нормалізований показник стану апаратного забезпечення КРМ;

$G_{sw}$  - нормалізований показник стабільності програмного забезпечення КРМ;

$G_{net}$  - нормалізований показник стану мережевого підключення КРМ;

$G_{sec}$  - нормалізований показник стану безпеки КРМ;

$G_{erg}$  - нормалізований показник ергономіки та умов праці.

Кожен  $G$ -показник, в свою чергу, є інтегральним показником, що розраховується на підставі відповідного набору метрик, які збираються агентським модулем. Всі метрики кожного  $G$ -показника нормалізуються і приводяться до шкали від 0 (найнижча оцінка) до 100 (найвища оцінка).

Метрики  $G$ -показників:

1. Показник  $G_{hw}$  призначений для оцінювання стану апаратного забезпечення КРМ і включає наступні метрики:

- $M_{cpu}$  - навантаження центрального процесора;
- $M_{ram}$  - використання оперативної пам'яті;
- $M_{ssd}$  - використання запам'ятовуючих пристроїв;
- $M_{temp}$  - температурні показники центрального процесора.

2. Показник  $G_{sw}$  призначений для оцінювання стабільності роботи операційної системи та встановлених додатків і включає наступні метрики:

$M_{uptime}$  - час безперебійної роботи операційної системи;

$M_{errors}$  - кількість критичних помилок в системному журналі;

$M_{updates}$  - наявність встановлених критичних оновлень операційної системи.

3. Показник  $G_{net}$  призначений для оцінювання якості зв'язку КРМ з вузлами мережі, такими як, наприклад, внутрішній сервер або шлюз і включає наступні метрики:

$M_{ping}$  - середня затримка, мілісекунд;

$M_{loss}$  - відсоток втрачених пакетів.

4. Показник  $G_{sec}$  призначений для оцінювання рівня захищеності КРМ і включає наступні метрики:

$M_{av\_status}$  - статус антивірусу: активний, оновлений;

$M_{fv\_status}$  - статус брандмауера: активний;

$M_{vuln}$  - кількість відомих відкритих портів або вразливостей.

5. Показник  $G_{erg}$  призначений для оцінювання факторів комфорту і втоми користувача, що опосередковано впливає на продуктивність. Показник включає одну постійну метрику  $M_{work\_time}$  - тривалість безперервної сесії користувача без перерв, що виявляється за активністю клавіатури/миші. Інші метрики визначаються на підставі щоденного опитування працівника відповідно опитувальника, що зберігається в базі даних і може змінюватись за потреби. Опитування має на меті оцінювання суб'єктивного комфорту працівника на робочому місці.

## 2.3 Архітектура інформаційної технології

Інформаційна технологія оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць побудована за принципом багаторівневої клієнт-серверної архітектури, що забезпечує розподілену обробку даних, централізоване управління та можливість масштабування системи в подальшому.

Архітектура системи представлена шарами:

- збору даних;
- транспортування та збереження;
- бізнес-логіки;
- представлення.

Шар збору даних включає агентські модулі, розгорнуті безпосередньо на комп'ютерах робочих місць. Агентські модулі мають забезпечити виконання наступних функцій:

- моніторинг апаратного забезпечення: збір даних про стан процесора, оперативної пам'яті, накопичувачів, температурні показники, завантаженість і стан мережевих інтерфейсів тощо;
- моніторинг програмного забезпечення: контроль інсталюваного програмного забезпечення, наявність оновлень, ліцензії тощо;
- діагностика продуктивності: виконання тестування системи для оцінки її продуктивності;
- передача даних на сервер обробки.

Шар транспортування та збереження забезпечує передачу та зберігання даних. База даних використовується для зберігання як поточних показників моніторингу, так і в якості сховища історичних даних для аналізу трендів.

Шар бізнес-логіки виконує обробку та аналіз даних і включає наступні сервіси:

- сервіс аналізу даних: обробка вхідних даних, виявлення аномалій, обчислення показників працездатності;
- сервіс оцінювання: формування інтегральних оцінок стану КРМ на підставі математичних моделей;
- сервіс рекомендацій: генерація рекомендацій при виявленні проблем для усунення несправностей;
- сервіс налаштування: налаштування моніторингу, управління періодичними завданнями та генерації звітів.

Шар представлення забезпечує взаємодію з користувачами системи і включає:

- web-застосунок - інтерфейс для технічних спеціалістів;
- API забезпечує програмний доступ до функціоналу системи для інтеграції з іншими системами;
- модуль візуалізації - інтерактивні дашборди з графіками, діаграмами та таблицями показників, звітами, рекомендаціями тощо.

Сценарій роботи системи можна представити наступною схемою:

1. Агенти на комп'ютеризованих робочих місцях здійснюють збір діагностичних даних.
2. Дані через API передаються на сервіс аналізу.
3. Сервіс аналізу обробляє одержані дані та зберігає в базі даних.
4. Сервіс оцінювання обчислює інтегральні показники працездатності на основі оброблених даних.
5. У разі виявлення критичних проблем система виводить відповідні сповіщення.

Така архітектура системи дозволяє інтегрувати її з існуючими корпоративними рішеннями завдяки наявності стандартизованого API. Окрім того, модульна структура системи дозволяє оновлювати і змінювати будь-який компонент системи незалежно від інших компонентів, а також здійснювати горизонтальне масштабування системи шляхом додавання нових компонентів.

## **2.4 Проєктування структури бази даних**

З метою забезпечення зберігання даних стану комп'ютеризованих робочих місць спроектована логічна структура бази. База даних складається з 13 таблиць, які умовно можна згрупувати за їх призначенням у п'ять категорій:

### **1. Основні сутності системи:**

- таблиця `workstations` (Робочі місця): містить інформацію про комп'ютеризовані робочі місця;
- таблиця `admins` (Адміністратори): містить облікові записи користувачів системи з різними рівнями доступу.

### **2. Метрики моніторингу:**

- таблиця `metrics_hardware` (Апаратні метрики): містить дані про стан апаратного забезпечення робочих місць;
- таблиця `metrics_software` (Програмні метрики): містить про програмне забезпечення та операційну систему робочих місць;

- таблиця `metrics_network` (Мережеві метрики): містить дані про мережеве підключення;
- таблиця `metrics_security` (Метрики безпеки): містить дані про стан засобів захисту комп'ютеризованого робочого місця.

### 3. Моніторинг ергономіки:

- таблиця `erg_break_logs` (Журнал перерв): містить дані про тривалість безперервної роботи та дотримання режиму перерв;
- таблиця `erg_survey_questions` (Питання з ергономіки): містить перелік питань для оцінки умов праці з точки зору ергономіки робочого місця;
- таблиця `erg_survey_answers` (Відповіді на питання з ергономіки): містить відповіді користувачів на питання для оцінки умов праці з точки зору ергономіки робочого місця.

### 4. Система оцінювання:

- таблиця `assessment_models` (Моделі оцінювання): містить моделі різних типів робочих місць для обчислення показників оцінювання;
- таблиця `model_coefficients` (Коефіцієнти моделей): містить значення вагових коефіцієнтів моделі для розрахунку інтегральних оцінок;
- таблиця `calculated_scores` (Розраховані оцінки): містить результати обчислення інтегрального показника працездатності.

### 5. Система сповіщень:

- таблиця `alerts` (Сповіщення): містить дані про інциденти в роботі комп'ютеризованих робочих місць.

Структура таблиць та призначення їх полів наведено в таблицях 2.1-2.13.

Таблиця 2.1 - Таблица workstations (Робочі місця)

| Поле                | Призначення                                                                                      |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| id                  | унікальний ідентифікатор КРМ (первинний ключ)                                                    |
| uuid                | глобально унікальний ідентифікатор у форматі UUID, що генерується на стороні клієнта             |
| hostname            | мережеве ім'я комп'ютера                                                                         |
| department          | підрозділ або відділ, до якого належить робоче місце                                             |
| owner_name          | ім'я відповідальної особи або користувача робочого місця                                         |
| os_info             | інформація про операційну систему                                                                |
| cpu_model           | модель процесора                                                                                 |
| total_ram_gb        | загальний обсяг оперативної пам'яті (у гігабайтах)                                               |
| total_disk_gb       | загальний обсяг дискового простору (у гігабайтах)                                                |
| added_at            | дата та час реєстрації робочого місця в системі                                                  |
| assessment_model_id | зовнішній ключ, що посиляється на модель оцінювання, яка застосовується до даного робочого місця |

Джерело: [Розроблено автором]

Таблиця 2.2 - Таблица admins (Адміністратори)

| Поле          | Призначення                                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------|
| id            | унікальний ідентифікатор адміністратора                                      |
| username      | унікальне ім'я користувача для входу                                         |
| password_hash | хешоване значення паролю (для безпечного зберігання)                         |
| full_name     | повне ім'я адміністратора                                                    |
| role          | роль користувача в системі (admin - повний доступ, viewer - тільки перегляд) |
| created_at    | дата створення облікового запису                                             |

Джерело: [Розроблено автором]

Таблиця 2.3 - Таблиця metrics\_hardware (Апаратні метрики)

| Поле              | Призначення                                           |
|-------------------|-------------------------------------------------------|
| id                | унікальний ідентифікатор запису                       |
| workstation_id    | зовнішній ключ на таблицю workstations                |
| timestamp         | дата та час збору метрик                              |
| cpu_load_percent  | завантаження процесора (у відсотках)                  |
| ram_usage_percent | використання оперативної пам'яті (у відсотках)        |
| disk_free_percent | вільний дисковий простір (у відсотках)                |
| cpu_temperature_c | температура процесора (у градусах Цельсія)            |
| disk_smart_status | статус здоров'я диска згідно з технологією S.M.A.R.T. |

Джерело: [Розроблено автором]

Таблиця 2.4 - Таблиця metrics\_software (Програмні метрики)

| Поле                      | Призначення                                                     |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| id                        | унікальний ідентифікатор запису                                 |
| workstation_id            | зовнішній ключ на таблицю workstations                          |
| timestamp                 | дата та час збору метрик                                        |
| system_uptime_minutes     | час безперервної роботи системи (у хвилинах)                    |
| eventlog_errors_last_hour | кількість системних помилок за останню годину                   |
| critical_service_status   | статус критичних системних служб (1 - працюють, 0 - є проблеми) |

Джерело: [Розроблено автором]

Таблиця 2.5 - Таблиця metrics\_network (Мережеві метрики)

| Поле                        | Призначення                                        |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|
| id                          | унікальний ідентифікатор запису                    |
| workstation_id              | зовнішній ключ на таблицю workstations             |
| timestamp                   | дата та час збору метрик                           |
| gateway_ping_ms             | час відгуку мережевого шлюзу (у мілісекундах)      |
| gateway_packet_loss_percent | відсоток втрачених пакетів при з'єднанні зі шлюзом |
| corporate_service_ping_ms   | час відгуку корпоративного сервісу або сервера     |

Джерело: [Розроблено автором]

Таблиця 2.6 - Таблиця metrics\_security (Метрики безпеки)

| Поле              | Призначення                                                 |
|-------------------|-------------------------------------------------------------|
| id                | унікальний ідентифікатор запису                             |
| workstation_id    | зовнішній ключ на таблицю workstations                      |
| timestamp         | дата та час перевірки                                       |
| antivirus_enabled | статус антивірусного захисту (1 - увімкнено, 0 - вимкнено)  |
| antivirus_updated | актуальність антивірусних баз (1 - оновлені, 0 - застарілі) |
| firewall_enabled  | статус брандмауера (1 - активний, 0 - неактивний)           |

Джерело: [Розроблено автором]

Таблиця 2.7 - Таблиця erg\_break\_logs (Журнал перерв)

| Поле                    | Призначення                                                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------|
| id                      | унікальний ідентифікатор запису                              |
| workstation_id          | зовнішній ключ на таблицю workstations                       |
| timestamp               | дата та час фіксації події                                   |
| continuous_work_minutes | тривалість безперервної роботи (у хвилинах)                  |
| break_taken             | фіксація факту перерви (1 - перерва зроблена, 0 - пропущена) |

Джерело: [Розроблено автором]

Таблиця 2.8 - Таблиця erg\_survey\_questions (Питання опитування)

| Поле          | Призначення                                                            |
|---------------|------------------------------------------------------------------------|
| id            | унікальний ідентифікатор питання                                       |
| question_text | текст питання                                                          |
| question_type | тип відповіді (rating_5 - оцінка за 5-бальною шкалою, yes_no - так/ні) |
| is_active     | статус активності питання (1 - використовується, 0 - архівне)          |

Джерело: [Розроблено автором]

Таблиця 2.9 - Таблиця erg\_survey\_answers (Відповіді на опитування)

| Поле           | Призначення                                             |
|----------------|---------------------------------------------------------|
| id             | унікальний ідентифікатор відповіді                      |
| workstation_id | зовнішній ключ на таблицю workstations                  |
| question_id    | зовнішній ключ на таблицю erg_survey_questions          |
| timestamp      | дата та час надання відповіді                           |
| answer_rating  | числова оцінка (для питань типу rating_5, діапазон 1-5) |
| answer_boolean | булева відповідь (для питань типу yes_no)               |

Джерело: [Розроблено автором]

Таблиця 2.10 - Таблиця assessment\_models (Моделі оцінювання)

| Поле        | Призначення                                        |
|-------------|----------------------------------------------------|
| id          | унікальний ідентифікатор моделі                    |
| model_name  | унікальна назва моделі                             |
| description | текстовий опис моделі та сценаріїв її застосування |

Джерело: [Розроблено автором]

Моделі (профілі), що використовуються в системі:

- "Стандартна модель" - універсальна модель для більшості офісних робочих місць;

- "Модель для розробників" - підвищені ваги показників продуктивності CPU та RAM;
- "Модель для критичних систем" — максимальна вага показників безпеки та надійності.

Таблиця 2.11 - Таблиця model\_coefficients (Коефіцієнти моделей)

| Поле         | Призначення                                           |
|--------------|-------------------------------------------------------|
| id           | унікальний ідентифікатор набору коефіцієнтів          |
| model_id     | зовнішній ключ на таблицю assessment_models           |
| w_hardware   | вага апаратної складової в загальній оцінці (0.0-1.0) |
| w_software   | вага програмної складової                             |
| w_network    | вага мережевої складової                              |
| w_security   | вага складової безпеки                                |
| w_ergonomics | вага ергономічної складової                           |
| w_hw_cpu     | вага показника CPU в апаратній оцінці                 |
| w_hw_ram     | вага показника RAM в апаратній оцінці                 |
| w_hw_disk    | вага показника диска в апаратній оцінці               |
| w_erg_breaks | вага дотримання перерв в ергономічній оцінці          |
| w_erg_survey | вага результатів опитування в ергономічній оцінці     |
| updated_at   | дата останнього оновлення коефіцієнтів                |

Джерело: [Розроблено автором]

При використанні системи, користувачі мають можливість налаштовувати коефіцієнти задля адаптації моделі до специфіки структурних підрозділів.

