

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
(повна назва інституту/факультету)

кафедра БІОМЕДИЧНОЇ КІБЕРНЕТИКИ
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»
В.о.завідувача кафедри БМК

_____ Світлана АЛХІМОВА
(підпис) (ініціали, ПРІЗВИЩЕ)

“ ____ ” _____ грудня 2025р.

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні технології в біології та
медицині»
зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

на тему: _____ Система розподілу запасів
лікарських засобів у закладах охорони здоров'я України

Виконав : студент II курсу, групи ЗК-41мп

ГУЙВАН ІЛІЯ ЮРІЙОВИЧ

(прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

Науковий керівник:

ст. викл. каф. БМК, Аверьянова Ольга Анатоліївна

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по ініціали)



(підпис)

Консультант з розділів магістерської дисертації:

_____ (назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент: доцент кафедри БМІ, к.т.н., доцент, Сичик Марина
Михайлівна

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2025 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет біомедичної інженерії
Кафедра біомедичної кібернетики

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 122 «Комп'ютерні науки»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні технології в біології та медицині»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.завідувача кафедри БМК

_____ Світлана АЛХІМОВА

«__» __листопада__ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

ГУЙВАН ІЛЛЯ ЮРІЙОВИЧ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації _____ ***Система розподілу запасів***
лікарських засобів у закладах охорони здоров'я України

науковий керівник дисертації

Аверьянова Ольга Анатоліївна, ст. викл. каф. БМК

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «03» __листопада__ 2025 р. №4751-с__

2. Термін подання студентом дисертації _____ ***20-22 листопада 2025 року***

3. Об'єкт дослідження: *Процеси управління запасами лікарських засобів у закладах охорони здоров'я України.*

4. Вихідні дані: *Національний перелік основних лікарських засобів (затверджений постановою КМУ від 25.03.2009 № 333 у ред. від 13.12.2017 № 1081), технічна документація ЕСОЗ та специфікації HL7 FHIR.*

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: *Аналіз предметної області й вимог користувачів, розробка моделей даних та структури бази даних, проєктування архітектури веб-системи, реалізація модулів обліку запасів, замовлень і поставок, створення модуля звітності та експорту даних, розробка інтеграційного шару на базі FHIR з автентифікацією OAuth2, тестування веб-системи.*

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: *69 рисунків, 3 таблиці.*

7. Орієнтовний перелік публікацій : Не передбачено.
 8. Консультанти розділів дисертації: Не передбачено.
 9. Дата видачі завдання **28 серпня 2025 р.**

Календарний план

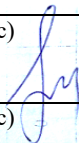
№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів МД	Примітка
1	Отримати завдання на МД	До 28.08.2025	<i>виконано</i>
2	Завершення виконання практичної частина МД	До 25.10.2025	<i>виконано</i>
3	Завершення оформлення розділів МД (Вступ, Основні розділи та висновки до них, Загальні висновки, Список використаних джерел)	До 24.11.2025	<i>виконано</i>
4	Апробація та публікація результатів дослідження МД (отримати підтвердження про прийняття до друку)	До 01.12.2025	<i>виконано</i>
5	Перевірка МД науковим керівником	24.11.2025	<i>виконано</i>
6	Подання в електронному вигляді МД на перевірку нормоконтролера	До 01.12.2025	<i>виконано</i>
7	Подання в електронному вигляді МД на перевірку подібності Strike Plagiarism com. Отримати позитивний звіт подібності.	До 05.12.2025	<i>виконано</i>
8	Підготовка Експертної оцінки до звіту подібності.	До 10.12.2025	<i>виконано</i>
9	Отримати відгук наукового керівника	10.12.2025	<i>виконано</i>
10	Надати на кафедру пакет документів в паперовому та електронному вигляді (МД, відгук керівника, звіт подібності, Експертної оцінки до звіту подібності)	10-11.12.2025	<i>виконано</i>
11	Отримати допуск до захисту МД в ЕК та направлення до рецензента (засідання кафедри)	Засідання кафедри	<i>виконано</i>
12	Подання МД рецензенту. Отримати на надання рецензію до ЕК / на кафедру	До 19.12.2025	<i>виконано</i>
13	Подання супровідного пакету документів по МД до захисту в ЕК	До 19.12.2025	
14	Захист МД в ЕК	22 – 26.12.2025	

Студент



(підпис)

Науковий керівник



(підпис)

Нормоконтролер

(підпис)

Ілля ГУЙВАН

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Ольга АВЕРЬЯНОВА

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Галина КОРНІЄНКО

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація за темою «Система розподілу запасів лікарських засобів у закладах охорони здоров'я України виконана студентом кафедри біомедичної кібернетики ФБМІ Гуйваном Іллею Юрійовичем зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні технології в біології та медицині» та складається зі: вступу; 4 розділів (аналіз сучасного стану управління медичними запасами; комплексне проєктування та моделювання процесів функціоналу веб-сайту; засоби реалізації веб-сайт; програмна реалізація та методика роботи веб-сайту), розділу зі стартап проєкту, висновків до кожного з цих розділів; загальних висновків; списку використаних джерел, який налічує 59 джерел. Загальний обсяг роботи 91 сторінка.

Актуальність теми магістерської дисертації пов'язана із задачею забезпечення прозорого та контрольованого обліку лікарських засобів, особливо в умовах хронічного дефіциту ресурсів. За таких умов медичні заклади стикаються з критичними проблемами своєчасного поповнення складських запасів, запобігання повній відсутності життєво важливих позицій, контролю руху поставок та підготовки звітної документації для різних рівнів МОЗ. Розроблена інформаційна система призначена для автоматизації цих процесів як на рівні окремих лікувальних закладів, так і на рівні розподільчих центрів.

Мета і задачі дослідження.

Мета роботи полягає у підвищенні надійності та прозорості розподілу медичних запасів через створення веб-системи з функціоналом моніторингу залишків, управління замовленнями, генерації звітів та інтеграції з медичним стандартом FHIR.

Її досягнення передбачає вирішення наступних завдань:

1. Провести аналіз предметної області та сформулювати вимоги до користувачів і ролей.
2. Розробити моделі даних (каталог виробів, склади та локації,

замовлення, поставки, рух запасів).

3. Впровадити систему обліку запасів з контролем мінімальних рівнів та автоматичними сповіщеннями при досягненні критичних порогів.
4. Реалізувати процеси закупівлі: створення замовлень, їх погодження, приймання товарів та оновлення інвентарних даних.
5. Створити ієрархічний каталог (з категоріями та підкатегоріями), забезпечити функції пошуку й фільтрації.
6. Розробити модуль звітності з можливістю експорту у форматах PDF/Excel та агрегування даних за періодами, постачальниками, номенклатурою.
7. Додати інтеграційний шар на базі FHIR для представлення заявок і поставок, реалізувати автентифікацію через OAuth2.

Об’єкт дослідження. Процеси управління запасами лікарських засобів у закладах охорони здоров’я України.

Предмет дослідження. Інформаційні процеси обліку, моніторингу та розподілу запасів лікарських засобів у закладах охорони здоров’я України, а також моделі й алгоритми їх реалізації у веб-орієнтованій інформаційній системі.

Методи дослідження. Системний аналіз, методи логістики управління запасами (зокрема ABC/XYZ-аналіз, модель EOQ, система порогових рівнів), об’єктно-орієнтоване та UML-моделювання, методи проєктування та розробки веб-застосунків (MVT-підхід, REST-архітектура), а також аналіз нормативної та науково-технічної документації у сфері eHealth та FHIR.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи веб-системи будуть використовуватись в приватному підприємстві «ГОЛДЕН ХАУС» (довідка про використання № б/н від 18.11.2025).

Апробація результатів дослідження. Не передбачено.

Публікації. Не передбачено.

Ключові слова. Лікарські засоби, автоматизація, проєктування, медична інформаційна система, веб-система, FHIR, eHealth.

Бібліографічний опис МД

Гуйван І. Ю. Система розподілу запасів лікарських засобів у закладах охорони здоров'я України: магістерська дис.: 122 Комп'ютерні науки / Гуйван Ілля Юрійович. – Київ, 2025. – 114 с.

ABSTRACT

The master's thesis on the topic "System for the Distribution of Medicinal Product Stocks in Healthcare Institutions of Ukraine" has been completed by the student of the Department of Biomedical Cybernetics of the Faculty of Biomedical Engineering, Huivan Illia Yuriiovych, specializing in 122 "Computer Science" under the educational and professional program "Computer Technologies in Biology and Medicine" and consists of: an introduction; 4 chapters (analysis of the current state of medical supply management, comprehensive design and modeling of the processes of a website's functionality, tools for web-site implementation, software implementation and operating procedure of the website), a chapter on the startup project, conclusions for each of these chapters; general conclusions; and a list of references that includes 59 sources. The total volume of the thesis is 91 pages.

The relevance of the master's thesis topic is related to the task of ensuring transparent and controlled accounting of medicinal products, especially under conditions of chronic resource shortages. Under such conditions, healthcare institutions face critical problems of timely replenishment of warehouse stocks, preventing complete stockouts of vital items, controlling the movement of supplies, and preparing reporting documentation for various levels of the Ministry of Health. The developed information system is intended to automate these processes both at the level of individual healthcare facilities and at the level of distribution centers.

Purpose and objectives of the work.

The aim of the thesis is to increase the reliability and transparency of medical stock distribution through the development of a web system with functionality for stock level monitoring, order management, report generation, and integration with the FHIR medical standard.

Achieving this aim involves solving the following objectives:

1. To analyze the subject area and formulate requirements for users and their roles.

2. To develop data models (product catalog, warehouses and locations, orders, deliveries, stock movements).
3. To implement an inventory accounting system with control of minimum stock levels and automatic notifications when critical thresholds are reached.
4. To implement procurement processes: creation of orders, their approval, goods receipt, and inventory data updates.
5. To create a hierarchical catalog (with categories and subcategories) and provide search and filtering functionality.
6. To develop a reporting module with export capabilities in PDF/Excel formats and data aggregation by periods, suppliers, and product nomenclature.
7. To add an integration layer based on FHIR for the representation of requests and deliveries and to implement authentication via OAuth2.

Object of the study. Processes of managing medicinal product stocks in healthcare institutions of Ukraine.

Subject of the study. Information processes of accounting, monitoring and distribution of medicinal product stocks in healthcare institutions of Ukraine, as well as models and algorithms for their implementation in a web-oriented information system.

Methods of the study. System analysis; logistics methods for inventory management (in particular ABC/XYZ analysis, EOQ model, reorder point systems); object-oriented and UML modelling; methods of web application design and development (MVT approach, REST architecture); as well as analysis of regulatory and scientific-technical documentation in the field of eHealth and FHIR.

The results obtained and their practical application. The results of the web system's operation will be used at the private enterprise "GOLDEN HAUS" (certificate of use No. b/n dated 18.11.2025).

Approbation of the research results. Not planned.

Publications. Not planned.

Keywords. Medicinal products, automation, design, medical information system, web system, FHIR, eHealth.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	14
ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНИМИ ЗАПАСАМИ	20
1.1. Сучасний стан системи лікарського забезпечення в Україні ...	20
1.2. Теоретичні засади управління запасами лікарських засобів	22
1.3. Інформаційні системи управління медичними запасами та цифровізація охорони здоров'я	24
1.4. Огляд аналогів	26
1.4.1. OpenLMIS.....	26
1.4.2. DHIS2 for Logistics	27
1.4.3. Logistimo	28
Висновки до розділу 1	29
РОЗДІЛ 2 КОМПЛЕКСНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФУНКЦІОНАЛУ ВЕБ-САЙТУ	30
2.1. Модель життєвого циклу та стандарти для створення веб-системи	30
2.2. Вибір технології проєктування веб-системи.....	31
2.3. Модель взаємодії користувачів з FHIR-сумісною системою розподілу запасів лікарських засобів	32
2.4. Основні сценарії роботи системи розподілу запасів лікарських засобів	33
2.5. Інформаційна модель даних системи розподілу запасів лікарських засобів	43
2.6. Бізнес-процеси розподілу та обліку запасів лікарських засобів у закладах охорони здоров'я	47

2.7. Життєві цикли FHIR-ресурсів та ключових сутностей системи розподілу запасів лікарських засобів	52
2.8. Компонентна архітектура FHIR-сумісної системи розподілу запасів лікарських засобів	55
2.9. Інфраструктура розгортання FHIR-сумісної системи розподілу запасів лікарських засобів	57
Висновки до розділу 2	58
РОЗДІЛ 3 ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ВЕБ-САЙТУ	60
3.1. Вибір мови програмування	60
3.2. Вибір середовища розробки.....	61
3.3. Бібліотеки та фреймворки	62
3.3.1. Django	62
3.3.2. Django REST Framework.....	63
3.3.3. Crispy Forms.....	63
3.3.5. Додаткові бібліотеки.....	64
3.4. Вибір СУБД	66
Висновки до розділу 3	66
РОЗДІЛ 4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИКА РОБОТИ ВЕБ-САЙТУ	68
4.1. Адміністративна панель Django	68
4.2. Автентифікація користувачів	70
4.3. Опис основного функціоналу сайту.....	72
4.3.1. Інформаційна панель	72
4.3.2. Управління лікарськими засобами.....	74
4.3.3. Облік продажів	76
4.3.4. Облік закупівель.....	78
4.3.5. Управління доставками	79
4.3.6. Облік накладних.....	81
4.3.7. Облік рахунків.....	82

4.3.8.	Внутрішній рух лікарських засобів.....	83
4.3.9.	Реєстр медичних закладів.....	84
4.3.10.	Перенаправлення медикаментів.....	86
4.3.11.	Управління обліковими записами	87
4.3.12.	Ролі користувачів.....	89
4.3.13.	FHIR-інтеграція	92
4.4.	База даних	92
4.5.	Захист інформації.....	94
4.5.1.	Аутентифікація, авторизація й управління доступом	94
4.5.2.	Захист веб-рівня та даних у транзиті	96
4.5.3.	Безпечна обробка даних і валідації	96
4.5.4.	Резервне копіювання, відновлення та безперервність	97
4.5.5.	Логи, аудит і моніторинг	98
4.5.6.	Приватність та відповідність	98
	Висновки до розділу 4	99

РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК СТАРТАП ПРОЄКТУ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ..... 100

5.1.	Загальна інформація про проєкт.....	100
5.2.	Опис концепції проєкту.....	101
5.3.	Бізнес-модель проєкту	101
5.3.1.	Цінність продукту	101
5.3.2.	Сегмент споживачів.....	102
5.3.3.	Канали збуту.....	102
5.3.4.	Взаємодія з клієнтами.....	102
5.3.5.	Джерела доходу.....	102
5.3.6.	Ключові види діяльності	103
5.3.7.	Ключові ресурси.....	103
5.3.8.	Ключові партнери	103
5.3.9.	Структура витрат.....	103
5.3.10.	Споживчі властивості продукту.....	103

5.4.	Дослідження ринку	104
5.4.1.	Оцінка ринку.....	104
5.4.2.	Стратегія просування.....	104
5.5.	Фінансовий план	104
5.5.1.	Бюджет проєкту.....	104
5.5.2.	Опис продукту/технології	104
5.5.3.	Витрати на організацію стартапу	105
5.5.4.	Кошторис MVP (оцінка команди)	105
5.6.	Резюме	105
	Висновки до розділу 5	106
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	107
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	109

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ПДВ – Податок на додану вартість

МОЗ – міністерство охорони здоров'я

МІС – медична інформаційна система

ЕСОЗ – електронна система охорони здоров'я України.

БД – База даних

eLMIS – електронна логістична інформаційна система (electronic Logistics Management Information System).

eHealth – електронна охорона здоров'я (electronic health), сукупність цифрових рішень у сфері охорони здоров'я.

XSS – Міжсайтовий скриптинг (Cross-Site Scripting)

XLSX – формат файлів електронних таблиць Microsoft Excel (розширення .xlsx).

WSGI – інтерфейс взаємодії між веб-сервером і Python-додатком (Web Server Gateway Interface).

WAF – веб-файрвол, засіб фільтрації й захисту веб-додатків (Web Application Firewall).

UUID – універсальний унікальний ідентифікатор (Universally Unique Identifier).

USAID – Агентство США з міжнародного розвитку (United States Agency for International Development).

UML – Мова моделювання об'єктів (Unified Modeling Language)

SQLite – легка файлова система керування базами даних SQLite.

SQL – Мова структурованих запитів (Structured Query Language)

SLA – угода між постачальником послуг і користувачем про рівень послуг (Service-level agreement)

RTS – Real-Time Stock, концепція оперативного управління запасами в режимі реального часу.

REST – архітектурний стиль побудови веб-служб (Representational State Transfer).

PDF – формат електронних документів Portable Document Format.

OpenLMIS – відкрита платформа (open-source) для управління логістикою медичних товарів (Open Logistics Management Information System).

ORM – об'єктно-реляційне відображення (Object-Relational Mapping), спосіб роботи з базою даних через об'єкти мови програмування.

OAuth2 – протокол авторизації OAuth 2.0 для делегованого доступу до ресурсів.

MVT – архітектурний шаблон Model-View-Template, що використовується у фреймворку Django.

MIME – стандарт опису типів вмісту в інтернет-повідомленнях (Multipurpose Internet Mail Extensions).

LMIS – логістична інформаційна система управління медичними запасами (Logistics Management Information System).

JWT – компактний формат токенів автентифікації JSON Web Token.

JSON – JavaScript Object Notation, текстовий формат обміну даними між комп'ютерами.

ISO/IEC – Міжнародна організація зі стандартизації / Міжнародна електротехнічна комісія (International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission)

IDE – Інтегроване середовище розробки (Integrated Development Environment)

HTTPS – Захищений протокол передачі гіпертексту (HyperText Transfer Protocol Secure)

HTML – Мова гіпертекстової розмітки (Hypertext Markup Language)

HL7 – міжнародна організація та сімейство стандартів для обміну медичними даними (Health Level Seven International).

GDPR – Загальний регламент захисту даних Європейського Союзу (General Data Protection Regulation).

FHIR – міжнародний стандарт для електронного обміну медичними даними (Fast Healthcare Interoperability Resources)

EOQ – модель економічно оптимального розміру замовлення (Economic Order Quantity).

DHIS2 – District Health Information Software 2, платформа для збору, аналізу та візуалізації медичних даних.

CSV – Comma-Separated Values, файловий формат, котрий є відмежовувальним форматом для представлення табличних даних, у якому поля відокремлюються символом коми та переходу на новий рядок.

CSS – Каскадні таблиці стилів (Cascading Style Sheets)

CSRF – міжсайтове підроблення запиту (Cross-Site Request Forgery).

CRUD – базові операції над даними: створення, читання, оновлення, видалення (Create, Read, Update, Delete).

CAPTCHA – повністю автоматизований публічний тест Тюринга для розрізнення комп'ютерів і людей (completely automated public turing test to tell computers and humans apart)

ATC – міжнародна система класифікації лікарських засобів (Anatomical Therapeutic Chemical Classification System)

ASGI – асинхронний інтерфейс взаємодії між веб-сервером і Python-додатком (Asynchronous Server Gateway Interface).

API – програмний інтерфейс застосунків (Application Programming Interface).

ABC/XYZ – комбінований метод класифікації запасів за значущістю (ABC) та стабільністю попиту (XYZ).

ВСТУП

Реформування вітчизняної системи охорони здоров'я актуалізує проблему забезпечення прозорості, контрольованості та ефективності управління запасами лікарських засобів як одного з визначальних факторів безперервного надання медичної допомоги населенню. Недоліки в обліку, затримки у поповненні запасів, брак актуальних відомостей про наявність препаратів на складах та у медичних закладах зумовлюють як дефіцит необхідних препаратів, так і утворення їх надлишків із подальшим списанням через закінчення термінів придатності. Такі явища спричиняють суттєві фінансові збитки та створюють додаткові ризики для пацієнтів. Впровадження веб-орієнтованих інформаційних систем, інтегрованих із національною інфраструктурою eHealth, уможлиблює автоматизацію процесів обліку, моніторингу та розподілу запасів, забезпечує оперативний доступ до інформації, підвищує транспарентність управлінських рішень і загальну якість медичної логістики. Для вирішення окресленої проблеми у роботі застосовано методи системного аналізу, логістики управління запасами, об'єктно-орієнтованого моделювання та сучасні веб-технології розробки інформаційних систем.

Мета і завдання роботи

Мета роботи полягає у підвищенні надійності та прозорості розподілу медичних запасів через створення веб-системи з функціоналом моніторингу залишків, управління замовленнями, генерації звітів та інтеграції з медичним стандартом FHIR.

Її досягнення передбачає вирішення наступних *завдань*:

1. Провести аналіз предметної області та сформулювати вимоги до користувачів і ролей.
2. Розробити моделі даних (каталог виробів, склади та локації, замовлення, поставки, рух запасів).

3. Впровадити систему обліку запасів з контролем мінімальних рівнів та автоматичними сповіщеннями при досягненні критичних порогів.
4. Реалізувати функціонал процесів закупівлі, а саме, створення замовлень, їх погодження, приймання товарів та оновлення інвентарних даних.
5. Створити ієрархічний каталог (з категоріями та підкатегоріями), забезпечити функції пошуку й фільтрації.
6. Розробити модуль звітності з можливістю експорту у форматах PDF/Excel та агрегування даних за періодами, постачальниками, номенклатурою.
7. Додати інтеграційний шар на базі FHIR для представлення заявок і поставок, реалізувати автентифікацію через OAuth2.

Використані методи. У дослідженні застосовано методи системного аналізу для формалізації вимог та побудови інформаційної моделі предметної області; методи логістики управління запасами (визначення оптимальних рівнів запасів, класифікація номенклатури, розробка політик поповнення); методи об'єктно-орієнтованого та UML-моделювання для опису структури даних, компонентів системи та сценаріїв взаємодії користувачів; методи проєктування веб-орієнтованих інформаційних систем на основі архітектурних підходів MVT/REST. Програмна реалізація виконана із застосуванням мови програмування Python, веб-фреймворку Django, системи керування базами даних SQLite, а також засобів клієнтської розробки (HTML, CSS, JavaScript). Для забезпечення інтеграції з eHealth-середовищем використано специфікації стандарту FHIR і технології веб-сервісів.

Структура роботи

Магістерська дисертація на тему «Система розподілу запасів лікарських засобів у закладах охорони здоров'я України» виконана студентом *Гуйваном Іллею Юрійовичем* зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні технології в біології та медицині».

побудована за класичним типом та викладена на сторінках машинописного тексту. Вона складається з: вступу; 4 розділів (*аналіз сучасного стану управління медичними запасами, комплексне проєктування та моделювання процесів функціоналу веб-сайту, засоби реалізації веб-сайту, програмна реалізація та методика роботи веб-сайту*), розділу зі стартап-проєктів, висновків до кожного з цих розділів; загальних висновків; списку використаних джерел, який налічує 59 джерел та додатків (9 – на кирилиці, 50 – на латиниці). В роботі представлено 69 рисунків і 3 таблиці.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНИМИ ЗАПАСАМИ

У першому розділі проаналізовано актуальний стан системи лікарського забезпечення України, включаючи нормативно-правові та організаційні аспекти її функціонування, а також основні проблеми забезпечення доступності та управління запасами лікарських засобів. Здійснено систематизацію теоретичних основ логістики медичних запасів, зокрема розглянуто методи класифікації за критеріями ABC/XYZ, моделі оптимізації замовлень та систему показників для оцінки ефективності. Значну увагу приділено інформаційним системам управління медичними запасами (LMIS/eLMIS), визначено їхню роль у процесах цифровізації охорони здоров'я та можливості інтеграції з національною електронною системою охорони здоров'я на основі міжнародних стандартів HL7 FHIR. На основі аналізу міжнародного досвіду впровадження платформ OpenLMIS, DHIS2 та Logistimo сформульовано вимоги та визначено методологічні підходи до розробки спеціалізованого програмного модуля розподілу лікарських засобів, який є предметом дослідження у даній роботі.

1.1. Сучасний стан системи лікарського забезпечення в Україні

Система охорони здоров'я України протягом останніх років перебуває у стані активного реформування. Основною метою змін є перехід до пацієнт-орієнтованої моделі з посиленням ролі первинної ланки медичної допомоги та раціональним використанням наявних ресурсів. Згідно зі звітом Всесвітньої організації охорони здоров'я «Health systems in action: Ukraine», у системі відбулося помітне посилення інституційної спроможності, однак зберігаються проблеми з доступністю лікарських засобів та їх ефективним розподілом [1].

Правову основу обігу лікарських засобів складає Закон України «Про лікарські засоби» №123/96-ВР, який регламентує вимоги до всіх етапів поводження

з препаратами — від створення і реєстрації до транспортування, зберігання та розподілу між медичними закладами [2]. Цим законом також визначаються повноваження органів виконавчої влади у фармацевтичній сфері. Окремо наголошується на необхідності належної організації процесів зберігання і розподілу, що створює нормативну базу для впровадження автоматизованих систем управління запасами.

Реформування системи державних закупівель призвело до створення централізованої структури — ДП «Медичні закупівлі України», яка відповідає за прозоре та економічно обґрунтоване придбання лікарських засобів і медичних виробів за бюджетні кошти [3]. При цьому функції безпосереднього зберігання та розподілу до лікувальних закладів залишаються за регіональними та місцевими складами. На цьому рівні переважно використовуються паперові форми обліку або окремі електронні рішення без належної інтеграції між собою.

На державному рівні відбувається активне впровадження цифрових технологій у медичній галузі. Центральним елементом цифровізації є ЕСОЗ, яка функціонує як центральна база даних з підключеними МІС [4]. Через них здійснюється ведення електронних рецептів, медичних записів пацієнтів, формується статистична звітність. Водночас питання управління запасами лікарських засобів часто вирішуються на рівні окремих локальних модулів у складі різних МІС або взагалі поза ними. Така ситуація призводить до дублювання інформації, відсутності загальної прозорості та неможливості оперативного аналізу стану забезпеченості препаратами.

За результатами національної оцінки ланцюга постачання (National Supply Chain Assessment), проведеної за підтримки USAID, визначено основні проблеми фармацевтичної логістики в Україні [5]. До них належать недостатня інтегрованість інформаційних систем різних рівнів, обмежена видимість реальних запасів на складах і в закладах, відсутність єдиних стандартів для формування логістичної звітності (рис. 1.1). Ці обставини обґрунтовують актуальність розробки спеціалізованих систем розподілу лікарських засобів з можливістю інтеграції до національних цифрових платформ.



Рисунок 1.1 – Узагальнена модель системи лікарського забезпечення України:
ланцюг постачання, проблеми та наслідки

1.2. Теоретичні засади управління запасами лікарських засобів

Ланцюг постачання лікарських засобів включає кілька послідовних етапів: прогнозування потреб закладів охорони здоров'я, планування обсягів закупівель, власне закупівлю препаратів, їх транспортування та зберігання на різних рівнях (національні, регіональні, лікарняні склади), а також розподіл до кінцевих споживачів. У міжнародних методичних рекомендаціях з логістики медичних товарів підкреслюється, що ефективність такого ланцюга значною мірою визначається якістю даних про наявність запасів та їх переміщення між рівнями системи [6].

Логістична система управління запасами базується на кількох ключових елементах. Насамперед застосовується класифікація запасів за методами ABC та XYZ, що дозволяє виділити найбільш критичні позиції та встановити для них більш жорсткі правила контролю й моніторингу. Для кожної категорії визначаються основні параметри запасів: мінімальний та максимальний рівні, точка замовлення

нової партії, оптимальний розмір партії постачання, величина страхового резерву [6].

Для визначення економічно доцільного розміру замовлення широко застосовується модель EOQ, у якій оптимальний розмір замовлення Q^* або обчислюють за формулою (1.1) [6]:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (1.1)$$

Якість логістичних процесів оцінюється за допомогою спеціальних показників: рівень відсутності запасів (stock-out), частка списань через закінчення терміну придатності, точність даних обліку, тривалість циклу виконання замовлення [6].

Для системи охорони здоров'я особливого значення набуває той факт, що дефіцит лікарських засобів має прямий вплив на показники смертності та якість медичної допомоги населенню. З іншого боку, надмірні запаси призводять до значних фінансових втрат через прострочення препаратів, особливо дорогих і таких, що потребують спеціальних температурних режимів зберігання. У зв'язку з цим для управління медичними запасами рекомендується застосовувати логістичні інформаційні системи (LMIS), які забезпечують систематичний збір, узагальнення та аналіз даних по всьому ланцюгу постачання [6].

LMIS функціонує як підсистема загальної системи управління охороною здоров'я. При цьому вона оперує специфічними даними: номенклатурою препаратів, поточними залишками, операціями надходження та відпуску, інформацією про переміщення за партіями та термінами придатності, відомостями про постачальників і маршрути доставки. Згідно з міжнародними стандартами організації LMIS, передбачається регулярне формування звітів на основі набору ключових логістичних індикаторів. Це створює інформаційну базу для прийняття

управлінських рішень щодо перерозподілу запасів між закладами, коригування планових обсягів закупівель, оптимізації структури складської мережі [6].

З позицій системного підходу інформаційна система розподілу запасів лікарських засобів має забезпечувати виконання кількох важливих вимог. По-перше, необхідна цілісність даних, тобто уникнення дублювання інформації та розбіжностей між різними рівнями системи. По-друге, система повинна забезпечувати трасованість — можливість відстеження шляху кожної партії препарату від постачальника до кінцевого споживача. По-третє, потрібна прозорість, тобто доступність узагальненої інформації для органів управління охороною здоров'я [5; 6]. Нарешті, система має забезпечувати інтеоперабельність — стандартизований обмін даними з іншими інформаційними системами (ЕСОЗ, системами закупівель, фінансовими модулями). Ці вимоги визначають основні функціональні та технічні характеристики системи, що розробляється в рамках даної роботи.

1.3. Інформаційні системи управління медичними запасами та цифровізація охорони здоров'я

Аналіз світового досвіду показує поступовий перехід від паперових форм обліку та ізольованих програмних рішень до інтегрованих електронних систем управління медичними запасами (eLMIS). Такі системи дають можливість контролювати наявність товарів у кожній точці мережі в режимі реального часу, аналізувати динаміку споживання за періодами, автоматично генерувати замовлення та необхідну звітність [5].

В Україні цифрова трансформація медичної галузі відбувається через ЕСОЗ, яка виконує функції центральної бази даних для підключених МІС (рис. 1.2). Через МІС реалізується облік пацієнтів, надання медичних послуг, виписування електронних рецептів і формування звітності [4]. Однак логістичні модулі для управління запасами поки не мають єдиного стандарту — різні МІС розробляють власні варіанти рішень, що ускладнює консолідацію інформації на рівні МОЗ і

центральної закупівельної структури.

