

«IoT система моніторингу медичних показників новобранців при фізичних тренуваннях».

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Виконавець: Рудий О. М.
Керівник: К.Т.Н., доцент
Кравченко О.В.

Київ 2025

Об'єкт дослідження – процес проектування та розробки інтегрованої IoT-системи моніторингу медичних показників новобранців під час фізичних тренувань.

Предмет дослідження – апаратні сенсори, програмні алгоритми та протоколи передачі даних, що забезпечують безперервний контроль фізіологічних параметрів та автоматичне виявлення критичних станів здоров'я.

Мета роботи – розробка комплексної IoT-системи для моніторингу життєво важливих показників новобранців (частоти серцевих скорочень, рівня оксигенації крові, температури тіла та рухової активності) під час фізичних навантажень з метою запобігання критичним станам та оптимізації тренувального процесу.

ЗАДАЧІ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ МЕТИ

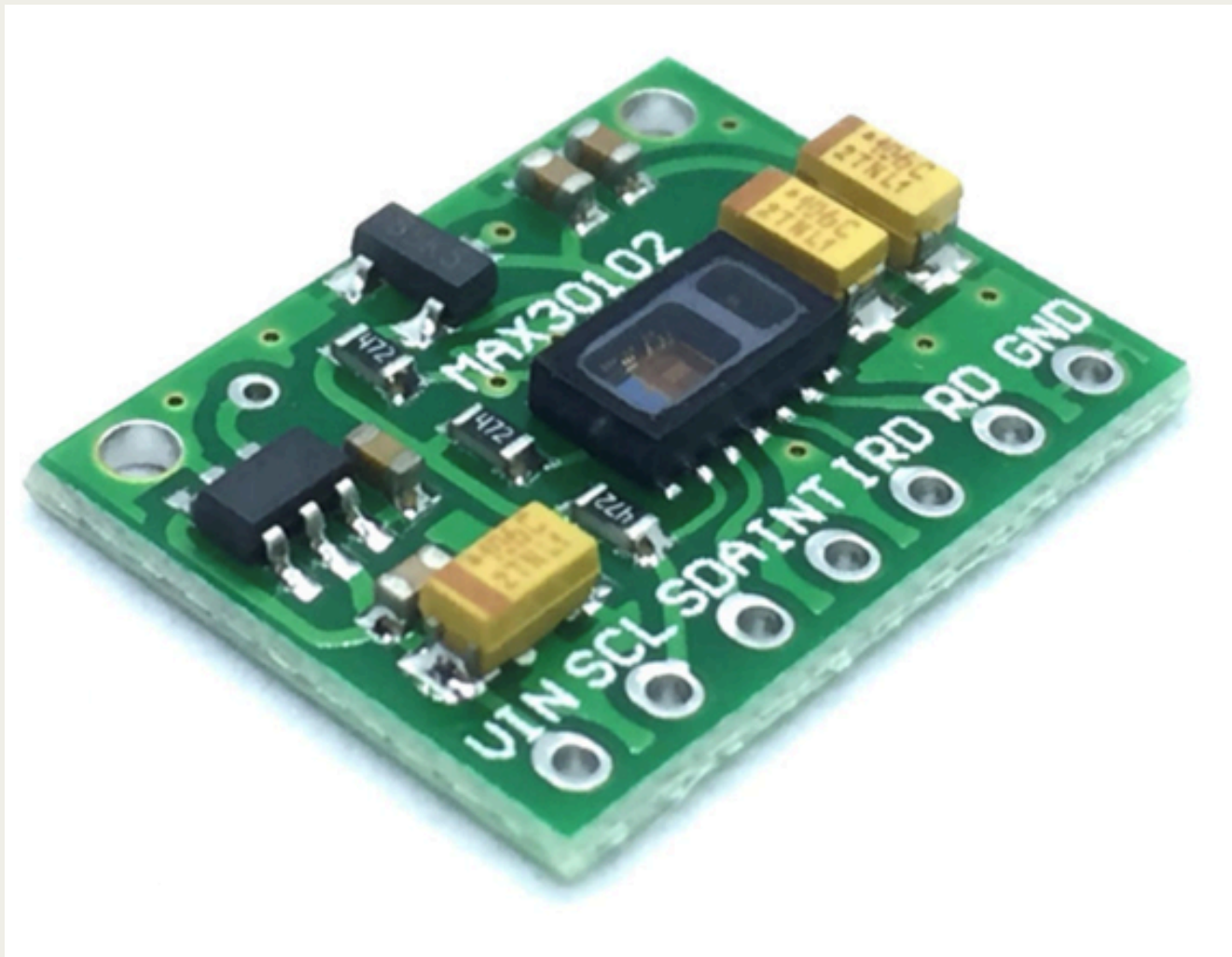
- Провести аналіз предметної області та можливостей застосування IoT-технологій у сфері моніторингу стану здоров'я військовослужбовців під час фізичних навантажень.
- Обґрунтувати вибір апаратних компонентів системи (медичні сенсори, пристрої передачі даних) та програмних технологій для її реалізації.
- Розробити архітектуру IoT-системи моніторингу, функціональні моделі та алгоритми взаємодії між компонентами.
- Реалізувати програмне забезпечення системи з розподілом функціональних ролей для медичного персоналу, тренерів та адміністраторів.
- Провести об'єктно-орієнтоване проектування системи з використанням UML-діаграм (прецедентів, послідовностей, класів, активності).
- Виконати тестування функціональності системи в умовах імітації роботи медичних сенсорів та тренувальних процесів.