Таблиця 2.12 - Таблиця calculated\_scores (Розраховані оцінки)

| Поле             | Призначення                                            |
|------------------|--------------------------------------------------------|
| id               | унікальний ідентифікатор розрахунку                    |
| workstation_id   | зовнішній ключ на таблицю workstations                 |
| timestamp        | дата та час розрахунку                                 |
| score_hardware   | апаратна оцінка (0-100)                                |
| score_software   | програмна оцінка (0-100)                               |
| score_network    | мережева оцінка (0-100)                                |
| score_security   | оцінка безпеки (0-100)                                 |
| score_ergonomics | ергономічна оцінка (0-100)                             |
| final_ipp_score  | фінальний інтегральний показник працездатності (0-100) |

Джерело: [Розроблено автором]

Таблиця 2.13 - Таблиця alerts (Сповіщення)

| Поле                 | Призначення                                  |
|----------------------|----------------------------------------------|
| id                   | унікальний ідентифікатор сповіщення          |
| workstation_id       | зовнішній ключ на таблицю workstations       |
| timestamp            | дата та час виникнення проблеми              |
| alert_type           | тип сповіщення                               |
| message              | текстовий опис проблеми                      |
| score_value          | значення показника, що спричинило сповіщення |
| is_resolved          | статус вирішення (0 - активне, 1 - вирішене) |
| resolved_by_admin_id | зовнішній ключ на адміністратора             |
| resolved_at          | дата та час вирішення проблеми               |

Джерело: [Розроблено автором]

Зв'язки між таблицями бази даних наведено на рисунку 2.1. Фізична структура бази даних наведена на рисунку 2.2. SQL-запит створення структури бази даних наведено в Додатку Б.

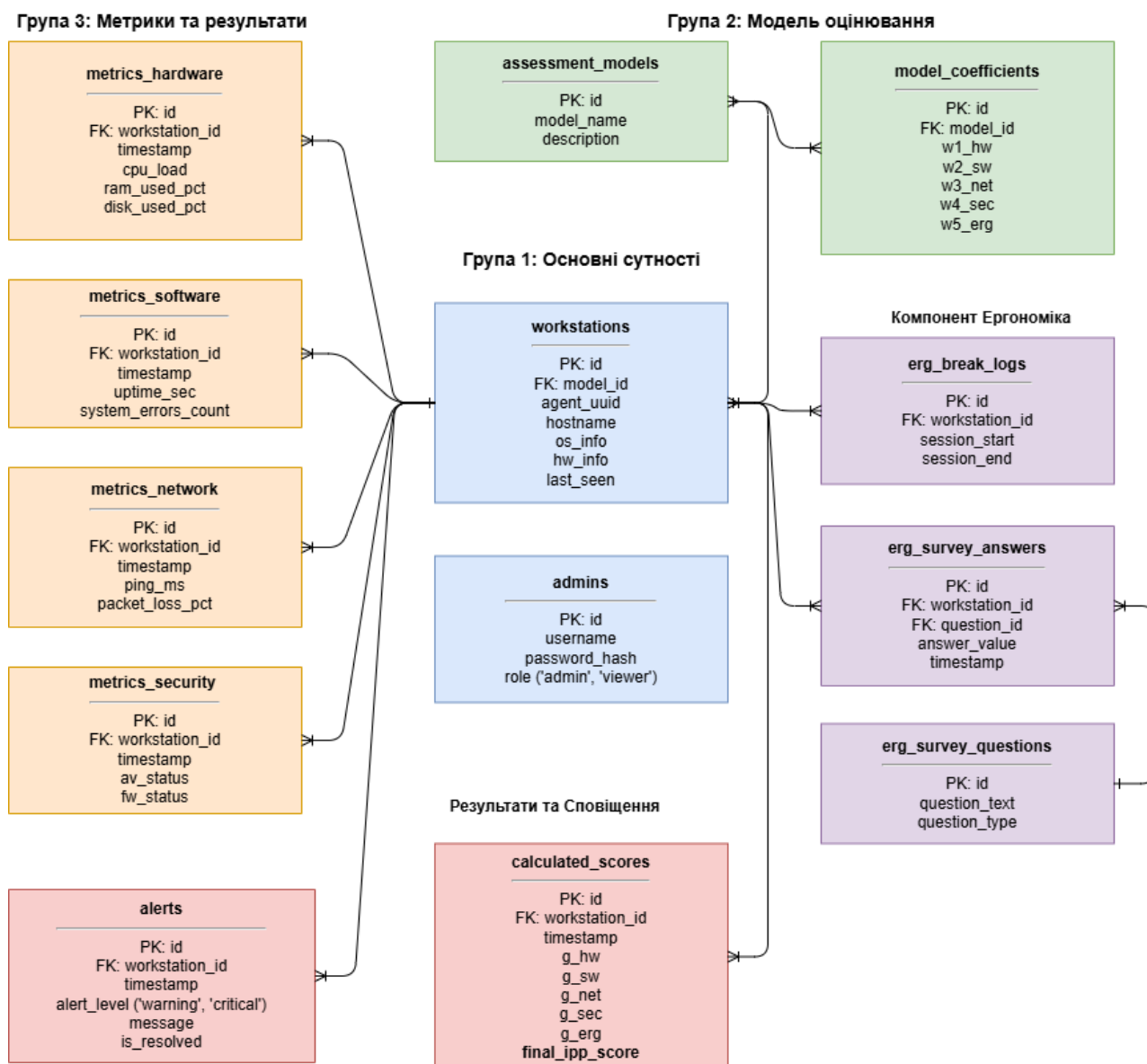


Рисунок 2.1 - Зв'язки між таблицями бази даних

Джерело: [Розроблено автором]

Наведена структура бази даних має забезпечити зберігання та цілісність всієї інформації, необхідної для роботи системи та оперативного оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць. Водночас, така структура організації даних дозволяє незалежно розвивати і вносити зміни в окремі підсистеми, а використання вагових коефіцієнтів дозволяє гнучко налаштовувати оцінювання комп'ютеризованих робочих місць в залежності від специфічних вимог до структурних підрозділів організації.

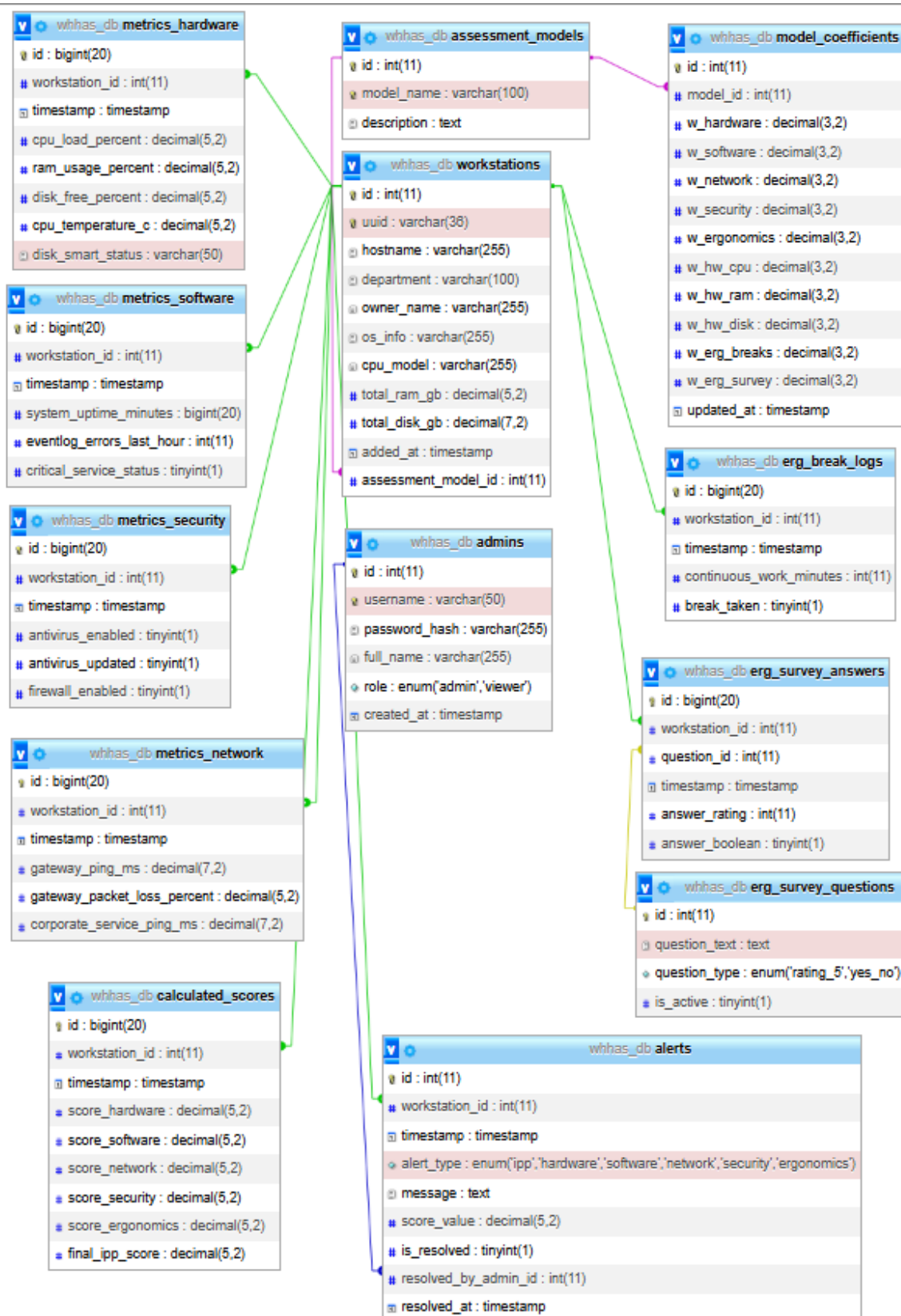


Рисунок 2.2 - Фізична структура бази даних

Джерело: [Розроблено автором]

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

#### 3.1 Вибір засобів реалізації

Розробка інформаційної системи для реалізації технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць вимагає застосування ефективних технологічних рішень, що мають реалізувати спроектовану архітектуру та розроблену модель ІПП і забезпечити можливість подальшого масштабування, інтеграцію з іншими сервісами, простоту розгортання та підтримки тощо.

Стек технологій реалізації інформаційної технології складається з таких компонентів:

##### 1. Сервер.

Реалізований мовою програмування Python з використання мікрофреймворку Flask. Вибір мови Python обумовлений її універсальністю, широким вибором наявних бібліотек, пакетів і модулів, потужним і чисельним ком'юніті тощо. [30] В свою чергу, Flask зарекомендував себе як гнучкий, швидкий і мінімалістичний фреймворк, що якнайкраще підходить для створення легкого і швидкого API. [31]

##### 2. Клієнтський агент.

Реалізований також мовою програмування Python з використанням бібліотека psutil. Окрім зазначених вище переваг мови Python, слід відзначити її крос-платформеність, що є важливим для моніторингу наявного гетерогенного парку КРМ, які можуть працювати на різних як апаратних, так і програмних платформах. Клієнт може бути скомпільований у виконуваний файл і розгорнутий на робочій станції як служба операційної системи.

Бібліотека psutil забезпечує високорівневий і, до того ж, єдиний інтерфейс доступу до таких системних метрик, як навантаження центрального процесора, використання оперативної пам'яті, активність зовнішніх запам'ятовуючих

пристроїв, мережеві підключення тощо, що є основою даних для показника стану апаратного забезпечення. [32]

### 3. Інтерфейс користувача.

Інтерфейс реалізований з використанням JS-бібліотеки React та CSS-фреймворку Tailwind.

Вибір React зумовлений тим, що ця бібліотека дозволяє швидко створювати додатки, що містять елементи на кшталт панелі моніторингу. Це реалізується за рахунок використання компонентного підходу, коли кожен елемент - індикатор, графік, картка KPM - є незалежним і може використовуватись необмежену кількість разів. Окрім того, React дозволяє оновлювати дані на сторінці в режимі реального часу і без її перезавантаження, що є вкрай важливим для створення дашбордів. [33]

Водночас, фреймворк Tailwind CSS дозволяє створювати сучасний, адаптивний дизайн безпосередньо в JSX-розмітці, що суттєво прискорює розробку інтерфейсу.

### 4. База даних.

Для реалізації бази даних обрано реляційну СУБД MySQL, оскільки вона на сьогоднішній день є однією з найпопулярніших СУБД і до того ж її Community-версія розповсюджується за вільною ліцензією. Використання реляційної моделі даних значно спрощує запити до БД та агрегацію даних.

Окрім того, MySQL демонструє високу продуктивність на операціях читання, що важливо для інтерфейсів, які містять дашборди і графіки з поточними даними. До того ж, MySQL завдяки транзакційності забезпечує цілісність даних, що є суттєво важливим, коли в базу даних одночасно здійснюють запис сотні агентів.

## 3.2 Архітектура програмного комплексу

На етапі проєктування інформаційної технології були визначені її складові, а також визначені засоби їх реалізації.

В основі системи закладена клієнт-серверна архітектури, що забезпечує збір, передачу, зберігання та візуалізацію даних (див. рис. 3.1).