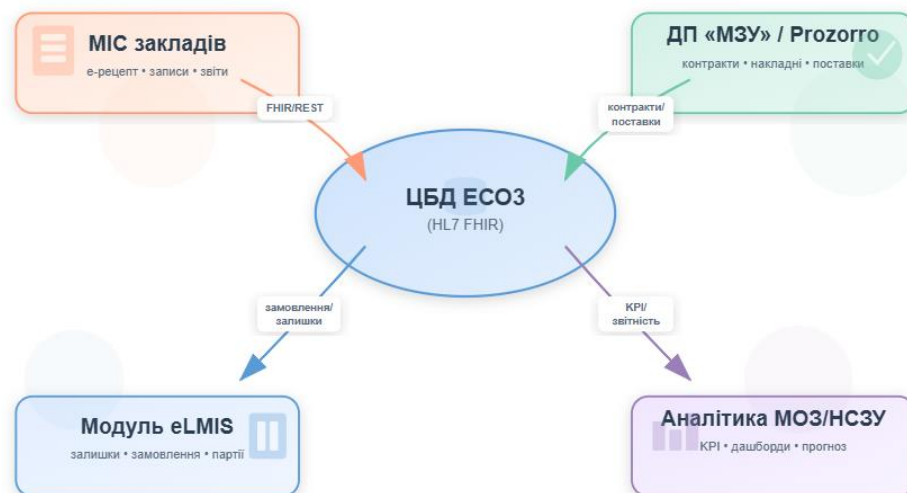


Рисунок 1.2 – Інтеграція модуля управління медичними запасами (eLMIS) з електронною системою охорони здоров'я України (ЕСОЗ)

Сучасні інформаційні системи управління медичними запасами все частіше будуються на основі міжнародних стандартів обміну медичними даними. Найбільш поширеним є стандарт HL7 FHIR, розроблений міжнародною організацією HL7 [7]. Цей стандарт визначає структури даних у вигляді так званих «ресурсів» та REST-інтерфейси для забезпечення безпечного електронного обміну медичною інформацією між різними системами. Використання FHIR дозволяє створювати модульні сервіси, які легко інтегруються з електронними медичними записами та іншими компонентами цифрової інфраструктури охорони здоров'я.

У низці національних eHealth-платформ, зокрема в українській ЕСОЗ, FHIR застосовується як базовий формат для представлення медичних ресурсів і забезпечення сумісності між центральною базою даних та зовнішніми застосунками [4; 7; 8]. Це відкриває можливість створення спеціалізованих модулів для розподілу лікарських засобів, які можуть функціонувати як окремі сервіси, але при цьому мати доступ до даних ЕСОЗ про пацієнтів, медичні заклади, договори фінансування медичної допомоги.

1.4. Огляд аналогів

1.4.1. OpenLMIS

OpenLMIS — відкрита платформа для керування логістикою медикаментів на рівні систем охорони здоров'я. Вона підтримує наскрізну видимість ланцюга постачання, модулі замовлень, облік залишків і аналітику, а також добре підходить для впроваджень спільно з міністерствами охорони здоров'я (рис. 1.3). Ключові можливості описані на офіційному сайті та у документах про функціонал і релізи [9].



Рисунок 1.3 — Головна сторінка OpenLMIS

У контексті нашого проєкту найбільший інтерес становлять кілька ключових підходів OpenLMIS. По-перше, концепція багаторівневої видимості запасів — від окремого медичного закладу до центрального складу. По-друге, рольова модель розмежування доступу між різними категоріями користувачів. Також корисним є механізм автоматичного поповнення запасів на основі порогових значень та система формування звітності. Ці рішення допоможуть досягти основної мети —

зробити облік прозорим для керівництва та донорських організацій, а також мінімізувати ситуації дефіциту критичних препаратів.

1.4.2. DHIS2 for Logistics

DHIS2 має спеціалізовані логістичні модулі для щомісячного обліку запасів, управління на рівні закладу, ведення каталогу продукції та аналітики (рис. 1.4). Через веб-інтерфейс і мобільні застосунки система дозволяє фіксувати залишки, надходження, списання, періоди відсутності товарів та втрати, а також формувати звіти й аналітичні панелі для керівництва [10].

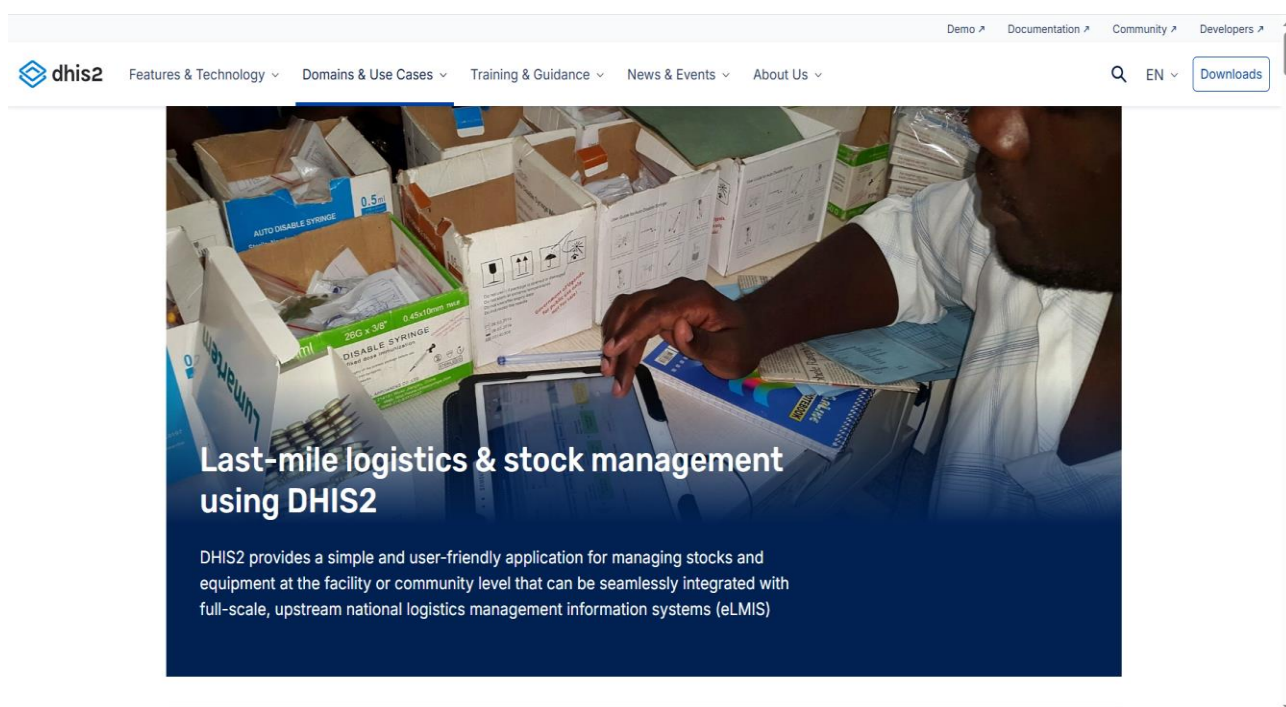


Рисунок 1.4 — Головна сторінка DHIS2

Окремої уваги заслуговує концепція Real-Time Stock (RTS) — рішення для оперативного управління запасами з підтримкою офлайн-режиму та інтеграцією з національними системами eLMIS [10]. Цей підхід може стати орієнтиром для подальшого розвитку нашої системи після реалізації базової версії. На першому етапі планується зосередитися на надійній звітності та контролі порогових значень, а в наступних версіях поступово наближатися до функціоналу RTS з оновленням даних у реальному часі та розширеними можливостями інтеграції.

1.4.3. Logistimo

Logistimo — хмарна платформа, орієнтована на вирішення проблем «останньої милі» в умовах обмежених ресурсів (рис. 1.5). Платформа робить акцент на мобільному доступі, масштабованості та наскрізній видимості мережі постачання — від міських центрів до віддалених населених пунктів. Для роботи в реальних умовах потрібні прості і швидкодіючі інтерфейси, здатні функціонувати навіть за нестабільного інтернет-з'єднання [11].

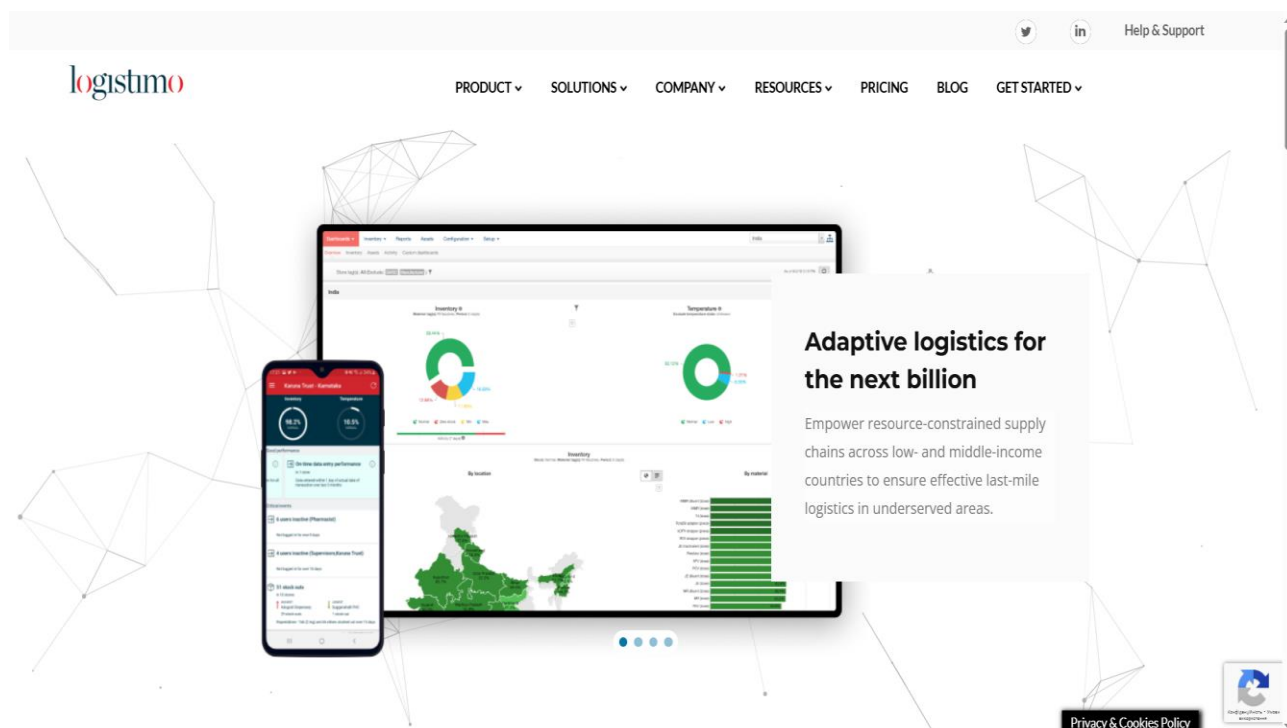


Рисунок 1.5 — Головна сторінка Logistimo

З досвіду Logistimo для нашого проєкту корисні ідеї мобільної доступності, толерантності до відсутності зв'язку та автоматичних сповіщень про необхідність поповнення запасів. Також важливими є контроль термінів придатності препаратів та можливість пріоритизації критичних позицій. Ці функції заплановані для впровадження у наступних версіях системи: спочатку буде створено надійну основу обліку та звітності, а потім додаватимуться розширені можливості прогнозування попиту та сценарії роботи у польових умовах.

Висновки до розділу 1

У першому розділі проаналізовано сучасний стан лікарського забезпечення в Україні, теоретичні засади управління запасами та рівень цифровізації охорони здоров'я. Виявлено проблеми фрагментації обліку, відсутності інтегрованих систем та обмеженої видимості запасів на рівні складів і медичних закладів. Теоретичний аналіз підтвердив доцільність застосування формалізованих методів управління запасами (ABC/XYZ, EOQ, порогові значення) та створення логістичних систем, що забезпечують цілісність і трасованість даних.

Огляд міжнародного досвіду (OpenLMIS, DHIS2, Logistimo) показав ефективність інтегрованих рішень з багаторівневою видимістю запасів, автоматизованим формуванням замовлень та мобільною підтримкою. Для України критичним є узгодження з ECO3 та застосування стандартів HL7 FHIR. Сформульовано основні вимоги до системи розподілу медичних запасів: інтеграція з цифровою інфраструктурою, підтримка формалізованих моделей, масштабованість та адаптивність до різних рівнів медичної мережі.

РОЗДІЛ 2

КОМПЛЕКСНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФУНКЦІОНАЛУ ВЕБ-САЙТУ

У даному розділі представлено комплексний підхід до проєктування інформаційної системи управління розподілом запасів лікарських засобів у медичних закладах. Розглянуто концептуальну модель життєвого циклу системи та відповідні нормативні стандарти, проведено обґрунтування обраних технологій проєктування із застосуванням нотації UML. Розроблено модель варіантів використання системи та діаграми послідовностей, що відображають ключові сценарії взаємодії користувачів. Надалі представлено інформаційну модель системи через діаграму класів із супровідними таблицями специфікації сутностей, а також діаграми діяльності, що ілюструють основні бізнес-процеси, та діаграми станів для центральних об'єктів системи. Розділ завершується описом архітектурного рішення через діаграму компонентів та інфраструктурної конфігурації на основі діаграми розгортання.

2.1. Модель життєвого циклу та стандарти для створення веб-системи

Розроблення інформаційної системи здійснюється з урахуванням повного життєвого циклу програмного забезпечення. Життєвий цикл охоплює такі основні етапи: аналіз вимог, проєктування, реалізацію, тестування, впровадження, експлуатацію та супроводження системи [12]. Для даної системи доцільно застосувати ітераційно-інкрементну модель, яка дозволяє поступово деталізувати вимоги та перевіряти проміжні результати на реальних даних медичних закладів. Така модель також дає можливість оперативно реагувати на зміни в нормативній базі й організаційних процесах галузі охорони здоров'я [13].

Перша ітерація передбачає створення базової функціональності: ведення довідників лікарських засобів і постачальників, облік запасів, формування простих звітів. У наступних ітераціях система доповнюється модулями перерозподілу

запасів між закладами, автоматизованого моніторингу критичних залишків, інтеграції з національною електронною системою охорони здоров'я. Поетапна реалізація знижує ризики виникнення помилок на пізніх стадіях, оскільки кожен інкремент окремо проходить тестування й апробацію на обмеженій групі користувачів [14].

У процесі розробки враховуються вимоги міжнародних стандартів ISO/IEC 12207 «Процеси життєвого циклу програмного забезпечення» та ISO/IEC 25010 «Моделі якості систем і програмних продуктів», а також відповідні національні адаптації цих документів [15;16]. Для моделювання та інтеграції медичних даних застосовується стандарт HL7 FHIR, який визначає типи ресурсів, формати обміну та профілі для медичних об'єктів (заявка на постачання, поставка, запаси). Використання зазначених стандартів забезпечує узгодженість розробки, можливість повторного використання компонентів та спрощує інтеграцію з іншими інформаційними рішеннями у сфері охорони здоров'я.

2.2. Вибір технології проєктування веб-системи

Для проєктування системи використано об'єктно-орієнтований підхід і нотацію UML, яка є фактичним стандартом для моделювання програмних систем [17]. UML дає змогу цілісно описати функціональні вимоги за допомогою діаграм прецедентів, динамічну поведінку через діаграми послідовності, діяльності та станів, статичну структуру даних через діаграму класів, а також архітектуру програмної реалізації через діаграми компонентів і розгортання. Такий підхід забезпечує зрозумілість моделей для всіх учасників проєкту – аналітиків, розробників, тестувальників і представників замовника.

Для моделювання медичних аспектів системи обрано профілі стандарту HL7 FHIR. Заявки на постачання, поставки, запаси та сесії користувачів описуються як ресурси FHIR (SupplyRequest, SupplyDelivery, InventoryItem), що дозволяє використовувати уніфіковані REST-інтерфейси, механізми валідації та можливості розширення ресурсів під національні вимоги [18;19]. Це спрощує інтеграцію з

електронною системою охорони здоров'я України та іншими FHIR-сумісними сервісами.

2.3. Модель взаємодії користувачів з FHIR-сумісною системою розподілу запасів лікарських засобів

Комплексне проєктування системи розпочинається з побудови моделі прецедентів, що визначає межі системи та коло її користувачів. На діаграмі варіантів використання (рис. 2.1) показано основних акторів: спеціаліста органу управління охороною здоров'я, менеджера закладу охорони здоров'я, медичний персонал, адміністратора системи, а також представника постачальника.

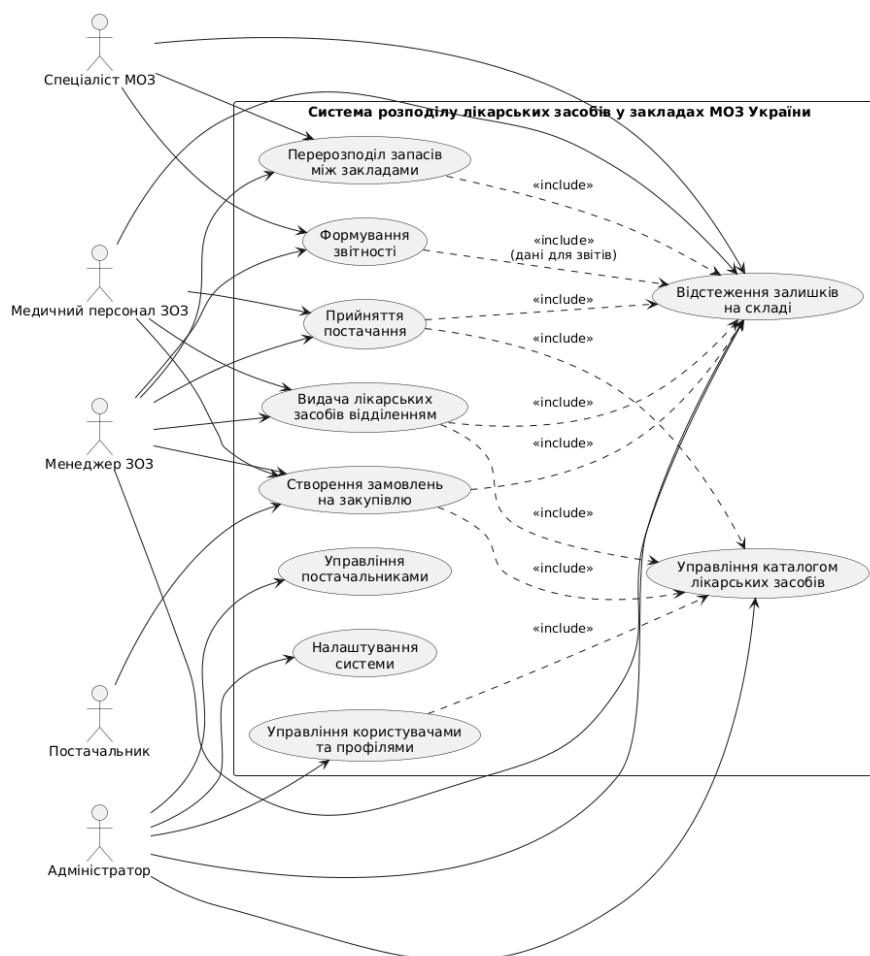


Рисунок 2.1 – Діаграма варіантів використання інформаційної системи розподілу запасів лікарських засобів у закладах охорони здоров'я України

Для кожного актора визначено типові сценарії роботи: формування замовлень на закупівлю, ведення каталогу лікарських засобів, управління постачальниками, перегляд і аналіз залишків, прийняття поставок, видача медикаментів у відділення, формування звітності, перерозподіл запасів між закладами, налаштування параметрів системи та управління користувачами і їхніми ролями. Така модель дозволяє чітко розмежувати відповідальність між користувачами різних категорій та забезпечити відповідність функціональності реальним бізнес-процесам медичних закладів.

2.4. Основні сценарії роботи системи розподілу запасів лікарських засобів

Для деталізації поведінки системи в динаміці побудовано низку діаграм послідовності, що відображають покрокову взаємодію користувачів з веб-інтерфейсом, контролерами бізнес-логіки та базою даних. Кожна діаграма відповідає окремому варіанту використання з моделі прецедентів і демонструє порядок виклику методів, виконання запитів до бази даних і повернення результатів.

Процес управління користувачами та ролями передбачає отримання адміністратором списку користувачів, створення нових облікових записів або редагування наявних із призначенням відповідних ролей. Веб-інтерфейс ініціює звернення до контролера користувачів, який взаємодіє з базою даних і повертає оновлену інформацію для відображення на екрані (рис. 2.2).

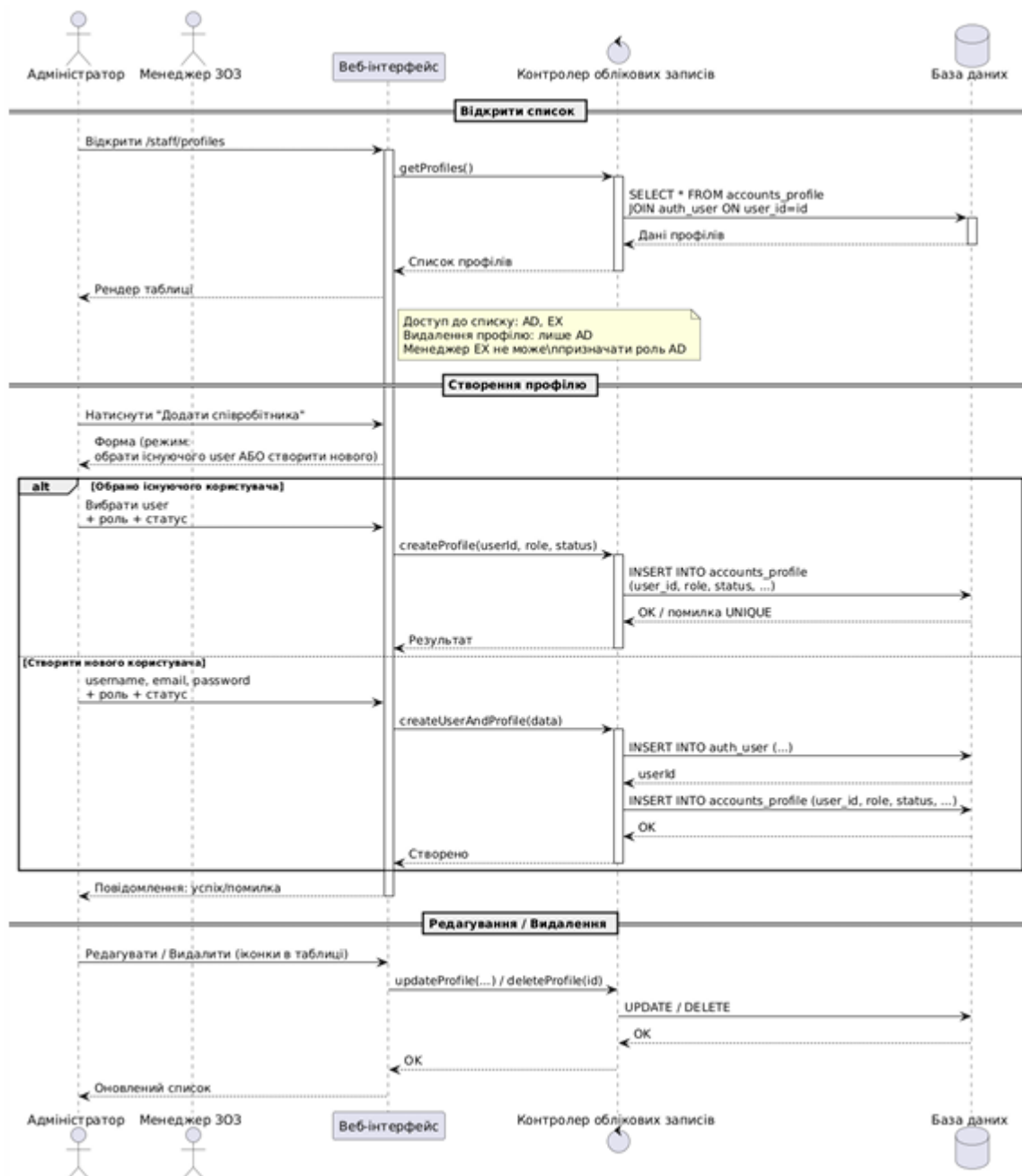


Рисунок 2.2 – Діаграма послідовності процесу управління користувачами та ролями в інформаційній системі

Управління постачальниками включає перегляд переліку контрагентів, додавання нових постачальників, оновлення їхніх реквізитів та деактивацію застарілих записів. Адміністратор через веб-інтерфейс надсилає форму з даними постачальника, контролер виконує необхідні перевірки та формує відповідні запити до таблиці постачальників (рис. 2.3).

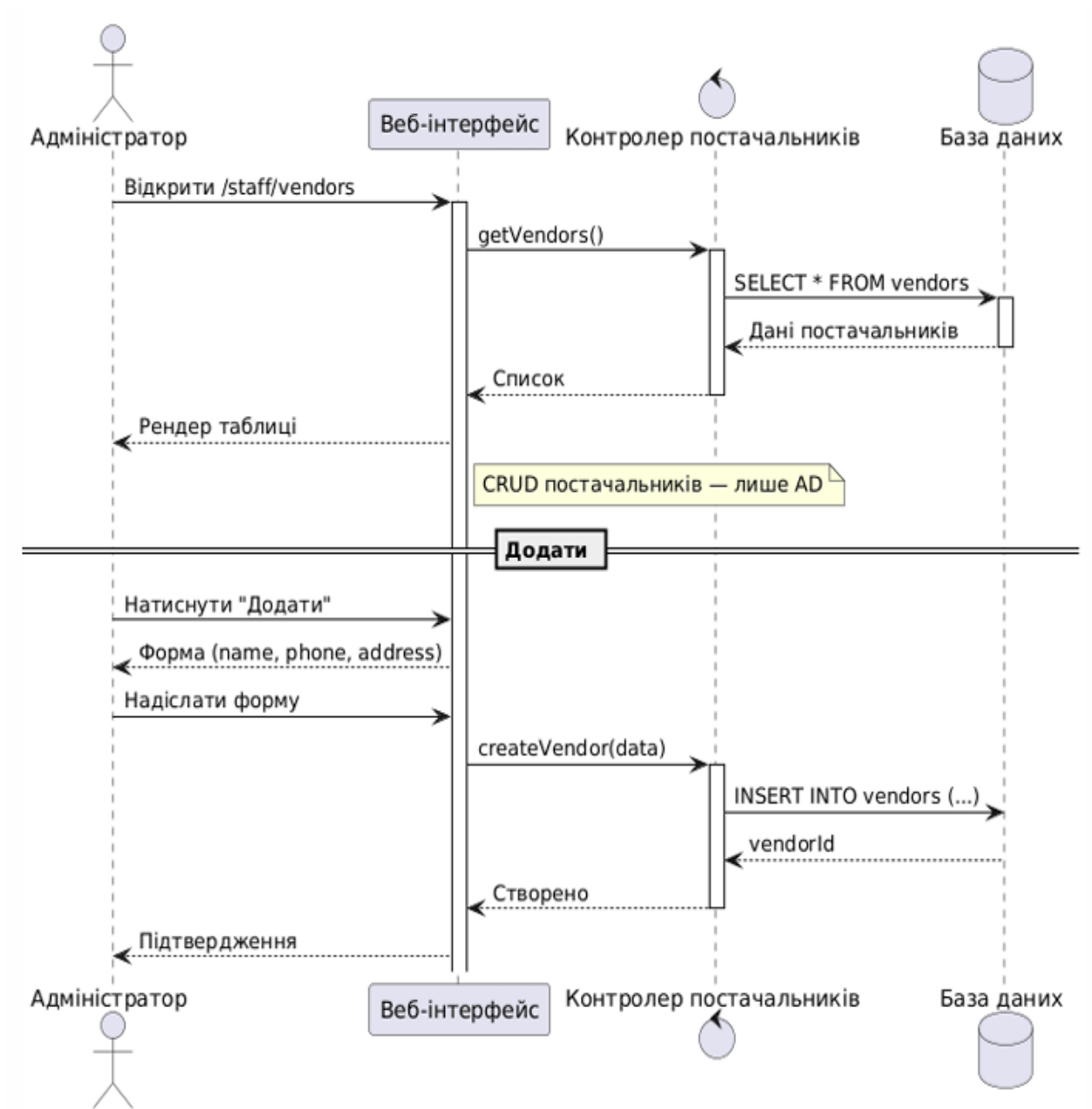


Рисунок 2.3 – Діаграма послідовності процесу управління постачальниками лікарських засобів

Робота з довідником лікарських засобів передбачає запит переліку товарів, вибір конкретної позиції, додавання нового товару з урахуванням кодів номенклатури, одиниці виміру та ціни. Контролер каталогу забезпечує виконання операцій читання й модифікації над таблицею товарів (рис. 2.4).

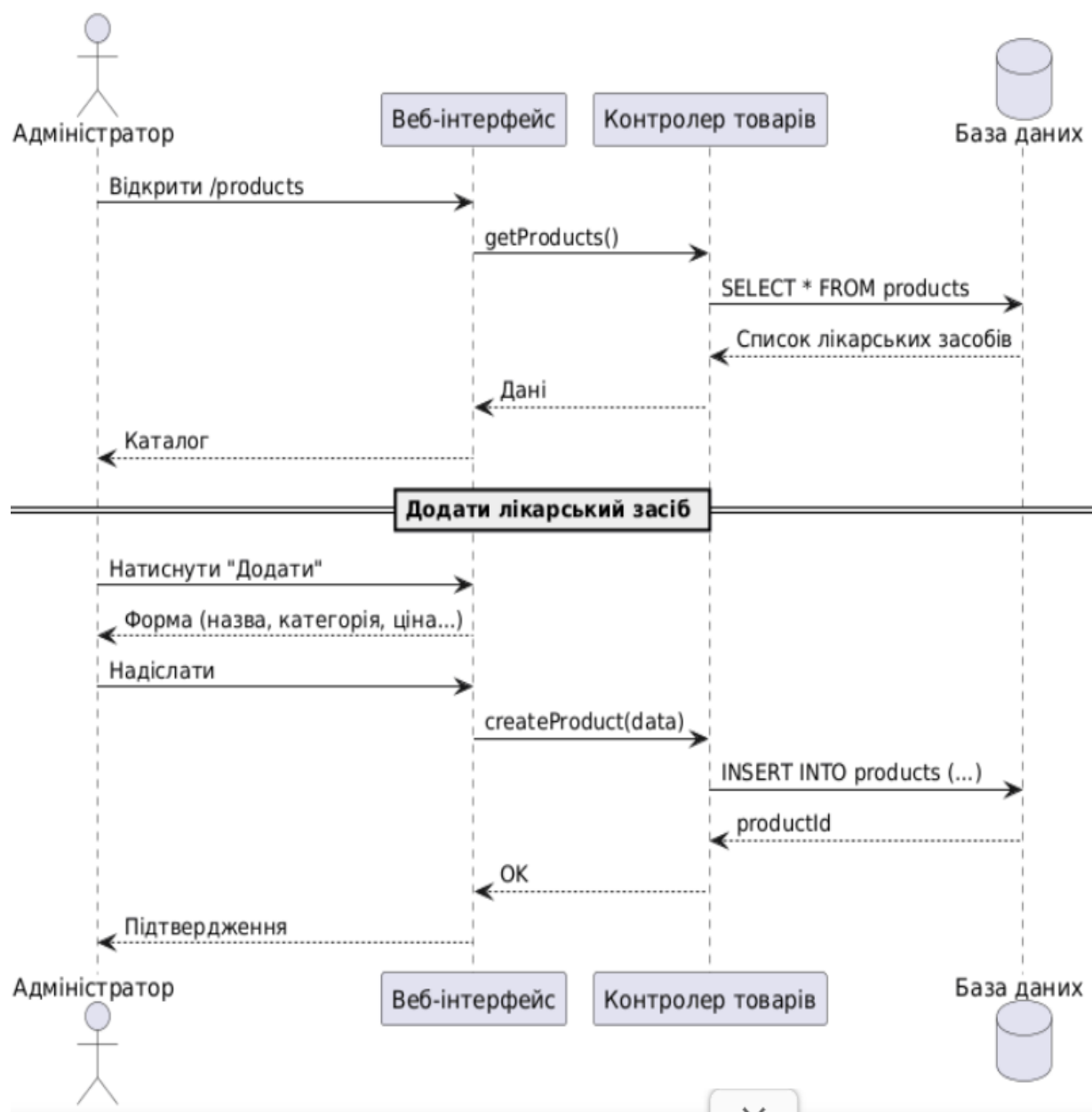


Рисунок 2.4 – Діаграма послідовності процесу управління каталогом лікарських засобів

Перегляд залишків на складі закладу охорони здоров'я реалізується через взаємодію медичного персоналу з контролером інвентарю: інтерфейс формує запит на отримання поточних залишків, контролер звертається до бази даних, агрегує інформацію за кожною позицією та повертає її для відображення у вигляді табличного звіту. При цьому додатково виділяються позиції з низьким або критичним рівнем запасів (рис. 2.5).

