

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НУ «Запорізька політехніка»

Факультет комп'ютерних наук та технологій
Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»

СЛОНЄВ МАКСИМ АНДРІЙОВИЧ

Група КНТ-613м

**КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛІКУ
ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА БАЗІ ANDROID**

АВТОРЕФЕРАТ

магістерської роботи на здобуття
освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр»
за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
освітньої програми «Спеціалізовані комп'ютерні системи»

2024 р.

Магістерська робота є рукопис.

Робота виконана в національному університеті "Запорізька політехніка", на кафедрі комп'ютерних систем та мереж

Керівник

кандидат технічних наук, доцент
Скрупський Степан Юрійович,
Національному університеті
"Запорізька політехніка", доцент
кафедри комп'ютерних систем
та мереж

Офіційний

рецензент:

Захист відбудеться " __ " _____ 2024р.

Секретар екзаменаційної комісії, асистент кафедри комп'ютерних систем та мереж

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Актуальність теми. ема дослідження є актуальною, оскільки автоматизація складських операцій у фармацевтичній галузі сприяє підвищенню точності обліку, ефективності процесів та мінімізації помилок. Використання мобільних додатків на базі Android дозволяє впроваджувати сучасні рішення для оптимізації логістики.

Мета і завдання дослідження. Метою магістерської роботи є дослідження мобільної системи для автоматизації обліку фармацевтичної продукції на базі Android, що забезпечить поліпшення ефективності складських операцій та точність обліку.

Об'єкт дослідження - є управління складськими операціями у фармацевтичній галузі.

Предмет дослідження. Аналіз технологій автоматизації складських процесів за допомогою мобільних платформ.

Методи дослідження. У цій роботі для аналізу використовувались існуючі WMS-рішень, моделювання архітектури, програмна реалізація на Kotlin і Spring Boot, тестування продуктивності.

Наукова новизна отриманих результатів. У результаті проведеного дослідження було розроблено мобільну систему автоматизації обліку фармацевтичної продукції з генерацією PDF-звітів і QR-кодів, оптимізовану для мобільних пристроїв.

Практичне значення отриманих результатів. Результати дослідження можуть бути використані для впровадження мобільної системи обліку на фармацевтичних складах, що підвищить точність, ефективність та зменшить помилки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Перший розділ магістерської роботи присвячений аналізу сучасних рішень і технологій, які використовуються для автоматизації складського обліку. Висвітлюється ключова роль складського обліку для ефективної роботи підприємств, зокрема у фармацевтичній галузі, де важливо забезпечити своєчасне постачання та збереження якості продукції. Автоматизовані WMS-системи дозволяють значно підвищити точність і швидкість обробки замовлень, мінімізуючи помилки та витрати.

Розглянуто найпоширеніші системи управління складом, такі як NetSuite WMS, Fishbowl Inventory і Odoo WMS. Кожна з них має свої переваги: інтеграція з ERP, доступність для малого бізнесу або модульність. Однак усі вони мають і певні недоліки, як-от висока вартість, складний інтерфейс або необхідність поглибленого налаштування.

Для розробки власної системи обрано платформу Android завдяки її доступності, масштабованості, широким можливостям інтеграції та використанню сучасних рішень, таких як QR-коди для ідентифікації товарів і генерація PDF-звітів.

Архітектура системи побудована на монолітному підході, оптимальному для невеликих і середніх проєктів. Виділено три основні рівні: клієнтська частина, серверна частина та база даних. Для клієнтської частини використано мову програмування Kotlin, бібліотеку Jetpack Compose для створення інтерфейсу, а також архітектурний шаблон MVVM, який чітко розділяє бізнес-логіку та користувацький інтерфейс. Технологія Kotlin Coroutines забезпечує ефективну асинхронну роботу.

Серверна частина розроблена на основі Spring Boot, що забезпечує стабільність і масштабованість. Для обміну даними в реальному часі використано протокол WebSocket, який підвищує швидкість і зручність взаємодії із системою.

Проведений аналіз доводить, що використання Android як платформи для автоматизації складського обліку у фармацевтичній галузі є економічно вигідним і ефективним. Поєднання сучасних технологій, таких як QR-коди, PDF-звіти, Kotlin і Spring Boot, дозволяє створити продуктивну систему, яка відповідає вимогам цієї сфери.

Другий розділ магістерської роботи присвячений розробці розподіленої системи автоматизації обліку фармацевтичної продукції, яка включає клієнтську частину (мобільний додаток), серверну частину та

базу даних. У цьому розділі описано ключові етапи розробки, визначено технічні та програмні вимоги, а також спроектовано архітектуру системи.