АРХІТЕКТУРА ІОТ-СИСТЕМИ

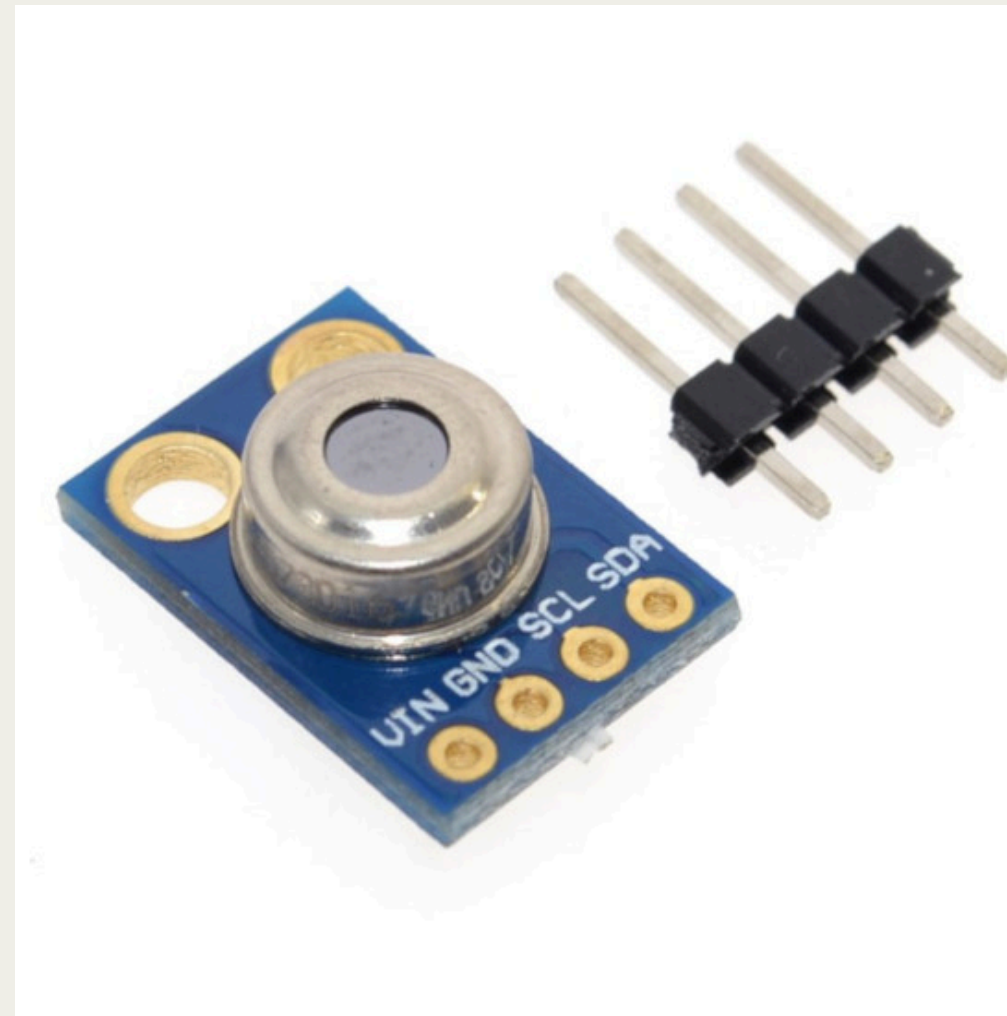
Розроблена система має багаторівневу архітектуру, що поєднує апаратні та програмні компоненти для безперервного моніторингу стану здоров'я новобранців. На рівні сенсорів використовуються носимі пристрої з датчиками пульсу, оксигенації крові та температури тіла, які через Bluetooth Low Energy передають дані на шлюзи.