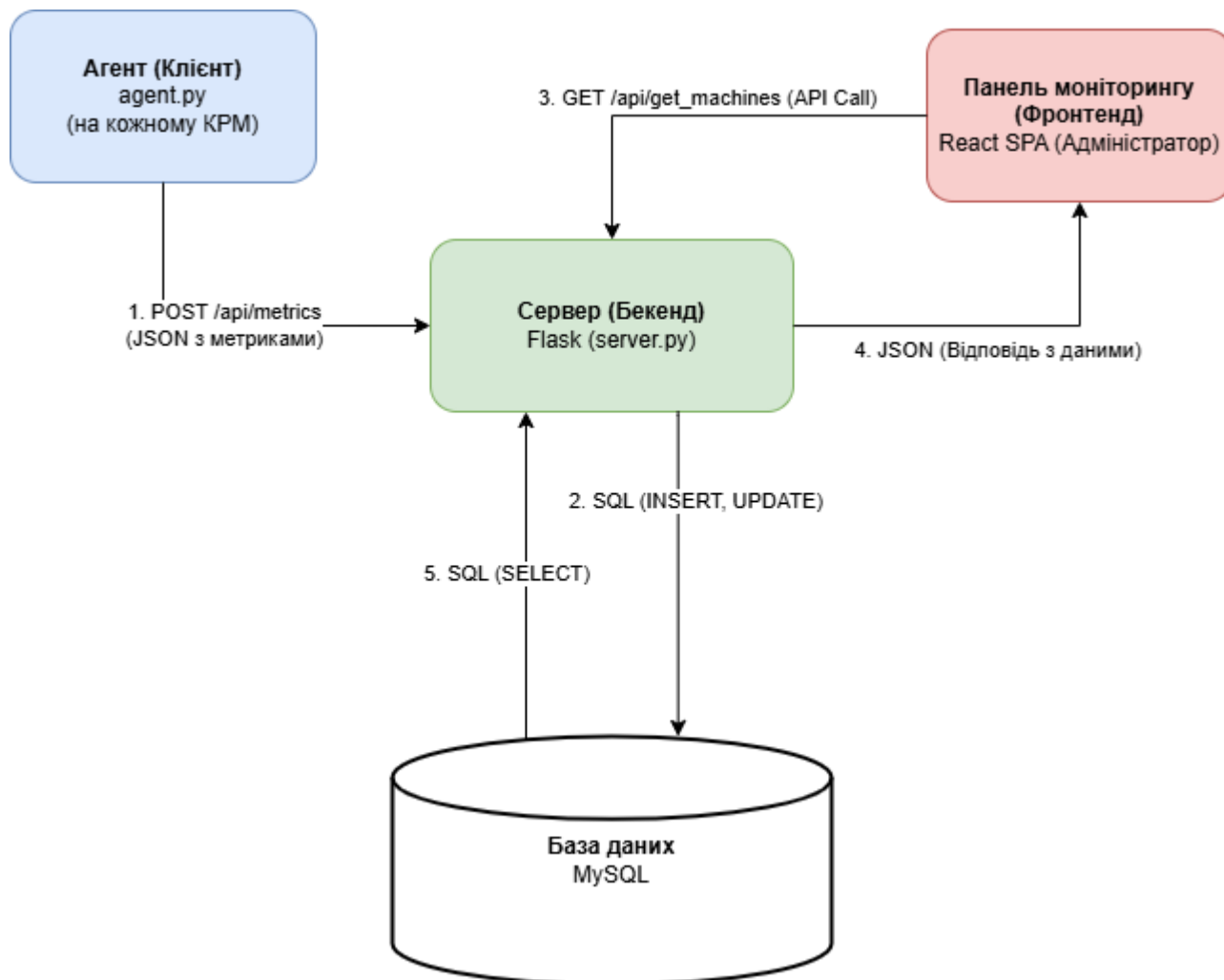


Рисунок 3.1 - Клієнт-серверна архітектура системи моніторингу KPM

Джерело: [Розроблено автором]

#### 1. Клієнтський агент.

Агент здійснює збір метрик на робочих станціях для подальшої передачі на сервер для обробки і збереження у базі даних.

Файлова структура клієнтського агента, реалізованого мовою Python, та призначення файлів і папок проєкту наведено на рисунку 3.2.

```

agent/
├─ agent.py           # Головний виконуваний скрипт агента
├─ config.ini         # Файл конфігурації (URL сервера, UUID агента)
├─ requirements.txt   # Список Python-залежностей (psutil, requests)
└─ collectors/       # Модулі для збору специфічних метрик
    ├─ __init__.py
    ├─ hw_collector.py # Функції збору метрик G_hw (CPU, RAM, Disk)
    ├─ sw_collector.py # Функції збору метрик G_sw (Uptime, Event Log)
    ├─ net_collector.py # Функції збору метрик G_net (Ping)
    ├─ sec_collector.py # Функції збору метрик G_sec (AV, Firewall)
    └─ erg_collector.py # Функції збору метрик G_erg (час cecії)

```

Рисунок 3.2 – Файлова структура клієнтського агента

Джерело: [Розроблено автором]

Файл `agent.py` містить основний цикл роботи, протягом якого періодично викликаються функції з папки `collectors`, після чого одержані дані в JSON-форматі відправляється на сервер.

Логіка збору метрик задля чистоти коду винесена в окремі файли, що зібрані в папці `collectors`. Така організація файлів, в свою чергу, дозволяє легко додавати нові показники.

Для використання агенту на робочих станціях здійснюється компіляція проєкту у виконуваний файл і запуск як служби операційної системи у фоновому режимі.

Повний код проєкту доступний за посиланням: [https://github.com/volodymyr779/whhas\\_agent.git](https://github.com/volodymyr779/whhas_agent.git).

## 2. Сервер.

Сервер є центральною частиною системи, що реалізує взаємодію з усіма складовими системи – базою даних, агентом і фронтом, а також здійснює розрахунок інтегрального показника працездатності комп'ютеризованого робочого місця.

Файлова структура сервера, реалізованого мовою Python на фреймворку Flask, та призначення файлів і папок проєкту наведено на рисунку 3.3.

```

server/
├─ app.py           # Головний файл Flask-додатку, запуск сервера
├─ config.py        # Конфігурація (доступ до БД, SECRET_KEY)
├─ requirements.txt # Залежності (Flask, SQLAlchemy, mysql-connector-python)
├─ db_schema.sql    # SQL-схема для створення бази даних (див. п. 2.4)
├─ models.py        # (Опціонально) Опис таблиць як класів SQLAlchemy ORM
├─ services/        # Модулі "бізнес-логіки"
│   └─ __init__.py
│   └─ ipp_calculator.py # "Інтелект" системи: логіка розрахунку G-компонентів та I
└─ routes/          # Модулі, що описують API-ендпоінти
    ├── __init__.py
    ├── metrics_api.py # API для прийому даних від агентів (/api/metrics)
    ├── dashboard_api.py # API для фронтенду (отримання списку КРМ, історії)
    └─ auth_api.py     # API для автентифікації адміністраторів

```

Рисунок 3.3 - Файлова структура сервера

Джерело: [Розроблено автором]

Файл `app.py` використовується для запуску сервера. Файли, що забезпечують маршрутизацію і взаємодію з іншими компонентами системи, винесені в окрему папку `routes`. Логіка розрахунку інтегрального показника працездатності, в т.ч. і нормалізація метрик, застосування вагових коефіцієнтів, реалізована у файлі `ipp_calculator.py`.

Повний код проєкту доступний за посиланням: [https://github.com/volodymyr779/whhas\\_server.git](https://github.com/volodymyr779/whhas_server.git).

### 3. Інтерфейс (frontend).

Інтерфейс забезпечує взаємодію з адміністраторами системи, відображення в режимі реального часу стану комп'ютеризованих робочих місць. Інтерфейс системи реалізований на React, який взаємодіє з серверним API.

Файлова структура проєкту на React, який реалізує інтерфейс, наведено на рисунку 3.4.

```

frontend/
├─ node_modules/      # Встановлені залежності
├─ public/
│   └─ index.html      # Кореневий HTML-файл, куди монтується React
├─ src/
│   ├── components/    # Дрібні UI-компоненти (кнопки, індикатори, графіки)
│   │   ├── MetricChart.jsx
│   │   ├── StatusIndicator.jsx
│   │   └─ WorkstationCard.jsx
│   ├── pages/         # "Екрани" додатку
│   │   ├── DashboardPage.jsx # Головна сторінка зі списком всіх КРМ
│   │   ├── DetailsPage.jsx   # Сторінка детальної інформації по 1 КРМ
│   │   └─ LoginPage.jsx      # Сторінка входу
│   ├── services/
│   │   └─ api.js         # Функції для взаємодії з Flask API (axios/fetch)
│   ├── App.jsx          # Головний компонент (маршрутизація)
│   └─ index.js          # Вхідна точка додатку
├─ package.json         # Залежності (react, react-dom, axios, chart.js...)
└─ tailwind.config.js   # Файл конфігурації Tailwind CSS

```

Рисунок 3.4 - Файлова структура проєкту на React, який реалізує інтерфейс

Джерело: [Розроблено автором]

Повний код проєкту доступний за посиланням:  
[https://github.com/volodymyr779/whhas\\_dashboard.git](https://github.com/volodymyr779/whhas_dashboard.git).

### 3.3 Реалізація основних функціональних модулів

Центральним з точки зору проєктованої технології є алгоритм розрахунку інтегрального показника працездатності комп'ютеризованого робочого місця. Він розподілений між агентом і сервером.

На стороні агента здійснюється:

- періодичний збір метрик: збір даних, що стосуються програмного і апаратного забезпечення здійснюється один раз на п'ять хвилин. Опитування користувача щодо комфорту робочого місця здійснюється один раз на день;
- формування JSON: зібрані дані пакуються в JSON-об'єкт;

- відправка: JSON-об'єкт передається POST-запитом на серверний ендпоінт `/api/metrics`.

На стороні сервера реалізується:

- прийом даних: прийом JSON-об'єкта від агента;
- ідентифікація та збереження метрик: сервер визначає метрики та KPM, від якої їх одержано, та зберігає їх в таблицю `metrics` БД з часовою міткою;
- нормалізація: всі метрики кожного G-компонента перетворюються на сервері в єдину шкалу від 0 до 100;
- розрахунок: сервер розраховує G-показники на базі нормалізованих значень метрик;
- розрахунок ІПП: сервер розраховує значення ІПП на базі G-показників з урахуванням вагових коефіцієнтів;
- збереження результату: розрахований ІПП записуються в БД.

Розрахунок ІПП реалізовано у файлі `ipr_calculator.py`, код якого наведено в Додатку В.

Таким чином, адміністратор через веб-інтерфейс отримує ІПП та його складові з сервера про кожне KPM в режимі реального часу.

### **3.4. Практичне використання системи**

Запуск агента на робочих станціях, як зазначалося вище, здійснюється як звичайної служби операційної системи в фоновому режимі. Агент періодично збирає метрики роботи системи і передає їх на сервер для подальшої обробки. Раз на день виводиться опитувальник для користувача з метою оцінки ергономіки робочого місця через суб'єктивне відчуття комфорту працівника. Опитувальник наведено на рисунку 3.5.

WHAS: Оцінка робочого місця

Будь ласка, оцініть ваш комфорт:

1. Наскільки комфортним є ваше крісло?

2. Чи відчуваєте ви напругу або сухість в очах?

☐ Так

☒ Ні

3. Чи достатньо освітлення на робочому місці?

☐ Так

☒ Ні

4. Чи задоволені ви температурою?

Відправити

Рисунок 3.5 – Опитувальник для оцінки ергономіки робочого місця.

Джерело: [Розроблено автором]

Окрім того, кожні 50 хвилин з'являється вікно з повідомленням про необхідність перерви в роботі (див. рис. 3.6), оскільки робота працівника без перерв також фіксується і впливає на ІПП робочого місця.

Час на перерву!

Ви безперервно працювали 50 хвилин.  
Будь ласка, зробіть коротку перерву, щоб розім'ятися та дати очам відпочити.

ОК

Рисунок 3.6 - Вікно з повідомленням про необхідність перерви в роботі

Джерело: [Розроблено автором]

Працівники ІТ-відділу мають можливість спостерігати за парком комп'ютеризованих робочих місць в режимі реального часу. Стартова сторінка фронтенд-частини системи наведена на рисунку 3.7.

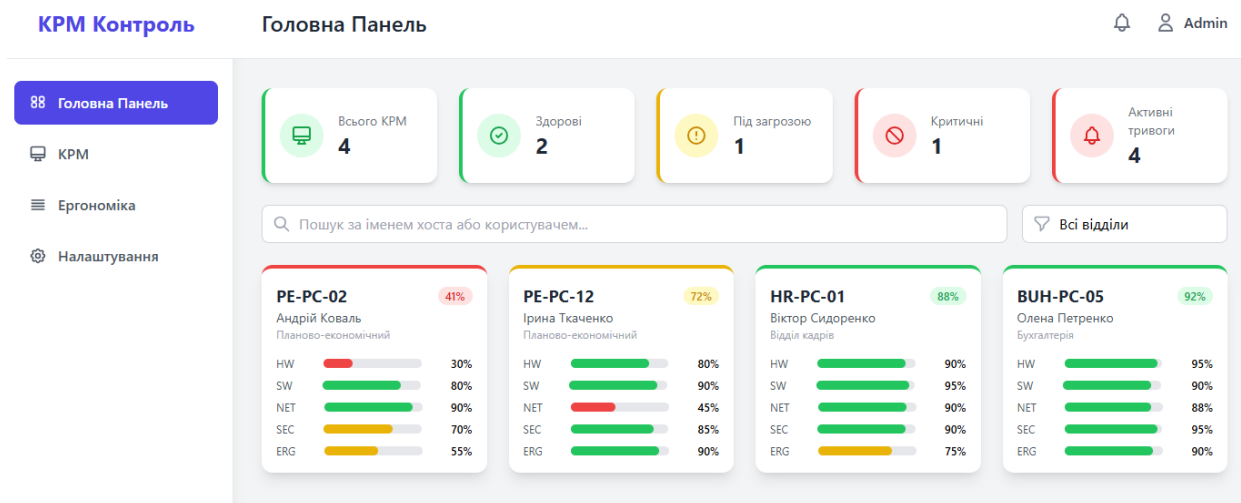


Рисунок 3.7 - Стартова сторінка фронтенд-частини системи

Джерело: [Розроблено автором]

На сторінці міститься бокове меню і картки з поточною інформацією про загальну кількість КРМ, їх стан, тривоги, а також картки робочих станцій, що містять інтегральну оцінку відповідного робочого місця з деталізацією по G-показниках див. рис. 3.8). На сторінці передбачена можливість фільтрації карток робочих станцій за відділами, що є актуальним за наявності великого парку комп'ютеризованих робочих місць.