Розробка клієнтської частини виконана з використанням мови програмування Kotlin та інструменту Jetpack Compose, що забезпечує декларативний підхід до дизайну інтерфейсу. Для навігації застосовано Jetpack Navigation, що дозволяє легко реалізувати сучасну, зручну структуру додатка. Серверна частина побудована на основі Spring Boot, який спрощує розробку REST API та забезпечує стабільну роботу серверної логіки. Для обміну даними в реальному часі використано протокол WebSocket, який знижує затримки та підвищує ефективність взаємодії між клієнтом і сервером. База даних реалізована на основі СУБД PostgreSQL, яка забезпечує надійне зберігання даних про товари, замовлення та звіти.

Визначено технічні вимоги до роботи системи. Мінімальні вимоги для клієнтської частини включають Android 8.0 або новішу версію, 2 ГБ оперативної пам'яті та процесор із тактовою частотою від 1.8 ГГц. Серверна частина потребує чотириядерного процесора, 8 ГБ оперативної пам'яті та SSD-диска для швидкої роботи з базою даних.

Архітектура системи побудована за багаторівневим принципом і включає клієнтський рівень, який відповідає за взаємодію з користувачем; рівень логіки, що реалізує бізнес-процеси, такі як створення замовлень, генерація PDF-звітів і обробка QR-кодів; та рівень даних, який забезпечує взаємодію із базою даних. Для зручності роботи з кодом у клієнтській частині використано архітектурний шаблон MVVM, який забезпечує чітке розділення бізнес-логіки та інтерфейсу. Ін'єкція залежностей реалізована за допомогою бібліотеки Koin, що спрощує процес розробки та тестування.

Лістинг 1 - Код класу QRCodeRepositoryImpl

```
class QRCodeRepositoryImpl : QRCodeRepository {
    override fun generateProductsQRCodes(codeData:
Array<ProductPrintLabel?>, out: Array<Bitmap?>) {
        for (index in codeData.indices) {
            codeData[index]?.also { data ->
                out[index] =
encodeAsBitmap(data.codeData, 220)
            }
        }
    }
}
```

```

        @Throws(WriterException::class)
        private fun encodeAsBitmap(str: String,
codeWidth: Int): Bitmap {
            val writer = QRCodeWriter()
            val bitMatrix = writer.encode(
                str,
                BarcodeFormat.QR_CODE,
                codeWidth,
                codeWidth,
                mapOf<EncodeHintType,
Int>(EncodeHintType.MARGIN to 0)
            )
            val w = bitMatrix.width
            val h = bitMatrix.height
            val pixels = IntArray(w * h)
            for (y in 0 until h) {
                for (x in 0 until w) {
                    pixels[y * w + x] = if (bitMatrix[x,
y]) Color.BLACK else Color.WHITE
                }
            }
            val bitmap = Bitmap.createBitmap(w, h,
Bitmap.Config.ARGB_8888)
            bitmap.setPixels(pixels, 0, w, 0, 0, w, h)
            return bitmap
        }
    }
}

```

Метод `generateProductQRcodes` генерує QR-коди для масиву продукції на основі переданого масиву `ProductPrintLabel`. Використовуючи цикл, метод кодує дані для кожного товару та зберігає відповідні QR-коди у вихідному масиві.

Особливу увагу приділено механізмам генерації PDF-звітів із QR-кодами. Використано бібліотеку `iText`, яка дозволяє створювати звіти високої якості з мінімальними витратами ресурсів. Для обробки QR-кодів застосовано бібліотеку `Zxing`, яка підтримує різні формати кодування, що дозволяє швидко та ефективно реалізувати функціонал для роботи з QR-кодами.

У результаті проектування створено детальну архітектуру системи та реалізовано основні компоненти клієнтської й серверної частин. Використання сучасних технологій забезпечує надійність,

масштабованість і високу продуктивність розробленої системи, яка повністю відповідає потребам автоматизації обліку у фармацевтичній галузі.

Третій розділ магістерської роботи присвячений дослідженню працездатності та ефективності розробленої системи автоматизації обліку фармацевтичної продукції. У цьому розділі проведено комплексне тестування: функціональне, яке перевіряло роботу основних компонентів системи, зокрема сканування QR-кодів, генерацію PDF-звітів і обробку серверних запитів; інтеграційне, що оцінювало взаємодію між клієнтською та серверною частинами через REST API та WebSocket; UI-тестування, яке аналізувало зручність використання інтерфейсу на різних пристроях; і продуктивне, яке дозволило оцінити швидкість виконання ключових операцій і споживання ресурсів системи на пристроях різного цінового сегмента.