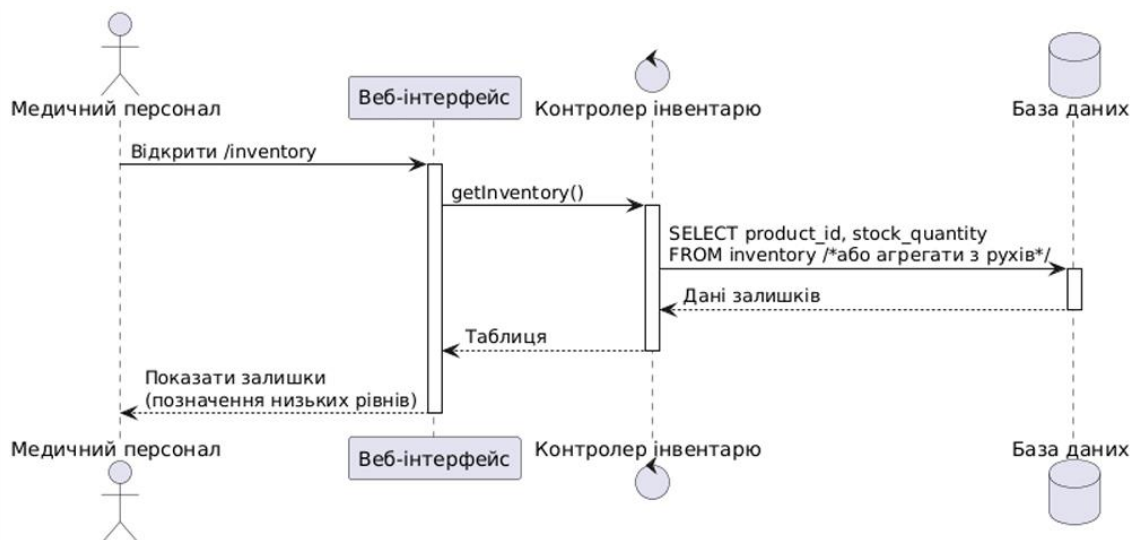


Рисунок 2.5 – Діаграма послідовності процесу перегляду залишків лікарських засобів на складі закладу охорони здоров'я

Створення замовлення на закупівлю передбачає формування медичним працівником переліку необхідних медикаментів із зазначенням кількості та вибором постачальника. Отримані дані надходять до контролера закупівель, який перевіряє коректність інформації, звертається до довідників товарів і постачальників та створює запис у таблиці замовлень зі статусом «очікує підтвердження» (рис. 2.6).

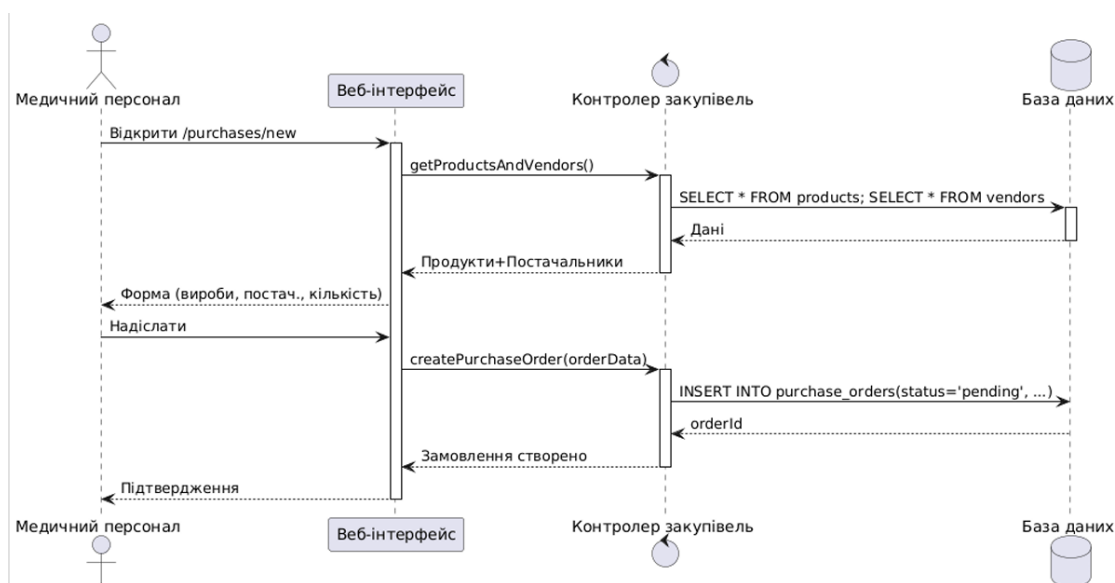


Рисунок 2.6 – Діаграма послідовності процесу створення замовлення на закупівлю лікарських засобів

Приймання постачання відбувається шляхом вибору відповідного замовлення, введення фактично отриманих кількостей і підтвердження поставки. Контролер постачань оновлює статус замовлення, формує записи про зміну залишків на складі та фіксує інформацію про розбіжності, якщо вони виявлені (рис. 2.7).

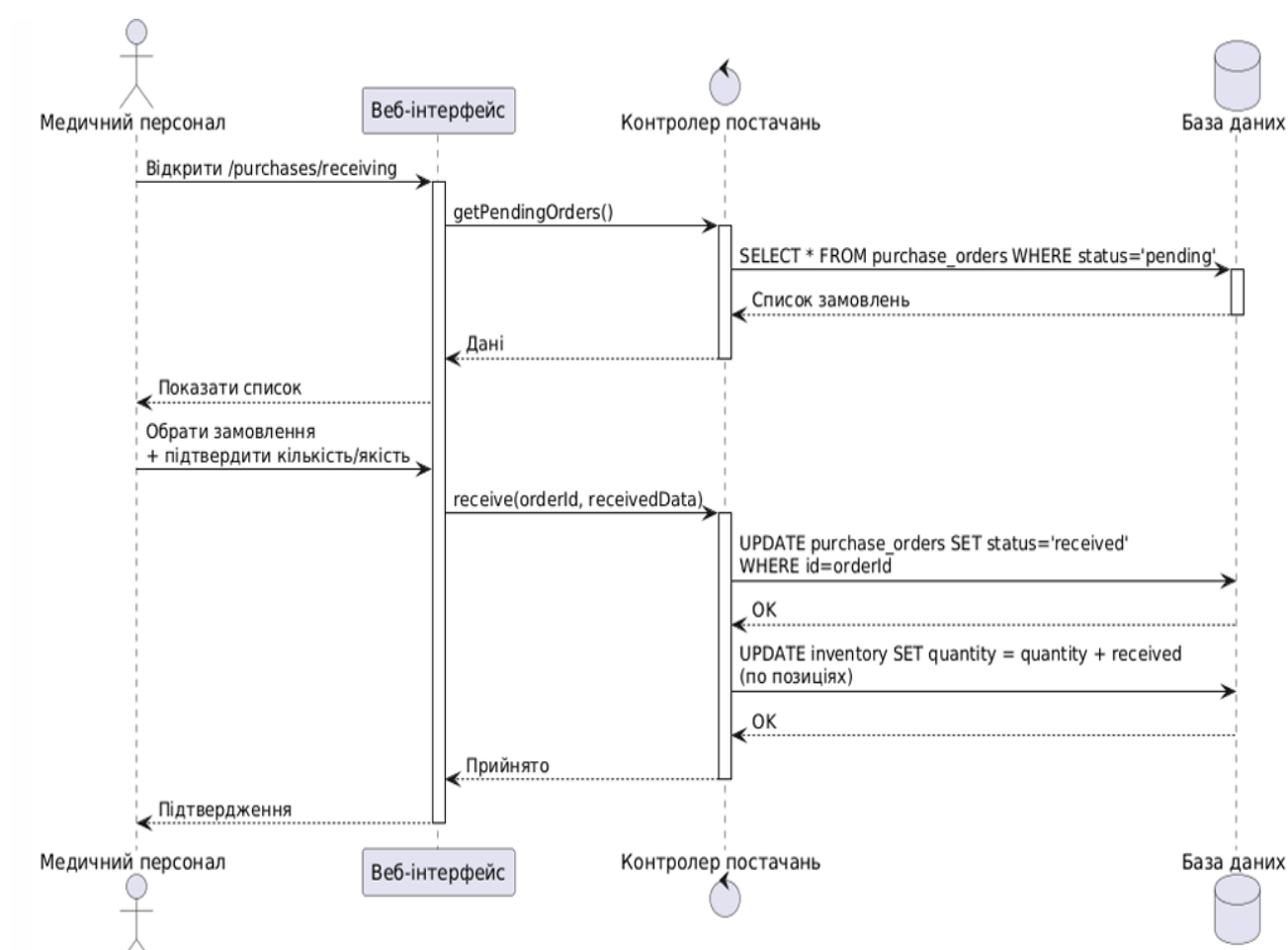


Рисунок 2.7 – Діаграма послідовності процесу прийняття постачання лікарських засобів

Видача лікарських засобів у відділення включає формування видаткового документа, перевірку наявності необхідних позицій та зменшення відповідних складських залишків. Система фіксує факт видачі в журналі руху запасів і дозволяє експортувати документ у форматі XLSX для подальшого обліку (рис. 2.8).

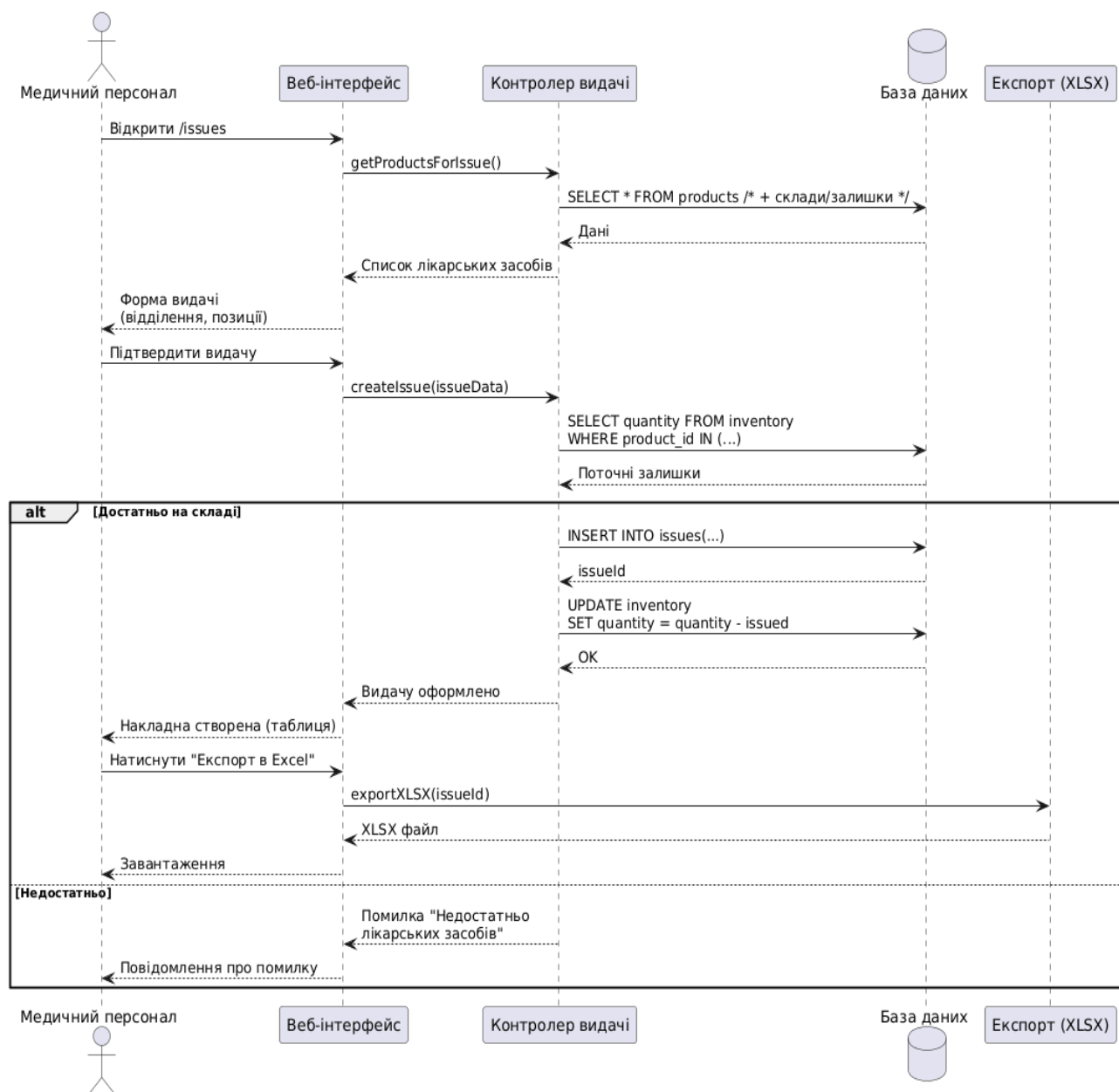


Рисунок 2.8 – Діаграма послідовності процесу видачі медикаментів у відділення закладу охорони здоров'я

Формування звітності за рухом і залишками охоплює вибір типу звіту, налаштування фільтрів (період, заклад, відділення, постачальник) та генерацію вихідного документа. Контролер звітів виконує вибірку з відповідних таблиць і формує табличне подання даних, яке може бути експортовано до Excel (рис. 2.9).

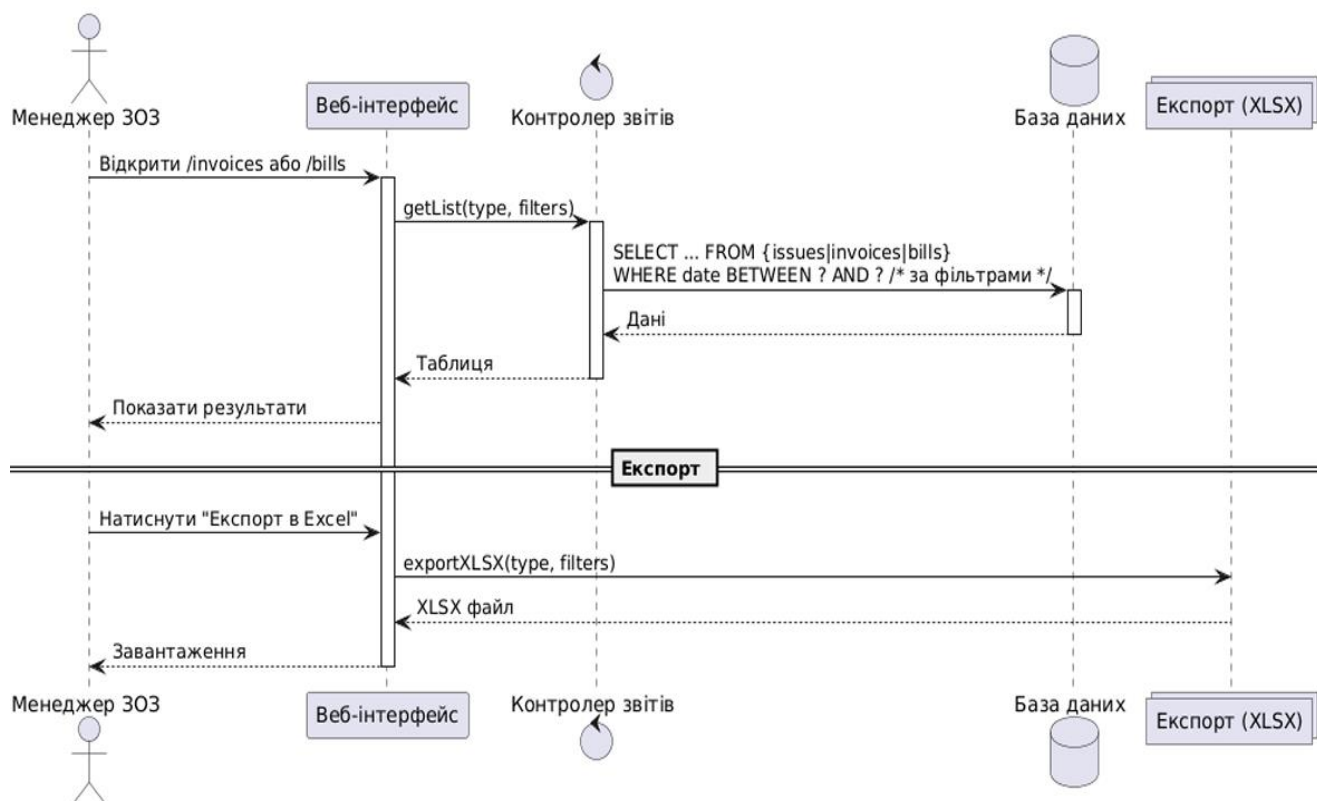


Рисунок 2.9 – Діаграма послідовності процесу формування звітності за рухом і залишками лікарських засобів

Налаштування системних параметрів здійснюється адміністратором через спеціальний інтерфейс, який дозволяє змінювати порогові значення запасів, параметри резервного копіювання та інші глобальні опції. Контролер налаштувань оновлює записи в довіднику налаштувань і, за необхідності, ініціює створення резервної копії даних (рис. 2.10). Перед збереженням змін здійснюється перевірка коректності введених даних: аналізуються числові показники (граничні та критичні рівні залишків, інтервали моніторингу), шляхи до місць зберігання резервних копій і параметри підключення до зовнішніх сервісів. У разі позитивного результату перевірки оновлені параметри зберігаються в базі даних з використанням механізму транзакцій, після чого бізнес-логіка системи застосовує їх при виконанні операцій контролю запасів, генерації сповіщень та ініціації процесів резервного копіювання. Крім того, всі модифікації конфігурації фіксуються в аудиторському журналі, що забезпечує можливість ідентифікації особи, яка вносила зміни, часу їх внесення та відновлення попередніх налаштувань у разі виявлення помилок.

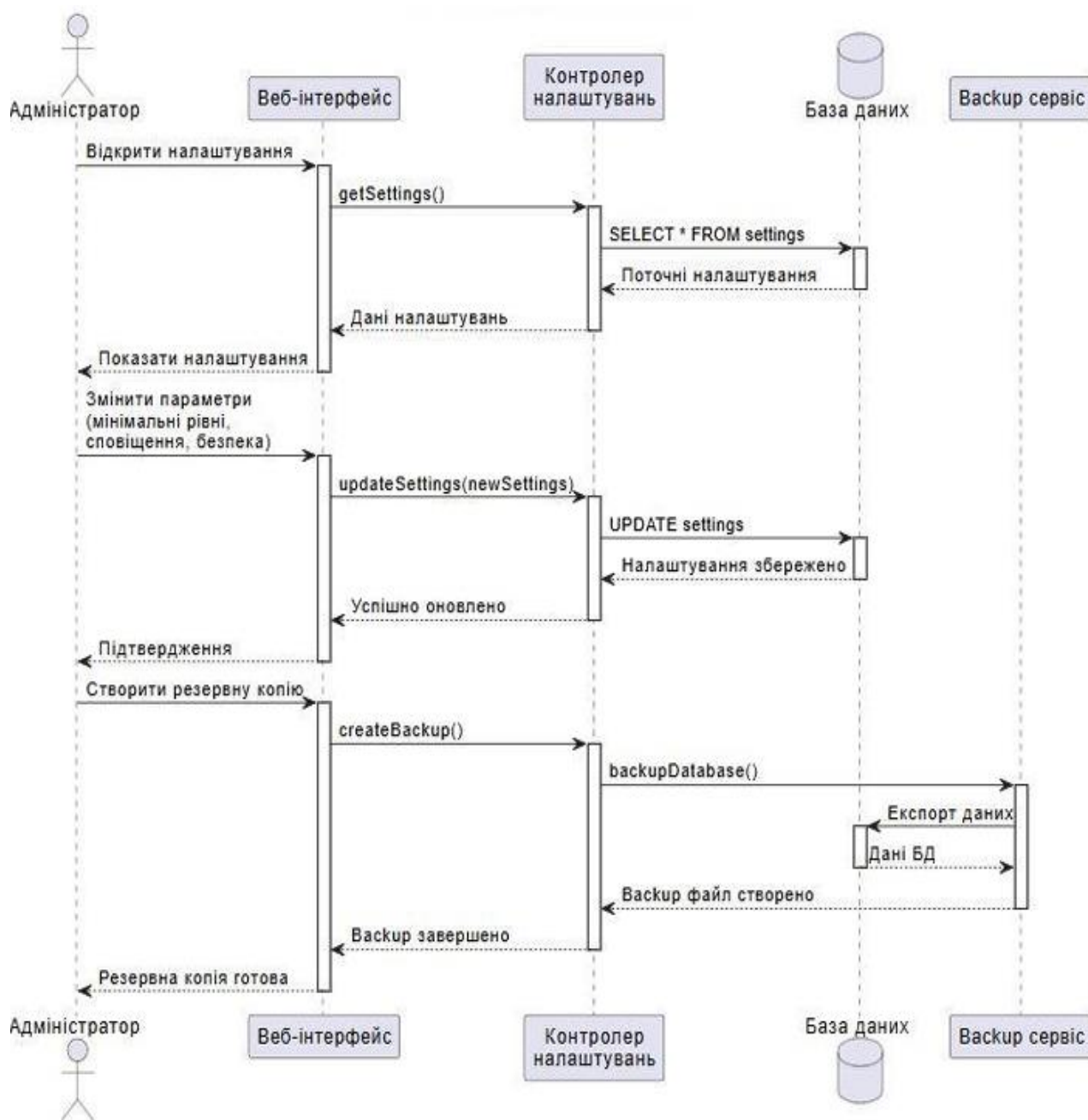


Рисунок 2.10 – Діаграма послідовності процесу налаштування параметрів інформаційної системи та резервного копіювання даних

Перерозподіл запасів між закладами охорони здоров'я передбачає формування заявки на передачу частини запасів з одного закладу до іншого, погодження її з відповідальними особами та оновлення залишків в обох установах після фактичної передачі (рис. 2.11).

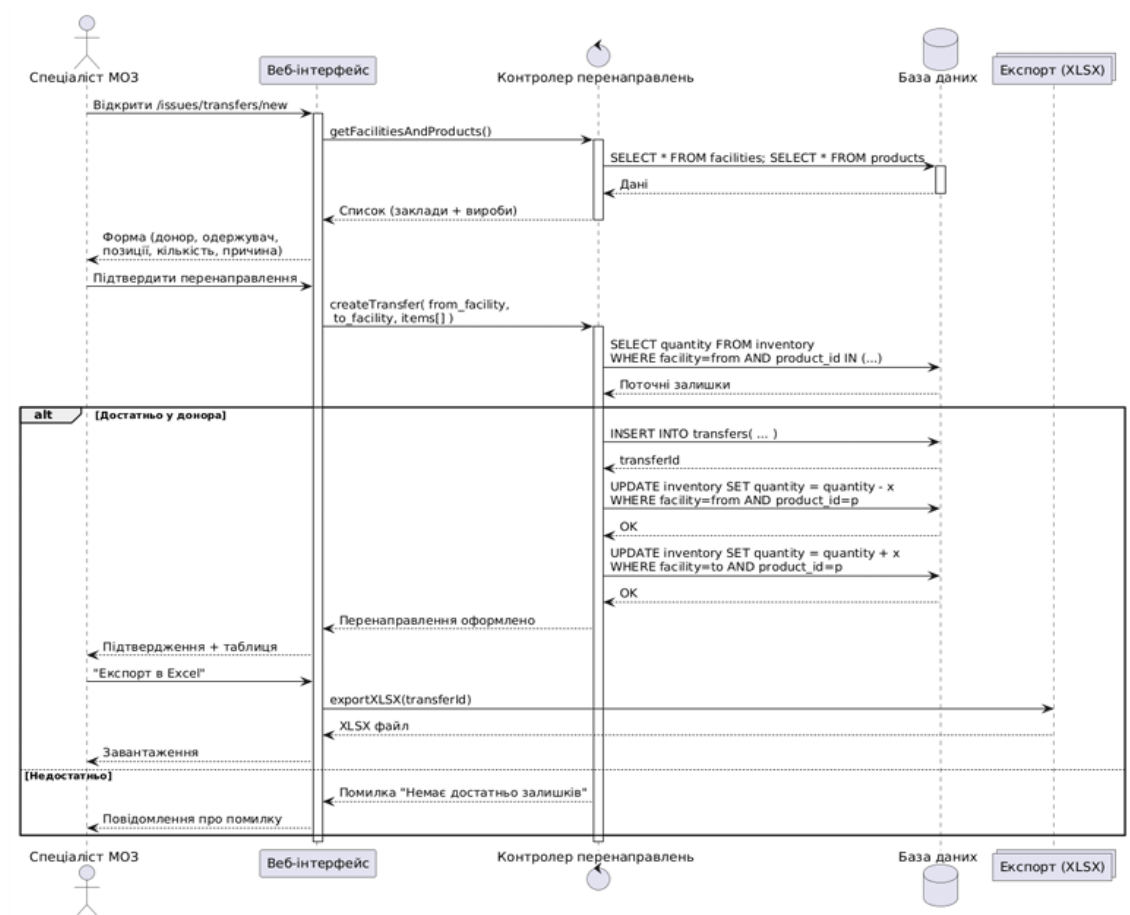


Рисунок 2.11 – Діаграма послідовності процесу перерозподілу запасів медикаментів між закладами охорони здоров'я

Окремий сценарій стосується постачальника, який має доступ до спеціального веб-інтерфейсу виключно для перегляду сформованих на його адресу замовлень без можливості їх змінювати (рис. 2.12).

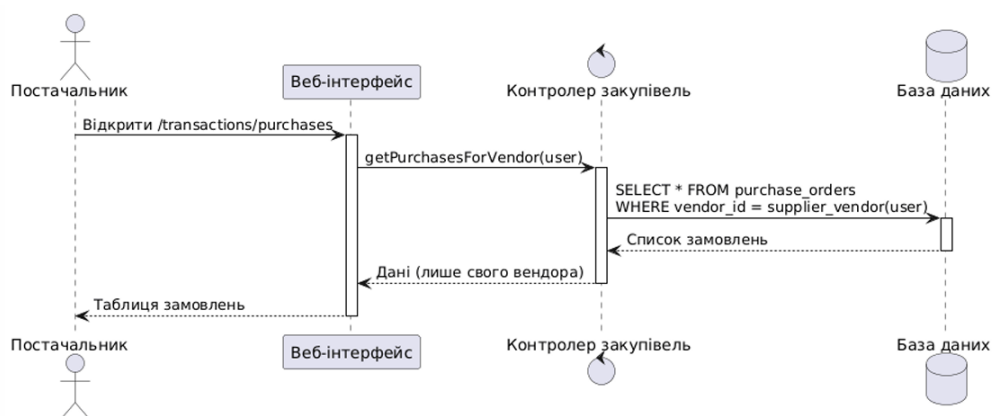


Рисунок 2.12 – Діаграма послідовності процесу перегляду замовлень постачальником

2.5. Інформаційна модель даних системи розподілу запасів лікарських засобів

Структуру даних інформаційної системи представлено у вигляді діаграми класів, яка є концептуальною моделлю системи. Діаграма класів (рис. 2.13) разом із таблицею 2.1 відображає основні сутності предметної області: користувачі системи, медичні заклади та їх структурні підрозділи, постачальники, номенклатура лікарських засобів, документи руху запасів. У таблиці 2.1 для кожного класу наведено його ідентифікатори, набір атрибутів і зв'язки з іншими класами. Така організація даних дозволяє відстежувати повний життєвий цикл кожної партії лікарських засобів — від етапу формування замовлення до моменту списання чи передачі в інший заклад.

Таблиця 2.1 – Опис класів

Назва класу	Атрибути	Операції
User	+ user_id: int [PK] + username: char[150] + email: char[254]	+ getUsername() + getEmail()
Customer	+ customer_id: int [PK] + first_name: char[256] + last_name: char[256] + address: char[256] + email: char[256] + phone: char[30]	+ getFirstName() + getLastName() + getAddress() + getEmail() + getPhone() + get_full_name() + to_select2()
Vendor	+ vendor_id: int [PK] + name: char[50] + slug: char[50] + phone_number: bigint + address: char[50]	+ getName() + getSlug() + getPhoneNumber() + getAddress()
MedicalFacility	+ facility_id: int [PK] + name: char[255] + address: char[255] + latitude: float + longitude: float + oblast: char[120]	+ getName() + getAddress() + getLatitude() + getLongitude() + getOblast()
Department	+ department_id: int [PK] + name: char[255] + facility_id: int [FK]	+ getName() + getFacility()

Продовж. табл. 2.1

Назва класу	Атрибути	Операції
DepartmentStock	+ department_stock_id: int [PK] + department_id: int [FK] + item_id: int [FK] + quantity: int	+ getDepartment() + getItem() + getQuantity()
Item	+ item_id: int [PK] + nl_code: char[255] + nl_display: char[512] + mpid: char[50] + atc_code: char[32] + manufacturer: char[200] + unit: char[50] + price: decimal + quantity: int + vendor_id: int [FK]	+ getNLCode() + getNLDisplay() + getMPID() + getATCCode() + getManufacturer() + getUnit() + getPrice() + getQuantity() + getVendor() + get_absolute_url() + to_json()
Issue	+ issue_id: int [PK] + department_id: int [FK] + created_by_id: int [FK] + created_at: datetime + status: char[12] + note: text + total_items: int + total_quantity: int	+ getDepartment() + getCreatedBy() + getCreatedAt() + getStatus() + getNote() + getTotalItems() + getTotalQuantity()
IssueItem	+ issue_item_id: int [PK] + issue_id: int [FK] + item_id: int [FK] + quantity: int	+ getIssue() + getItem() + getQuantity()
Transfer	+ transfer_id: int [PK] + from_facility_id: int [FK] + to_facility_id: int [FK] + status: char[16] + comment: text + created_at: datetime + created_by_id: int [FK]	+ getFromFacility() + getToFacility() + getStatus() + getComment() + getCreatedAt() + getCreatedBy() + clean()
TransferItem	+ transfer_item_id: int [PK] + transfer_id: int [FK] + item_id: int [FK] + quantity: int	+ getTransfer() + getItem() + getQuantity()
Purchase	+ purchase_id: int [PK] + item_id: int [FK] + vendor_id: int [FK] + description: text + order_date: datetime + delivery_date: datetime + quantity: int + price: decimal + total_value: decimal	+ getItem() + getVendor() + getDescription() + getOrderDate() + getDeliveryDate() + getQuantity() + getPrice() + getTotalValue() + save()

Кінець табл. 2.1

Назва класу	Атрибути	Операції
Sale	+ sale_id: int [PK] + customer_id: int [FK] + date_added: datetime + sub_total: decimal + discount: decimal + grand_total: decimal	+ getCustomer() + getDateAdded() + sum_products()
SaleDetail	+ sale_detail_id: int [PK] + sale_id: int [FK] + item_id: int [FK] + price: decimal + quantity: int	+ getSale() + getItem() + getPrice() + getQuantity()
Delivery	+ delivery_id: int [PK] + item_id: int [FK] + vendor_id: int [FK] + customer_name: char[30] + phone_number: char[20] + location: char[20] + date: datetime + is_delivered: bool + created_by_id: int [FK]	+ getItem() + getVendor() + getCustomerName() + getPhoneNumber() + getLocation() + getDate() + getIsDelivered() + getCreatedBy()

Клас лікарського засобу містить коди номенклатури, найменування, одиницю виміру, ціну, виробника та зв'язок із постачальником. Клас залишків у відділенні пов'язаний як із конкретним товаром, так і з конкретним підрозділом закладу, що дозволяє вести облік не лише на рівні центрального складу, а й на рівні окремих відділень. Документальні класи (замовлення, поставка, видача, передача) містять реквізити документів і композиційні зв'язки з класами, які описують окремі позиції цих документів.