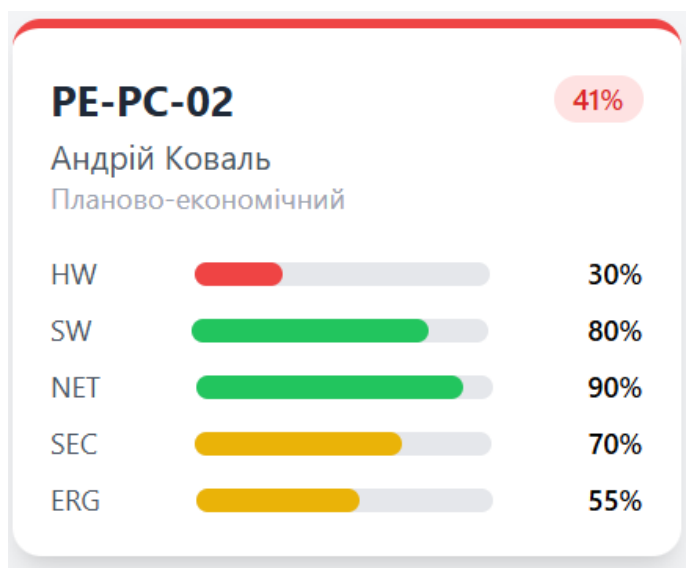


Рисунок 3.8 - Картка КРМ з ІПП та деталізацією по G-показниках

Джерело: [Розроблено автором]

При натисканні на картку можна одержати більш детальну інформацію за КРМ, що містить конфігурацію робочої станції, деталізацію за кожни G-показником на базі зібраних метрик, інформацію про тривоги. Відповідне вікно наведене на рисунку 3.9, вікно з інформацією про тривоги на цьому КРМ наведено на рисунку 3.10.

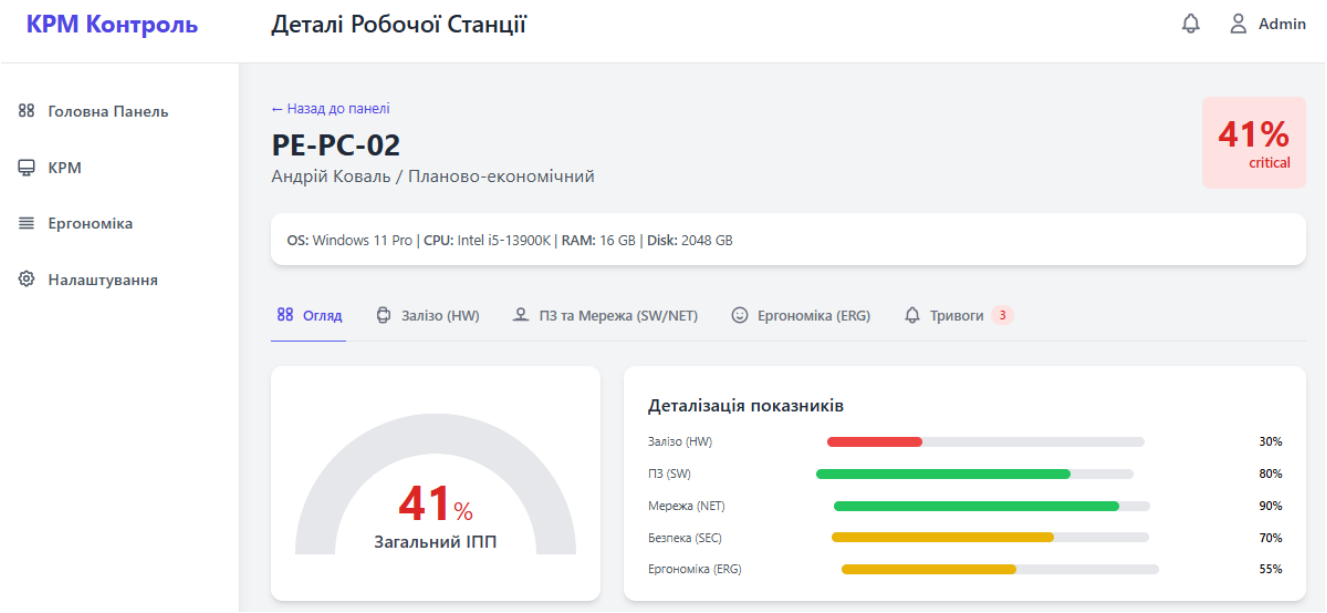


Рисунок 3.9 – Деталізована інформація по КРМ  
Джерело: [Розроблено автором]

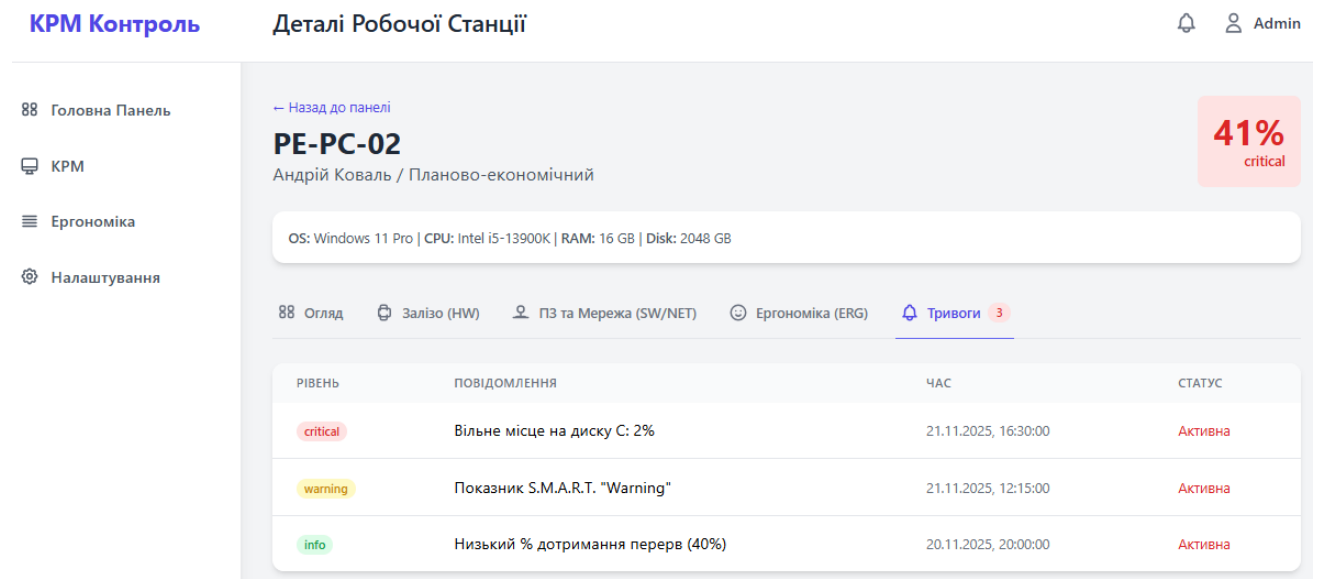


Рисунок 3.10 - Інформація про тривоги зареєстровані на КРМ  
Джерело: [Розроблено автором]

Окрім того, система дозволяє налаштовувати вагові коефіцієнти для обчислення G-показників для різних профілей КРМ. Вікно налаштувань наведено на рисунку 3.11.

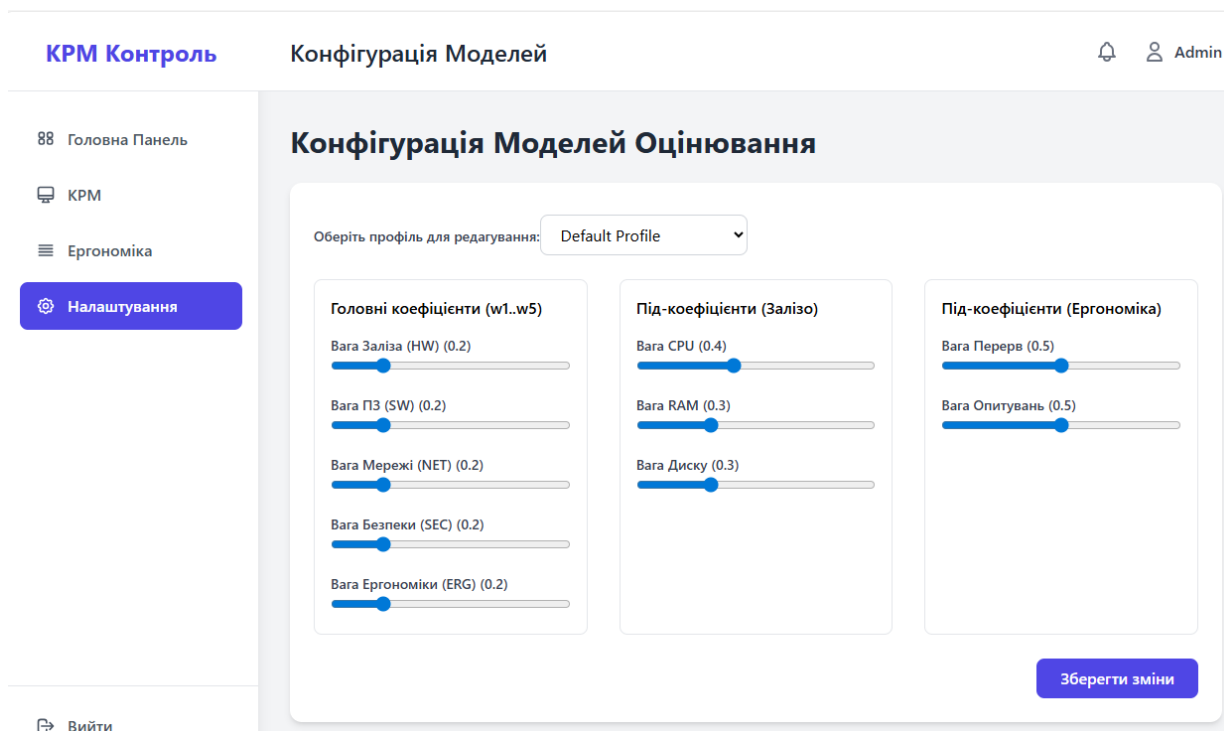


Рисунок 3.11 - Налаштування конфігурації моделей оцінювання

Джерело: [Розроблено автором]

## РОЗДІЛ 4

### ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ НА РОЗРОБЛЕННЯ ІТ ОЦІНЮВАННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ

#### 4.1 Планування робіт, часу та ресурсів на розроблення ІТ

Планування робіт із розроблення інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць здійснюється відповідно до принципів раціонального управління ІТ-проєктами. Основною метою планування є визначення обсягів робіт, тривалості виконання окремих етапів, необхідних людських і технічних ресурсів, а також термінів реалізації всього проєкту.

До реалізації проєкту залучаються два ключові фахівці:

Системний адміністратор. Він відповідальний за інфраструктуру, налаштування середовища виконання, безпеку та серверну частину розгортання; бере участь у тестуванні агентів збору даних і взаємодії робочих станцій із сервером.

Програміст. Він відповідає за розробку програмного коду (агент збору даних на Python; серверну частину на Python/Flask; фронтенд на React з використанням Tailwind CSS); виконує інтеграцію модулів, тестування функціональних компонентів та оптимізацію.

Робота виконується у тісній взаємодії обох спеціалістів, що дозволяє забезпечити узгодженість архітектурних рішень і стабільність системи.

Для реалізації інформаційної технології обрано сучасні інструменти, що забезпечують гнучкість, швидкість розробки та легкість масштабування:

- Агент збору даних: Python (модулі psutil, platform, subprocess, logging).
- Серверна частина: Python + Flask (REST API, обробка запитів, валідація даних).
- Фронтенд: React + Tailwind CSS (адаптивний інтерфейс, інтерактивні панелі).
- База даних: PostgreSQL або MySQL.
- Тестування: PyTest, Postman, Jest.

- Система контролю версій: Git (GitHub/GitLab).
- Періодичне виконання сценаріїв: Cron, Systemd timers або task scheduler.

Такий стек забезпечує сумісність, швидкість, безпеку та простоту розгортання системи у локальних і корпоративних мережах.

Розробимо план-графік реалізації проєкту (було заплановано червень-листопад 2025 року)

Загальна тривалість проєкту становить 6 місяців, що відповідає типовому життєвому циклу створення інформаційної технології середньої складності. Проєктування включає 6 етапів:

Етап 1. Аналіз вимог та постановка задач (червень 2025 р.)

- Вивчення інфраструктури підприємства.
- Оцінювання типів комп'ютеризованих робочих місць.
- Формування технічного завдання.
- Проєктування базових алгоритмів збору даних.

Етап 2. Проєктування архітектури ІС (липень 2025 р.)

- Розробка архітектури клієнт–серверної взаємодії.
- Проєктування структури бази даних.
- Визначення форматів взаємодії агента і сервера (JSON, REST).
- Підготовка макетів інтерфейсу (wireframes).

Етап 3. Розробка агенту збору інформації (серпень 2025 р.)

- Реалізація функцій моніторингу (• процесорне навантаження, оперативна пам'ять, дискові операції, температура обладнання (за підтримки сенсорів), перебіг системних процесів).

- Шифрування та відправлення даних на сервер.
- Тестування агентів на різних робочих станціях.

Етап 4. Створення серверної частини (Flask) (вересень 2025 р.)

- Реалізація REST API для приймання даних.
- Створення модулів зберігання та попередньої аналітики.
- Розробка модулів оцінювання працездатності.

- Налаштування логування, middleware, безпеки.

Етап 5. Розроблення фронтенду (React + Tailwind) (жовтень 2025 р.)

- Створення інтерфейсу адміністративної панелі.
- Реалізація панелей моніторингу в реальному часі.
- Побудова графіків і таблиць (показники ЦП, RAM, диск).
- Візуалізація деградації працездатності.

Етап 6. Інтеграція компонентів та тестування (листопад 2025 р.)

- Об'єднання агента, сервера, БД та інтерфейсу.
- Навантажувальне та модульне тестування.
- Оптимізація продуктивності.
- Підготовка технічної документації.
- Пілотне впровадження системи.

Для побудови діаграми Ганта у таблиці 4.1. згруповані дати початку, кінця та тривалості кожного етапу.

4.1 - Таблиця етапів проєктування та розробки інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць

| № | Етап робіт                            | Початок    | Завершення | Тривалість, днів |
|---|---------------------------------------|------------|------------|------------------|
| 1 | Аналіз вимог                          | 01.06.2025 | 30.06.2025 | 29               |
| 2 | Проектування архітектури              | 01.07.2025 | 31.07.2025 | 30               |
| 3 | Розробка агента збору даних (Python)  | 01.08.2025 | 31.08.2025 | 30               |
| 4 | Розробка серверної частини (Flask)    | 01.09.2025 | 30.09.2025 | 29               |
| 5 | Розробка фронтенду (React + Tailwind) | 01.10.2025 | 31.10.2025 | 30               |
| 6 | Інтеграція, тестування та розгортання | 01.11.2025 | 30.11.2025 |                  |

Діаграма Ганта є одним з найбільш поширених інструментів планування ІТ-проектів, оскільки забезпечує наочну візуалізацію всіх етапів робіт у часовому вимірі. Вона складається з горизонтальних смуг, довжина яких відповідає

тривалості конкретного етапу. Розташування смуги на шкалі часу визначає дату початку та завершення робіт.