Серверна частина на базі Flask забезпечує обробку потокових даних, аналіз показників у реальному часі та генерацію сповіщень про критичні стани. Веб-інтерфейс на React надає медичному персоналу інструменти для візуалізації даних, управління тренувальним процесом та оперативного реагування на надзвичайні ситуації. Вся архітектура побудована з урахуванням вимог безпеки та масштабованості.

АПАРАТНА ЧАСТИНА СИСТЕМИ



MAX30102 — основний модуль для пульсу та SpO_2



MAX30102 — основний модуль для вимірювання температури



PulseSensor - резервний простий модуль пульсу/серцебиття

ПРОГРАМНА ЧАСТИНА СИСТЕМИ

Програмне забезпечення системи моніторингу реалізовано у вигляді веб-додатку з клієнт-серверною архітектурою.

Серверна частина побудована на основі Python з використанням фреймворку Flask та бази даних SQLite, що забезпечує надійне зберігання, обробку медичних даних та бізнес-логіку роботи системи. Сервер реалізує REST API для взаємодії з клієнтською частиною та IoT-сенсорами.

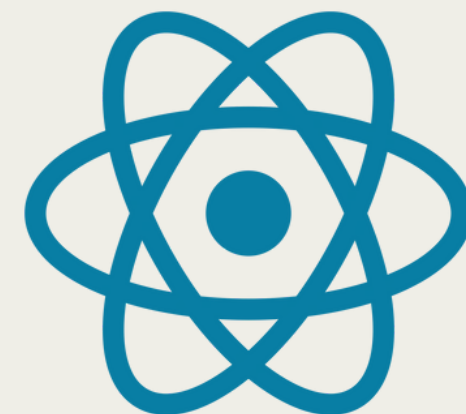
Клієнтська частина – це адаптивний веб-інтерфейс, розроблений з використанням React та Tailwind CSS, що забезпечує інтуїтивну взаємодію з системою в реальному часі.