Діаграма класів також відображає кратність зв'язків між сутностями, що є необхідним для адекватного представлення бізнес-логіки системи. Зокрема, медичний заклад може включати кілька підрозділів, кожен з яких має власні залишки лікарських засобів, при цьому одна номенклатурна позиція може присутні у різних документах руху (замовленнях, видаткових накладних, актах перерозподілу). Постачальник може мати зв'язки з декількома лікарськими засобами та поставками, що дозволяє проводити аналіз історії взаємодії та оцінку

надійності контрагентів. Така деталізація зв'язків створює можливості для формування гнучких звітів, виконання складних запитів до бази даних та подальшого розвитку системи, зокрема інтеграції з FHIR-ресурсами без порушення цілісності інформаційної моделі.

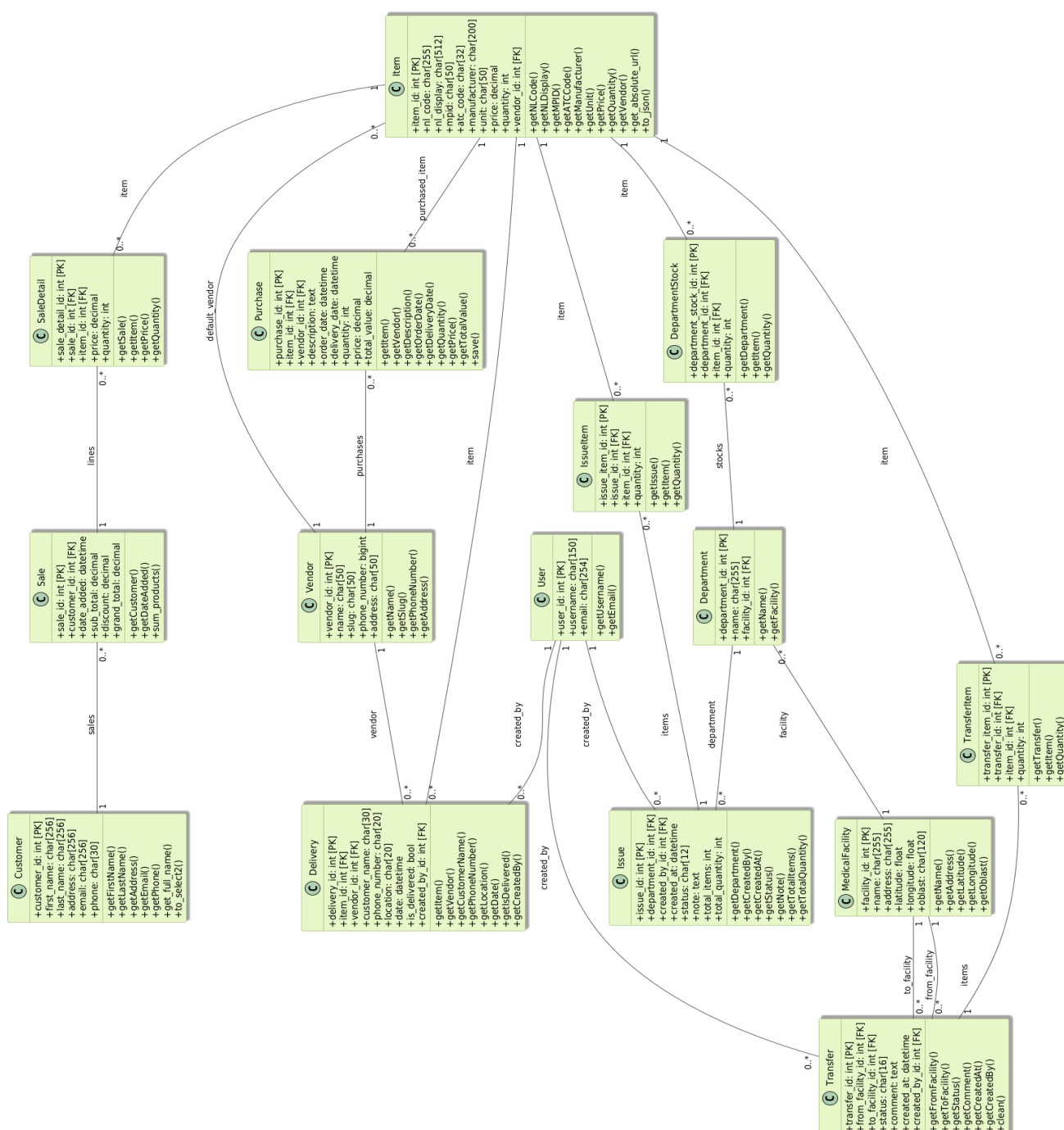


Рисунок 2.13 – Діаграма класів інформаційної системи розподілу запасів лікарських засобів у закладах охорони здоров'я України

2.6. Бізнес-процеси розподілу та обліку запасів лікарських засобів у закладах охорони здоров'я

Для формалізації ключових бізнес-процесів побудовано діаграми діяльності, які описують послідовність дій, розгалуження логіки та можливі результати виконання операцій. На діаграмі діяльності створення замовлення на закупівлю (рис. 2.14) показано весь шлях від аналізу залишків і виявлення потреби до погодження та збереження заявки в системі. Користувач послідовно обирає необхідні позиції, задає кількість, перевіряє коректність даних і відправляє замовлення на розгляд відповідальній особі.



Рисунок 2.14 – Діаграма діяльності процесу створення замовлення на закупівлю медикаментів

Процес видачі медикаментів у відділення (рис. 2.15) починається із формування запиту від відділення, продовжується перевіркою наявності запасів та узгодженням із нормативами споживання. За наявності достатньої кількості товару формуються видаткові документи, оновлюються складські залишки, а товари

передаються відповідальній особі відділення під підпис. Якщо запасів недостатньо, система може ініціювати створення додаткової заявки на закупівлю.



Рисунок 2.15 – Діаграма діяльності процесу видачі лікарських засобів у відділення.

На діаграмі діяльності прийняття постачання (рис. 2.16) відображено етапи отримання повідомлення про доставку, перевірки відповідності фактично отриманих позицій даним замовлення, фіксації розбіжностей та оновлення залишків. У разі виявлення невідповідностей формуються претензії до постачальника, а статус замовлення змінюється на «виконано», «частково виконано» чи «скасовано».

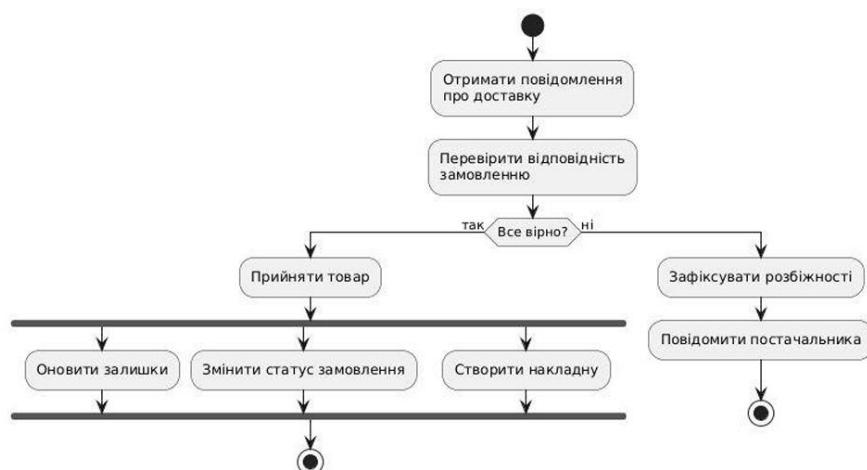


Рисунок 2.16 – Діаграма діяльності процесу прийняття постачання та оновлення складських залишків

Формування звіту за рухом і залишками лікарських засобів показано на діаграмі діяльності (рис. 2.17). Менеджер обирає тип звіту, задає період і додаткові фільтри, після чого система здійснює вибірку необхідних даних, проводить їх агрегування та формує вихідний документ. Сформований звіт може бути переглянутий на екрані, збережений у форматі PDF або Excel та надісланий електронною поштою.

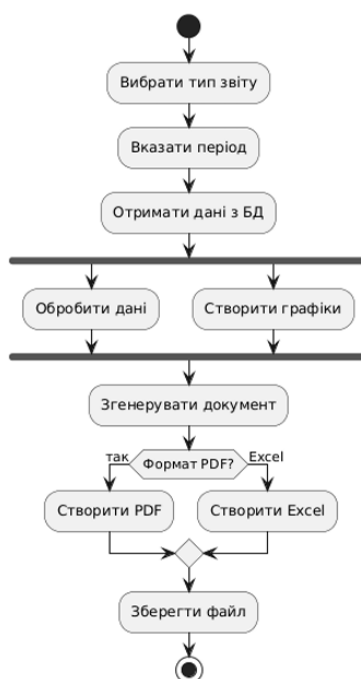


Рисунок 2.17 – Діаграма діяльності процесу формування звіту за рухом та залишками лікарських засобів

Механізм моніторингу залишків і виявлення критичних позицій продемонстровано на діаграмі діяльності (рис. 2.18). Система періодично аналізує поточні залишки, порівнює їх із встановленими пороговими значеннями та формує перелік позицій із низьким або критичним рівнем запасів. Для таких позицій можуть автоматично генеруватися проєкти заявок на закупівлю або процес ініціювання перерозподілу запасів між закладами.



Рисунок 2.18 – Діаграма діяльності процесу моніторингу залишків медикаментів і виявлення критичного дефіциту.

Загальний процес роботи користувача з інформаційною системою представлено на діаграмі діяльності (рис. 2.19). Він включає етапи автентифікації, вибору доступних модулів відповідно до ролі користувача, виконання необхідних операцій (робота з довідниками, оформлення документів, формування звітів) та завершення сеансу роботи. У разі неуспішної спроби входу користувач отримує відповідне повідомлення, а доступ до функціоналу системи блокується до введення правильних облікових даних.

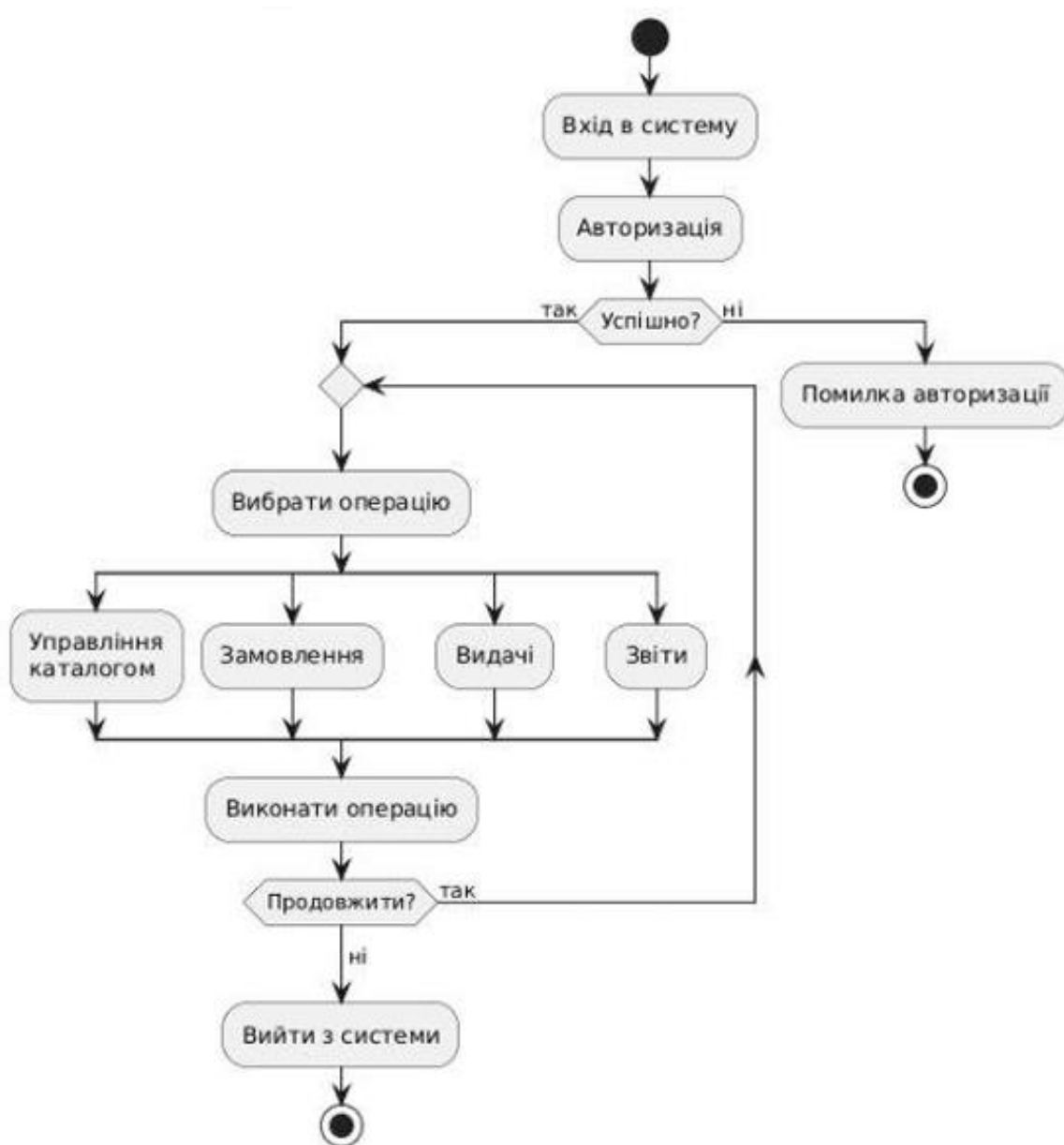


Рисунок 2.19 – Діаграма діяльності загального процесу роботи користувача в інформаційній системі

2.7. Життєві цикли FHIR-ресурсів та ключових сутностей системи розподілу запасів лікарських засобів

Для опису життєвих циклів основних об'єктів, пов'язаних із логістикою лікарських засобів, використано діаграми станів, сумісні з моделлю FHIR. На діаграмі станів ресурсу SupplyRequest (рис. 2.20) показано еволюцію заявки на постачання: від початкового стану чернетки до активного стану, подальшої обробки постачальником та завершення після повного виконання або скасування. Передбачено проміжні стани призупинення та часткового виконання, що дозволяє адекватно відображати реальні бізнес-ситуації.

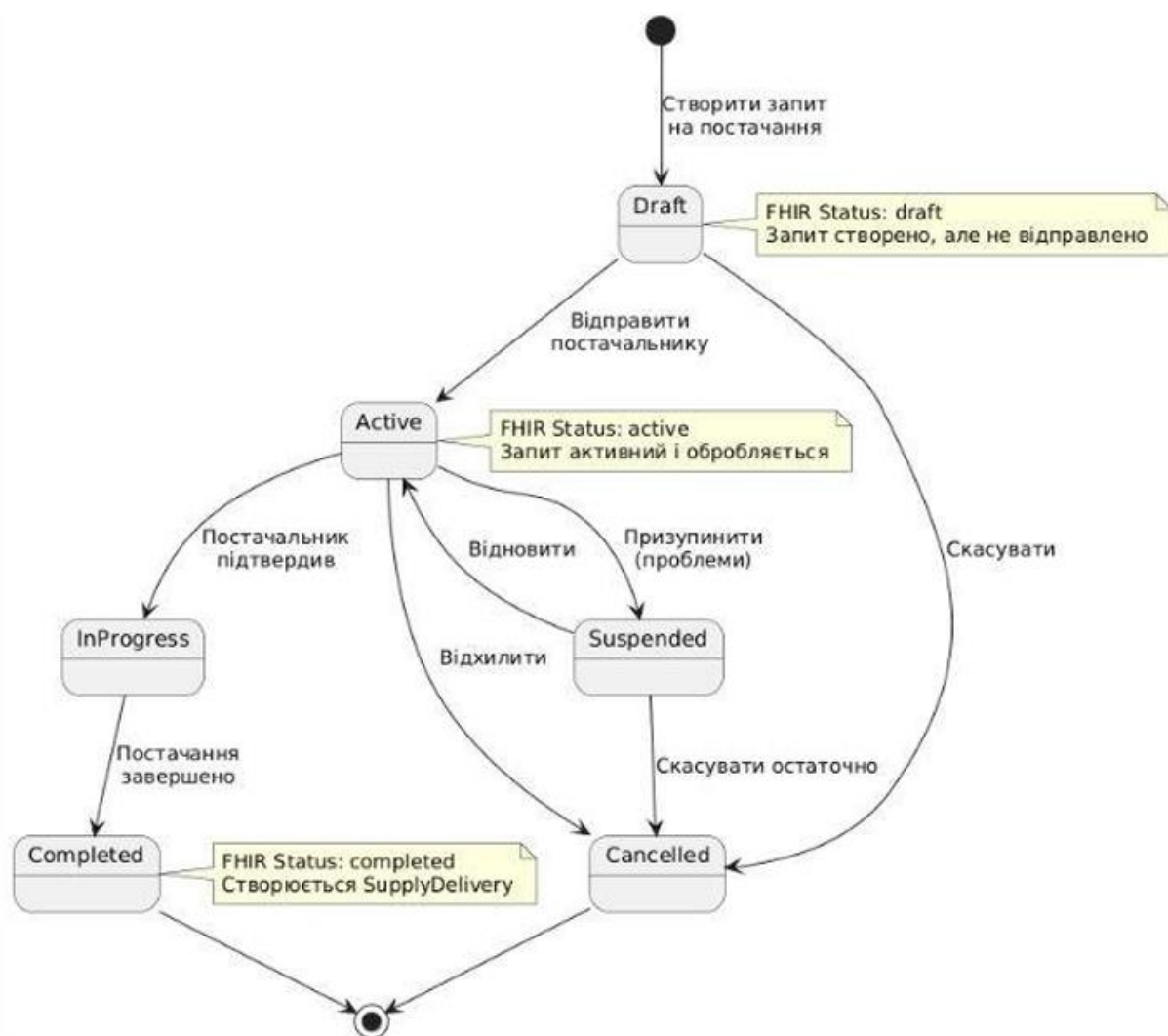


Рисунок 2.20 – Діаграма станів життєвого циклу ресурсу SupplyRequest у профілі FHIR для заявки на постачання

Діаграма станів ресурсу SupplyDelivery (рис. 2.21) описує життєвий цикл поставки: початковий стан «у процесі», етапи перевірки й прийняття, можливість часткового виконання, завершення поставки або її скасування. Переходи між станами супроводжуються відповідними операціями в базі даних, зокрема оновленням залишків і фіксацією результатів приймання.

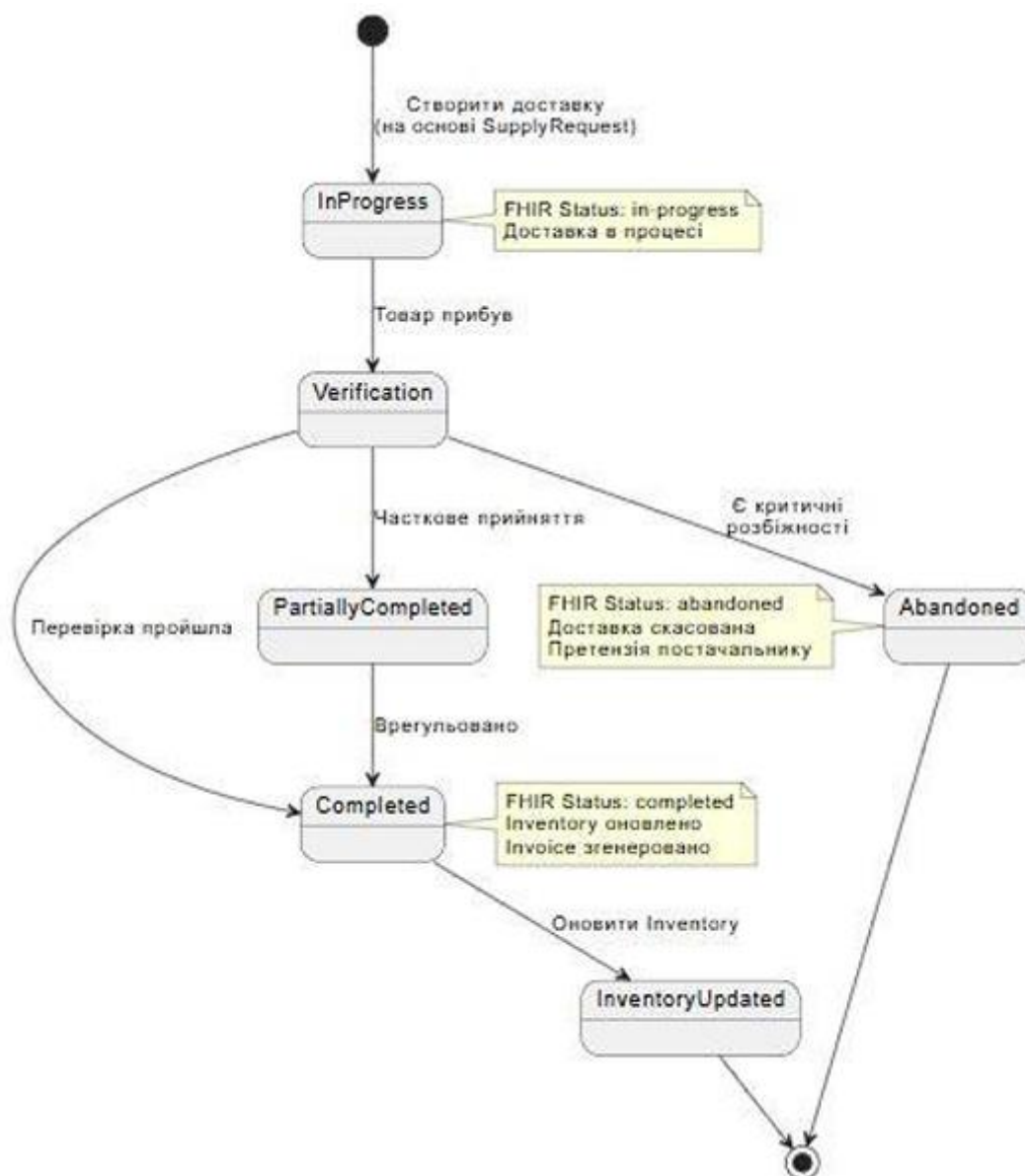


Рисунок 2.21 – Діаграма станів життєвого циклу ресурсу SupplyDelivery у профілі FHIR для доставки лікарських засобів

Стан медикаментів в інвентарі представлено на окремій діаграмі (рис. 2.22), яка містить стани «zareestrovano», «достatnii zapas», «nizkii zapas»,

«критичний дефіцит», «відсутній» та «надлишковий запас». Перехід між станами відбувається як результат надходження нових партій, видачі у відділення, списання або перерозподілу запасів між закладами. На основі поточного стану система приймає рішення щодо необхідності створення нових заявок на закупівлю чи ініціювання перерозподілу.

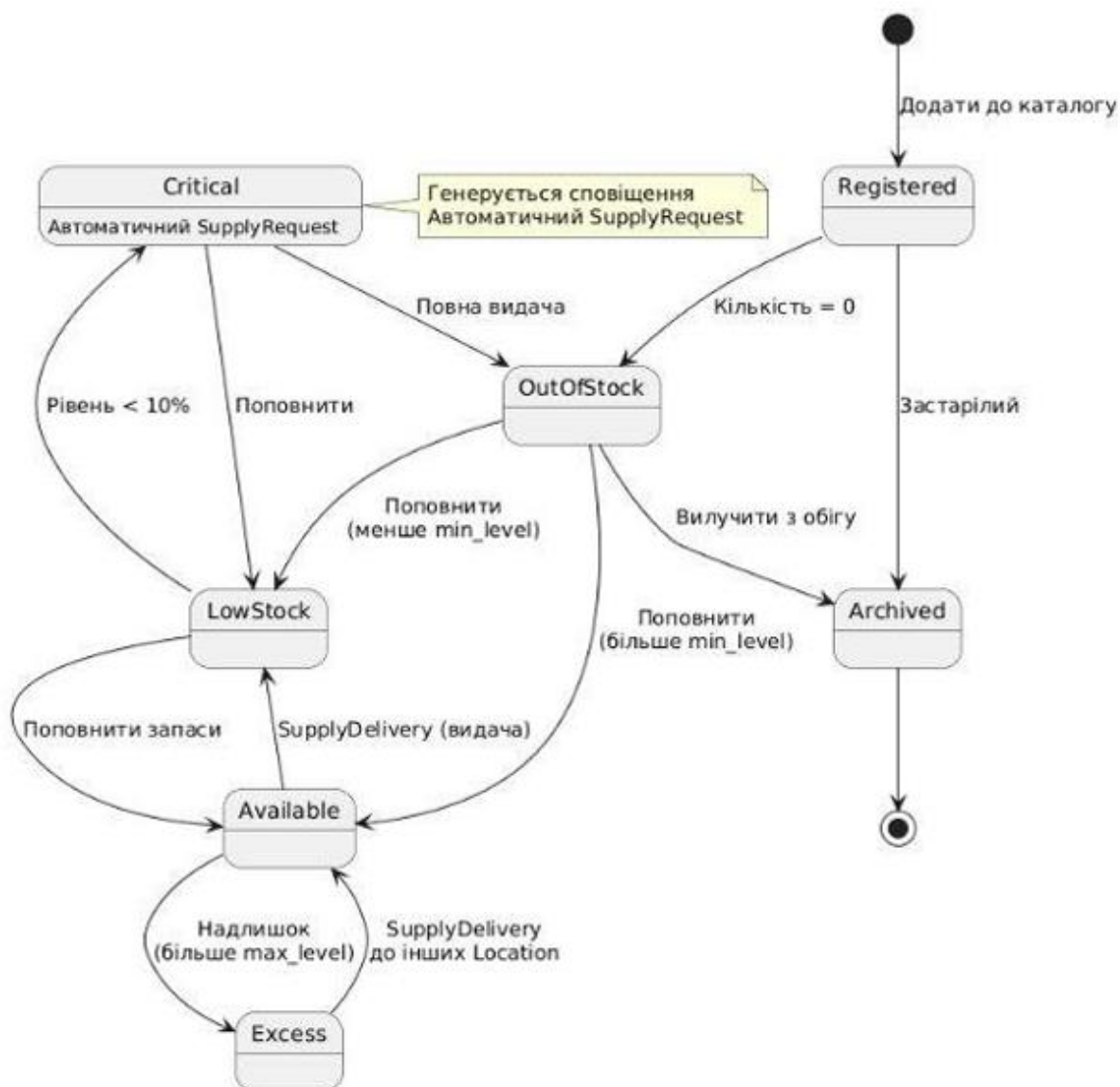


Рисунок 2.22 – Діаграма станів медикаментів в інвентарі інформаційної системи (FHIR-орієнтована модель запасів)

Життєвий цикл сесії користувача та процес автентифікації описано на діаграмі станів сесії користувача (рис. 2.23). Вона відображає стани «неавторизований користувач», «процес автентифікації», «авторизований

користувач», «активна сесія», «неактивна сесія» та «завершена сесія». Передбачено також блокувальний стан, до якого переходить користувач після кількох невдалих спроб входу. Використання моделі OAuth2 та FHIR-сумісних механізмів безпеки забезпечує надійний захист доступу до медичних даних.

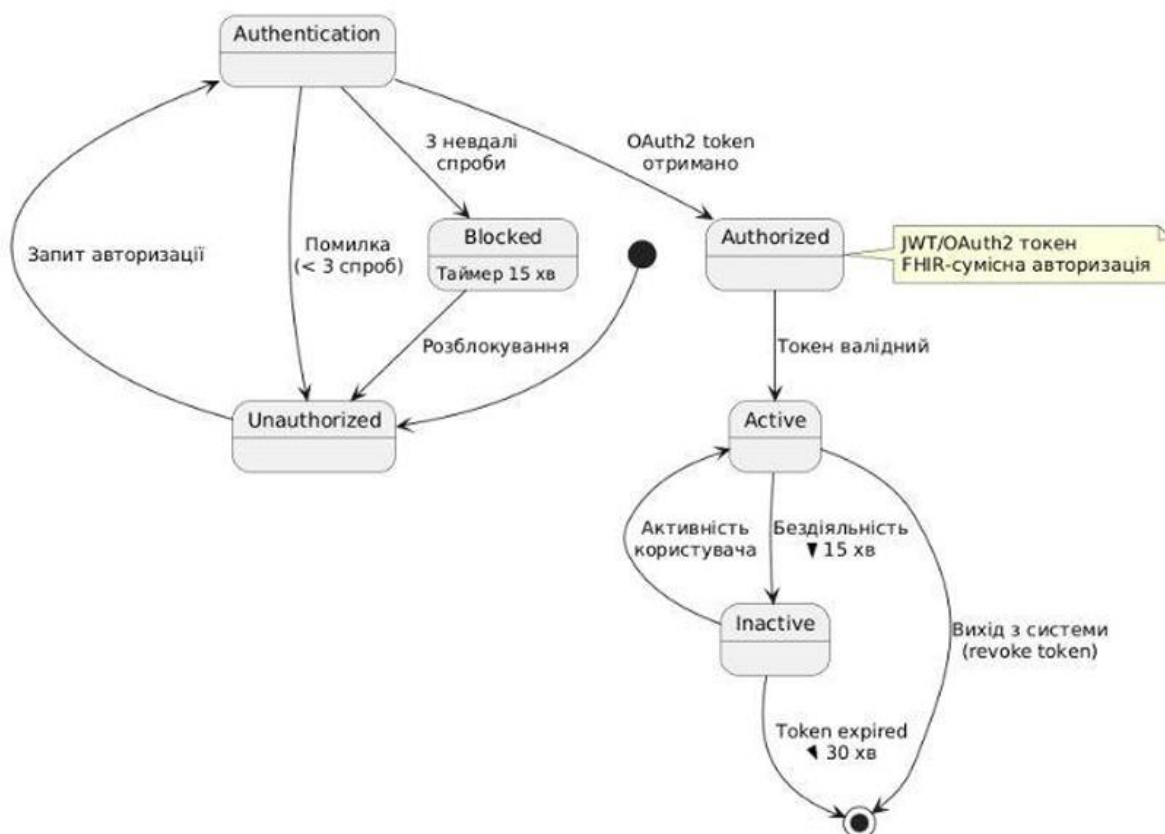


Рисунок 2.23 – Діаграма станів сесії користувача та аутентифікації в інформаційній системі (модель FHIR OAuth2)

2.8. Компонентна архітектура FHIR-сумісної системи розподілу запасів лікарських засобів

Логічну архітектуру FHIR-сумісної інформаційної системи розподілу запасів описано за допомогою діаграми компонентів (рис. 2.24). На стороні клієнта виділено веб-браузер, через який користувачі взаємодіють із системою. На серверній стороні розташовано компонент веб-інтерфейсу, FHIR REST-API, модуль бізнес-логіки, менеджер ресурсів FHIR та модуль валідації ресурсів.