У контексті розробки інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць діаграма Ганта дозволяє:

- відобразити повний життєвий цикл проєкту на період 6 місяців;
- візуально представити логічну послідовність створення системи: аналіз → проєктування → розробка → тестування → розгортання;
- узгодити роботу двох виконавців, чітко розмежувавши відповідальність;
- контролювати своєчасність виконання кожного етапу;
- ідентифікувати потенційні ризики затримок та критичні точки.

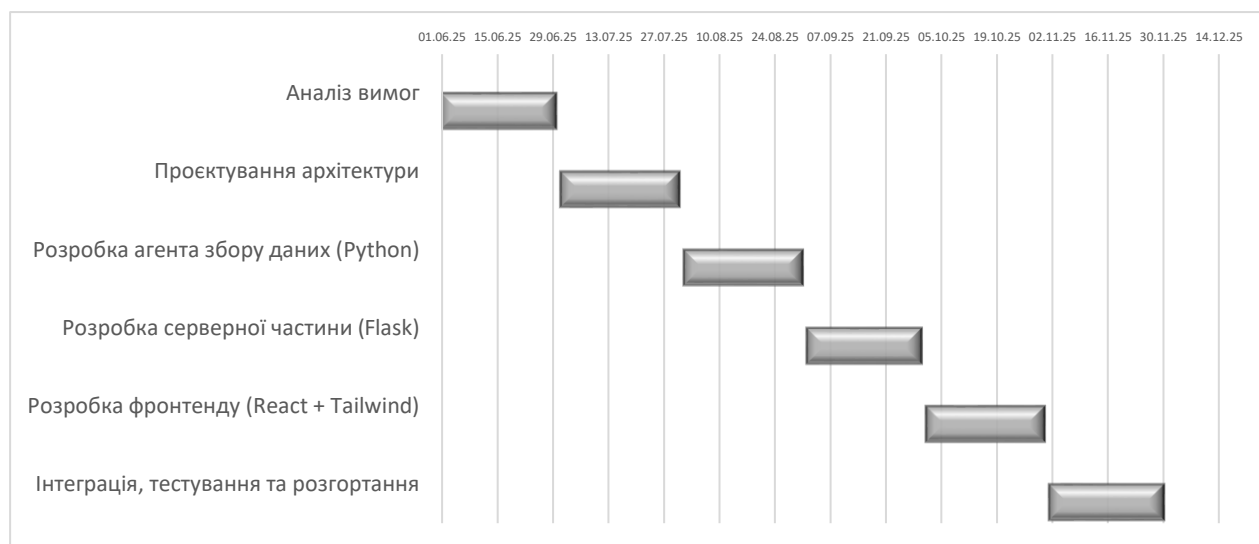


Рис.4.1 Діаграма Ганта тривалості процесу розроблення інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць  
Джерело [розроблено автором]

Таким чином, діаграма Ганта є важливим інструментом управління проєктом, який забезпечує структурованість, прозорість та ефективність процесу розроблення інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць.

Планування ресурсів створення процесу розроблення інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць передбачає наявність людських, технічних і програмних ресурсів.

Людські ресурси включають наявність програміста, який відповідає за розроблення ПЗ, проектування архітектури, інтеграція і системного адміністратора, який забезпечує тестування, налаштування серверів, інфраструктура.

Технічні ресурси включають сервер для зберігання даних (локальний або хмарний), робочі станції для тестування агента і середовище розробки (IDE, Git, Docker за потреби).

Програмні ресурси:

- Python 3.x, Flask.
- React, Tailwind CSS.
- PostgreSQL/MySQL.
- Postman, PyTest, Jest.

Запланований набір ресурсів забезпечує повний цикл створення й впровадження інформаційної системи у визначені строки.

Планування робіт, ресурсів та часу демонструє, що проєкт може бути успішно реалізований за 6 місяців силами двох фахівців. Такий підхід дозволяє оптимізувати витрати, забезпечити керування процесу розробки та отримати якісну інформаційну технологію для оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць.

#### **4.2 Оцінка витрат на розроблення інформаційної технології для оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць**

Оцінювання витрат є одним із ключових етапів економічного обґрунтування розроблення програмного продукту, оскільки дозволяє визначити необхідні фінансові ресурси для реалізації проєкту, забезпечити раціональність витрат та сформувати бюджет, який відповідає реальним потребам. Загальна кошторисна

вартість створення інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць в Управлінні Державної казначейської служби України у Шосткинському районі Сумської області складає 40 000 грн.

До складу витрат на розроблення інформаційної технології входять:

#### *Витрати на оплату праці виконавців*

Оскільки над проєктом працюють два фахівці - програміст і системний адміністратор, то найбільшу частку витрат становить оплата їхньої праці. До цієї категорії належать:

- аналіз вимог та проєктування архітектури;
- розроблення агенту збору інформації (Python);
- створення серверної частини на Flask;
- розроблення інтерфейсу користувача на React;
- інтеграція модулів і повне тестування системи;
- підготовка документації.

#### *Технічні витрати*

До технічних витрат належать:

- використання серверного обладнання або оренда VPS;
- розгортання середовища для тестування;
- зберігання даних;
- резервне копіювання.

#### *Програмні інструменти*

Хоча більшість технологій є безкоштовними (Python, Flask, React, Tailwind), окремі витрати можуть бути пов'язані з використанням інструментів тестування (Postman, PyTest, Jest); додатковими бібліотеками (наприклад, системним моніторингом, безпекою, логуванням); сервісами для CI/CD (GitHub Actions за потреби).

#### *Витрати на впровадження та навчання персоналу*

Це витрати на налаштування системи в інфраструктурі підприємства або установи; інструктаж працівників щодо використання системи; початковий супровід.

Загальний кошторис витрат на розроблення ІТ представлений у таблиці.

Таблиця 4.2 — Загальний кошторис витрат на розроблення ІТ

| №     | Стаття витрат                                                | Сума,<br>грн |
|-------|--------------------------------------------------------------|--------------|
| 1     | Оплата праці програміста (6 місяців часткової зайнятості)    | 22 000       |
| 2     | Оплата праці системного адміністратора                       | 8 000        |
| 3     | Технічні ресурси (сервер, тестові машини, хостинг)           | 4 000        |
| 4     | Програмні інструменти, тестове ПЗ                            | 2 000        |
| 5     | Впровадження, налаштування середовища, навчання користувачів | 2 000        |
| 6     | Резерв витрат (непередбачені)                                | 2 000        |
| Разом |                                                              | 40000        |

Оплата праці фахівців становить основну частину витрат, оскільки проєкт включає повний цикл створення ІС: аналіз → розробка → тестування → впровадження. Залучення двох спеціалістів дозволяє розподілити завдання між висококваліфікованими виконавцями та забезпечити стабільність системи.

Технічні витрати включають оренду серверних ресурсів, необхідних для стабільної роботи серверної частини (Flask), а також тестування агента збору інформації на різних робочих станціях.

Програмні інструменти є частково безкоштовними, але потребують витрат на додаткові бібліотеки, сервіси для деплою та інструменти тестування.

Витрати на впровадження є обов'язковими, оскільки передбачають налаштування середовища, розгортання системи та навчання користувачів, що підвищує якість застосування продукту.

Резерв витрат забезпечує покриття можливих додаткових потреб (оновлення бібліотек, інфраструктурні витрати, додаткове тестування).

Оцінка витрат демонструє, що створення інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць є фінансово реалістичним та економічно обґрунтованим проєктом. Запланований бюджет у 40000 грн дозволяє:

- забезпечити повний життєвий цикл розроблення системи;
- покрити оплату праці двох фахівців;
- використати необхідні технічні та програмні ресурси;
- забезпечити якісне впровадження і супровід.

Таким чином, структура витрат підтверджує доцільність реалізації проєкту в зазначених фінансових межах.

#### **4.3 Розрахунок економічного ефекту від впровадження інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць**

Економічний ефект від упровадження інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць полягає у зменшенні витрат на технічне обслуговування, зниженні кількості відмов обладнання, скороченні простоїв персоналу та оптимізації процесів моніторингу. Система дозволяє автоматично збирати дані про стан робочих станцій, прогнозувати можливі збої та своєчасно реагувати на критичні показники, що значно зменшує фінансові втрати підприємства.

До впровадження інформаційної технології оцінювання стану комп'ютеризованих робочих місць підприємство або заклад стикається з такими витратами:

##### *1. Витрати на усунення несправностей обладнання*

- приблизно 2 середні збої на місяць на одну групу робочих місць;
- середня вартість виїзду технічного спеціаліста: 600 грн;
- середня вартість ремонту: 800 грн.

$$V_{\text{ремонт}} = 2 \times (600 + 800) = 2800 \text{ грн/міс}$$

##### *2. Втрати робочого часу через простой ПК*

У середньому один вихід з ладу призводить до:

- 3 години простою співробітника;
- середня вартість 1 години роботи – 120 грн.

$$V_{\text{простої}} = 2 \times 3 \times 120 = 720 \text{ грн/міс}$$

### 3. Витрати на діагностику

Без автоматизованого збору даних системному адміністратору потрібно виконувати ручну діагностику:

- 10 годин на місяць;
- ставка — 150 грн/год.

$$V_{\text{діагн}} = 10 \times 150 = 1500 \text{ грн/міс}$$

Сумарні витрати до автоматизації

$$V_{\text{до}} = 2800 + 720 + 1500 = 5020 \text{ грн/міс}$$

### Витрати після впровадження інформаційної технології

#### 1. Система раннього виявлення несправностей

- кількість критичних збоїв зменшується на 60 %;
- небезпечні параметри фіксуються заздалегідь агентом.

$$V_{\text{ремонт\_після}} = 2800 \times 0.4 = 1120 \text{ грн/міс}$$

#### 2. Зменшення простоїв робочих місць

Автоматизоване попередження несправностей скорочує час простою:

$$V_{\text{простої\_після}} = 720 \times 0.5 = 360 \text{ грн/міс}$$

#### 3. Скорочення часу на ручну діагностику

Завдяки автоматичному моніторингу:

$$V_{\text{діагн\_після}} = 1500 \times 0.2 = 300 \text{ грн/міс}$$

Сумарні витрати після автоматизації

$$V_{\text{після}} = 1120 + 360 + 300 = 1780 \text{ грн/міс}$$

Щомісячна економія

$$E_{\text{міс}} = V_{\text{до}} - V_{\text{після}} = 5020 - 1780 = 3240 \text{ грн/міс}$$

Річний економічний ефект

$$E_{\text{річ}} = 3240 \times 12 = 38\,880 \text{ грн}$$

Окупність інформаційної технології

Вартість розроблення:

$$V_{\text{проекту}} = 40\,000 \text{ грн}$$

Строк окупності:

$$T = \frac{40\,000}{3240} \approx 12.3 \text{ міс}$$

Тобто проєкт повністю окупиться приблизно за 12–13 місяців, після чого приносить щонайменше 38–40 тис. грн економії щороку.

Окрім безпосередніх фінансових показників, впровадження системи забезпечує важливі стратегічні переваги:

- Підвищення стабільності роботи інфраструктури.
- Зменшення ризику раптових відмов ПК, що впливають на діяльність персоналу.
- Зростання продуктивності працівників, оскільки скорочується кількість простоїв.
- Прозорий моніторинг обладнання, що полегшує планування оновлення техніки.
- Покращення кібербезпеки, адже агент фіксує аномальні процеси.
- Формування аналітичних звітів, що дають змогу прогнозувати навантаження та планувати закупівлі.

Нематеріальні ефекти підсилюють економічний результат і роблять систему стратегічно важливою.

Розрахунки показали, що впровадження інформаційної технології оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць є економічно доцільним. Річний економічний ефект становить близько 39 тис. грн, при вартості проєкту 40 тис. грн. Система окупиться протягом приблизно одного року, після чого забезпечуватиме стабільну економію та значні нематеріальні вигоди. Інвестиція у створення даної інформаційної технології є ефективною та обґрунтованою.

## ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі розв'язано актуальну науково-прикладну проблему створення інформаційної технології, що забезпечує комплексне оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць. В умовах цифровізації, зростання залежності організацій від стабільної роботи інформаційної інфраструктури та підвищення вимог до надійності технічних засобів, розроблена система виступає важливим інструментом підтримки управлінських рішень та забезпечення безперервності бізнес-процесів.

У ході дослідження було досягнуто поставленої мети — розроблено концептуальну модель, архітектуру та програмну реалізацію веборієнтованої інформаційної технології оцінювання стану комп'ютеризованих робочих місць, а також проведено її тестування й економічне обґрунтування.

У процесі виконання роботи отримано такі результати:

Проаналізовано предметну область, зокрема сучасні підходи до моніторингу апаратних ресурсів, практики забезпечення надійності комп'ютерних систем і методи виявлення відмов. Встановлено, що більшість установ і підприємств стикаються з проблемою підвищених витрат на ремонт техніки, простоїв робітників та неефективного ручного контролю стану ПК.

Визначено вимоги до інформаційної системи, що включають надійність, масштабованість, автоматизований моніторинг, модульність, можливість розгортання в корпоративній мережі та зручність користування.

Розроблено архітектуру інформаційної технології, що складається з трьох ключових компонентів:

- агента збору даних (Python),
- серверної частини для обробки та зберігання інформації (Flask),
- вебінтерфейсу адміністратора (React + Tailwind).

Обґрунтовано вибір стеку технологій, що забезпечує оптимальне співвідношення швидкості, гнучкості та продуктивності.

Створено базу даних і функціональні модулі, що забезпечують:

- автоматичний збір і передачу даних про навантаження на ЦП, оперативну пам'ять, дискову підсистему;
- аналіз ключових показників працездатності;
- формування попереджень про потенційні відмови;
- побудову панелі моніторингу в реальному часі.

Реалізовано повнофункціональний вебдодаток, який забезпечує збір інформації з локальних робочих станцій, її збереження та візуалізацію у вигляді графіків і таблиць. Проведене тестування підтвердило коректність роботи основних алгоритмів, швидкість обробки даних та стабільність взаємодії усіх модулів.