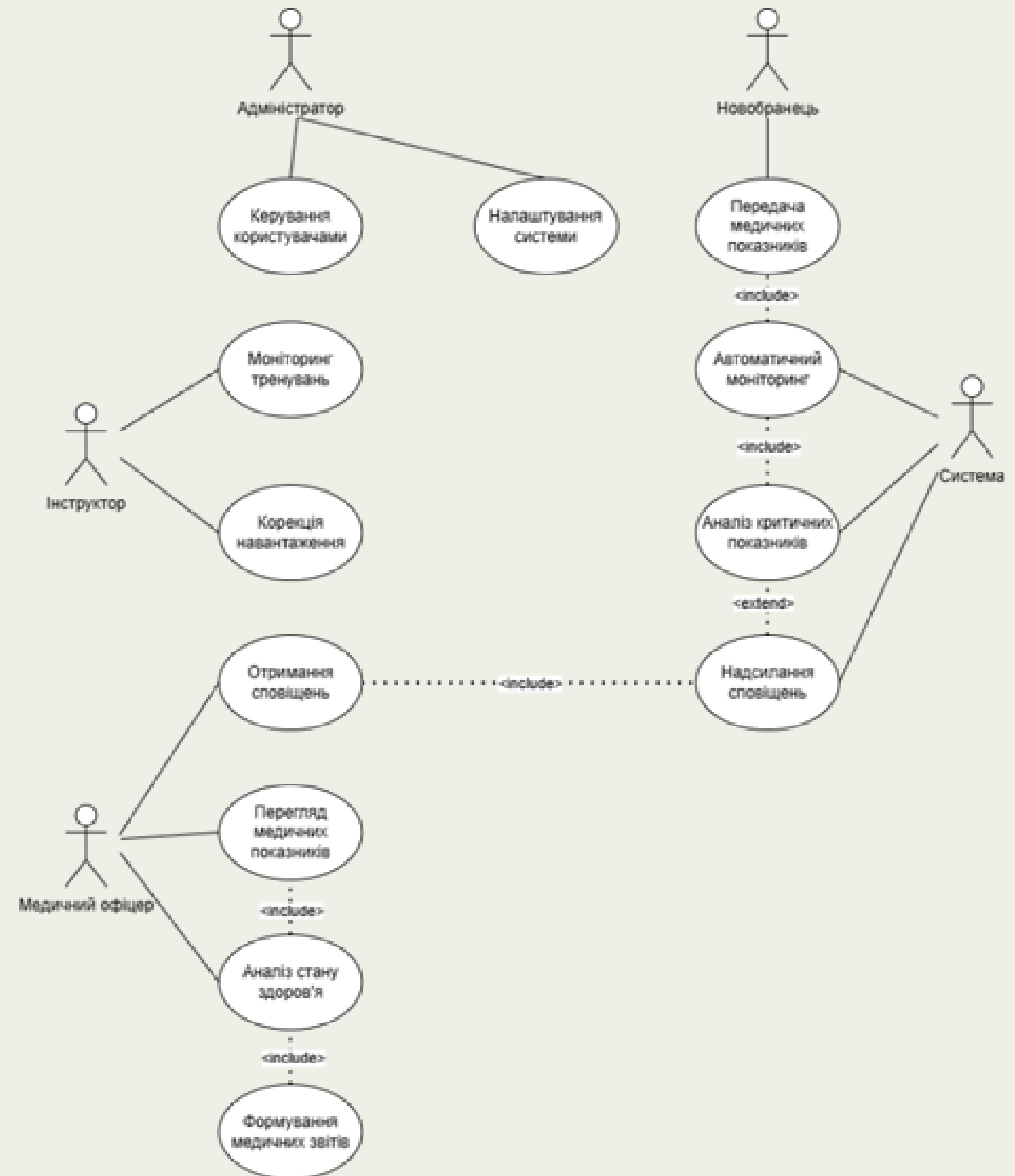
Flask



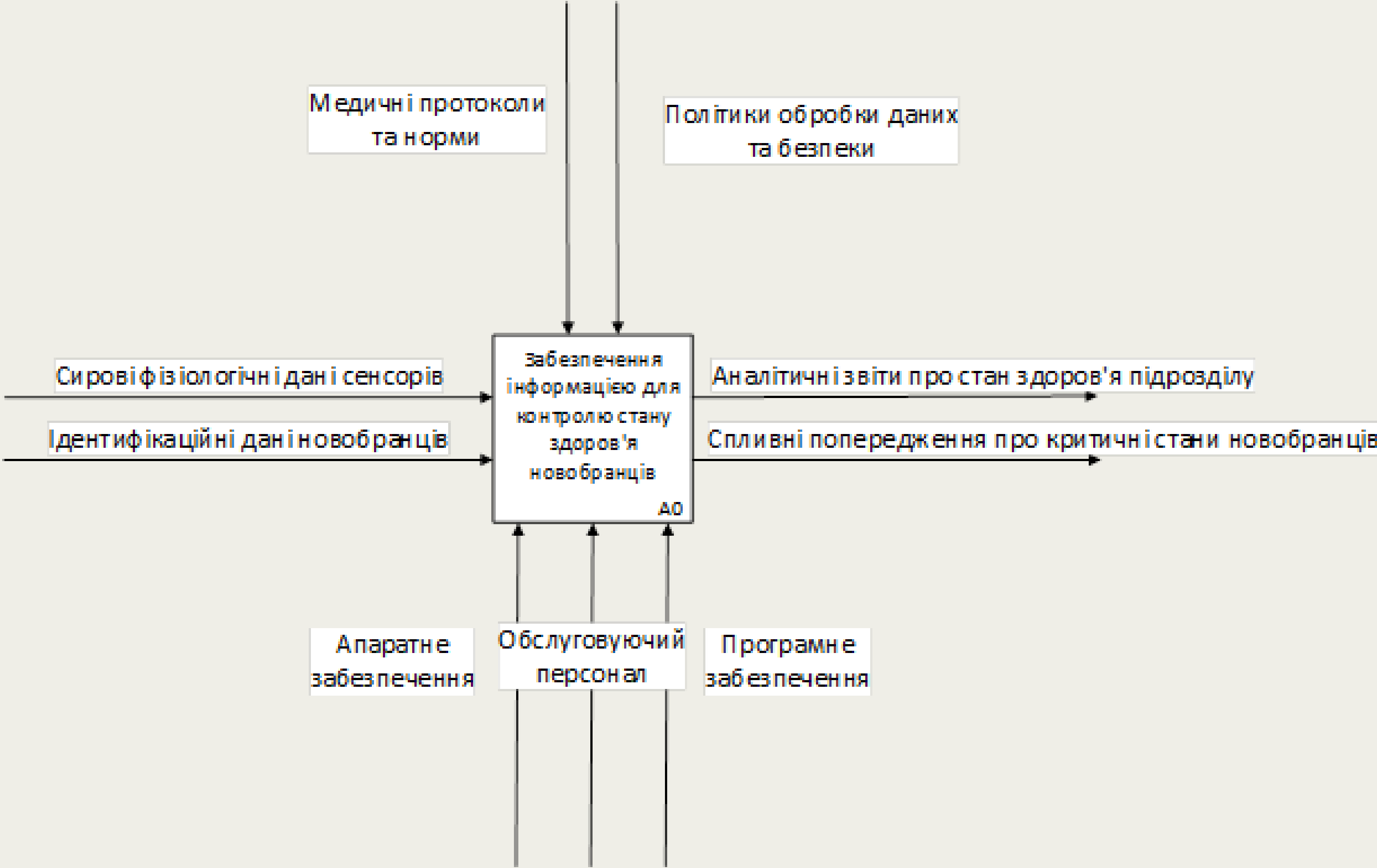
SQLite



ДІГРАМА ПРЕЦЕДЕНТІВ