Окремими компонентами виступають модулі інтеграції із зовнішніми системами, зокрема національною системою eHealth та електронною поштою.

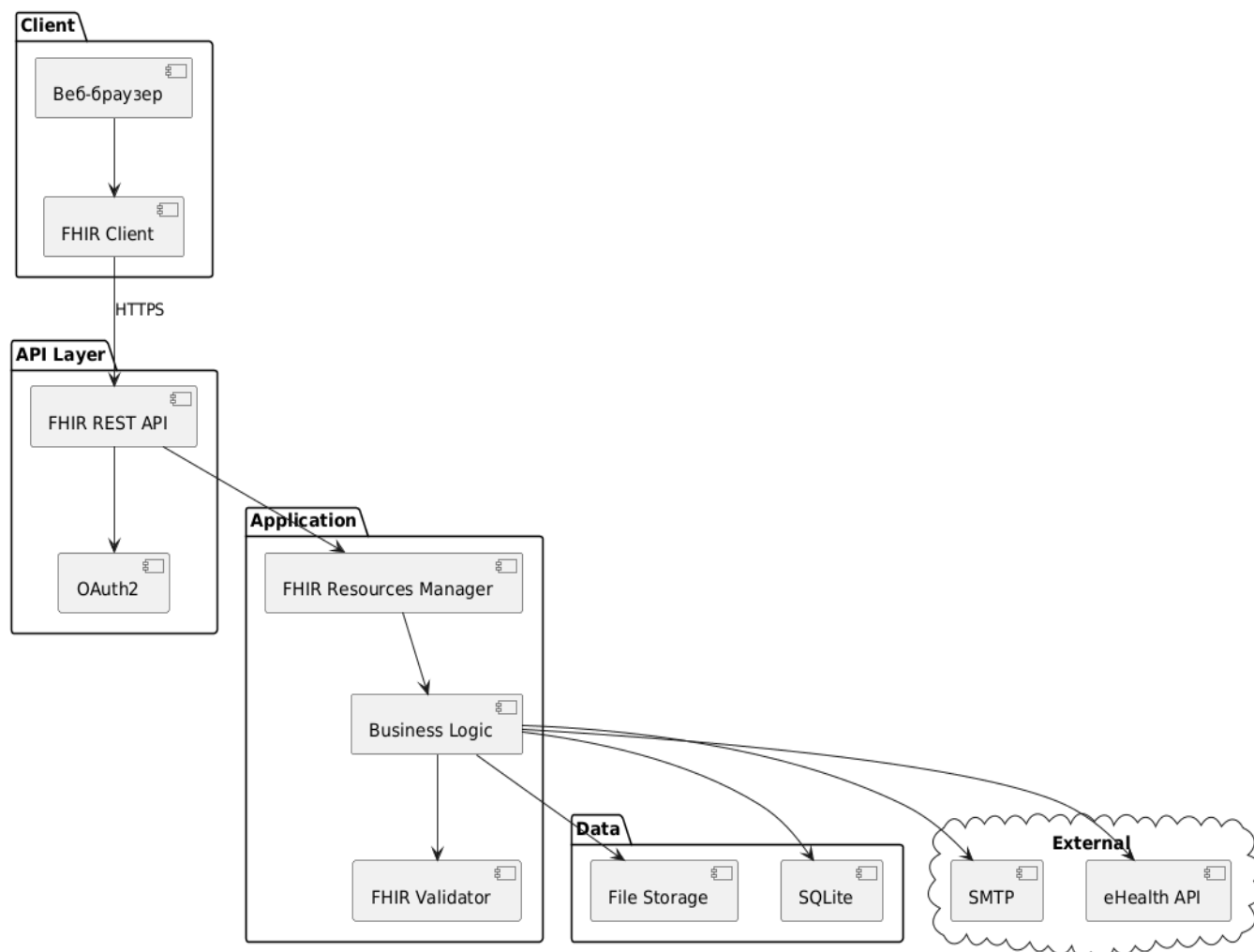


Рисунок 2.24 – Діаграма компонентів FHIR-сумісної інформаційної системи розподілу запасів лікарських засобів

Дані зберігаються у компоненті реляційної бази даних, що реалізується СУБД SQLite, та у файловому сховищі для резервних копій і експортованих звітів. Між компонентами визначено чіткі інтерфейси взаємодії, що забезпечує модульність архітектури, можливість заміни окремих компонентів без впливу на інші частини системи та спрощує масштабування при зростанні навантаження.

2.9. Інфраструктура розгортання FHIR-сумісної системи розподілу запасів лікарських засобів

Фізична інфраструктура, у межах якої функціонує інформаційна система, представлена на діаграмі розгортання (рис. 2.25). На стороні користувача використовується стандартний веб-браузер, що підключається до веб-сервера через захищений протокол HTTPS. Веб-сервер виконує роль зворотного проксі, термінального шифрування та балансування навантаження між екземплярами сервера застосунку.

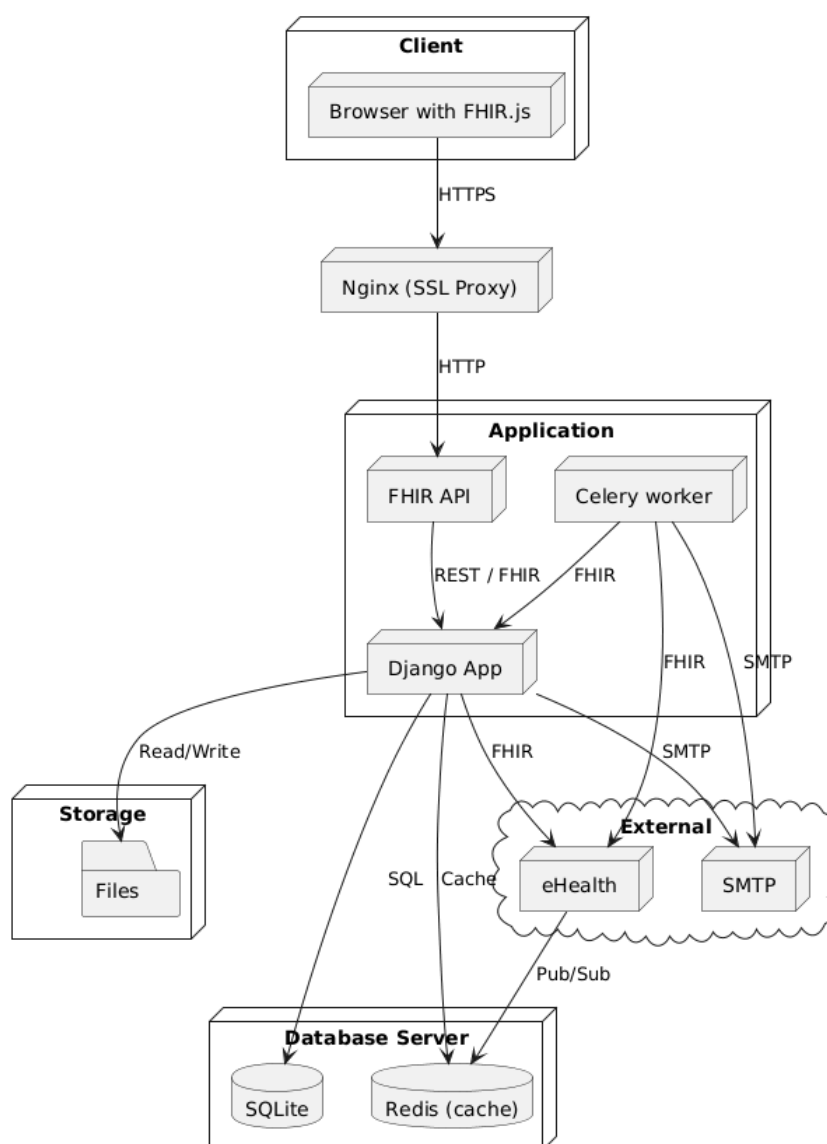


Рисунок 2.25 – Діаграма розгортання інфраструктури інформаційної системи розподілу запасів медикаментів у закладах охорони здоров'я

Сервер застосунку включає FHIR-API, бізнес-логіку та фоновий обробник завдань, який виконує ресурсоємні або відкладені операції: генерацію великих звітів, синхронізацію з eHealth, періодичне резервне копіювання даних. До сервера застосунку підключено сервер бази даних з СУБД SQLite та, за необхідності, сервер кешування або брокер повідомлень (Redis). Окремий вузол забезпечує файлове сховище для експортованих документів і резервних копій.

Інтеграція із зовнішніми сервісами (eHealth, SMTP-сервер) здійснюється через захищені канали зв'язку, що дозволяє забезпечити конфіденційність і цілісність медичних даних під час їхнього передавання по мережі.

Висновки до розділу 2

У другому розділі представлено результати проєктування інформаційної системи для управління запасами лікарських засобів у медичних закладах, що охоплює вибір моделі життєвого циклу, визначення стандартів та розробку архітектурних і інфраструктурних рішень. Обрано ітераційно-інкрементну модель життєвого циклу, яка уможливорює поступове впровадження функціональних можливостей, апробацію окремих інкрементів на реальних даних медичних установ та адаптацію до змін нормативно-правової бази. Проєктування базується на міжнародних стандартах ISO/IEC 12207 і ISO/IEC 25010, а також стандарті HL7 FHIR для представлення медичної інформації, що гарантує інтероперабельність з іншими медичними інформаційними системами та національною платформою eHealth.

Із застосуванням нотації UML розроблено комплекс взаємопов'язаних діаграм, які характеризують систему з різних аспектів. Діаграма прецедентів ідентифікує учасників та їхні сценарії роботи із системою, діаграми взаємодії конкретизують логіку ключових процесів — керування користувачами, постачальниками, довідковою інформацією про медикаменти, оформлення замовлень, реєстрацію надходжень, передачу препаратів у підрозділи, генерацію звітів, конфігурування системи, перерозподіл запасів та комунікацію з

постачальниками. Інформаційну структуру відображено через діаграму класів та специфікацію сутностей, що забезпечує контроль повного циклу обігу партій медикаментів. Діаграми активностей формалізують основні бізнес-процеси, а діаграми переходів станів моделюють життєві цикли заявок на поставку, поставок, запасів та користувацьких сесій у концепції FHIR.

Архітектурну організацію системи продемонстровано на діаграмі компонентів, де представлено клієнтську частину, серверну частину з FHIR REST-API і модулями бізнес-логіки, компоненти обробки FHIR-ресурсів, інтеграційні модулі для взаємодії із зовнішніми системами, а також підсистеми бази даних і файлового зберігання. Діаграма розгортання ілюструє інфраструктурне середовище із захищеною взаємодією між веб-клієнтом, веб-сервером, сервером додатків, системою управління базами даних та зовнішніми сервісами. Сформований комплекс моделей створює повне уявлення про структуру та функціонування інформаційної системи, що слугує підґрунтям для наступних етапів реалізації, тестування та впровадження рішення у медичних установах.

РОЗДІЛ 3

ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ВЕБ-САЙТУ

Третій розділ присвячено аналізу програмних засобів, застосованих під час розробки веб-орієнтованої інформаційної системи розподілу запасів лікарських засобів. Подано обґрунтування вибору мови програмування Python та інтегрованого середовища розробки PyCharm. Детально описано технологічний стек, що включає фреймворк Django, Django REST Framework, бібліотеку Crispy Forms, інструментарій для обробки даних та формування звітності. Розглянуто допоміжні компоненти для реалізації фонових процесів, механізмів автентифікації та користувацького інтерфейсу. Окремо проаналізовано питання вибору системи керування базами даних, зокрема проведено порівняльний аналіз можливостей SQLite на етапі розробки та PostgreSQL для наступного впровадження системи.

3.1. Вибір мови програмування

Для backend-частини системи обрано Python. Основні чинники вибору — наявність великої кількості бібліотек для веб-розробки, зручність роботи з даними та достатня продуктивність для застосунків такого класу. Python підтримує динамічну типізацію та має високорівневі вбудовані структури даних (списки, словники, множини), що дозволяє швидко прототипувати та модифікувати код. Мова добре інтегрується з бібліотеками на C/C++ для критичних до продуктивності операцій і має повноцінну підтримку системних викликів у різних ОС [20].

Синтаксис Python лаконічний і досить близький до псевдокоду, що спрощує читання коду та знижує поріг входження для нових розробників у команду (рис. 3.1). Програми на Python зазвичай коротші за еквівалентний код на Java чи C#, що прискорює як первинну розробку, так і подальший супровід [21].



Рисунок 3.1 – Основні переваги Python

Екосистема пакетів PyPI налічує понад 400 тисяч бібліотек, серед яких є готові рішення для веб-фреймворків, роботи з реляційними та NoSQL базами даних, кешування, побудови REST API, генерації документів у форматах PDF та Excel. Це дозволяє не писати багато коду з нуля і зосередитись на специфічній логіці предметної області — в нашому випадку це облік і розподіл медичних запасів між закладами [22].

3.2. Вибір середовища розробки

Як основне середовище розробки використовується PyCharm — спеціалізоване IDE від JetBrains для роботи з Python-проектами. PyCharm інтегрує редактор коду, налагоджувач, інструменти для роботи з системами контролю версій, базами даних та фреймворками [23].

Серед корисних можливостей PyCharm — інтелектуальне автодоповнення коду з аналізом контексту, вбудована перевірка помилок і попередження про потенційні проблеми, інтеграція з pytest для запуску тестів, інструменти рефакторингу. Це підвищує швидкість розробки та знижує кількість помилок, що потрапляють у фінальний код [23].

3.3. Бібліотеки та фреймворки

3.3.1. Django

Серверна частина системи побудована на Django — фреймворку з архітектурою MVT (Model-View-Template), що є варіацією класичного MVC. Django надає готову інфраструктуру для типових задач веб-розробки: маршрутизацію URL, ORM для роботи з реляційними базами даних, систему шаблонів для генерації HTML, механізми сесій та автентифікації користувачів [24].

Фреймворк має вбудовані засоби захисту від поширених веб-вразливостей: автоматичне екранування даних у шаблонах запобігає XSS-атакам, обов'язкова перевірка CSRF-токенів захищає форми, використання ORM з параметризованими запитам практично виключає SQL-ін'єкції [24].

На рис. 3.2 показано шлях обробки HTTP-запиту в Django. Запит від клієнта спочатку проходить через middleware — проміжні обробники, які виконують автентифікацію та інші перевірки. Далі URLconf (urls.py) визначає, яка view-функція має обробити цей запит [24].

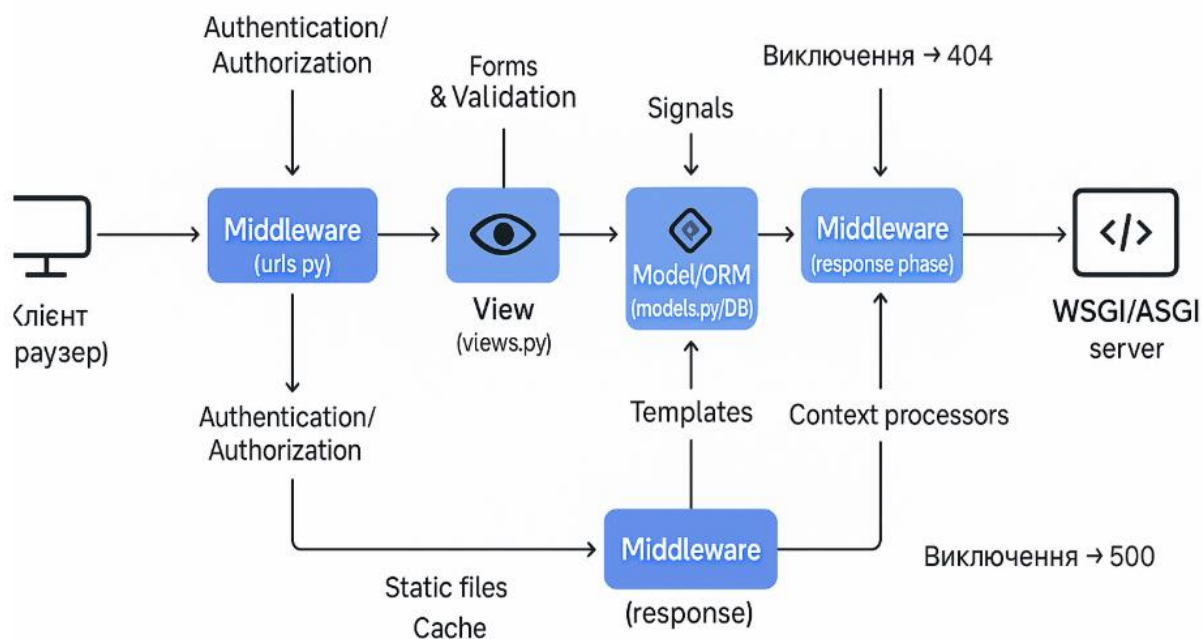


Рисунок 3.2 – Життєвий цикл веб-запитів Django

View (views.py) — це основна логіка обробки запиту. Тут валідуються дані форм, викликаються методи моделей, формується контекст для шаблону. Якщо потрібно працювати з базою даних, view звертається до Model/ORM (models.py), який трансліює виклики Python у SQL-запити і повертає результати у вигляді об'єктів [24].

Для формування HTML-відповіді view передає дані в Template — шаблон з спеціальним синтаксисом Django, який підставляє змінні та виконує прості логічні операції. Сформована відповідь знову проходить через middleware (response phase), де можуть додаватися заголовки, обробляються статичні файли, застосовується кешування [24].

3.3.2. Django REST Framework

Для побудови REST API використовується Django REST Framework (DRF). Ця бібліотека надає серіалізатори для перетворення моделей Django у JSON і назад, набір generic views для типових операцій CRUD, систему роутерів для автоматичної генерації URL, механізми пагінації результатів та гнучку систему permissions для контролю доступу [25].

DRF значно прискорює розробку API та дозволяє стандартизувати інтерфейси між frontend-частиною і backend, а також забезпечує можливість інтеграції з зовнішніми системами. Разом із DRF у проєкті застосовуються механізми JWT або OAuth2 для аутентифікації клієнтів API та делегування прав доступу до ресурсів [25].

3.3.3. Crispy Forms

Crispy Forms — інструмент для спрощення роботи з формами в Django. Бібліотека дозволяє керувати зовнішнім виглядом форм через Python-код замість ручного редагування HTML-шаблонів. Можна групувати поля у рядки та стовпці, додавати заголовки та підказки, застосовувати різні макети розміщення елементів [26].

Це особливо корисно для великих форм (наприклад, форми закупівлі чи видачі з багатьма позиціями), де потрібна гнучка структура відображення. Crispy

Forms інтегрується з Bootstrap, що забезпечує адаптивність і сучасний вигляд інтерфейсу без необхідності писати власні CSS-класи для кожного поля [26].

3.3.4. Обробка SQL та даних: `sqlparse`, `pandas`, `openpyxl`

Для форматування та аналізу складних SQL-виразів використовується бібліотека `sqlparse`, яка надає засоби для лексичного розбору запитів, їх автоматичного форматування у читабельний вигляд та розбиття на логічні блоки. Це спрощує налагодження й оптимізацію запитів до бази даних та дозволяє зменшити кількість помилок при ручному редагуванні SQL-коду [27].

Модуль звітності побудовано на `pandas` — бібліотеці для роботи з табличними даними в середовищі Python. `Pandas` надає високорівневі структури даних (`DataFrame`, `Series`) та широкий набір операцій для агрегації, групування, фільтрації, обчислення похідних полів і трансформації наборів даних перед формуванням вихідних звітів [28]. Експорт результатів у файли формату Excel (`.xlsx`) здійснюється за допомогою бібліотеки `openpyxl`, яка забезпечує створення та модифікацію електронних таблиць, налаштування стилів комірок, аркушів, формул та інших елементів робочих книг [29]. Такий стек інструментів покриває типові потреби управлінської звітності без залучення важких BI-платформ і добре інтегрується з веб-фреймворками на кшталт Django.

3.3.5. Додаткові бібліотеки

До додаткових програмних засобів, що застосовуються в проєкті для розширення функціональності та підвищення зручності розробки, належать такі бібліотеки:

- **`django-mptt`** — бібліотека для зберігання та обробки ієрархічних структур у реляційній базі даних (наприклад, дерево категорій та підкатегорій номенклатури). Вона реалізує алгоритм `modified preorder tree traversal`, що дає змогу виконувати ефективні вибірки піддерев та шляхів без складних рекурсивних запитів [30].
- **`Celery`** у поєднанні з брокером повідомлень **`Redis`** використовується для фонові обробки задач: періодичної перевірки порогових рівнів запасів, планової генерації й експорту звітів, розсилки нотифікацій користувачам.

Celery забезпечує розподілену чергу задач і механізми ретраю, а Redis виступає високопродуктивним in-memory сховищем для повідомлень і кешу [31; 32].

- **WeasyPrint** та **ReportLab** застосовуються для формування друкованих документів у форматі PDF (накладні, акти списання, звіти). ReportLab надає низькорівневі інструменти побудови PDF-документів, тоді як WeasyPrint дозволяє рендерити PDF безпосередньо з HTML/CSS, що зручно при інтеграції з веб-інтерфейсом системи [33; 34].
- **django-filter** та **django-widget-tweaks** спрощують реалізацію гнучких інтерфейсів фільтрації й налаштування форм: django-filter забезпечує декларативний опис фільтрів для списків записів, а django-widget-tweaks дає можливість точково змінювати атрибути віджетів форм без дублювання HTML-коду [35; 36].
- **django-cors-headers** та **django-rest-framework-simplejwt** використовуються для організації безпечного доступу до API: перша бібліотека дозволяє налаштувати правила CORS для взаємодії з frontend-застосунками, а друга реалізує маркерну автентифікацію на основі JSON Web Token (JWT) з можливістю оновлення токенів і гнучкого налаштування політик доступу [37; 38].
- **Bootstrap** застосовується як CSS-фреймворк для побудови адаптивного користувацького інтерфейсу. Він надає готові компоненти (сітка, форми, таблиці, навігаційні панелі тощо), що дозволяє швидко створити сучасний інтерфейс без розробки власної системи стилів з нуля [39].
- Бібліотеки **pytz** та модуль **zoneinfo** стандартної бібліотеки Python забезпечують коректну роботу з часовими поясами, що є критично важливим для журналів подій, планових задач і управлінської звітності в розподіленому середовищі. Вони дозволяють зберігати дати та час у стандарті UTC з прив'язкою до IANA-таймзон, а також правильно обробляти переходи на літній/зимовий час [40; 41].

3.4. Вибір СУБД

На етапі розробки та тестування використовується SQLite — легка файлова база даних, що не потребує окремого серверного процесу. SQLite вбудована в стандартну бібліотеку Python і підтримується Django без додаткових налаштувань. Вона підтримує стандартний діалект SQL, транзакції, індекси та обмеження цілісності [42].

Для невеликих застосунків і прототипів SQLite є оптимальним вибором завдяки простоті розгортання та відсутності накладних витрат на адміністрування. База зберігається в одному файлі, що спрощує резервне копіювання та перенесення між середовищами. SQLite використовується багатьма великими компаніями — наприклад, Adobe застосовує її як формат зберігання каталогів у Photoshop Lightroom [42].

Однак для промислової експлуатації з множинним одночасним доступом та великими обсягами даних планується перехід на PostgreSQL — повноцінну клієнт-серверну СУБД з підтримкою складних запитів, тригерів, збережених процедур, повнотекстового пошуку та розширень для роботи з JSON, геоданими тощо [42].

Висновки до розділу 3

У третьому розділі описано технологічний стек проєкту. Основою обрано мову Python та веб-фреймворк Django, оскільки вони забезпечують швидку розробку та мають вбудовані механізми безпеки. Django REST Framework використовується для створення API, що полегшує інтеграцію з іншими системами. Для покращення користувацького інтерфейсу застосовано бібліотеки django-crispy-forms та Bootstrap.

Фонові задачі обробляються за допомогою Celery, а Redis виконує роль брокера повідомлень та кеш-сховища. Генерацію звітів реалізовано через бібліотеки pandas (для роботи з даними), openpyxl (експорт у Excel) та WeasyPrint (створення PDF-документів).

На етапі розробки використовується СУБД SQLite, проте для продакшн-середовища планується міграція на PostgreSQL. Такий підхід дозволяє спростити початкову розробку, зберігаючи можливість масштабування системи в майбутньому.

Обраний технологічний стек відповідає завданням дослідження та дозволяє сконцентруватися на реалізації бізнес-логіки системи, а не на налаштуванні інфраструктури.

РОЗДІЛ 4

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА МЕТОДИКА РОБОТИ ВЕБ-САЙТУ

У даному розділі розглянуто практичну реалізацію веб-системи розподілу медичних запасів у закладах МОЗ України. Було наведено структуру адміністративної панелі та механізми автентифікації користувачів, описано функціонал основних модулів системи — від інформаційної панелі з аналітичними даними до управління номенклатурою, обліку операцій закупівель і продажів, організації доставок та документообігу. Окремо розглянуто реалізацію внутрішнього руху лікарських засобів між відділеннями медичних закладів та ведення їх довідників, а також інтеграцію зі стандартом FHIR для забезпечення сумісності з іншими медичними інформаційними системами. Наприкінці розділу наведено структуру БД та описано механізми забезпечення цілісності збережених даних.

4.1. Адміністративна панель Django

Адміністративна панель призначена для первинного наповнення довідників та щоденного управління даними системи. На головному екрані представлено групування моделей відповідно до додатків: ACCOUNTS (клієнти, постачальники, профілі користувачів), AUTHENTICATION AND AUTHORIZATION (групи користувачів, облікові записи), BILLS (рахунки), INVOICE (рахунки-фактури), STORE (доставки, категорії товарів, номенклатурні позиції) та TRANSACTIONS (операції закупівель і продажів). Для кожної з моделей реалізовано швидкий доступ до операцій додавання та редагування записів, а у правій частині інтерфейсу розміщено віджет з переліком останніх адміністративних дій. Така організація інтерфейсу забезпечує ефективну навігацію між реєстрами та підтримання актуальності даних (рис. 4.1).

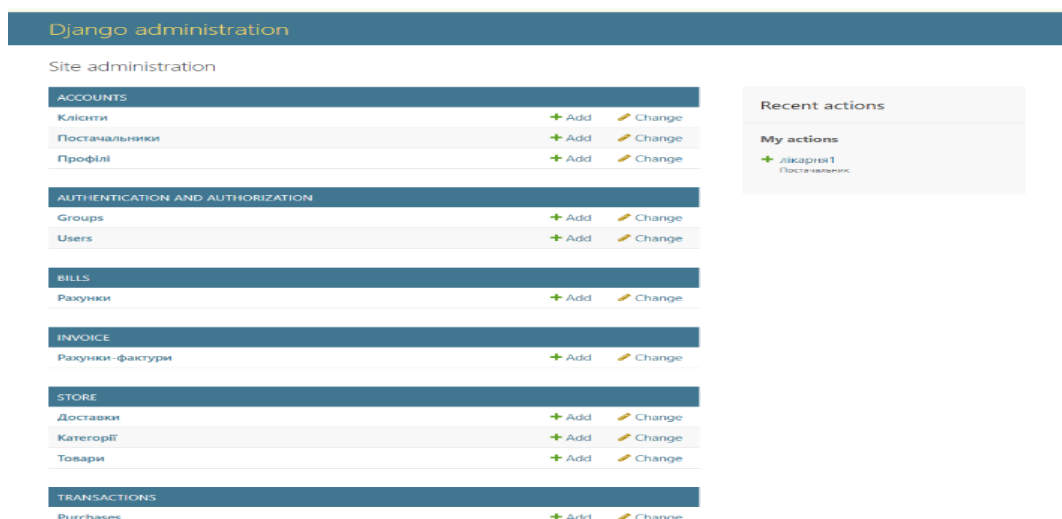


Рисунок 4.1 — Головний екран адміністративної панелі

У розділі управління користувачами відображається перелік облікових записів із функціоналом пошуку, масових операцій та деталізованої фільтрації за статусами персоналу, суперкористувачів та активності облікових записів. Табличне представлення включає колонки з іменем користувача, адресою електронної пошти, особистими даними та індикатором статусу співробітника. Функція додавання нового користувача дозволяє налаштувати ролі та права доступу, а також прив'язати обліковий запис до відповідних груп. Бічна панель навігації містить перелік усіх додатків і моделей системи, що прискорює перехід між різними реєстрами (рис. 4.2).

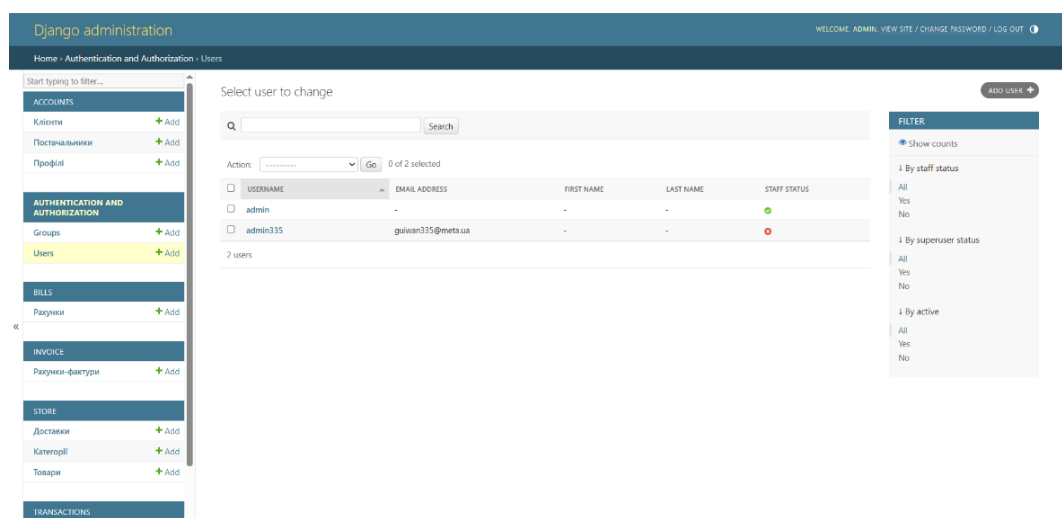


Рисунок 4.2 — Список користувачів та інструменти фільтрації

Адміністративна панель забезпечує валідацію полів під час створення та редагування записів, а також зберігає історію внесених змін, що полегшує процес аудиту. У поєднанні з системою груп та дозволів це забезпечує контрольований доступ до всіх довідників та стабільне функціонування операційних модулів.