Проведено економічне обґрунтування, згідно з яким упровадження інформаційної технології дозволяє щорічно економити близько 39 тис. грн за рахунок зменшення витрат на ремонти, усунення простоїв та скорочення часу на діагностику. Строк окупності проєкту становить 12–13 місяців, що підтверджує економічну доцільність його впровадження.

Здійснено узагальнення перспектив подальшого розвитку системи, які включають інтеграцію з SIEM-рішеннями, розширення аналітичних можливостей, застосування методів машинного навчання для прогнозування збоїв, розробку мобільного додатку та впровадження автоматизованих політик обслуговування.

Таким чином, у результаті виконання магістерської роботи створено ефективну, надійну та технологічно сучасну інформаційну технологію, яка забезпечує автоматизоване оцінювання працездатності комп'ютеризованих робочих місць і може бути використана у різних організаціях як інструмент технічного моніторингу та підвищення продуктивності.

Розроблена система має практичну цінність, оскільки знижує експлуатаційні витрати, мінімізує ризики раптових відмов техніки та сприяє оптимізації діяльності персоналу. Вона може стати основою для подальших інноваційних рішень у сфері IT-інфраструктури та цифрової трансформації організацій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гайдей В. Ергономічні аспекти цифровізації робочих місць // Інформаційні технології та суспільство. – 2023.
2. Дзись О., Гайдей В. Перспективні напрями цифровізації підприємств // *Економіка і суспільство*. – 2024.
3. Дубінчин В. С. Оцінювання вартості проєкту з розробки іт-системи контролю працездатності робочих місць Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (22-23 грудня 2025 р.). – Суми, 2025. С.547
4. Дубінчин В. С. Комплексне тестування та налагодження інформаційної технології оцінювання ефективності роботи комп'ютерних систем. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (25-28 квітня 2025 р.). – Суми, 2023. С. 642
5. Лучко Г., Франків Р. Теоретичні аспекти трансформації управління проєктами в іт-сфері. *Економіка та суспільство*. 2025. № 72. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-72-121>
6. Мельник О. Інформаційні технології у підтримці працездатності офісних систем // Сучасні інформаційні технології. – 2022.
7. Навчальний посібник КПІ [Електронний ресурс]. Управління ІТ-проєктами. – Режим доступу: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/51743/1/Upravlinnia\\_IT-proiektamy.pdf2](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/51743/1/Upravlinnia_IT-proiektamy.pdf2).
8. Основи управління ІТ проєктами [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. О. Кузьмініх, Р. А. Тараненко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 75 с. – Режим доступу: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/34480/1/2019\\_Osnovy\\_upravlinnia.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/34480/1/2019_Osnovy_upravlinnia.pdf)
9. Офіційний сайт компанії «Астарта-Київ». – Режим доступу: <https://astartaholding.com/>

10. Офіційний сайт компанії «ІМК». – Режим доступу: <https://imcagro.com.ua/>
11. Офіційний сайт компанії «Кернел». – Режим доступу: <https://www.kernel.ua/>
12. Офіційний сайт компанії «НІБУЛОН». – Режим доступу: <https://nibulon.com/>
13. Пестов В. ERP-системи в управлінні ресурсами малих і середніх аграрних підприємств // *Економіка і суспільство*. – 2024.
14. Повний посібник з Yii 2.0. Yii Framework. URL: <https://www.yiiframework.com/doc/guide/2.0/uk>
15. Степаненко В. Особливості управління комп'ютеризованими системами в умовах цифровізації // *Економіка і суспільство*. – 2024.
16. Степаненко В. Сучасний стан ергономічного забезпечення комп'ютеризованих робочих місць в Україні // *Вісник Національного технічного університету України «КПІ»*. – 2023.
17. Emerson J. Theoretical approaches to evaluation of computer workplaces // *Human Factors in Computing Systems*. – 2021. – Vol. 39(2). – P. 45–56.
18. Huyen N.T.T. Digital integration toward smart and sustainable workplaces // *ScienceDirect*. – 2025.
19. Kumar V. A comprehensive review on smart and sustainable workplace monitoring systems // *ScienceDirect*. – 2024.
20. Miller T. The IoT and AI in Workplace Productivity: The Time Is Now // *Sensors*. – 2025. – Vol. 25(12).
21. Miller T. The IoT and AI in Workplace Systems: The Time Is Now // *Sensors*. – 2025. – Vol. 25(12).
22. Pathmudi V.R. A systematic review of IoT technologies and their constituents for smart and sustainable workplace applications // *Scientific African*. – 2023. – e01577.

23. Pathmudi V.R. A systematic review of IoT technologies and their constituents for smart and sustainable workplace monitoring // *Scientific African*. – 2023. – e01577.
24. Potryvaieva N. Digitalisation of accounting and IT systems: national and international experience // *BS Agriculture*. – 2024.
25. Saha S. Human factors in smart digital workplaces: A review // *Frontiers in Agronomy*. – 2025.
26. Shahwan A. Ergonomic evaluation of computer workstations and user health outcomes // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. – 2022. – Vol. 28(4). – P. 612–623.
27. Soussi A. Smart Sensors and Smart Data for Efficient Work Environments: A Review // *Sensors*. – 2024. – Vol. 24(8).
28. Soussi A. Smart Sensors and Smart Data for Precision Monitoring: A Review // *Sensors*. – 2024. – Vol. 24(8).
29. Worksection : офіційний сайт платформи для управління проєктами. – URL: <https://worksection.com>
30. Welcome to Python.org. Python.org. URL: <https://www.python.org/> (дата звернення: 08.11.2025).
31. Welcome to Flask – Flask Documentation (3.1.x). URL: <https://flask.palletsprojects.com/en/stable/> (дата звернення: 17.11.2025).
32. psutil. PyPI. URL: <https://pypi.org/project/psutil/> (дата звернення: 07.11.2025).
33. React. React. URL: <https://react.dev/> (дата звернення: 13.11.2025).

## **ДОДАТКИ**

## Додаток А

**Ministry of Education and Science of Ukraine  
Odessa National University of Technology  
Vinnitsia National Technical University  
P.N. Platonov Institute of Computer Engineering, Automation,  
Robotics and Programming**

**INFORMATION TECHNOLOGIES AND  
AUTOMATION– 2025**

***PROCEEDINGS  
OF THE XVIII INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL  
CONFERENCE***



**OCTOBER 30-31, 2025**

**Odesa**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| LEARNING ANALYTICS ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ ТА РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ОСВІТНІХ ПРОБЛЕМ ЗДОБУВАЧІВ. Кобус О.С., Бондаренко С.Ю. Національна академія Служби безпеки України (Україна)                                                                                                                                                                 | 541 |
| СИМУЛЯЦІЙНІ ТА ІГРОВІ ПІДХОДИ ДО НАВЧАННЯ КОРИСТУВАЧІВ СИСТЕМАМ ЕЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБІГУ. КОМИНАР Т. Н. Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)                                                                                                                                                                                         | 543 |
| ВІПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГЕЙМІФІКАЦІЇ У ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ «ЗАХИСТ УКРАЇНИ». Коротун К.О., Мирониченко В.О. Бердянський державний педагогічний університет (Україна)                                                                                                                                                                                        | 545 |
| ОСОБЛИВОСТІ СИНХРОННОГО Й АСИНХРОННОГО НАВЧАННЯ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ. Кривонос О.М., Кривонос М.П. Житомирський державний університет імені Івана Франка (Україна)                                                                                                                                                                                    | 547 |
| ОСВІТНІЙ АСПЕКТ ПОЄДНАННЯ ІМПЕРАТИВНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПАРАДИГМ. Крижановський Г.О., Ковалок Т.В. Київський національний університет імені Тараса Шевченка (Україна)                                                                                                                                                                                        | 550 |
| АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНИХ TELEGRAM-БОТІВ ДЛЯ ДОПОМОГИ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ. Лазар М., Гайна О.О. Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика (Україна)                                                                                                                                                                     | 552 |
| ДОТРИМАННЯ КОНФІДЕНЦІЙНОСТІ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗДОБУВАЧІВ III КУРСУ З ДИСЦИПЛІНИ «РАДІОЛОГІЯ». Ленчук Т.Л., Мацькевич В.М. Івано-Франківський національний медичний університет (Україна)                                                                                                                                               | 554 |
| ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЦЕСІ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ І ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ. Листопад Н.Л. Комунальний заклад «Одеський педагогічний фаховий коледж» (Україна), Гудачук Н.М. Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського» (Україна) | 555 |
| DESIGN AND EVALUATION OF A SOFTWARE TOOL FOR FOREIGN LANGUAGE LEARNING. Lukov D., Khoshaba O. Vinnitsia National Technical University (Ukraine)                                                                                                                                                                                                               | 558 |
| ЗАСТОСУВАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ СИМУЛЯТОРІВ ТА ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ УМІНЬ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ В БАКАЛАВРІВ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК. Малезик М.П., Злагодох Д.О. Український державний університет імені Михайла Драгоманова (Україна)                                                                                                              | 560 |
| ІНДИВІДУАЛІЗАЦІЯ ТА АДАПТИВНЕ НАВЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ. Огібовський С. В. Український державний університет імені Михайла Драгоманова (Україна)                                                                                                                                                                                               | 562 |
| МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ АТМОСФЕРИ З АКЦЕНТОМ НА ФАКТОРИ РИЗИКУ ПОЛЬОТІВ ТА РОЗРОБКУ АЛГОРИТМІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПІЛОТАМИ. Полторацька О.О. Харківський національний університет внутрішніх справ, Кременчуцький льотний коледж (Україна)                                                                                                       | 564 |
| СУЧАСНА ОСВІТА У СВІТІ НОВІТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ. Рисовапа З.Г. <sup>1</sup> , Рисовапий О.М. <sup>2</sup> <sup>1</sup> Комунальний заклад "Харківський ліцей № 164 Харківської міської ради", <sup>2</sup> Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (Україна)                                                                       | 566 |
| АНАЛІЗ ІТ-ГАЛУЗІ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА ЗАТРЕБУВАНІСТЬ ВИПУСКНИКІВ АСПІРАНТУРИ. Романюк О.Н., Майданюк В.П., Решетнік О.О. Вінницький національний технічний університет (Україна)                                                                                                                                                                           | 567 |
| ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ «МАТЕМАТИКА» У КОЛЕДЖАХ. Руденко О.В. Сумський фаховий коледж економіки і торгівлі (Україна)                                                                                                                                                                                                               | 569 |
| ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРИХ СЕРВІСІВ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ У ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ. Русанов Ю.О. Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка (Україна)                                                                                                                                                                         | 571 |
| МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РОБОТОТЕХНІКИ НА УРОКАХ ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ ДЛЯ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ.                                                                                                                                                                                                                                     | 574 |

## ОЦІНЮВАННЯ ВАРТОСТІ ПРОЄКТУ З РОЗРОБКИ ІТ-СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РОБОЧИХ МІСЦЬ

Дубінчин В.С., студ. 2м курсу ФЕІМ, спец. 126 «Інформаційні системи та технології»  
Наукова керівниця: доц. Ю.О. Руденко  
Сумський НАУ

Сучасна цифрова трансформація державного сектору вимагає впровадження інформаційних технологій, здатних забезпечити стабільну працездатність комп'ютеризованих робочих місць та ефективний моніторинг їх технічного стану. Одним із ключових аспектів упровадження таких систем є оцінювання вартості проєкту, що передбачає визначення структури витрат на всіх етапах його життєвого циклу.

Як зазначають автори праці [1] їх реалізації, оскільки недооцінка окремих статей витрат призводить до дефіциту фінансування на етапі впровадження. Н.Потриваєва наголошує, що в умовах бюджетних обмежень державні установи мають приділяти особливу увагу розрахунку повної вартості володіння ІТ-системою, враховуючи не лише розробку, а й технічну підтримку, навчання персоналу та оновлення програмного забезпечення [2].

Згідно з сучасними підходами до управління ІТ-проєктами, оцінювання вартості доцільно здійснювати на основі методики повного життєвого циклу (Life Cycle Costing, LCC), яка передбачає комплексний облік витрат від етапу проєктування до виведення системи з експлуатації [3]. Цей підхід дозволяє визначити не лише початкові інвестиції, але й прогнозувати витрати на подальше обслуговування та модернізацію програмного продукту.

На практиці зазначену методику можна продемонструвати на прикладі оцінювання вартості проєкту розробки ІТ-системи контролю працездатності комп'ютеризованих робочих місць для Управління Державної казначейської служби України у Шосткинському районі Сумської області. Проєкт передбачає створення системи моніторингу 35 робочих станцій, що забезпечують фінансово-бюджетне обслуговування місцевих установ. До основних етапів проєкту належать аналіз існуючої ІТ-інфраструктури, розробка технічного завдання, програмування модулів моніторингу, налаштування серверної частини, впровадження системи та навчання персоналу.

Загальні витрати на реалізацію такого проєкту включають оплату праці розробників, витрати на технічне забезпечення, ліцензійні збори за використання програмних компонентів, навчання користувачів і витрати на технічну підтримку протягом п'яти років експлуатації. За попередніми розрахунками, сумарна вартість становить близько 300 тис. грн. При цьому близько 40 % витрат припадає на етап розробки та тестування, 30 % — на впровадження й інтеграцію системи, решта — на навчання персоналу й технічне обслуговування.

Доцільність таких інвестицій визначається очікуваним економічним ефектом — зниженням простоїв обладнання, зменшенням кількості технічних збоїв і підвищенням продуктивності працівників [3]. У випадку Шосткинського управління очікується скорочення витрат на технічне обслуговування комп'ютерної техніки приблизно на 15% щорічно, а окупність проєкту прогнозується протягом двох-трьох років.

Варта зазначити, що впровадження розподілених систем моніторингу з використанням IoT-компонентів у державних установах є ключем до підвищення надійності інформаційної інфраструктури [4]. Отже, застосування запропонованої ІТ-системи контролю працездатності не лише оптимізує технічні процеси, але й створює передумови для більш ефективного управління ресурсами у сфері державних фінансів.

Таким чином, практичний досвід оцінювання вартості ІТ-проєкту для Управління Державної казначейської служби України у Шосткинському районі демонструє ефективність методики LCC у державному секторі. Такий підхід забезпечує прозорість бюджетного планування, обґрунтованість інвестиційних рішень і стабільне функціонування ІТ-інфраструктури установи.