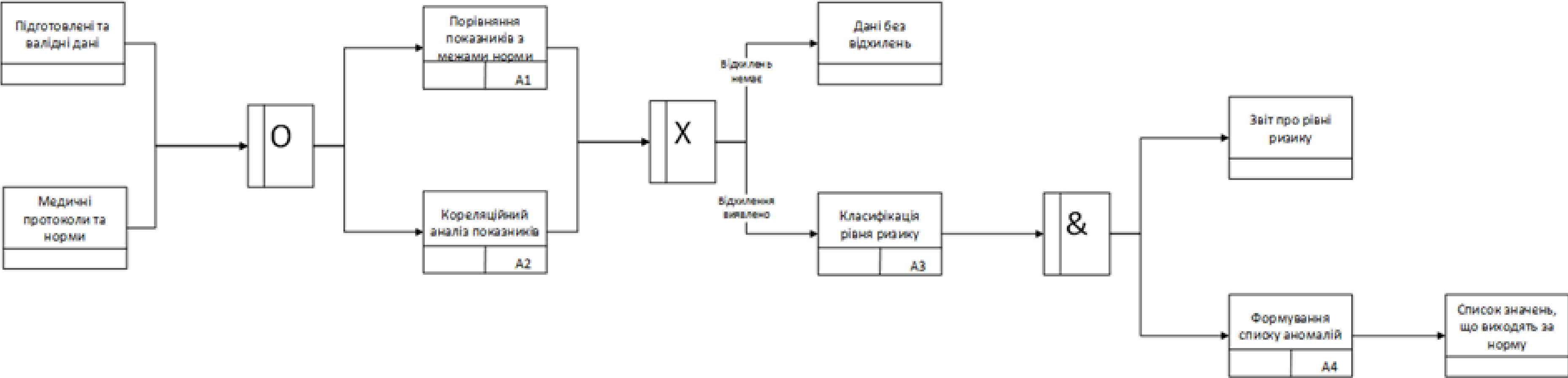


ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ В НОТАЦІЇ IDEFO

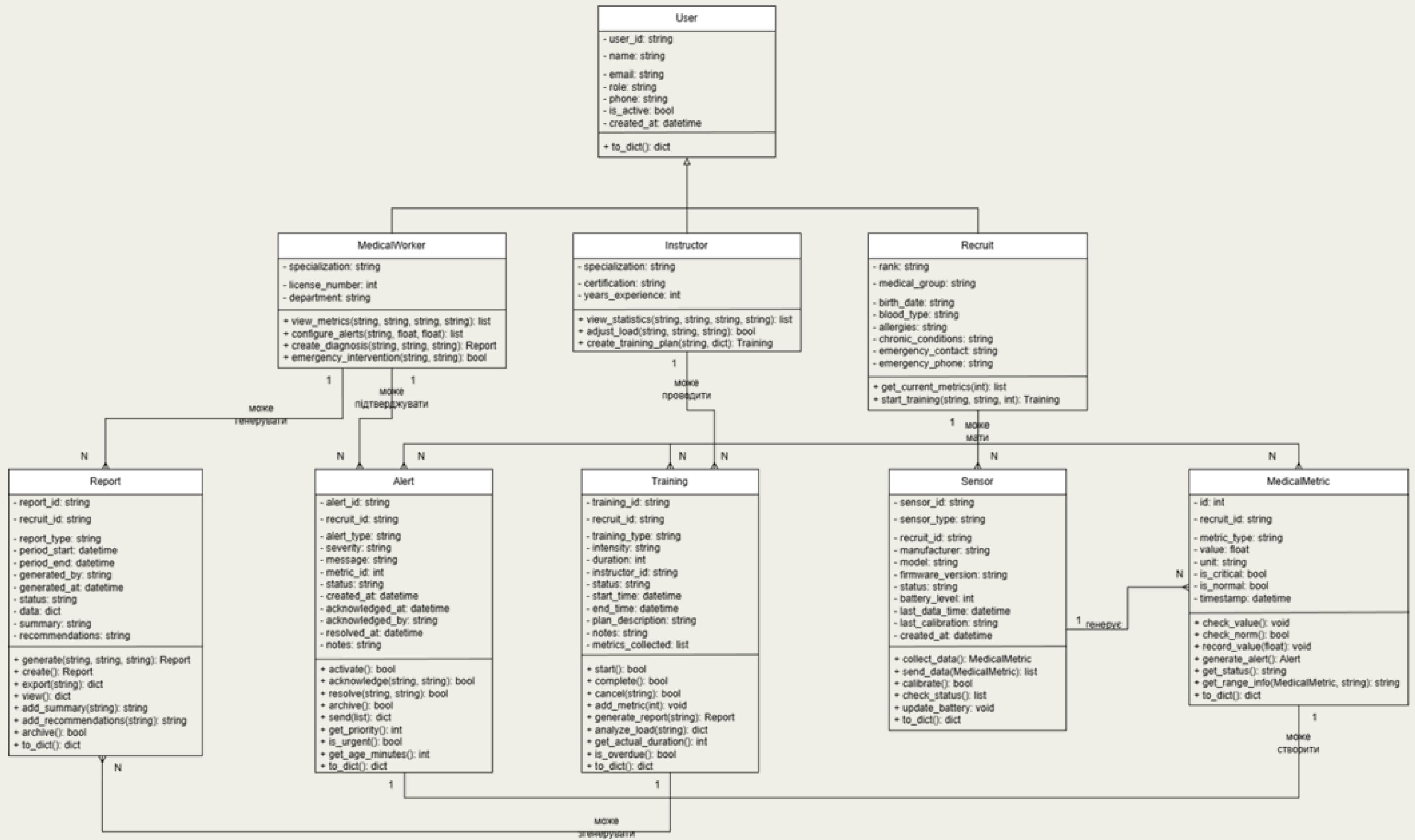


ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ В НОТАЦІЇ ІДЕФ3

БЛОКУ “АНАЛІЗ І ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ”