Експерименти з оцінки продуктивності були зосереджені на трьох моделях смартфонів: Google Pixel 4a, Redmi 9A, та Samsung Galaxy S21. Основною метою дослідження оцінка таких параметрів:

- час обробки, необхідний для генерації звіту;
- використання ресурсів процесора (CPU);
- обсяг оперативної пам'яті (RAM), який споживає процес;
- визначення меж продуктивності пристроїв для забезпечення комфортного використання програми.

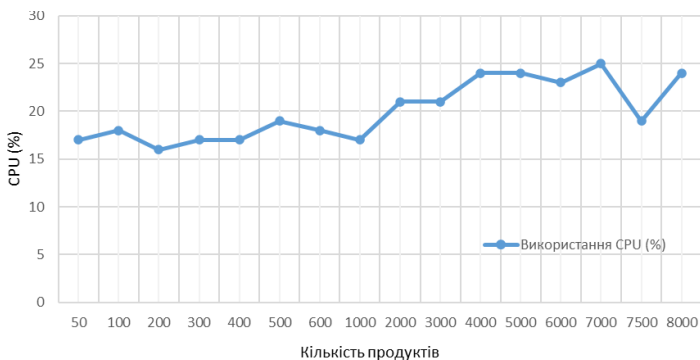


Рисунок 1 – Залежність CPU від кількості продуктів на Google Pixel 4a

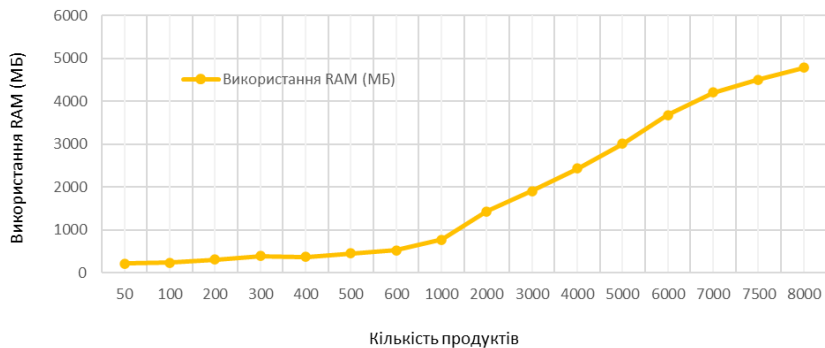