### Список використаних джерел

1. Дзись О., Гайдей В. Перспективні напрями цифровізації аграрних підприємств. Економіка і суспільство. 2024.
2. Потриваєва Н. Цифровізація обліку сільськогосподарських підприємств: національний і міжнародний досвід. BS Agriculture. 2024.
3. Minnep T. The IoT and AI in Agriculture: The Time Is Now. Sensors. 2025. Vol. 25(12).
4. Soussi A. Smart Sensors and Smart Data for Precision Agriculture: A Review. Sensors. 2024. Vol. 24(8).

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МАТЕРІАЛИ**  
**ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ**  
**КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ**  
**ТА АСПІРАНТІВ, ПРИСВЯЧЕНОЇ**  
**МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА**

(17-21 листопада 2025 р., м. Суми)

### КОМПЛЕКСНЕ ТЕСТУВАННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Дубінчин В. С., студ. 2м курсу ФЕІМ, спец. 126 «Інформаційні системи та технології»  
Наукова керівниця: доц. Ю. О. Руденко  
Сумський НАУ

Сучасні комп'ютерні системи є складними багаторівневими структурами, ефективність функціонування яких визначається не лише апаратними характеристиками, а й оптимальністю програмного забезпечення та алгоритмів взаємодії компонентів. У цьому контексті важливе значення має комплексне тестування та налагодження інформаційних технологій, призначених для оцінювання ефективності роботи таких систем [1].

Як зазначає І. О. Тарасенко [2], комплексне тестування — це процес системного аналізу функціонування інформаційної технології в умовах різних навантажень, який дозволяє виявити вузькі місця, визначити стабільність і продуктивність програмно-апаратного комплексу. На відміну від часткових методів перевірки, цей підхід передбачає використання інтегрованих інструментів для моделювання сценаріїв роботи, оцінки часу відгуку, пропускну здатності та ефективності використання ресурсів.

Під час тестування доцільно застосовувати модульний, системний і регресійний підходи, що забезпечують перевірку як окремих компонентів, так і взаємозв'язків між ними [3]. Важливим етапом є побудова метричної моделі ефективності, що дозволяє здійснювати кількісну оцінку результатів тестування за такими параметрами, як швидкодія, точність, відмовостійкість та енергоефективність [4].

На практиці ефективність комплексного тестування демонструє приклад реалізації системи оцінювання працездатності у Управлінні Державної казначейської служби України у Шосткинському районі Сумської області. Під час тестування цієї системи застосовувалися сценарії з різними навантаженнями на сервери, перевірялися алгоритми моніторингу робочих місць та точність збору аналітичних даних. Виявлені затримки у передачі даних були усунені шляхом оптимізації SQL-запитів та покращення асинхронних процедур обробки інформації. Налаштування дало змогу скоротити середній час відгуку системи на 18 %, що підтверджує ефективність застосування комплексного підходу до тестування.

Після завершення тестування здійснюється налагодження інформаційної технології, яке передбачає усунення дефектів, оптимізацію алгоритмів та вдосконалення механізмів моніторингу системних показників. Як підкреслює Мельник [4], використання автоматизованих засобів налагодження з елементами машинного навчання дозволяє підвищити точність локалізації помилок і скоротити час випробувань на 25–30 %.

Інтеграція процесів тестування та налагодження у загальну архітектуру управління якістю інформаційних технологій, за спостереженнями Романенка [7], створює основу для безперервного вдосконалення систем, підвищення їхньої надійності та адаптивності до змін середовища функціонування. Таким чином, комплексне тестування та налагодження є невід'ємною складовою розробки інформаційних технологій, орієнтованих на забезпечення стабільної та прогнозованої роботи комп'ютерних систем.

#### Список використаних джерел

1. Глушков В. М. Основи теорії складних систем. — Київ: Наукова думка, 2019. — 312 с.
2. Коваленко С. П. Методологічні аспекти тестування комп'ютерних систем. // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2020. — №1. — С. 45–52.
3. Тарасенко І. О. Автоматизовані методи налагодження інформаційних технологій. — Харків: ХНУРЕ, 2021. — 268 с.
4. Мельник О. В. Критерії ефективності обчислювальних систем у процесі тестування. // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. — 2022. — №3. — С. 22–29.
5. Романенко П. В. Інтегровані підходи до підвищення надійності програмно-апаратних комплексів. — Львів: Видавництво ЛНУ, 2023. — 198 с.
6. Романенко В. Управління якістю інформаційних технологій у процесі цифрової трансформації. Бізнес Інформ. 2025.
7. Офіційний сайт Управління Державної казначейської служби України у Шосткинському районі Сумської області. — <https://sumy.treasury.gov.ua/>

## Додаток Б

### SQL-запит створення структури бази даних

```

-- -----
-- Таблиця 1: `workstations`
-- Дані комп'ютеризованих робочих місць (KPM).
-- -----
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `workstations` (
  `id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `uuid` VARCHAR(36) NOT NULL UNIQUE,           -- Унікальний ID, який генерує агент
  `hostname` VARCHAR(255) NOT NULL,             -- Ім'я комп'ютера
  `department` VARCHAR(100) NULL,               -- Відділ
  `owner_name` VARCHAR(255) NULL,              -- ПІБ основного користувача
  `os_info` VARCHAR(255) NULL,                 -- Інформація про ОС (напр., "Windows 11 Pro
22H2")
  `cpu_model` VARCHAR(255) NULL,
  `total_ram_gb` DECIMAL(5, 2) NULL,
  `total_disk_gb` DECIMAL(7, 2) NULL,
  `added_at` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  PRIMARY KEY (`id`),
  INDEX `idx_hostname` (`hostname`),
  INDEX `idx_department` (`department`)
) ENGINE=InnoDB;

-- -----
-- Таблиця 2: `admins`
-- Облікові записи IT-адміністраторів
-- -----
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `admins` (
  `id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `username` VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,
  `password_hash` VARCHAR(255) NOT NULL,        -- Хеш, а не пароль
  `full_name` VARCHAR(255) NULL,
  `role` ENUM('admin', 'viewer') NOT NULL DEFAULT 'viewer', -- 'admin' може змінювати
налаштування, 'viewer' - тільки дивитись
  `created_at` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=InnoDB;

-- -----
-- Таблиця 3: `assessment_models`
-- Профілі оцінювання. Різні посади можуть мати різні вагові коефіцієнти.
-- -----
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `assessment_models` (
  `id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `model_name` VARCHAR(100) NOT NULL UNIQUE,
  `description` TEXT NULL,
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=InnoDB;

```

```
-- Таблиця 4: `model_coefficients`
-- Зважені коефіцієнти.
-----
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `model_coefficients` (
  `id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `model_id` INT NOT NULL,

  -- Головні коефіцієнти (w1, w2, w3, w4, w5)
  `w_hardware` DECIMAL(3, 2) NOT NULL DEFAULT 0.20,
  `w_software` DECIMAL(3, 2) NOT NULL DEFAULT 0.20,
  `w_network` DECIMAL(3, 2) NOT NULL DEFAULT 0.20,
  `w_security` DECIMAL(3, 2) NOT NULL DEFAULT 0.20,
  `w_ergonomics` DECIMAL(3, 2) NOT NULL DEFAULT 0.20,

  -- Під-коефіцієнти для G_hw
  `w_hw_cpu` DECIMAL(3, 2) NOT NULL DEFAULT 0.40,
  `w_hw_ram` DECIMAL(3, 2) NOT NULL DEFAULT 0.30,
  `w_hw_disk` DECIMAL(3, 2) NOT NULL DEFAULT 0.30,

  -- Під-коефіцієнти для G_erg
  `w_erg_breaks` DECIMAL(3, 2) NOT NULL DEFAULT 0.50,
  `w_erg_survey` DECIMAL(3, 2) NOT NULL DEFAULT 0.50,

  `updated_at` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
  PRIMARY KEY (`id`),
  FOREIGN KEY (`model_id`) REFERENCES `assessment_models`(`id`) ON DELETE CASCADE
) ENGINE=InnoDB;

-----
-- Зв'язок Моделі та Робочої станції
-----
ALTER TABLE `workstations`
ADD COLUMN `assessment_model_id` INT NULL,
ADD CONSTRAINT `fk_workstation_model`
  FOREIGN KEY (`assessment_model_id`)
  REFERENCES `assessment_models`(`id`)
  ON DELETE SET NULL;

-----
-- Таблиця 5: `metrics_hardware`
-- Журнал технічних показників (Залізо).
-----
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `metrics_hardware` (
  `id` BIGINT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `workstation_id` INT NOT NULL,
  `timestamp` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  `cpu_load_percent` DECIMAL(5, 2) NOT NULL,
  `ram_usage_percent` DECIMAL(5, 2) NOT NULL,
  `disk_free_percent` DECIMAL(5, 2) NOT NULL,
  `cpu_temperature_c` DECIMAL(5, 2) NULL,          -- Температура
  `disk_smart_status` VARCHAR(50) NULL,
  PRIMARY KEY (`id`),
  FOREIGN KEY (`workstation_id`) REFERENCES `workstations`(`id`) ON DELETE CASCADE,
```

```

    INDEX `idx_hw_station_time` (`workstation_id`, `timestamp`)
) ENGINE=InnoDB;

```

```

-- -----
-- Таблиця 6: `metrics_software`
-- Журнал показників ПЗ.
-- -----

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `metrics_software` (
  `id` BIGINT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `workstation_id` INT NOT NULL,
  `timestamp` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  `system_uptime_minutes` BIGINT NOT NULL,
  `eventlog_errors_last_hour` INT NOT NULL DEFAULT 0, -- К-сть помилок у Event Log
  `critical_service_status` BOOLEAN NOT NULL DEFAULT true, -- Статус критичних служб

  PRIMARY KEY (`id`),
  FOREIGN KEY (`workstation_id`) REFERENCES `workstations`(`id`) ON DELETE CASCADE,
  INDEX `idx_sw_station_time` (`workstation_id`, `timestamp`)
) ENGINE=InnoDB;

```

```

-- -----
-- Таблиця 7: `metrics_network`
-- Журнал показників Мережі.
-- -----

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `metrics_network` (
  `id` BIGINT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `workstation_id` INT NOT NULL,
  `timestamp` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  `gateway_ping_ms` DECIMAL(7, 2) NULL,
  `gateway_packet_loss_percent` DECIMAL(5, 2) NULL,
  `corporate_service_ping_ms` DECIMAL(7, 2) NULL, -- Ping до ключового сервера (напр. 1С)
  PRIMARY KEY (`id`),
  FOREIGN KEY (`workstation_id`) REFERENCES `workstations`(`id`) ON DELETE CASCADE,
  INDEX `idx_net_station_time` (`workstation_id`, `timestamp`)
) ENGINE=InnoDB;

```

```

-- -----
-- Таблиця 8: `metrics_security`
-- -----

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS `metrics_security` (
  `id` BIGINT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `workstation_id` INT NOT NULL,
  `timestamp` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  `antivirus_enabled` BOOLEAN NOT NULL DEFAULT true,
  `antivirus_updated` BOOLEAN NOT NULL DEFAULT true,
  `firewall_enabled` BOOLEAN NOT NULL DEFAULT true,
  PRIMARY KEY (`id`),
  FOREIGN KEY (`workstation_id`) REFERENCES `workstations`(`id`) ON DELETE CASCADE,
  INDEX `idx_sec_station_time` (`workstation_id`, `timestamp`)
) ENGINE=InnoDB;

```

```

-- -----
-- Таблиця 9: `erg_break_logs`

```

-- Журнал дотримання перерв у роботі.

```
-----
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `erg_break_logs` (
  `id` BIGINT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `workstation_id` INT NOT NULL,
  `timestamp` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  `continuous_work_minutes` INT NOT NULL,
  `break_taken` BOOLEAN NOT NULL DEFAULT false,
  PRIMARY KEY (`id`),
  FOREIGN KEY (`workstation_id`) REFERENCES `workstations`(`id`) ON DELETE CASCADE,
  INDEX `idx_erg_break_station_time` (`workstation_id`, `timestamp`)
) ENGINE=InnoDB;
```

-- Таблиця 10: `erg\_survey\_questions`  
-- Питання для опитувальника.

```
-----
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `erg_survey_questions` (
  `id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `question_text` TEXT NOT NULL,
  `question_type` ENUM('rating_5', 'yes_no') NOT NULL, -- "Оцінка 1-5" або "Так/Ні"
  `is_active` BOOLEAN NOT NULL DEFAULT true, -- Статус питання в опитуванні
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=InnoDB;
```

-- Таблиця 11: `erg\_survey\_answers`  
-- Відповіді користувачів.

```
-----
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `erg_survey_answers` (
  `id` BIGINT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `workstation_id` INT NOT NULL,
  `question_id` INT NOT NULL,
  `timestamp` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  `answer_rating` INT NULL, -- Для 'rating_5' (значення від 1 до 5)
  `answer_boolean` BOOLEAN NULL, -- Для 'yes_no'
  PRIMARY KEY (`id`),
  FOREIGN KEY (`workstation_id`) REFERENCES `workstations`(`id`) ON DELETE CASCADE,
  FOREIGN KEY (`question_id`) REFERENCES `erg_survey_questions`(`id`) ON DELETE CASCADE
) ENGINE=InnoDB;
```

-- Таблиця 12: `calculated\_scores`  
-- Розраховані інтегральні показники.

```
-----
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `calculated_scores` (
  `id` BIGINT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `workstation_id` INT NOT NULL,
  `timestamp` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  `score_hardware` DECIMAL(5, 2) NOT NULL, -- G_hw
  `score_software` DECIMAL(5, 2) NOT NULL, -- G_sw
  `score_network` DECIMAL(5, 2) NOT NULL, -- G_net
  `score_security` DECIMAL(5, 2) NOT NULL, -- G_sec
)
```

```

`score_ergonomics` DECIMAL(5, 2) NOT NULL, -- G_erg
`final_ipp_score` DECIMAL(5, 2) NOT NULL, -- Фінальний ІПП (0-100%)
PRIMARY KEY (`id`),
FOREIGN KEY (`workstation_id`) REFERENCES `workstations`(`id`) ON DELETE CASCADE,
INDEX `idx_scores_station_time` (`workstation_id`, `timestamp`),
INDEX `idx_final_ipp` (`final_ipp_score`)
) ENGINE=InnoDB;

-- -----
-- Таблиця 13: `alerts`
-- Журнал сповіщень (алертів) для адміністраторів.
-- -----
CREATE TABLE IF NOT EXISTS `alerts` (
  `id` INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `workstation_id` INT NOT NULL,
  `timestamp` TIMESTAMP NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  `alert_type` ENUM('ipp', 'hardware', 'software', 'network', 'security', 'ergonomics')
NOT NULL,
  `message` TEXT NOT NULL, -- Напр., "ІПП впав до 45% (нижче порогу
50%)"
  `score_value` DECIMAL(5, 2) NULL, -- Значення, яке спричинило алерт
  `is_resolved` BOOLEAN NOT NULL DEFAULT false, -- Чи опрацював адмін цей алерт
  `resolved_by_admin_id` INT NULL,
  `resolved_at` TIMESTAMP NULL,
  PRIMARY KEY (`id`),
  FOREIGN KEY (`workstation_id`) REFERENCES `workstations`(`id`) ON DELETE CASCADE,
  FOREIGN KEY (`resolved_by_admin_id`) REFERENCES `admins`(`id`) ON DELETE SET NULL,
  INDEX `idx_alerts_active` (`is_resolved`)
) ENGINE=InnoDB;