4.2. Автентифікація користувачів

Сторінка входу до системи містить поля для введення імені користувача та пароля, а також кнопку підтвердження входу. Під формою розміщено посилання на сторінку реєстрації для нових користувачів. У разі введення некоректних облікових даних система виводить відповідні повідомлення про помилки, а після успішної автентифікації здійснюється перенаправлення на панель управління з урахуванням наданих прав доступу (рис. 4.3).

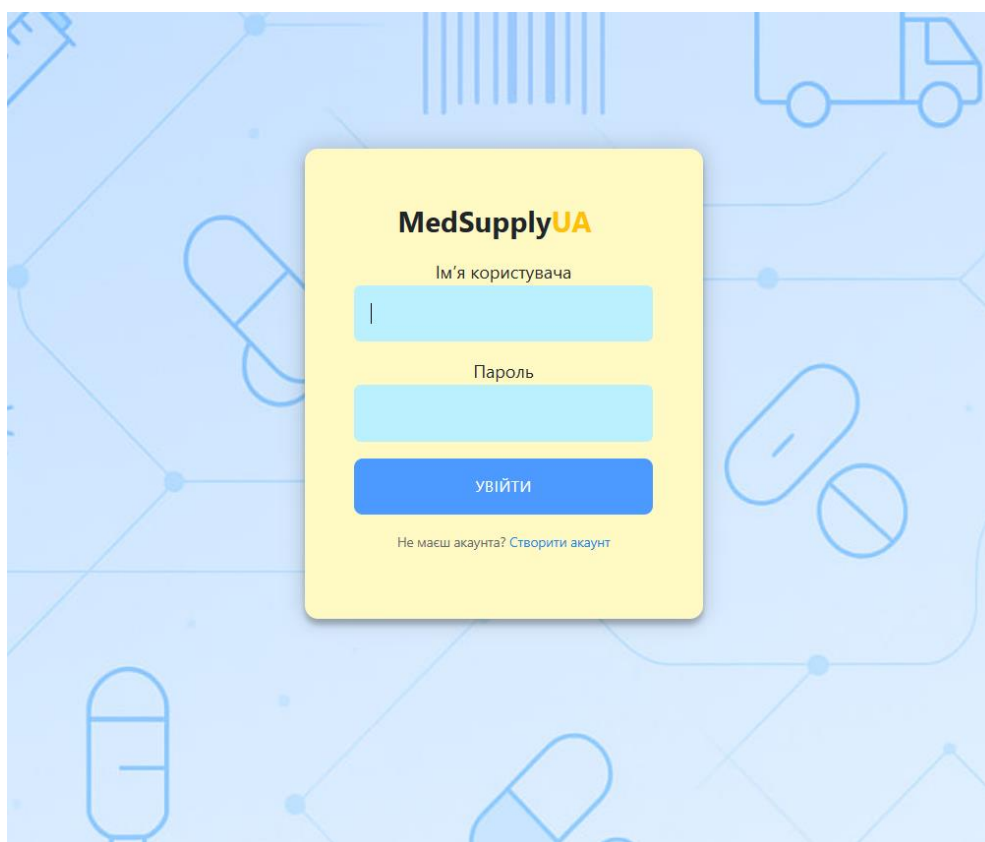


Рисунок 4.3 — Інтерфейс входу до системи

Процес реєстрації реалізовано через окрему форму, яка включає поля для

введення імені користувача, адреси електронної пошти, пароля та його підтвердження. Всі поля проходять валідацію на унікальність логіна, коректність формату електронної адреси та збіг введених паролів. Після успішного створення облікового запису користувач отримує можливість увійти до системи або повернутися на сторінку входу за відповідним посиланням (рис. 4.4).

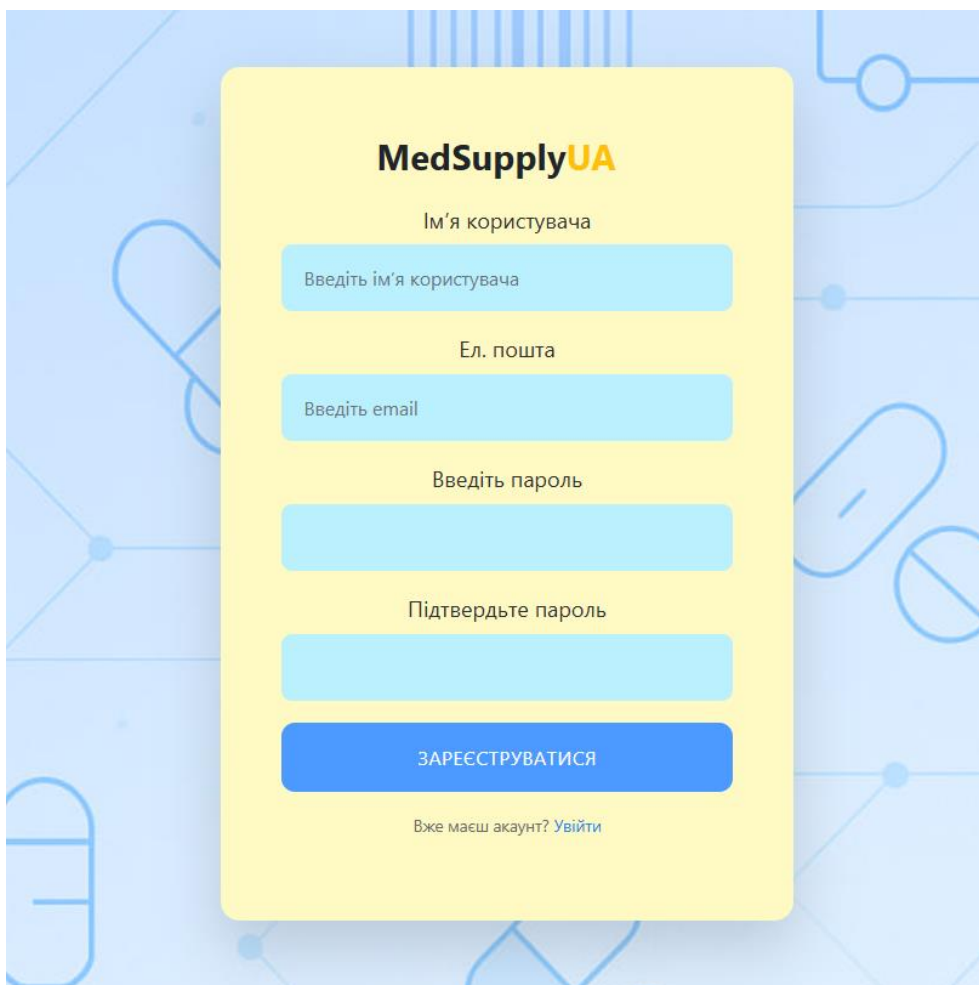
The image shows a registration form for 'MedSupplyUA'. The form is a yellow rounded rectangle centered on a light blue background with faint medical icons like pills and a microscope. At the top of the form is the logo 'MedSupplyUA' in bold black and orange text. Below the logo are four input fields: 'Ім'я користувача' (Username) with placeholder 'Введіть ім'я користувача', 'Ел. пошта' (Email) with placeholder 'Введіть email', 'Введіть пароль' (Password), and 'Підтвердьте пароль' (Confirm password). Each of these four fields has a light blue input box. Below these fields is a solid blue button with the white text 'ЗАРЕЄСТРУВАТИСЯ'. At the very bottom of the form, there is a link that says 'Вже маєш акаунт? Увійти'.

Рисунок 4.4 — Форма реєстрації користувача

При виході з системи відображається екран підтвердження з відповідним повідомленням та кнопкою повернення до форми входу. Такий підхід забезпечує коректне завершення сесії та запобігає випадковому виходу з облікового запису (рис. 4.5).

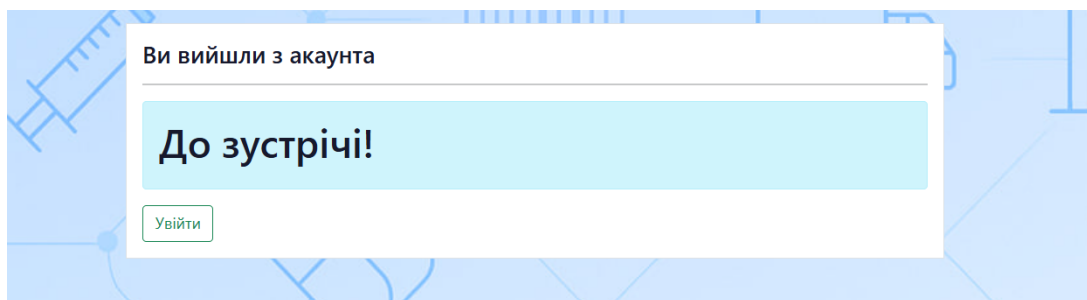


Рисунок 4.5 — Екран підтвердження виходу

4.3. Опис основного функціоналу сайту

4.3.1. Інформаційна панель

Інформаційна панель відображає ключові показники ефективності та забезпечує швидкий доступ до детальної інформації. У верхньому блоці розміщено картки з KPI за останній місяць: обсяг відвантажень з показником динаміки, відсоток виконання потреб, кількість закладів із критичним рівнем запасів та загальна кількість номенклатурних позицій. Нижче представлено лінійний графік динаміки запитів та відвантажень з можливістю вибору періоду відображення та керування видимістю серій даних. У правій частині розміщено діаграму структури номенклатури з розподілом за групами АТС, що дозволяє оцінити збалансованість асортименту (рис. 4.6).

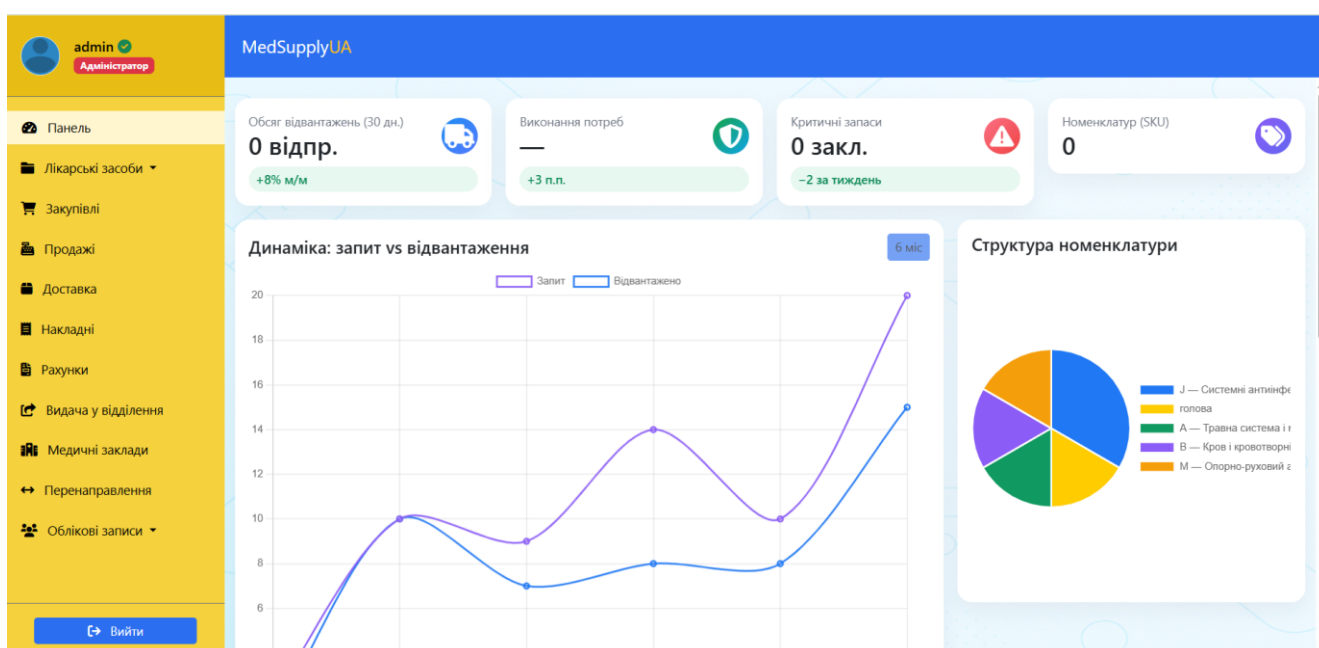


Рисунок 4.6 — Інформаційна панель: ключові показники та аналітика

Блок моніторингу запасів містить таблицю з можливістю фільтрації за регіонами та пошуку за назвою закладу. Для кожного медичного закладу відображається регіональна приналежність, індикатор заповнення, процентне значення та статус рівня запасів. У правій частині інтерфейсу інтегровано інтерактивну геокарту на базі Leaflet з маркерами трьох типів: зелений позначає нормальний рівень запасів, жовтий — низький, червоний — критичний. Під картою представлено підсумкову інформацію про кількість закладів за кожним рівнем із зазначенням, що порогові значення надходять з API. Вибір рядка таблиці або маркера на карті здійснює перехід до детальної картки закладу (рис. 4.7).

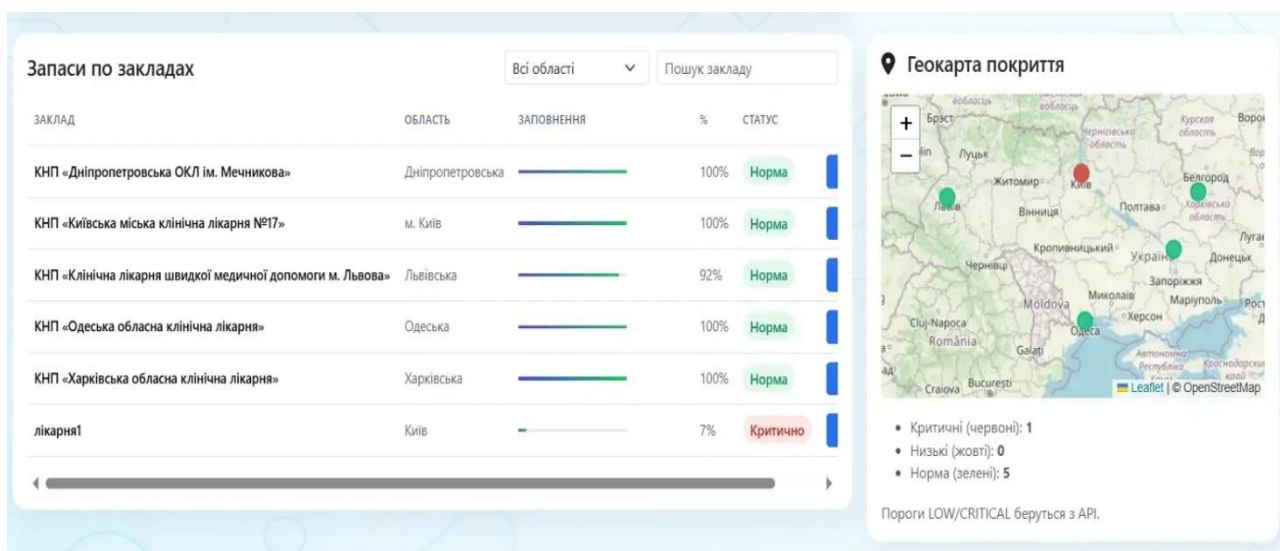


Рисунок 4.7 — Моніторинг запасів та геокарта покриття

У нижній частині панелі розміщено два аналітичні блоки. Ліворуч представлено стовпчикову діаграму середньої тривалості виконання заявок у розрізі місяців для контролю дотримання SLA та виявлення проблемних місць. Праворуч відображається стрічка останніх поставок у форматі карток з інформацією про номер накладної, одержувача, поточний статус та часову мітку. Передбачено можливість перегляду детальної інформації про документ та експорту даних у форматі CSV (рис. 4.8).

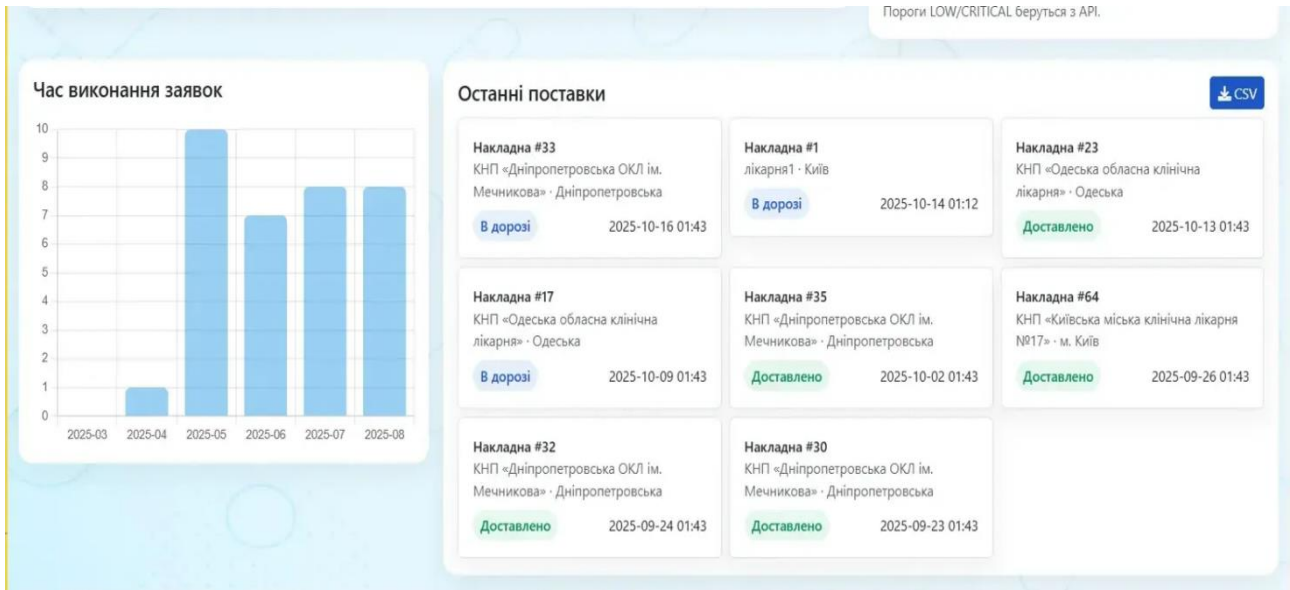


Рисунок 4.8 — Аналітика виконання заявок та останні поставки

4.3.2. Управління лікарськими засобами

Розділ управління лікарськими засобами представлено у вигляді таблиці з функціями пошуку, додавання нової позиції та експорту до Excel. Список підтримує сортування за полями ідентифікатора, найменування, категорії, кількості, ціни, терміну придатності та постачальника. Для кожного запису доступні контекстні дії редагування та видалення, що забезпечує швидкий пошук за параметрами та виконання типових операцій (рис. 4.9).

admin Адміністратор

Панель

Лікарські засоби

Закупівлі

Продажі

Доставка

Накладні

Рахунки

Видача у відділення

Медичні заклади

MedSupplyUA

Товари

Знайти товари

Додати товар

Експорт в Excel

ID	НАЗВА	КАТЕГОРІЯ	КІЛЬКІСТЬ	ЦІНА	ТЕРМІН ПРИДАТНОСТІ	ПОСТАЧАЛЬНИК	ДІЇ
37	Ібупрофен 200 мг, таблетки	M — Опорно-руховий апарат	852	220,0	02 березня 2027 р. 00:00	Abbott Laboratories	Редагувати Видалити
36	Азитроміцин 500 мг, таблетки	J — Системні антиінфекційні препарати	627	190,0	05 червня 2027 р. 00:00	Pfizer Inc.	Редагувати Видалити
39	Натрій хлорид 200 мл, розчин для інфузій 0,9%	B — Кров і кровотворні органи	726	190,0	04 травня 2026 р. 00:00	B. Braun Melsungen AG	Редагувати Видалити
40	Омепразол 20 мг, капсули	A — Травна система і метаболізм	885	120,0	05 травня 2027 р. 00:00	AstraZeneca	Редагувати Видалити
38	Цефтріаксон 1 г, порошок для ін'єкцій у флаконах	J — Системні антиінфекційні препарати	738	95,0	21 квітня 2026 р. 00:00	Hikma Pharmaceuticals	Редагувати Видалити

Рисунок 4.9 — Реєстр лікарських засобів

Форма додавання товару включає обов'язкові поля найменування та категорії, необов'язкове поле опису, числові поля кількості та ціни продажу, поле вибору терміну придатності та випадючий список постачальників. Після заповнення форми здійснюється валідація введених даних на коректність числових значень та заповненість обов'язкових полів. Форма може використовуватися як для створення нових записів, так і для редагування існуючих (рис. 4.10).

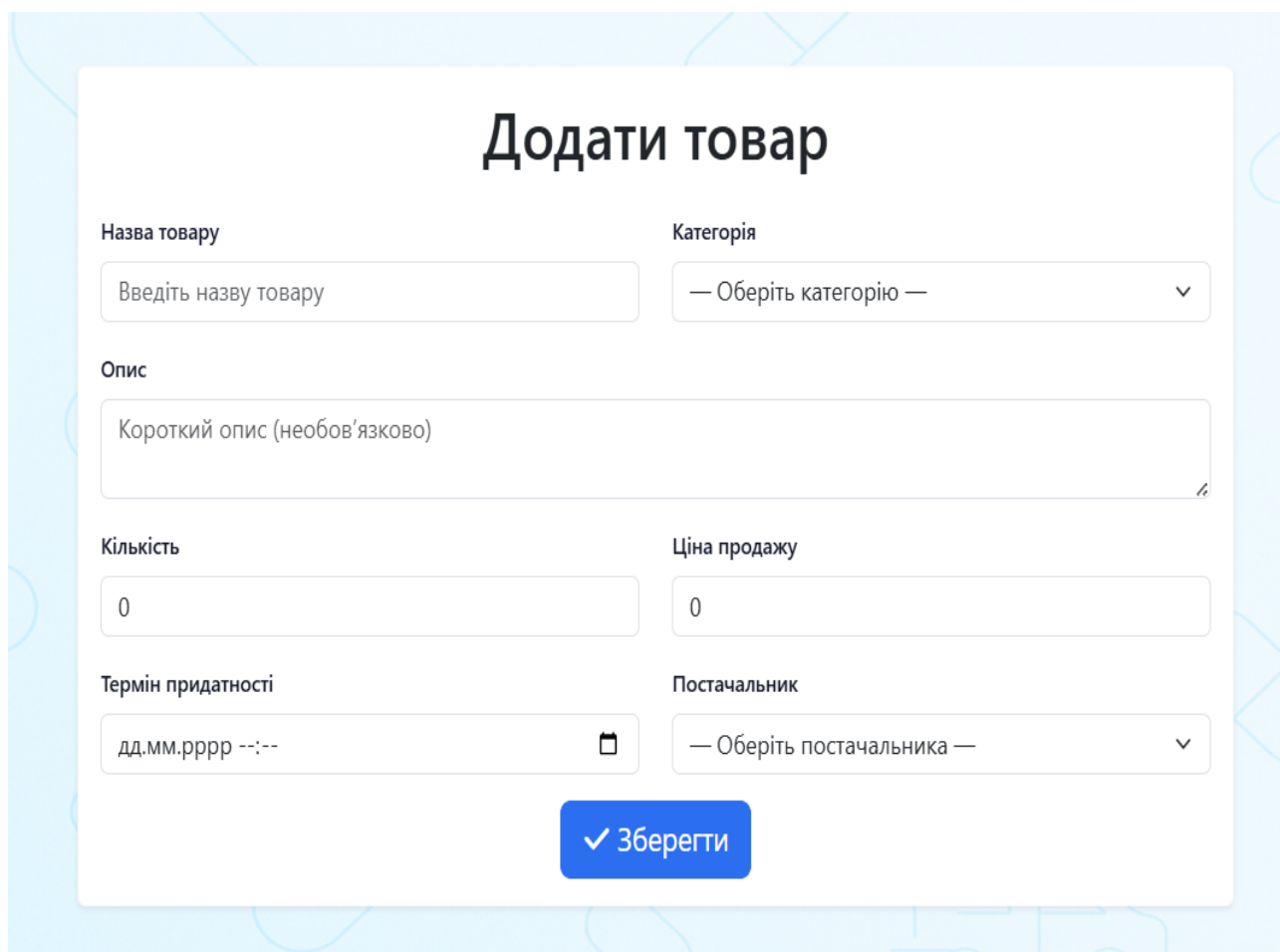


Рисунок 4.10 — Форма створення номенклатурної позиції

Управління категоріями реалізовано через окремий розділ, що відображає перелік категорій з можливістю перегляду деталей та додавання нових записів. Це спрощує процес класифікації асортименту та фільтрації на екрані товарів (рис. 4.11).

ID	НАЗВА	дії
1	голова	Переглянути деталі
7	М — Опорно-руховий апарат	Переглянути деталі
8	J — Системні антиінфекційні препарати	Переглянути деталі
9	В — Кров і кровоформні органи	Переглянути деталі
10	А — Травна система і метаболізм	Переглянути деталі

Рисунок 4.11 — Реєстр категорій

Створення нової категорії здійснюється через форму з полем найменування, кнопкою збереження та посиланням повернення до списку. Після збереження категорія стає доступною у випадаючих списках при операціях з товарами (рис. 4.12).

Рисунок 4.12 — Форма створення категорії

4.3.3. Облік продажів

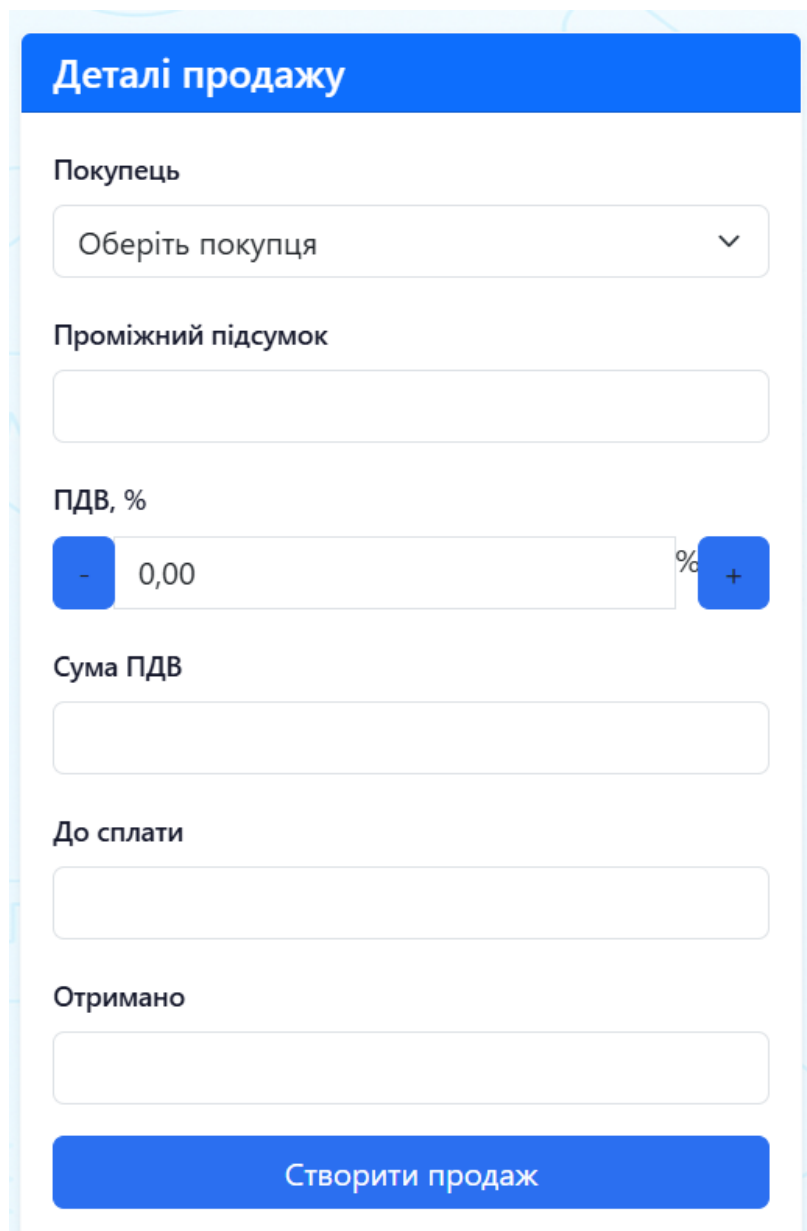
Сторінка обліку продажів представляє журнал оформлених замовлень у табличному форматі з пагінацією. У верхній частині розміщено функції додавання нового замовлення та експорту до Excel. Таблиця містить поля ідентифікатора, дати операції, клієнта, проміжного підсумку, загальної суми, податкової ставки та суми, сплаченої суми, суми решти та дій з можливістю перегляду деталей. Сортування за більшістю колонок забезпечує швидкий пошук потрібних операцій (рис. 4.13).

ID	DATA	КЛІЄНТ	ПІДСУМОК	РАЗОМ	СУМА ПОДАТКУ	ПОДАТОК, %	СПЛАЧЕНО	РЕШТА	ДІЇ
1	2025-10-15 00:29:05	None	400,00	400,00	0,00	0,0	400,00	0,00	Переглянути
2	2025-10-16 01:43:11	None	859,00	1178,00	0,00	0,0	2651,00	0,00	Переглянути
3	2025-10-16 01:43:11	None	2835,00	829,00	0,00	0,0	1705,00	0,00	Переглянути
4	2025-10-16 01:43:11	None	1209,00	1122,00	0,00	0,0	929,00	0,00	Переглянути
5	2025-10-16 01:43:11	None	2728,00	1683,00	0,00	0,0	2914,00	0,00	Переглянути
6	2025-10-16 01:43:11	None	1417,00	2481,00	0,00	0,0	2021,00	0,00	Переглянути
7	2025-10-16 01:43:11	None	1637,00	2079,00	0,00	0,0	880,00	0,00	Переглянути
8	2025-10-16 01:43:11	None	2113,00	1098,00	0,00	0,0	983,00	0,00	Переглянути
9	2025-10-16 01:43:11	None	2600,00	1576,00	0,00	0,0	1644,00	0,00	Переглянути
10	2025-10-16 01:43:11	None	1582,00	1136,00	0,00	0,0	1250,00	0,00	Переглянути

Рисунок 4.13 — Журнал операцій продажу

Інтерфейс створення продажу розділено на дві панелі. Ліва панель призначена для управління позиціями: поле пошуку товару з випадаючим списком, таблиця обраних позицій з колонками найменування, ціни, кількості, суми та дій, інструменти пошуку та пагінації, функція видалення всіх позицій. Права панель містить деталі операції: вибір покупця, автоматично розраховані проміжний підсумок, відсоток ПДВ з можливістю коригування, сума податку, поля до сплати та отриманої суми. Після додавання позицій здійснюється автоматичний перерахунок сум, система валідує введені кількості відносно доступних залишків. Зафіксований документ може бути використаний для ініціації процесу доставки (рис. 4.14 – рис. 4.15).