ДІАГРАМА КЛАСІВ

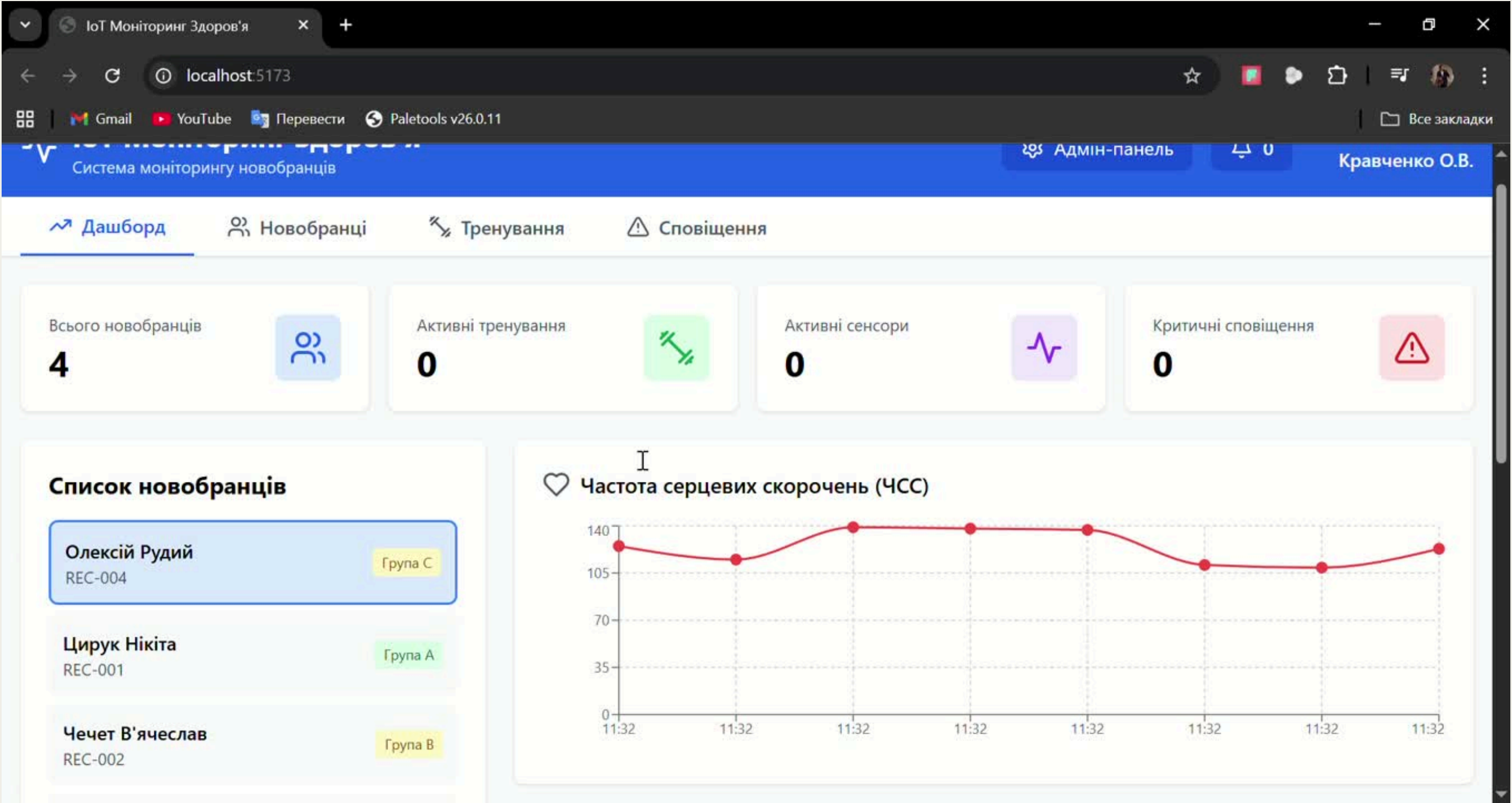


РЕАЛІЗАЦІЯ БАЗИ ДАНИХ

Для зберігання медичних показників та інформації про користувачів обрано реляційну базу даних SQLite, що забезпечує високу швидкість роботи та надійність зберігання критично важливих даних. Архітектура БД включає 10 спеціалізованих таблиць, серед яких ключову роль відіграють таблиці `medical_metrics` для зберігання фізіологічних показників, `alerts` для критичних сповіщень та `threshold_settings` для медичних норм.

База даних реалізована з дотриманням принципів нормалізації та забезпечує цілісність даних через систему зовнішніх ключів. Для підвищення продуктивності використано індексацію основних полів. Реалізовано механізми автоматичного архівування даних та захисту конфіденційної медичної інформації від несанкціонованого доступу.

ДЕМОНСТРАЦІЯ РОБОТИ



SWOT-АНАЛІЗ РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ

Сильні сторони (Strengths):

- Автоматизація моніторингу медичних показників у реальному часі;
- Миттєве виявлення критичних станів здоров'я;
- Запобігання серйозним медичним інцидентам;
- Гнучка масштабована архітектура;
- Інтуїтивний інтерфейс для медичного персоналу.

Загрози (Threats):

- Технічні збої сенсорних пристроїв під час тренувань;
- Недостатня кваліфікація персоналу у роботі з IoT-технологіями;