Рисунок 2 – Залежність RAM від кількості продуктів на Google Pixel 4a

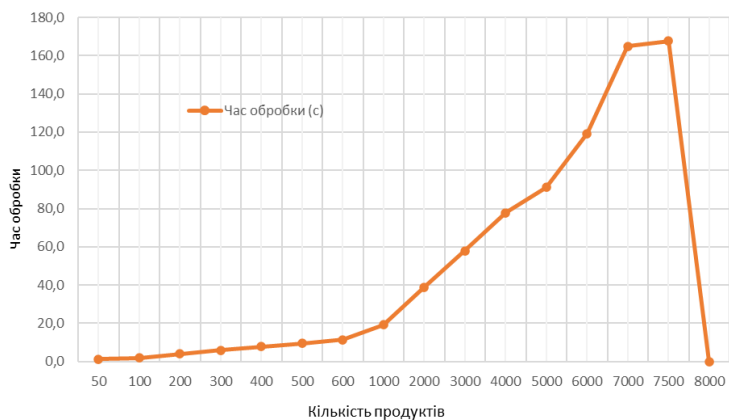


Рисунок 3 – Залежність часу обробки від кількості продуктів на Google Pixel 4a

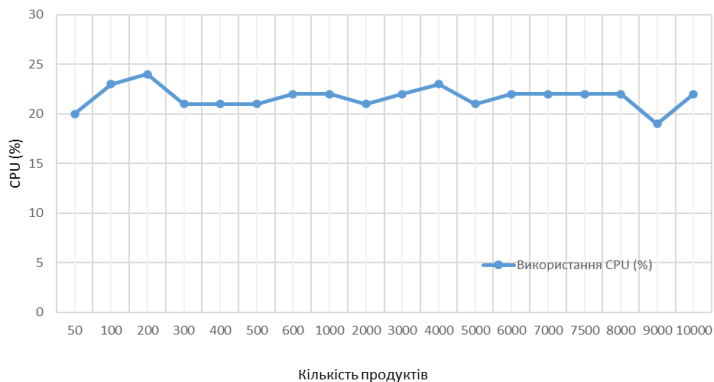


Рисунок 4 – Залежність CPU від кількості продуктів на Samsung Galaxy S21 FE 5G

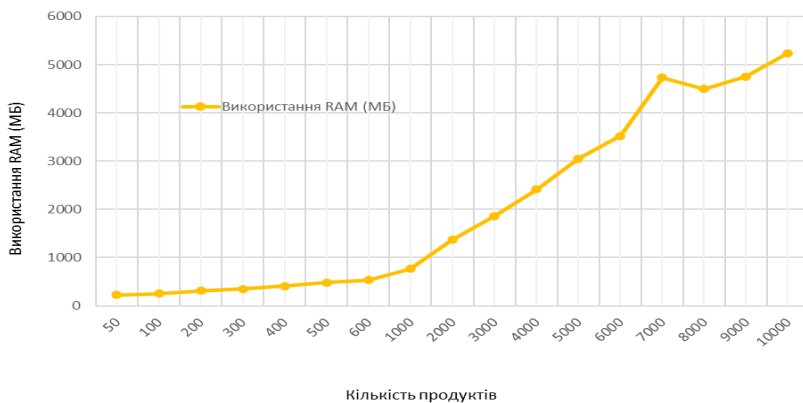


Рисунок 5 – Залежність RAM від кількості продуктів на Samsung Galaxy S21 FE 5G

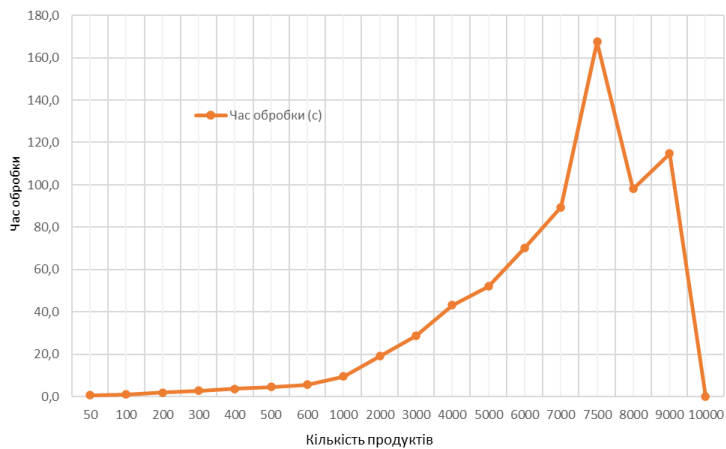


Рисунок 6 – Залежність часу обробки від кількості продуктів на Samsung Galaxy S21 FE 5G