Рисунок 4.14 — Позиції продажу



Деталі продажу

Покупець

Оберіть покупця ▼

Проміжний підсумок

ПДВ, %

- 0,00 % +

Сума ПДВ

До сплати

Отримано

Створити продаж

Рисунок 4.15 — Деталі операції продажу

4.3.4. Облік закупівель

Журнал закупівель відображає всі операції надходження у табличному форматі з підтримкою пагінації та сортування. Таблиця включає поля ідентифікатора, найменування, кількості, ціни, статусу доставки, дати доставки та постачальника. У верхній частині сторінки розміщено функції додавання нового замовлення та експорту до Excel. У колонці дій доступні операції редагування та видалення записів. Такий формат представлення забезпечує оперативний огляд поставок та контроль виконання зобов'язань постачальниками (рис. 4.16).

ID	НАЙМЕНУВАННЯ	КІЛЬКІСТЬ	ЦІНА	СТАТУС ДОСТАВКИ	ДАТА ДОСТАВКИ	ПОСТАЧАЛЬНИК	Дії
3	Омепразол 20 мг, капсули	13	2600,00	Успішно	03 травня 2025 р. 00:00	Медичні закупівлі України	
4	Ібупрофен 200 мг, таблетки	10	2400,00	Успішно	14 травня 2025 р. 00:00	Медичні закупівлі України	
5	Азитроміцин 500 мг, таблетки	49	5880,00	Успішно	05 липня 2025 р. 00:00	Медичні закупівлі України	
6	Омепразол 20 мг, капсули	30	6000,00	Успішно	01 вересня 2025 р. 00:00	Медичні закупівлі України	
7	Омепразол 20 мг, капсули	5	800,00	Успішно	04 серпня 2025 р. 00:00	Медичні закупівлі України	
8	Азитроміцин 500 мг, таблетки	18	2160,00	Успішно	31 липня 2025 р. 00:00	Медичні закупівлі України	
9	цитрамон	50	12000,00	Успішно	19 серпня 2025 р. 00:00	Медичні закупівлі України	
10	Натрій хлорид 200 мл, розчин для інфузій 0,9%	20	4800,00	Успішно	04 червня 2025 р. 00:00	Медичні закупівлі України	
11	Омепразол 20 мг, капсули	40	6400,00	Успішно	23 травня 2025 р. 00:00	Медичні закупівлі України	
12	Азитроміцин 500 мг, таблетки	13	2600,00	Успішно	25 травня 2025 р. 00:00	Медичні закупівлі України	

Рисунок 4.16 — Журнал операцій закупівлі

Створення або редагування закупівлі виконується через форму з полями товару, постачальника, опису, дати доставки, кількості, статусу доставки та ціни за одиницю. Після збереження система здійснює валідацію введених даних на коректність значень та заповненість обов'язкових довідників. У разі підтвердження факту поставки відбувається збільшення складських залишків відповідного товару із збереженням зв'язку з постачальником для подальшої звітності. Статус очікування використовується до фактичного отримання товару, зміна статусу на успішний фіксує подію в історії руху товарів (рис. 4.17).

Створити або оновити закупівлю

Товар: Постачальник: Опис:

Дата доставки: Кількість:

Статус доставки: Ціна за одиницю (Ksh):

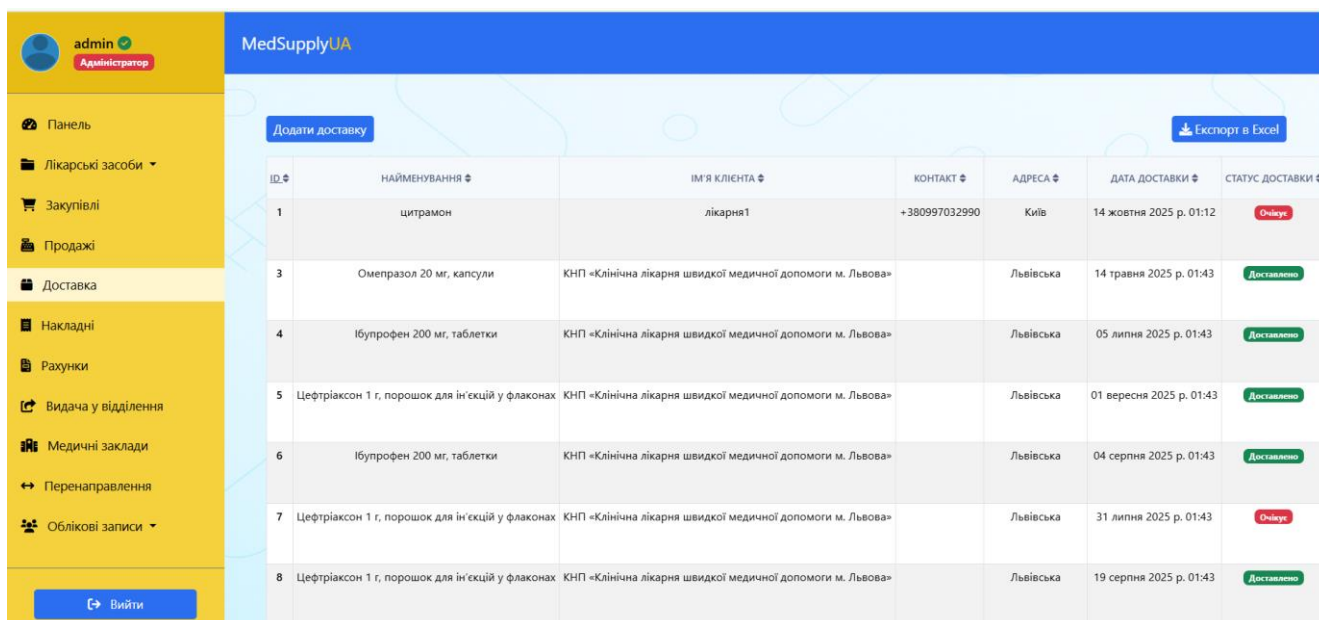
Очікується:

Рисунок 4.17 — Форма операції закупівлі

4.3.5. Управління доставками

Журнал доставок представляє всі операції відвантаження у табличному

форматі з підтримкою пагінації та сортування. У верхній частині розміщено функції додавання нової доставки та експорту до Excel. Таблиця містить поля ідентифікатора, найменування товару, імені клієнта, контактного телефону, адреси, дати доставки, статусу та дій. Статуси візуалізовано за допомогою кольорових міток: зелена позначає виконану доставку, червона — очікування. Колонка дій містить операції редагування та видалення для оперативного коригування записів. Це забезпечує ефективне відстеження виконання рейсів та контроль клієнтських контактів (рис. 4.18).



ID	НАЙМЕНУВАННЯ	ІМ'Я КЛІЄНТА	КОНТАКТ	АДРЕСА	ДАТА ДОСТАВКИ	СТАТУС ДОСТАВКИ
1	цитрамон	лікарня1	+380997032990	Київ	14 жовтня 2025 р. 01:12	Очікує
3	Омепразол 20 мг, капсули	КНП «Клінічна лікарня швидкої медичної допомоги м. Львова»		Львівська	14 травня 2025 р. 01:43	Доставлено
4	Ібупрофен 200 мг, таблетки	КНП «Клінічна лікарня швидкої медичної допомоги м. Львова»		Львівська	05 липня 2025 р. 01:43	Доставлено
5	Цефтріаксон 1 г, порошок для ін'єкцій у флаконах	КНП «Клінічна лікарня швидкої медичної допомоги м. Львова»		Львівська	01 вересня 2025 р. 01:43	Доставлено
6	Ібупрофен 200 мг, таблетки	КНП «Клінічна лікарня швидкої медичної допомоги м. Львова»		Львівська	04 серпня 2025 р. 01:43	Доставлено
7	Цефтріаксон 1 г, порошок для ін'єкцій у флаконах	КНП «Клінічна лікарня швидкої медичної допомоги м. Львова»		Львівська	31 липня 2025 р. 01:43	Очікує
8	Цефтріаксон 1 г, порошок для ін'єкцій у флаконах	КНП «Клінічна лікарня швидкої медичної допомоги м. Львова»		Львівська	19 серпня 2025 р. 01:43	Доставлено

Рисунок 4.18 — Журнал операцій доставки

Форма створення доставки включає поля товару, імені клієнта, телефону, адреси доставки, дати та часу доставки, а також перемикач позначення доставки як виконаної. Після збереження запис додається до журналу, зміна статусу на виконаний фіксує факт відвантаження для цілей звітності та відображення на інформаційній панелі. Поля проходять валідацію на коректність формату та заповненість обов'язкових реквізитів, адреса використовується для відображення на геокарті покриття (рис. 4.19).

Рисунок 4.19 — Форма створення операції доставки

4.3.6. Облік накладних

Журнал накладних представляє перелік оформлених документів у табличному форматі з підтримкою сортування та пагінації. Таблиця включає поля ідентифікатора, імені клієнта з посиланням на картку, номера телефону, товару, ціни за одиницю, кількості, суми, вартості доставки, загальної суми та дій. У верхній частині розміщено функції створення нової накладної та експорту до Excel для формування звітності. Такий формат представлення забезпечує швидкий доступ до підсумкових даних та витрат на доставку (рис. 4.20).

ІД	ІМ'Я КЛІЄНТА	НОМЕР ТЕЛЕФОНУ	ТОВАР	ЦІНА ЗА ОДИНИЦЮ	КІЛЬКІСТЬ	СУМА	ДОСТАВКА	ЗАГАЛЬНА СУМА	ДІЇ
1	Аліксандр І	4346	цитрамон	100.0	3.0	300.0	3.0	303.0	

Рисунок 4.20 — Журнал накладних

Форма створення накладної містить обов'язкові поля імені клієнта, контактного номера, товару, ціни за одиницю, кількості та вартості доставки. Після заповнення та підтвердження створення система автоматично розраховує суму позиції та загальну суму з урахуванням доставки, додає запис до журналу з можливістю подальшого експорту або редагування. Валідація забезпечує

коректність числових значень та заповненість всіх обов'язкових полів (рис. 4.21).

Створити накладну

Ім'я клієнта*

Контактний номер*

Товар*

Ціна за одиницю (Ksh)*

Кількість*

Доставка та обробка*

Створити

Рисунок 4.21 — Форма створення накладної

4.3.7. Облік рахунків

Журнал рахунків відображає перелік фінансових документів з можливістю сортування та експорту до Excel. У верхній частині розміщено функцію додавання нового рахунку. Таблиця включає поля ідентифікатора, найменування установи, опису, номера телефону, електронної адреси, платіжних реквізитів, суми, статусу та дій. Такий формат представлення забезпечує швидку перевірку інформації про платника, суми до сплати та поточного статусу оплати (рис. 4.22).

MedSupplyUA

+ Додати рахунок

Експорт в Excel

ІД	НАЗВА	ОПИС	НОМЕР ТЕЛЕФОНУ	ЕЛ. ПОШТА	ПЛАТІЖНІ РЕКВІЗИТИ	СУМА	СТАТУС	Дії
----	-------	------	----------------	-----------	--------------------	------	--------	-----

Рисунок 4.22 — Журнал рахунків

Форма додавання рахунку включає обов'язкові реквізити платника: найменування установи, номер телефону, електронну адресу, адресу, текстовий опис рахунку, платіжні реквізити та загальну суму до сплати. Перемикач оплати фіксує статус виконання платежу. Після підтвердження створення документ зберігається у журналі з можливістю подальшого редагування або експорту. Валідація контролює коректність формату контактних полів та наявність обов'язкових фінансових даних (рис. 4.23).

Додати запис рахунку

Назва установи*

Номер телефону

Номер телефону установи

Email

Електронна адреса установи

Адреса

Поштова адреса установи

Опис

Опис рахунку

Платіжні реквізити*

Деталі платежу

Загальна сума до сплати (Ksh)*

Сума, що підлягає оплаті

☐ Оплачено

Статус оплати рахунку

Додати

Рисунок 4.23 — Форма створення рахунку

4.3.8. Внутрішній рух лікарських засобів

Даний розділ призначено для організації внутрішнього відпуску товарів до структурних підрозділів медичних закладів. У верхній частині інтерфейсу здійснюється вибір медичного закладу, після чого активується залежний випадаючий список його підрозділів. У разі відсутності підрозділів необхідно попередньо створити їх через адміністративну панель. Нижче відображається таблиця номенклатури з полями ідентифікатора, найменування, доступної

кількості та кількості до видачі. У полі видачі вводиться кількість одиниць товару, система в режимі реального часу контролює відповідність введеного значення доступному залишку та його додатність.

Підтвердження видачі створює внутрішній документ руху: складські залишки зменшуються на відповідну величину, у підрозділі фіксується отримання, подія реєструється в історії рухів та враховується на інформаційній панелі для розрахунку показників виконання потреб. Функція оновлення інвентаризації забезпечує актуалізацію даних про залишки перед оформленням операції. Реалізований механізм дозволяє оперативно забезпечувати підрозділи товарами з автоматичним контролем коректності операцій (рис. 4.24).

The screenshot displays the 'Inventoryms' application interface for issuing medical supplies. At the top, there's a blue header with the 'Inventoryms' logo and a 'Видача у відділення' (Issuance to department) button. Below the header, there's a form for selecting a medical facility and a department. The main part of the interface is a table listing medical supplies with their IDs, names, available quantities, and issued quantities. A 'Підтвердити видачу' (Confirm issuance) button is located at the bottom left.

ID	НАЙМЕНУВАННЯ	ДОСТУПНО	ВИДАТИ
37	Ібупрофен 200 мг, таблетки	852	0 ШТ
36	Азипроміцин 500 мг, таблетки	619	0 ШТ
39	Натрій хлорид 200 мл, розчин для інфузій 0.9%	726	0 ШТ
40	Омепразол 20 мг, капсули	885	0 ШТ
38	Цефтріаксон 1 г, порошок для ін'єкцій у флаконах	738	0 ШТ
3	цитрамон	439	0 ШТ

Рисунок 4.24 — Інтерфейс внутрішнього відпуску лікарських засобів

4.3.9. Реєстр медичних закладів

Реєстр медичних закладів представляє перелік організацій у табличному форматі з полями порядкового номера, найменування, адреси та кількості підрозділів. У верхній частині розміщено функції додавання нового закладу та нового підрозділу. Вибір найменування закладу відкриває перелік пов'язаних підрозділів, лічильник підрозділів забезпечує швидке розуміння організаційної структури (рис. 4.25).

Медичні заклади

+ Новий заклад + Нове відділення

#	НАЗВА	АДРЕСА	К-СТЬ ВІДДІЛЕНЬ
1	Головний заклад		0
2	Київська міська клінічна лікарня №9	вулиця Ризька,1	1

Рисунок 4.25 — Реєстр медичних закладів

Додавання закладу виконується через форму з обов'язковим полем найменування та необов'язковим полем адреси. Функції створення та скасування завершують операцію, після збереження заклад відразу відображається у реєстрі та стає доступним у випадаючих списках інших модулів (рис. 4.26).

Новий медичний заклад

Назва

Назва закладу

Адреса

Адреса (необов'язково)

Створити Скасувати

Рисунок 4.26 — Форма створення медичного закладу

Для ефективного наповнення організаційної структури передбачено форму створення підрозділу, яка включає вибір медичного закладу зі списку та введення найменування підрозділу. Після створення лічильник у реєстрі оновлюється, підрозділ стає доступним у модулі внутрішнього руху товарів та аналітиці інформаційної панелі (рис. 4.27).

Нове відділення

Медичний заклад

Назва відділення

Назва відділення

Створити Скасувати

Рисунок 4.27 — Форма створення підрозділу

4.3.10. Перенаправлення медикаментів

Модуль перенаправлення медикаментів призначений для оформлення передачі запасів між різними медичними закладами. На сторінці створення нового перенаправлення користувач обирає заклад-джерело та заклад-одержувач зі спадних списків, додає коментар (наприклад, причину або номер внутрішнього розпорядчого документа) та формує перелік позицій до передачі. Для кожного лікарського засобу вказується кількість, причому система контролює, щоб запитуваний обсяг не перевищував доступні залишки в закладі-джерелі. Після збереження створюється документ перенаправлення зі статусом «Чернетка», який може бути переглянутий та відредагований до моменту фактичної відправки медикаментів (рис. 4.28).

The screenshot displays the 'Новое перенаправление' (New redirection) form in the MedSupplyUA application. The interface includes a left sidebar with navigation links and a main form area. The form contains the following elements:

- Заклад-джерело:** (Source institution) dropdown menu, currently showing 'Київська міська клінічна лікарня №9'.
- Заклад-одержувач:** (Destination institution) dropdown menu, currently showing 'лікарня 2'.
- Коментар:** (Comment) text area with the placeholder 'Відправлення'.
- Позиції:** (Positions) table with columns for medication name and quantity.

Позиції	Кількість
Ібупрофен 200 мг, таблетки (категорія: М — Опорно-руховий апарат, к-ть: 852)	6
Азитроміцин 500 мг, таблетки (категорія: J — Системні антиінфекційні препарати, к-ть: 627)	2

Buttons for 'Зберегти' (Save) and 'Додати рядок' (Add row) are visible at the bottom of the form.

Рисунок 4.28 – Форма створення перенаправлення медикаментів між закладами охорони здоров'я

Журнал перенаправлень відображає список усіх створених заявок у табличному форматі з колонками «Звідки», «Куди», «Статус» та «Створено» (рис. 4.29). Статуси використовуються для відстеження життєвого циклу документа (наприклад, «Чернетка», «У дорозі», «Завершено»). Вибір рядка відкриває детальну картку перенаправлення з переліком позицій та історією змін. Після підтвердження отримання у закладі-одержувачі система автоматично зменшує залишки в закладі-джерелі та збільшує їх у закладі-одержувачі, що забезпечує коректне відображення

руху запасів у загальній інформаційній моделі.

Перенаправлення				Створити
#	Звідки	Куди	Статус	Створено
#1	Київська міська клінічна лікарня №9	лікарня 2	Чернетка	2025-11-20 18:58

Рисунок 4.29 – Журнал перенаправлень медикаментів між закладами охорони здоров'я

4.3.11. Управління обліковими записами

Даний розділ об'єднує управління персоналом та контрагентами. Реєстр співробітників представлено у табличному форматі з полями ідентифікатора, фотографії профілю, імені користувача, номера телефону, статусу активності та ролі. У верхній частині розміщено функції додавання співробітника та експорту до Excel. Інтерфейс забезпечує адміністратору швидкий огляд прав доступу з можливістю додавання нових працівників або зміни статусу існуючих (рис. 4.30).

Облікові записи						Експорт в Excel	Додати співробітника
ID	ФОТО ПРОФІЛЮ	ІМ'Я КОРИСТУВАЧА	НОМЕР ТЕЛЕФОНУ	СТАТУС	РОЛЬ	ДІЇ	
1		admin	+380997032990	Активний	Адміністратор		
2		admin335	None	Неактивний	Постачальник		
6		gest	None	Активний	Спеціаліст МОЗ		
5		freze	None	Активний	Спеціаліст МОЗ		

Рисунок 4.30 — Реєстр персоналу

Реєстр постачальників містить поля найменування, номера телефону, адреси та дій з функціями редагування та видалення для кожного запису. У верхній частині розміщено функцію додавання постачальника. Перелік використовується у модулях обліку закупівель та управління номенклатурою, що забезпечує узгодженість довідників у межах системи (рис. 4.31).

Постачальники			
+ Додати постачальника			
НАЗВА	НОМЕР ТЕЛЕФОНУ	АДРЕСА	ДІЇ
Медичні закупівлі України	38044222222	Київ, вул. Прикладна, 1	Редагувати Вилучити
Bayer AG	None	None	Редагувати Вилучити
Abbott Laboratories	None	None	Редагувати Вилучити
Sandoz d.d.	None	None	Редагувати Вилучити
Hikma Pharmaceuticals	None	None	Редагувати Вилучити
B. Braun Melsungen AG	None	None	Редагувати Вилучити
Teva Pharmaceutical Industries	None	None	Редагувати Вилучити
Pfizer Inc.	None	None	Редагувати Вилучити
AstraZeneca	None	None	Редагувати Вилучити

Рисунок 4.31 — Реєстр постачальників

Створення контрагента виконується через форму додавання постачальника з полями найменування, номера телефону та адреси. Після збереження запис відразу стає доступним у випадючих списках документів та фільтрах, що спрощує процес оформлення операцій закупівлі (рис. 4.32).

Додати постачальника

Назва постачальника:

Номер телефону:

Без пробілів і символів, лише цифри

Адреса:

[Зберегти](#)
[← Назад](#)

Рисунок 4.32 — Форма додавання постачальника

4.3.12. Ролі користувачів

Розмежування доступу до функціоналу системи здійснюється за допомогою ролей користувачів. Під час створення профілю співробітника адміністратор обирає одного з наявних облікових записів або створює новий, після чого призначає йому роль зі спадного списку: «Адміністратор», «Менеджер ЗОЗ», «Спеціаліст МОЗ», «Медперсонал/Склад» або «Постачальник» (рис. 4.33). Такий підхід дозволяє відокремити технічний акаунт (ім'я користувача та пароль) від прикладної ролі в предметній області, а також централізовано керувати персоналом і контрагентами через єдиний інтерфейс.

Створити профіль співробітника

☐ Створити нового користувача

Користувач

Оберіть вже зареєстрованого користувача.

Роль

- Адміністратор
- Адміністратор
- Менеджер ЗОЗ
- Спеціаліст МОЗ
- Медперсонал/Склад
- Постачальник

Рисунок 4.33 – Форма створення профілю співробітника та призначення ролі користувача в системі

Надалі саме роль визначає, які розділи меню відображаються користувачу та які операції він може виконувати (табл. 4.1). Адміністратор має повний доступ до всіх довідників, налаштувань і звітів; менеджер ЗОЗ працює лише в межах свого закладу, створює замовлення, підтверджує поставки та організовує внутрішній рух запасів; спеціаліст МОЗ бачить агреговані дані по всіх закладах і ініціює перерозподіл; медперсонал/склад оформлює видачу та створює пропозиції на поповнення; постачальник обмежений переглядом власних замовлень без права

змінювати дані. Така ролева модель реалізує принцип мінімально необхідних повноважень і підвищує безпеку обробки медичних даних.

Таблиця 4.1 – Опис ролей користувачів системи

Код ролі	Назва ролі	Призначення ролі	Основні повноваження (права доступу)	Обмеження
AD	Адміністратор	Системний адміністратор, відповідає за глобальне налаштування та супровід системи	- Повний доступ до всіх розділів системи. - Керування обліковими записами та профілями користувачів (створення, редагування, блокування, призначення ролей). - Керування довідником постачальників. - Керування каталогом лікарських засобів (створення/редагування позицій, одиниці виміру, виробник, тощо). - Перегляд залишків та всіх операцій по всіх закладах. - Формування узагальненої звітності по всій системі. - Налаштування системних параметрів (мінімальні рівні запасів, параметри сповіщень, резервне копіювання тощо).	- Єдина роль, яка може призначати/змінювати ролі інших користувачів, у тому числі AD. - Кількість користувачів з роллю AD у реальній експлуатації обмежується організаційними регламентами.
EX	Менеджер ЗОЗ (менеджер закладу охорони здоров'я / відповідальний за склад)	Відповідальний за управління запасами, закупівлями та операціями всередині конкретного медичного закладу	- Перегляд та часткове керування профілями співробітників свого закладу (без можливості призначати роль AD). - Перегляд каталогу лікарських засобів, ініціювання пропозицій щодо його доповнення.	- Не може змінювати системні налаштування рівня всієї системи. - Не може призначати/знімати роль AD. - Не має доступу до конфіденційних даних інших ЗОЗ, окрім агрегованих даних, передбачених звітністю

Продовж. табл. 4.1

Код ролі	Назва ролі	Призначення ролі	Основні повноваження (права доступу)	Обмеження
			• Перегляд залишків на складі свого ЗОЗ, контроль мінімальних рівнів запасів. • Створення замовлень на закупівлю, робота з постачальниками в межах свого закладу. • Підтвердження прийняття поставок (кількість, якість). • Оформлення видачі медикаментів відділенням. • Формування звітності по своєму закладу (закупівлі, видача, залишки). • Участь у перерозподілі запасів між закладами (як заклад-відправник або заклад-отримувач).	•
МО	Спеціаліст МОЗ	Представник центрального органу, відповідальний за моніторинг запасів та перерозподіл між закладами	• Перегляд агрегованих залишків та руху лікарських засобів по всіх закладах. • Аналіз дефіцитів та надлишків, прийняття рішень щодо перерозподілу запасів. • Ініціювання операцій перерозподілу між закладами (формування запиту: «відправник → отримувач»). • Формування зведеної звітності по країні / регіону (закупівлі, витрати, залишки).	• Не має прямого доступу до редагування каталогу медикаментів або даних про постачальників. • Не змінює профілі користувачів ЗОЗ (працює з уже наявними обліковими записами).
ОР	Медичний персонал ЗОЗ / оператор складу	Працівник лікарні або складу, що безпосередньо здійснює видачу медикаментів відділенням ініціювати	• Перегляд доступних йому складів та залишків. • Оформлення видачі лікарських засобів відділенням (створення записів про видачу / накладних).	• Не може змінювати системні довідники (постачальники, каталог медикаментів). • Не створює та не затверджує офіційні замовлення на закупівлю

Кінець табл. 4.1

Код ролі	Назва ролі	Призначення ролі	Основні повноваження (права доступу)	Обмеження
		та може ініціювати потребу в поповненні запасів	Формування заявок / пропозицій на поповнення запасів для затвердження менеджером ЗОЗ.	Не має доступу до налаштувань та глобальної звітності.
SU	Постачальник	Зовнішня організація, що постачає лікарські засоби закладам охорони здоров'я	- Постачальник представлений як довідниковий об'єкт в таблиці. - Перегляд переліку замовлень, адресованих постачальнику.	Може тільки переглядати, може взаємодіяти з менеджером ЗОЗ.

4.3.13. FHIR-інтеграція

Для забезпечення сумісності з медичними інформаційними системами реалізовано REST API з підтримкою стандарту FHIR R4: номенклатура представлена ресурсом Medication, контрагенти — Organization, рахунки — Invoice, операції забезпечення — SupplyRequest та SupplyDelivery. Це надає можливість підключення зовнішніх систем і побудови централізованої аналітики без дублювання даних (рис. 4.34).

```
{
  "resourceType": "Medication",
  "id": "37",
  "code": {
    "coding": [
      {
        "system": "https://moz.gov.ua/fhir/CodeSystem/national-list",
        "code": "200",
        "display": "Ібупрофен"
      },
      {
        "system": "http://www.whocc.no/atc",
        "code": "M01AE01",
        "display": "M01AE01"
      }
    ],
    "text": "Ібупрофен 200.000 мг, таблетки",
    "status": "active",
    "doseForm": {
      "text": "таблетки"
    },
    "ingredient": [
      {
        "item": {
          "concept": {
            "text": "Ібупрофен"
          },
          "strengthRatio": {
            "numerator": {
              "value": 200.0,
              "unit": "mg"
            },
            "denominator": {
              "value": 1.0,
              "unit": "таблетки"
            }
          }
        }
      }
    ]
  }
}
```

Рисунок 4.34 — Приклад відповіді FHIR ресурсу Medication

4.4. База даних

Доступ до даних здійснюється виключно через Django ORM, що уніфікує формування запитів, спрощує процес міграцій і мінімізує ризики SQL-ін'єкцій.

Основні предметні області відповідають структурі застосунку: облікові записи (користувачі та профілі), номенклатура (категорії та товари), транзакції (закупівлі, продажі, видачі з деталізацією по позиціях), логістика (операції доставки), фінанси (накладні та рахунки), довідники закладів і структурних підрозділів (рис. 4.35).

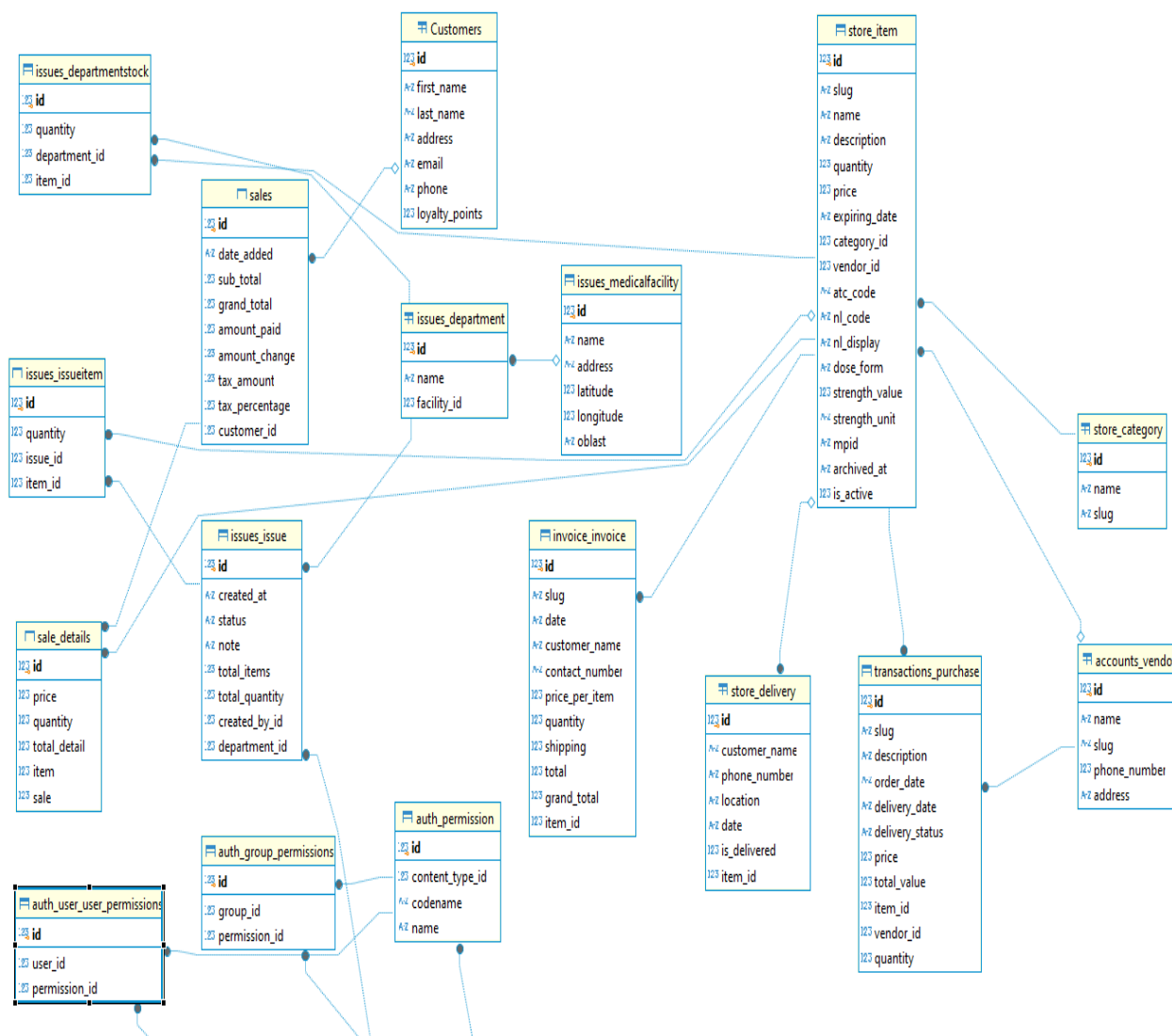


Рисунок 4.35 — ER-діаграма бази даних

Цілісність даних забезпечується первинними та зовнішніми ключами, обмеженнями NOT NULL, UNIQUE і CHECK; на критичних полях (пошук, фільтри, дати, контрагенти) створено індекси для оптимізації продуктивності. Для коректності історичної звітності фінансові суми в документах денормалізовано

(зберігаються підсумки до та після ПДВ, знижки, логістичні витрати), деталізація залишається в окремих позиціях.