- Потенційні кіберзагрози та ризики витоку медичних даних;
- Високі вимоги до точності вимірювань відповідно до медичних стандартів.

Слабкі сторони (Weaknesses):

- Залежність від стабільності бездротового зв'язку (BLE/Wi-Fi);
- Обмеження тривалості роботи батарей сенсорних пристроїв;
- Необхідність регулярної калібрування медичного обладнання.

Можливості (Opportunities):

- Інтеграція з корпоративними медичними системами;
- Розширення переліку моніторованих фізіологічних параметрів;
- Впровадження алгоритмів машинного навчання для прогнозування ризиків;
- Адаптація системи для спортивних та реабілітаційних центрів.

В И С Н О В К И

У ході роботи було успішно розроблено та впроваджено комплексну IoT-систему моніторингу медичних показників новобранців, яка повністю відповідає поставленим завданням. Система забезпечує безперервний контроль ключових фізіологічних параметрів, автоматичне виявлення критичних станів та оперативне сповіщення медичного персоналу.

Реалізоване рішення поєднує сучасні апаратні компоненти, ефективну програмну архітектуру та зручний користувацький інтерфейс, що робить його готовим до впровадження у військових навчальних закладах. Система має значний потенціал для подальшого вдосконалення та масштабування, зокрема шляхом інтеграції з іншими медичними системами та впровадження передових аналітичних інструментів.

Дякую за увагу!