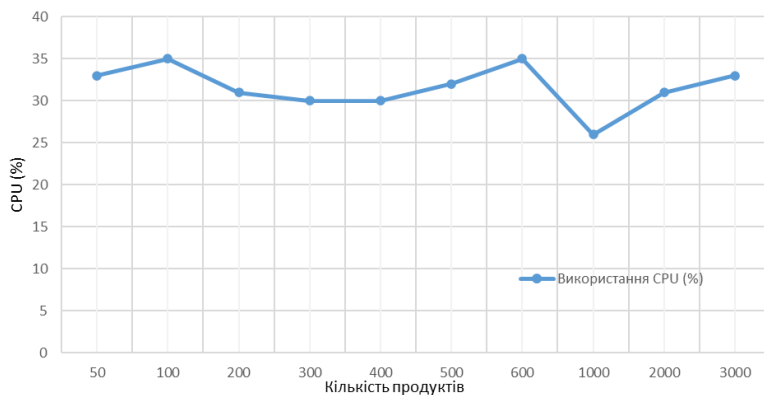


Рисунок 6 – Залежність CPU від кількості продуктів на Redmi 9A

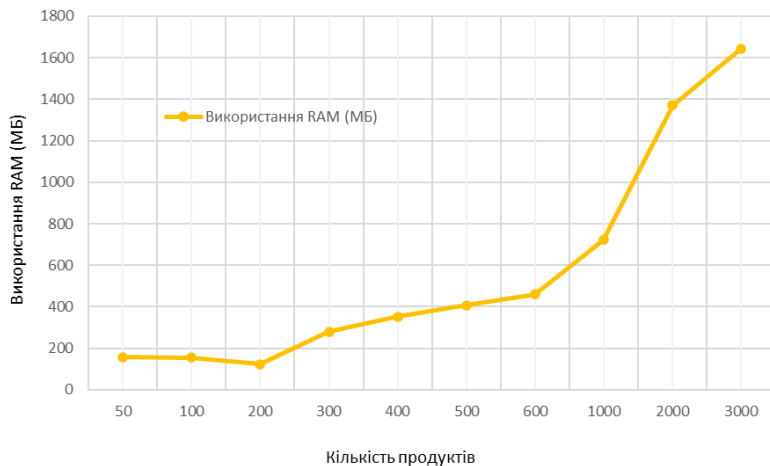


Рисунок 7 – Залежність RAM від кількості продуктів на Redmi 9A

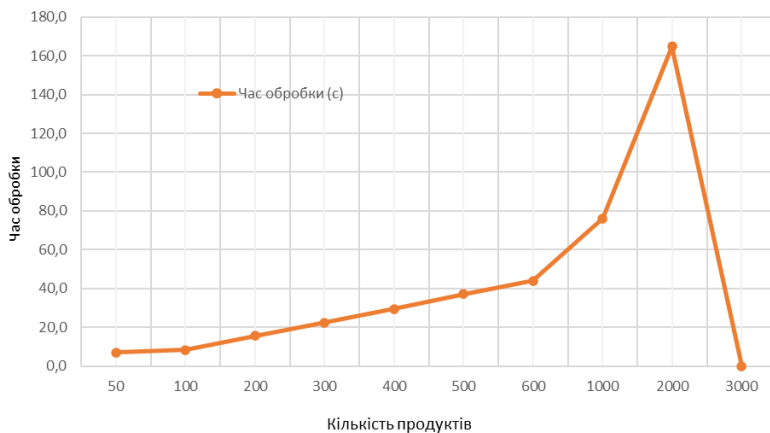


Рисунок 8– Залежність часу обробки від кількості продуктів на Redmi 9A

Результати тестувань показали, що система демонструє стабільність і високу продуктивність навіть на бюджетних пристроях із мінімальними технічними характеристиками, такими як 2 ГБ оперативної пам'яті та процесор із частотою 1.8 ГГц. Час генерації звіту для 100 товарів не перевищував 1 секунди, а для 500 товарів залишався в межах допустимого навіть на менш потужних пристроях. У той же час преміум-

моделі пристроїв забезпечували значно швидшу обробку та нижче споживання ресурсів, що підтверджує масштабованість і універсальність системи.

Проведено порівняння розробленої системи з популярними WMS-рішеннями, такими як NetSuite WMS, Fishbowl Inventory і Odoo WMS. Виявлено, що розроблена система має переваги у вартості впровадження завдяки використанню платформи Android, що знижує витрати на інфраструктуру, а також у гнучкості, мобільності та простоті налаштування, які роблять її доступною для малого й середнього бізнесу.

Загалом, результати тестування підтвердили, що розроблена система відповідає сучасним вимогам до автоматизації обліку, забезпечуючи ефективне управління складськими процесами, оптимальне споживання ресурсів і високу продуктивність навіть у середовищах із обмеженими технічними можливостями.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломної роботи було розроблено комп'ютерну систему автоматизації обліку фармацевтичної продукції на базі Android, яка поєднує сучасні технології та методи розробки. Використання мови програмування Kotlin, архітектурного патерна MVVM та інструменту Jetpack Compose забезпечило простоту та ефективність реалізації користувацького інтерфейсу. Для серверної частини системи було обрано Spring Boot, що дозволило досягти високої продуктивності й масштабованості.

У ході дослідження:

- проведено аналіз сучасних WMS-систем і визначено переваги використання мобільних платформ для автоматизації складських процесів;
- розроблено проєкт клієнтської частини з урахуванням вимог до зручності та адаптивності користувацького інтерфейсу;
- впроваджено механізм генерації PDF-звітів із QR-кодами, який забезпечує зручне управління складською документацією;
- проведено тестування розробленої системи на мобільних пристроях із різними технічними характеристиками для визначення мінімальних вимог до обладнання.

Результати роботи підтверджують, що впровадження розробленої системи дозволяє значно підвищити ефективність управління складськими операціями, мінімізувати помилки в обліку фармацевтичної продукції та оптимізувати роботу персоналу. Система також створює передумови для подальшого розвитку і масштабування, включаючи інтеграцію з іншими інформаційними системами.