```

## Додаток В

### Файл ipp\_calculator.py

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Реалізація алгоритму розрахунку G-компонентів та ІПП
"""
from server.db import mysql

# --- 1. ГОЛОВНА ФУНКЦІЯ ---

def calculate_ipp_for_workstation(station_id):
    """
    Розрахунок ІПП.
    Викликається з /api/report та /api/survey.
    """
    print(f"[Calculator] Запуск розрахунку ІПП для workstation_id: {station_id}...")

    try:
        cur = mysql.connection.cursor()

        # Крок 1: Отримати ID моделі оцінювання для station_id
        cur.execute("SELECT model_id FROM workstations WHERE id = %s", (station_id,))
        model_id_result = cur.fetchone()
        if not model_id_result or not model_id_result.get('model_id'):
            print(f"[Calculator] Увага: для {station_id} не призначено модель, використано ID=1 (default).")
            model_id = 1
        else:
            model_id = model_id_result['model_id']

        cur.execute("SELECT * FROM model_coefficients WHERE model_id = %s", (model_id,))
        coeffs = cur.fetchone()
        if not coeffs:
            print(f"[Calculator Error] КРИТИЧНО: Не знайдено коефіцієнти для model_id: {model_id}. Розрахунок зупинено.")
            return

        raw_metrics = _get_latest_raw_metrics(cur, station_id)

        # Нормалізація + Розрахунок G-компонентів
        g_hw = _calculate_g_hw(raw_metrics.get('hw'), coeffs)
        g_sw = _calculate_g_sw(raw_metrics.get('sw'), coeffs)
        g_net = _calculate_g_net(raw_metrics.get('net'), coeffs)
        g_sec = _calculate_g_sec(raw_metrics.get('sec'), coeffs)
        g_erg = _calculate_g_erg(raw_metrics.get('erg'), raw_metrics.get('erg_survey'),
                                coeffs)

        # Розрахунок ІПП
        final_ipp = (
            (g_hw * coeffs['w1_hw']) +
            (g_sw * coeffs['w2_sw']) +

```

```

        (g_net * coeffs['w3_net']) +
        (g_sec * coeffs['w4_sec']) +
        (g_erg * coeffs['w5_erg'])
    )

    g_components = {
        "g_hw": g_hw, "g_sw": g_sw, "g_net": g_net,
        "g_sec": g_sec, "g_erg": g_erg, "final_ipp": final_ipp
    }

    # Зберегти результат в `calculated_scores`
    _save_calculated_scores(cur, station_id, g_components)

    # Перевірка на 'alerts'
    _check_and_create_alerts(cur, station_id, g_components, coeffs)

    mysql.connection.commit()
    cur.close()
    print(f"[Calculator] Успішний розрахунок для {station_id}. ІПП = {final_ipp:.2f}")

except Exception as e:
    mysql.connection.rollback() # Відкочуємо зміни в разі помилки
    cur.close()
    print(f"[DB Error] КРИТИЧНА ПОМИЛКА при розрахунку ІПП: {e}")

# --- 2. ДОПОМІЖНІ ФУНКЦІЇ ЗБОРУ ДАНИХ ---

def _get_latest_raw_metrics(cur, station_id):
    """Збирає останні записи з УСІХ таблиць метрик."""

    def get_latest_metric(table_name):
        query = f"SELECT * FROM {table_name} WHERE workstation_id = %s ORDER BY timestamp"
        DESC LIMIT 1"
        cur.execute(query, (station_id,))
        return cur.fetchone() or {}

    def get_latest_survey_data():
        query = """
            SELECT
                AVG(CASE WHEN question_id = 1 THEN answer_rating ELSE NULL END) as
q1_comfort,
                AVG(CASE WHEN question_id = 2 THEN answer_boolean ELSE NULL END) as
q2_eyes,
                AVG(CASE WHEN question_id = 3 THEN answer_boolean ELSE NULL END) as
q3_light,
                AVG(CASE WHEN question_id = 4 THEN answer_rating ELSE NULL END) as q4_temp
            FROM erg_survey_answers
            WHERE workstation_id = %s
        """
        cur.execute(query, (station_id,))
        return cur.fetchone() or {}

    return {

```

```

        "hw": get_latest_metric('metrics_hardware'),
        "sw": get_latest_metric('metrics_software'),
        "net": get_latest_metric('metrics_network'),
        "sec": get_latest_metric('metrics_security'),
        "erg": get_latest_metric('erg_break_logs'), # Лог перерв
        "erg_survey": get_latest_survey_data() # Дані опитувань
    }

# --- 3. ФУНКЦІЇ НОРМАЛІЗАЦІЇ (0-100) ---

def _normalize_cpu(load):
    # 100% load = 0 score. 0% load = 100 score.
    return max(0, 100 - load)

def _normalize_ram(usage):
    # 100% usage = 0 score. 0% usage = 100 score.
    return max(0, 100 - usage)

def _normalize_disk_free(free_pct):
    # Лінійна оцінка: < 5% вільно = 0, > 30% = 100.
    if free_pct <= 5: return 0
    if free_pct >= 30: return 100
    return (free_pct - 5) * (100 / (30 - 5))

def _normalize_ping(ms):
    # < 50ms = 100. > 1000ms (1 sec) = 0.
    if ms is None: return 0 # Якщо ping не вдавсь
    if ms <= 50: return 100
    if ms >= 1000: return 0
    return 100 - ((ms - 50) * (100 / (1000 - 50)))

def _normalize_packet_loss(loss_pct):
    # 0% loss = 100. 100% loss = 0.
    if loss_pct is None: return 0
    return max(0, 100 - loss_pct)

def _normalize_boolean(value):
    # True (1) = 100. False (0) = 0.
    return 100 if value else 0

def _normalize_uptime(minutes):
    # > 1 тижня (10080 хв) = 0 (потрібен рестарт). 0-1 день (1440 хв) = 100.
    if minutes <= 1440: return 100
    if minutes >= 10080: return 0
    return 100 - ((minutes - 1440) * (100 / (10080 - 1440)))

def _normalize_event_errors(count):
    # 0 errors = 100. > 10 errors = 0.
    if count <= 0: return 100
    if count >= 10: return 0
    return 100 - (count * 10)

def _normalize_continuous_work(minutes):

```

```

# 0-60 min = 100. > 180 min (3h) = 0.
if minutes <= 60: return 100
if minutes >= 180: return 0
return 100 - ((minutes - 60) * (100 / (180 - 60)))

def _normalize_survey_rating(rating_5):
    # 5/5 = 100. 1/5 = 0. (Припускаємо, що 1=погано, 5=добре)
    if rating_5 is None: return 50 # Нейтрально, якщо не відповів
    return max(0, (rating_5 - 1) * 25)

# --- 4. ФУНКЦІЇ РОЗРАХУНКУ G-КОМПОНЕНТІВ ---

def _calculate_g_hw(hw_metrics, coeffs):
    if not hw_metrics: return 0 # Якщо даних немає

    s_cpu = _normalize_cpu(hw_metrics.get('cpu_load_percent', 0))
    s_ram = _normalize_ram(hw_metrics.get('ram_usage_percent', 0))
    s_disk = _normalize_disk_free(hw_metrics.get('disk_free_percent', 100))
    # s_temp = (TODO) ...

    # Розраховуємо G_hw за під-коефіцієнтами
    g_hw = (
        (s_cpu * coeffs['hw_cpu_w']) +
        (s_ram * coeffs['hw_ram_w']) +
        (s_disk * coeffs['hw_disk_w'])
        # (s_temp * coeffs['hw_temp_w'])
    )
    return max(0, min(100, g_hw)) # Обмежуємо (0-100)

def _calculate_g_sw(sw_metrics, coeffs):
    if not sw_metrics: return 0

    s_uptime = _normalize_uptime(sw_metrics.get('system_uptime_minutes', 0))
    s_errors = _normalize_event_errors(sw_metrics.get('eventlog_errors_last_hour', 0))
    # s_services = (TODO) ...

    g_sw = (
        (s_uptime * coeffs['sw_uptime_w']) +
        (s_errors * coeffs['sw_errors_w'])
        # (s_services * coeffs['sw_services_w'])
    )
    return max(0, min(100, g_sw))

def _calculate_g_net(net_metrics, coeffs):
    if not net_metrics: return 0

    s_ping = _normalize_ping(net_metrics.get('gateway_ping_ms'))
    s_loss = _normalize_packet_loss(net_metrics.get('gateway_packet_loss_percent'))
    # s_corp_ping = (TODO) ...

    g_net = (
        (s_ping * coeffs['net_ping_w']) +
        (s_loss * coeffs['net_loss_w'])
    )

```

```

        # (s_corp_ping * coeffs['net_corp_w'])
    )
    return max(0, min(100, g_net))

def _calculate_g_sec(sec_metrics, coeffs):
    if not sec_metrics: return 0

    s_av = _normalize_boolean(sec_metrics.get('antivirus_enabled'))
    s_fw = _normalize_boolean(sec_metrics.get('firewall_enabled'))
    s_av_upd = _normalize_boolean(sec_metrics.get('antivirus_updated'))

    g_sec = (
        (s_av * coeffs['sec_av_w']) +
        (s_fw * coeffs['sec_fw_w']) +
        (s_av_upd * coeffs['sec_av_upd_w'])
    )
    return max(0, min(100, g_sec))

def _calculate_g_erg(erg_metrics, survey_data, coeffs):
    if not erg_metrics and not survey_data: return 50 # Нейтрально, якщо даних 0

    # 1. Оцінка по перервам
    s_breaks = _normalize_continuous_work(erg_metrics.get('continuous_work_minutes', 0))

    # 2. Оцінка по опитуванню
    s_q1 = _normalize_survey_rating(survey_data.get('q1_comfort'))
    s_q2 = _normalize_boolean(survey_data.get('q2_eyes'))
    s_q3 = _normalize_boolean(survey_data.get('q3_light'))
    s_q4 = _normalize_survey_rating(survey_data.get('q4_temp'))

    # Середнє по опитуванню (припускаємо рівні ваги)
    s_survey_avg = (s_q1 + s_q2 + s_q3 + s_q4) / 4

    g_erg = (
        (s_breaks * coeffs['erg_breaks_w']) +
        (s_survey_avg * coeffs['erg_survey_w'])
    )
    return max(0, min(100, g_erg))

# --- 5. ФУНКЦІЇ ЗБЕРЕЖЕННЯ ---

def _save_calculated_scores(cur, station_id, g):
    """Зберігає розраховані G-компоненти та ІПП в БД."""
    query = """
        INSERT INTO calculated_scores
        (workstation_id, g_hw, g_sw, g_net, g_sec, g_erg, final_ipp_score)
        VALUES (%s, %s, %s, %s, %s, %s, %s)
    """
    cur.execute(query, (
        station_id, g['g_hw'], g['g_sw'], g['g_net'],
        g['g_sec'], g['g_erg'], g['final_ipp']
    ))

```

```

def _check_and_create_alerts(cur, station_id, g, coeffs):
    """Перевіряє, чи потрібне сповіщення, та створює його."""

    alert_ipp_threshold = coeffs.get('alert_threshold_ipp', 30) # Попіг ІПП
    alert_g_threshold = coeffs.get('alert_threshold_g', 40)    # Попіг для G-компонентів

    alert_messages = []

    if g['final_ipp'] < alert_ipp_threshold:
        alert_messages.append(
            f"Критично низький ІПП: {g['final_ipp']:.1f}% (попіг <
{alert_ipp_threshold}%)"
        )

    # Перевірка G-компонентів
    if g['g_hw'] < alert_g_threshold:
        alert_messages.append(f"Проблема з 'Залізом' (G_hw: {g['g_hw']:.1f}%)")
    if g['g_sw'] < alert_g_threshold:
        alert_messages.append(f"Проблема з 'ПЗ' (G_sw: {g['g_sw']:.1f}%)")
    if g['g_net'] < alert_g_threshold:
        alert_messages.append(f"Проблема з 'Мережею' (G_net: {g['g_net']:.1f}%)")
    if g['g_sec'] < alert_g_threshold:
        alert_messages.append(f"Проблема з 'Безпекою' (G_sec: {g['g_sec']:.1f}%)")
    if g['g_erg'] < alert_g_threshold:
        alert_messages.append(f"Проблема з 'Ергономікою' (G_erg: {g['g_erg']:.1f}%)")

    if not alert_messages:
        return # Сповіщення не потрібні

    # (!!!) Створюємо ОДНЕ сповіщення, що містить всі проблеми
    final_message = " | ".join(alert_messages)

    # Перевіряємо, чи є вже АКТИВНЕ (is_resolved = 0) таке ж сповіщення,
    # щоб не спамити
    query_check = """
        SELECT id FROM alerts
        WHERE workstation_id = %s AND is_resolved = 0 AND message = %s
    """
    cur.execute(query_check, (station_id, final_message))
    if cur.fetchone():
        print(f"[Calculator] Сповіщення для {station_id} вже існує. Пропускаємо.")
        return

    # Створюємо нове сповіщення
    print(f"[Calculator] СТВОРЕННЯ СПОВІЩЕННЯ для {station_id}: {final_message}")
    query_insert = """
        INSERT INTO alerts (workstation_id, alert_level, message)
        VALUES (%s, %s, %s)
    """
    # Визначаємо рівень (critical якщо ІПП низький, warning якщо "G" низький)
    level = 'critical' if g['final_ipp'] < alert_ipp_threshold else 'warning'
    cur.execute(query_insert, (station_id, level, final_message))

```