Видалення довідникових записів, до яких прив'язані проведені документи, блокується механізмом PROTECT; списання товару понад наявні залишки запобігається валідаціями на рівні ORM і атомарних транзакцій.

4.5. Захист інформації

4.5.1. Аутентифікація, авторизація й управління доступом

Процес аутентифікації реалізовано засобами Django з використанням алгоритму хешування паролів Argon2id (альтернативно — PBKDF2 з посиленими параметрами). Застосовується політика мінімальної складності паролів і обов'язкова періодична зміна облікових даних (рис. 4.36 – рис. 4.37). Для користувачів з критичними ролями впроваджено багатофакторну автентифікацію на основі TOTP або апаратних ключів безпеки [43; 44].

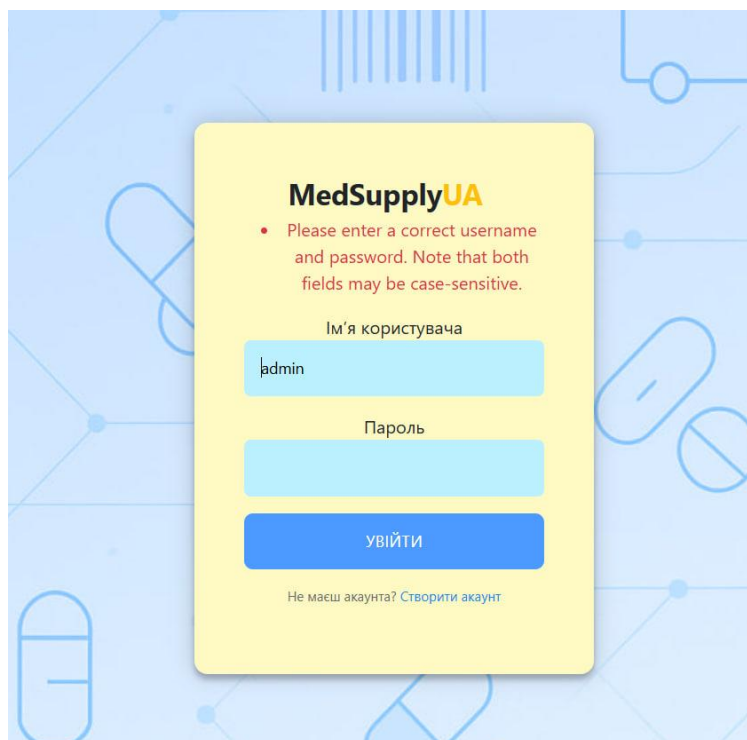


Рисунок 4.36 — Введення неправильних даних



Рисунок 4.37 — Спроба входу без вводу даних

Сесійні дані захищено через встановлення атрибутів `HttpOnly`, `Secure` і `SameSite` для cookies; ідентифікатор сесії оновлюється після успішного входу та виконання адміністративних операцій. За необхідності здійснюється прив'язка сесій до IP-адреси та `User-Agent`, а також встановлюються обмеження на максимальний час неактивності користувача [44; 45].

Модель авторизації побудована на основі рольового контролю доступу (RBAC) з деталізованими правами на рівні представлень і шаблонів. У певних випадках застосовується контроль доступу на рівні об'єктів, що обмежує операції лише закладами або підрозділами, до яких користувач має дозвіл. Дотримується принцип найменших привілеїв; для інтеграційних потреб створюються окремі сервісні облікові записи з обмеженими правами [44].

Система включає механізми захисту від брутфорс-атак: обмеження частоти запитів (rate limiting) і тимчасове блокування облікового запису після серії невдалих спроб входу з експоненційним збільшенням затримки. За потреби може

бути активовано додаткову перевірку CAPTCHA. Всі операції перегляду та зміни ролей фіксуються в журналі аудиту [44; 46].

4.5.2. Захист веб-рівня та даних у транзиті

Передача даних здійснюється виключно через захищене з'єднання HTTPS з використанням протоколу TLS версії 1.2 або новіше. Активовано механізм HSTS для примусового використання безпечного з'єднання; застарілі криптографічні алгоритми та протоколи заборонені на рівні конфігурації сервера [45].

У застосунку увімкнено SecurityMiddleware фреймворку Django з відповідними налаштуваннями безпеки (параметри `SECURE_`, `SESSION_COOKIE_`, `CSRF_COOKIE_*`). Налаштовано політику безпеки вмісту (CSP) з обмеженнями для джерел скриптів, стилів і зображень; встановлено заголовки `X-Frame-Options`, `X-Content-Type-Options` і `Referrer-Policy` для додаткового захисту [45; 47].

Всі POST-запити проходять обов'язкову перевірку CSRF-токенів. Для публічних кінцевих точок API діє обмеження частоти запитів і базові правила веб-файрволу (WAF) для виявлення типових сигнатур ін'єкцій та сканування вразливостей. Заголовки кешування та розділення статичних і медійних файлів налаштовано таким чином, щоб уникнути небезпечного змішування контенту та помилок інтерпретації типів файлів [45; 47].

4.5.3. Безпечна обробка даних і валідації

Взаємодія з базою даних відбувається виключно через об'єктно-реляційне відображення (ORM) з параметризованими запитами, що усуває ризики SQL-ін'єкцій. Вихідні дані, що виводяться в інтерфейсі, проходять обов'язкове екранування для запобігання атак типу XSS. У випадках роботи з форматованим текстом застосовується санітизація на основі білих списків дозволених елементів і атрибутів відповідно до рекомендацій OWASP щодо валідації вхідних даних [47; 48].

Завантаження файлів обмежено перевіркою MIME-типів, максимального розміру та дозволених розширень; імена файлів генеруються як UUID для запобігання конфліктам і атакам через іменування. Файли зберігаються поза

кореневою директорією статичного вмісту; за необхідності здійснюється антивірусна перевірка засобами ClamAV. Правила обробки завантажень узгоджено з рекомендаціями OWASP щодо безпечного приймання файлів [49].

Бізнес-правила валідації (додатні значення кількості, коридори допустимих значень ПДВ та цін, контроль наявних складських залишків) реалізовано на рівні форм і серіалізаторів даних, з додатковою перевіркою в межах атомарних транзакцій бази даних. Це дає змогу гарантувати цілісність даних навіть у разі конкурентних змін.

Інтерфейси, що підтримують стандарт FHIR, мінімізують кількість експонованих полів, мають чіткі версії API та суворі схеми валідації; вхідні параметри нормалізуються та фільтруються перед обробкою. Реалізація враховує вимоги до безпеки та обміну даними, визначені в специфікації FHIR для RESTful API та розділах із забезпечення безпеки [50; 51].

4.5.4. Резервне копіювання, відновлення та безперервність

Стратегія аварійного відновлення включає щоденне повне резервне копіювання з безперервним архівуванням журналів попереднього запису (WAL) для можливості відновлення на будь-яку точку в часі (PITR). Резервні копії зберігаються у відокремленому зашифрованому сховищі, зокрема об'єктному сховищі типу S3 [52].

Визначені цільові показники: точка відновлення (RPO) не більше 15 хвилин, час відновлення (RTO) не більше 2 годин. Резервні копії підписуються криптографічно та журналюються; регулярно проводяться планові тести відновлення на ізольованому середовищі для перевірки працездатності процедур. Перед виконанням міграцій схеми створюються додаткові позапланові дампи; процедури відновлення детально задокументовані покроково [52].

Основними інструментами резервного копіювання є `pg_dump/pg_restore` або спеціалізовані рішення на кшталт `pgBackRest` чи `Barman`. Експорт і імпорт через графічні інструменти (`DBeaver`) використовується як допоміжний канал, але не як основний механізм. Діє політика зберігання копій з визначеними термінами;

налаштовано контроль справності з оповіщеннями про збої резервування та аномальне зростання обсягу журналів [52].

4.5.5. Логи, аудит і моніторинг

Система фіксує всі події, що стосуються безпеки: спроби входу з результатами автентифікації, зміни ролей користувачів, операції створення, читання, оновлення та видалення над довідниками і документами, експорт та імпорт даних, критичні адміністративні дії [46; 53].

Логи формуються у структурованому форматі JSON з відправкою до централізованої системи збору (ELK Stack або хмарних служб логування). Чутливі поля маскуються перед збереженням; встановлено політику зберігання логів терміном від 90 до 180 днів [46].

Налаштовано систему оповіщень про потенційні проблеми безпеки: сплески помилок автентифікації та авторизації (коди 401/403), помилки серверу (коди 5xx), аномальна активність експорту даних, нетипові IP-адреси або географічні локації, збої процесів резервного копіювання, повільні або тривалі SQL-запити, зростання надлишкових даних (bloat) або розміру журналів WAL.

Моніторинг побудовано на основі чотирьох ключових метрик: затримка відповідей (latency), обсяг трафіку (traffic), частота помилок (errors), насиченість ресурсів (saturation). Для бази даних додатково відстежуються стан реплікації, частота контрольних точок (checkpoints), ефективність процесу очищення (vacuum) і фрагментація індексів [54].

4.5.6. Приватність та відповідність

Система дотримується принципів мінімізації даних і «необхідного знання»: доступ обмежується відповідно до ролей користувачів, надлишкові персональні дані не збираються. Визначено терміни зберігання різних категорій даних і встановлено процедури анонімізації або псевдонімізації для використання в аналітичних та непромислових цілях [55].

Експорт даних через інтерфейси FHIR доступний лише авторизованим клієнтським системам через механізми OAuth2 або JWT з чітко визначеними областями доступу (scopes) і повним аудитом викликів API [50; 51; 55].

Реалізовано процес обробки запитів суб'єктів даних згідно з вимогами законодавства: надання копії персональних даних, виправлення неточностей, обмеження обробки або видалення даних, якщо це не суперечить вимогам бухгалтерського обліку та обов'язкової звітності .

Всі канали передачі даних використовують шифрування; розроблено політики реагування на інциденти порушення приватності з визначенням процедур сповіщення зацікавлених сторін у встановлені законодавством строки [55].

Висновки до розділу 4

Інформаційна система забезпечує облік лікарських засобів на всіх етапах — від ведення номенклатурних довідників до виконання операцій закупівлі, продажу, внутрішнього переміщення та формування супровідної документації (накладних, рахунків). Використання Django як основи для розробки дозволило організувати код за модульним принципом, що спростило розмежування функціональних блоків. Застосування ORM та механізму міграцій підтримує цілісність даних у базі. У системі реалізовано розмежування прав доступу відповідно до ролей користувачів. Валідація даних відбувається на рівні форм і моделей, що запобігає помилковому введенню інформації та порушенню основних бізнес-правил, зокрема контролює неможливість списання товару понад фактичні залишки.

Для забезпечення сумісності з іншими медичними системами передбачено інтеграцію зі стандартом FHIR R4, що дає змогу обмінюватися даними без потреби їх дублювання. Система генерує табличні звіти з можливістю експорту у поширені формати, що полегшує аналіз даних для прийняття управлінських рішень. Інтерфейс побудовано з врахуванням послідовності типових робочих операцій, що скорочує час на їх виконання та знижує вимоги до технічної підготовки персоналу.

РОЗДІЛ 5

РОЗРАХУНОК СТАРТАП ПРОЄКТУ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

П'ятий розділ містить комплексне обґрунтування стартап-проєкту «MedSupply-UA», розробленого в межах магістерської дисертації. Представлено загальну характеристику проєкту, опис команди та концептуальні засади створення хмарної інформаційної системи для управління запасами медичних виробів у державних закладах охорони здоров'я. Детально описано бізнес-модель, що охоплює ціннісну пропозицію, цільові сегменти споживачів, канали дистрибуції, форми взаємодії з клієнтами, джерела формування доходів, ключові напрями діяльності, необхідні ресурси, потенційних партнерів, структуру витрат і споживчі характеристики продукту. Виконано дослідження ринку та розроблено стратегію просування системи. Фінансовий план включає розрахунок бюджету, характеристику продукту і технологій, оцінку витрат на організацію стартапу та кошторис розробки MVP, що дає змогу визначити економічну доцільність і перспективи впровадження проєкту.

5.1. Загальна інформація про проєкт

Назва проєкту: Система розподілу запасів лікарських засобів у закладах охорони здоров'я України "MedSupply-UA".

Команда проєкту:

- Гуйван Ілля — Team Lead
- Ковальчук Олександр — Software Architect
- Ткаченко Аліна — Project Manager
- Андрущенко Юрій — Business Analyst
- Левченко Марія — QA Engineer

5.2. Опис концепції проєкту

Даний проєкт орієнтований на розробку автоматизованої інформаційної системи для централізованого планування, замовлення, обліку та розподілу медичних виробів у державних медичних закладах. Система включає витратні матеріали, медичне приладдя та обладнання. Кожен медичний заклад матиме доступ до електронного кабінету, через який вноситимуться дані щодо потреби на плановий період, поточного споживання, залишків та списання.

Впровадження системи дозволить мінімізувати паперовий документообіг завдяки збору даних у режимі реального часу, а також підвищить прозорість і ефективність процесів постачання [56]. Рішення реалізується як хмарний SaaS з веб-інтерфейсом та мобільними додатками, включаючи модулі формування потреб, управління складами, обліку використання, аналітики, а також інтеграції з eHealth, реєстром 2D-кодів та Prozorro.

5.3. Бізнес-модель проєкту

5.3.1. Цінність продукту

Автоматизація процесів закупівель та обліку суттєво скорочує обсяг ручної роботи та зменшує кількість помилок. Згідно з даними постачальника ПЗ Procurement Partners, впровадження аналогічних рішень забезпечувало приблизно 40% економії часу обробки замовлень та понад 10% скорочення витрат (дані з кейсів вендора) [57].

Покращене планування запасів запобігає виникненню дефіциту та скорочує непродуктивні втрати. Протягом останніх років спостерігалось подорожчання медичної техніки та витратних матеріалів, а також їх дефіцит, що посилює актуальність ефективного управління запасами.

Підвищення прозорості процесів через електронні кабінети та інтеграцію з реєстром 2D-кодування очікувано знизить ризики зловживань і фальсифікацій відповідно до підходів, застосованих у державній системі e-Stock. Перехід від

паперових журналів до оновлення даних у реальному часі забезпечить можливість оперативного реагування на нестачі або надлишки.

5.3.2. Сегмент споживачів

Основними споживачами системи є:

- Державні медичні заклади (лікарні, поліклініки), що підпорядковані МОЗ та обласним департаментам охорони здоров'я.
- Централізовані закупівельні організації, зокрема ДП «Медичні закупівлі України» та місцеві департаменти.
- Державні програми і гуманітарні проєкти, які здійснюють закупівлю медичних виробів.

5.3.3. Канали збуту

Основний канал — укладення прямих державних контрактів через тендерні та переговорні процедури. Додатково розглядаються партнерські відносини з ІТ-інтеграторами для забезпечення інтеграції з платформою eHealth та включення рішення до державних програм. Планується участь у галузевих конференціях, форумах та профільних виставках.

5.3.4. Взаємодія з клієнтами

Передбачається персоналізоване навчання персоналу та підтримка процесу впровадження, включаючи проведення тренінгів для адміністраторів системи. Клієнтам надаватиметься технічна підтримка та консультаційні послуги. Система буде регулярно оновлюватися з урахуванням зворотного зв'язку від користувачів.

5.3.5. Джерела доходу

Основною бізнес-моделлю є ліцензійна модель із щорічною абонентською платою (SaaS). Конкретні ринкові ціни визначатимуться залежно від обраних модулів та масштабу підключених закладів (оцінка команди; вимагає додаткових джерел для публічного посилення). Додатковими джерелами доходу є оплата інтеграційних послуг і консалтингу, а також участь у державних програмах та грантах на цифровізацію системи охорони здоров'я.

5.3.6. Ключові види діяльності

До основних видів діяльності належать розробка та підтримка програмного забезпечення (розробники, тестувальники, DevOps), інтеграція з державними реєстрами та системами (eHealth, Prozorro, реєстр 2D кодів), аналітична робота та формування звітності, а також технічна підтримка та навчання користувачів.

5.3.7. Ключові ресурси

Необхідними ресурсами є IT-команда (розробники, аналітики, фахівці баз даних), експертиза у сфері медичних закупівель і логістики, IT-інфраструктура (сервери або хмарні рішення, засоби захисту даних), а також бази даних медичних виробів із відповідними кодами та класифікаторами.

5.3.8. Ключові партнери

Основними партнерами проєкту є:

- МОЗ та ДП «Медичні закупівлі України».
- Обласні й міські управління охорони здоров'я.
- Профільні асоціації лікарень і медичних працівників.
- Партнерські IT-компанії та виробники сканерного обладнання для 2D-кодування.
- Міжнародні донорські організації та грантодавці.

5.3.9. Структура витрат

До витрат відносяться розробка та впровадження програмного забезпечення (заробітні плати, ліцензії), інфраструктурні витрати (хмарні сервіси, обслуговування), адміністративні витрати, витрати на маркетинг і просування, а також навчання персоналу та технічну підтримку.

5.3.10. Споживчі властивості продукту

Система характеризується високою швидкістю обробки запитів та надійністю для великої кількості користувачів. За аналогією з державними системами, після повного запуску планується підтримка понад 10 тисяч активних користувачів [56]. Інтерфейс має бути інтуїтивним з можливістю мобільного доступу. Дані оновлюються в режимі реального часу. Система відповідає вимогам

безпеки та чинного законодавства, має модульну архітектуру та забезпечує масштабованість.

5.4. Дослідження ринку

5.4.1. Оцінка ринку

Згідно з галузевим оглядом, середньорічне зростання ринку виробів медичного призначення в Україні протягом 2013–2021 років становило близько 13%. У 2020–2021 роках майже половину грошового обсягу забезпечили державні закупівлі, зокрема через централізовані програми ДП «Медичні закупівлі України» та міжнародні організації [58].

Поточна безпекова ситуація посилює необхідність у адаптивних системах постачання та резервуванні, що обґрунтовує доцільність системного планування та обліку.

5.4.2. Стратегія просування

Планується реалізація пілотного проєкту у декількох лікарнях та закупівельних центрах із демонстрацією ключових показників ефективності (час на закупівлі, економія ресурсів). Паралельно проводитиметься узгодження з МОЗ та участь у галузевих заходах.

5.5. Фінансовий план

5.5.1. Бюджет проєкту

Початкові витрати включають розробку системи (можливо поетапну), інфраструктуру, придбання ліцензій, маркетингові заходи та навчання персоналу. Орієнтовна вартість розробки мінімально життєздатного продукту (MVP) становить декілька мільйонів гривень (оцінка команди).

5.5.2. Опис продукту/технології

Рішення реалізується як хмарний SaaS з веб-інтерфейсом та мобільними додатками. До складу входять модулі формування потреб, управління складами, обліку використання, аналітики, а також інтеграції з eHealth, реєстром 2D-кодів та

Prozorro. Система розрахована на масштабування до десятків тисяч користувачів [56].

5.5.3. Витрати на організацію старту

До основних статей витрат відносяться заробітні плати персоналу, оренда офісу, інфраструктурні витрати, маркетингові заходи, навчання користувачів та формування резервного фонду.

5.5.4. Кошторис MVP (оцінка команди)

Орієнтовний кошторис розробки та запуску MVP, сформований на основі оцінок команди, подано в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Кошторис MVP

Стаття витрат	Розрахунок	Сума (грн)
Розробка	2 розробники $\times$ 50 000 грн/міс $\times$ 3 міс	300 000
Тестування	30 000 $\times$ 3 міс	90 000
Аналітика	40 000 $\times$ 3 міс	120 000
DevOps/інфраструктура	40 000 $\times$ 3 міс	120 000
Хмара/хостинг (перший рік)	-	100 000
Ліцензії (API, 2FA, безпека)	-	60 000
Офіс	25 000 $\times$ 6 міс	150 000
Обладнання	-	120 000
Маркетинг	-	120 000
Навчання/підтримка	-	80 000
Резерв (10%)	-	124 000
Разом (MVP + 6 міс)		1 384 000

5.6. Резюме

Запропонована інформаційна система забезпечить використання сучасних ІТ-інструментів у сфері медичного постачання, що значно підвищить ефективність та прозорість процесів у державних лікарнях. Впровадження централізованого електронного обліку потреб і залишків дозволить державі краще розуміти реальні

потреби та пріоритизувати поставки необхідних медикаментів. Своєчасна інформація про запаси і дефіцит у закладах забезпечить пацієнтам постійний доступ до життєво важливих лікарських засобів, а лікарням — зменшення витрат за рахунок оптимізації закупівель і уникнення переплат.

Проведений аналіз ринку, розроблений фінансовий план та оцінка структури витрат підтверджують економічну обґрунтованість реалізації стартапу «MedSupply-UA» як хмарного SaaS-рішення з поступовим впровадженням MVP. Обрана бізнес-модель, що базується на річній абонентській платі, отриманні додаткових доходів від інтеграційних послуг та консалтингу, орієнтація на державних замовників і можливості залучення грантового фінансування формують передумови для досягнення фінансової стабільності та подальшого розширення функціоналу системи. Впровадження проєкту забезпечить оптимізацію внутрішніх процесів у медичних закладах та підвищить інституційну спроможність держави щодо планування, моніторингу та контролю переміщення медичних виробів в умовах кризових ситуацій і післявоєнного відновлення.

Висновки до розділу 5

Виконані розрахунки засвідчують технічну реалізованість та економічну доцільність стартап-проєкту «MedSupply-UA» за умови його поетапного впровадження та успішного залучення цільових замовників з державного сектору. Розроблена бізнес-модель і фінансовий план свідчать про можливість досягнення самоокупності та масштабування рішення завдяки абонентській моделі, наданню інтеграційних послуг і участі в державних програмах цифровізації сфери охорони здоров'я. Впровадження системи може забезпечити суттєвий ефект для медичних закладів через оптимізацію процесів закупівель, скорочення втрат і підвищення прозорості, що сприятиме раціональнішому витрачання бюджетних коштів та покращенню забезпечення пацієнтів медичними виробами.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській роботі проведено дослідження теоретичних, організаційних та технологічних аспектів управління запасами лікарських засобів у закладах охорони здоров'я України. Розроблено веб-орієнтовану інформаційну систему «Система розподілу запасів лікарських засобів у закладах охорони здоров'я України» (MedSupply-UA). Проаналізовано вітчизняні та зарубіжні джерела, нормативно-правову базу, а також існуючі програмні рішення у сфері eLMIS. Це дозволило обґрунтувати необхідність автоматизації процесів обліку, моніторингу та розподілу медичних запасів з урахуванням можливості інтеграції з національною електронною системою охорони здоров'я.

Сформовано вимоги до інформаційної системи управління запасами лікарських засобів, побудовано інформаційну, функціональну та логічну моделі предметної області. Визначено ролі користувачів та основні бізнес-процеси: облік залишків, формування замовлень, реєстрацію поставок, контроль термінів придатності, формування звітності. Архітектура системи базується на підходах до проєктування веб-застосунків (MVT/REST), а модель даних відображає структуру ланцюга постачання та специфіку медичної номенклатури. Окремо опрацьовано вимоги до цілісності, трасованості, прозорості та інтероперабельності даних, що є важливими для логістичних інформаційних систем у медичній сфері.

Реалізовано прототип веб-орієнтованої інформаційної системи MedSupply-UA з використанням мови програмування Python, фреймворку Django та СУБД PostgreSQL. Система забезпечує ведення довідника лікарських засобів і місць зберігання, облік надходжень та відпуску, моніторинг залишків з контролем мінімальних рівнів і термінів придатності, формування аналітичних звітів для підтримки управлінських рішень. Тестування на наборах даних показало, що розроблене програмне забезпечення дає змогу підвищити прозорість руху запасів та знизити ймовірність дефіциту або надлишку препаратів за рахунок своєчасного виявлення критичних ситуацій.

Результати дослідження мають практичне значення для закладів охорони здоров'я, аптечних складів та органів управління, які здійснюють планування, облік і контроль використання лікарських засобів. Запропоновані моделі та програмна реалізація можуть бути адаптовані для різних рівнів медичної мережі, а також використані як основа для подальшого розвитку інтегрованих eLMIS-рішень з підтримкою стандарту HL7 FHIR та інтеграції з ECO3. Матеріали роботи можуть використовуватися у навчальному процесі при викладанні дисциплін, пов'язаних з медичною інформатикою, логістикою та розробкою інформаційних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Health Systems in Action (HSiA) Insights – Ukraine, 2024 : report / N. Shuftan, A. Eriksen, A. Aregay, D. Cairns, S. Kasyanchuk, E. Richardson ; European Observatory on Health Systems and Policies, WHO Regional Office for Europe. – Copenhagen, 2025.
2. Про лікарські засоби : Закон України від 04.04.1996 № 123/96-ВР. – Верховна Рада України : офіц. веб-сайт. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/123/96-вр> (дата звернення: 18.11.2025).
3. Медичні закупівлі України : офіц. веб-сайт. – URL: <https://mpu.gov.ua/> (дата звернення: 18.11.2025).
4. Електронна система охорони здоров'я (eHealth) : офіц. портал. – URL: <https://ehealth.gov.ua/> (дата звернення: 18.11.2025).
5. Ukraine National Supply Chain Assessment Results : report / S. Conesa, J. Folmsbee, O. Zhyhinas, T. Savchuk ; Systems for Improved Access to Pharmaceuticals and Services (SIAPS) Program. – Arlington, VA : Management Sciences for Health, 2016.
6. Management Sciences for Health. MDS-3: Managing Access to Medicines and Health Technologies. Arlington, VA : Management Sciences for Health, 2012.
7. HL7 FHIR Overview. – HL7 International : офіц. веб-сайт. – URL: <https://www.hl7.org/fhir/overview.html> (дата звернення: 18.11.2025).
8. National eHealth System (Ukraine) : case study / Edenlab. – URL: <https://edenlab.io/case/national-e-health-system> (дата звернення: 18.11.2025).
9. OpenLMIS : офіц. веб-сайт. – URL: <https://openlmis.org/> (дата звернення: 18.11.2025).
10. DHIS2 Logistics & Stock Management. – DHIS2 : офіц. веб-сайт. – URL: <https://dhis2.org/logistics/> (дата звернення: 18.11.2025).
11. Logistimo – last-mile health supply chain solutions : веб-сайт. – URL: <https://logistimo.com/> (зокрема, кейс Senegal: <https://logistimo.com/senegal> (дата звернення: 18.11.2025)).

- 12.Проектування інформаційних систем: Загальні питання теорії проектування ІС (конспект лекцій) [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. С. Коваленко, Л. М. Добровська. – Електронні текстові дані (1 файл : 2,02 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 192 с.
- 13.Цибульник С. О., Барандич К. С. Технології розроблення програмного забезпечення. Частина 1. Життєвий цикл програмного забезпечення : підручник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 270 с.
- 14.Левус Є. В., Мельник Н. Б. Вступ до інженерії програмного забезпечення : навч. посіб. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 280 с.
- 15.ISO/IEC/IEEE 12207:2017. Systems and software engineering — Software life cycle processes. – Geneva : International Organization for Standardization, 2017.
- 16.ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. – Geneva : International Organization for Standardization, 2011.
- 17.Sadoughi F., Moulaei K. Application of Unified Modeling Language in Health Care Systems: A Systematic Review // Health Information Management Journal. – 2018. – Vol. 47, No. 4. – P. 188–196. – DOI: 10.1177/1833358318774357.
- 18.Saripalle R., Runyan C., Russell M. Using HL7 FHIR to achieve interoperability in patient health record // Journal of Biomedical Informatics. – 2019. – Vol. 94. – Article 103188. – DOI: 10.1016/j.jbi.2019.103188.
- 19.Benson T., Grieve G. Principles of Health Interoperability: SNOMED CT, HL7 and FHIR. – 3rd ed. – Cham : Springer, 2016. – 451 p.
- 20.Python : веб-сайт. URL: <https://opensource.com/resources/python> (дата звернення: 15.10.2025).
- 21.Why is Python So Popular? : веб-сайт. URL: <https://www.pulumi.com/why-is-python-so-popular/> (дата звернення: 15.10.2025).

22. Python Package Index (PyPI) : офіц. веб-сайт. – URL: <https://pypi.org/> (дата звернення: 15.10.2025).
23. What is PyCharm? : веб-сайт. URL: <https://hackr.io/blog/what-is-pycharm> (дата звернення: 15.10.2025).
24. Introduction to Django : веб-сайт. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Server-side/Django/Introduction> (дата звернення: 15.10.2025).
25. Django REST Framework Documentation : веб-сайт. URL: <https://www.django-rest-framework.org/> (дата звернення: 15.10.2025).
26. Django Crispy Forms : веб-сайт. URL: <https://www.scaler.com/topics/django/django-crispy-forms/> (дата звернення: 15.10.2025).
27. sqlparse : веб-сайт (PyPI). – URL: <https://pypi.org/project/sqlparse/> (дата звернення: 15.10.2025).
28. pandas – Python Data Analysis Library : офіц. веб-сайт. – URL: <https://pandas.pydata.org/> (дата звернення: 15.10.2025).
29. openpyxl Documentation : офіц. документація. – URL: <https://openpyxl.pages.heptapod.net/openpyxl/> (дата звернення: 15.10.2025).
30. django-mptt : документація. – URL: <https://django-mptt.readthedocs.io/en/latest/> (дата звернення: 15.10.2025).
31. Celery – Distributed Task Queue : офіц. документація. – URL: <https://docs.celeryq.dev/en/stable/> (дата звернення: 15.10.2025).
32. Redis Documentation : офіц. веб-сайт. – URL: <https://redis.io/docs/latest/> (дата звернення: 15.10.2025).
33. WeasyPrint Documentation : офіц. документація. – URL: <https://doc.courtbouillon.org/weasyprint/stable/> (дата звернення: 15.10.2025).
34. ReportLab PDF Toolkit – User Guide : офіц. документація. – URL: <https://docs.reportlab.com/> (дата звернення: 15.10.2025).
35. django-filter : документація. – URL: <https://django-filter.readthedocs.io/en/stable/> (дата звернення: 15.10.2025).

- 36.django-widget-tweaks : веб-сайт (PyPI). – URL: <https://pypi.org/project/django-widget-tweaks/> (дата звернення: 15.10.2025).
- 37.django-cors-headers : веб-сайт (PyPI). – URL: <https://pypi.org/project/django-cors-headers/> (дата звернення: 15.10.2025).
- 38.djangoestframework-simplejwt (Simple JWT) : веб-сайт (PyPI). – URL: <https://pypi.org/project/djangoestframework-simplejwt/> (дата звернення: 15.10.2025).
- 39.Bootstrap – Official Documentation : офіц. веб-сайт. – URL: <https://getbootstrap.com/> (дата звернення: 15.10.2025).
- 40.pytz – World Timezone Definitions for Python : документація. – URL: <https://pythonhosted.org/pytz/> (дата звернення: 15.10.2025).
- 41.zoneinfo — IANA time zone support : документація Python. – URL: <https://docs.python.org/3/library/zoneinfo.html> (дата звернення: 15.10.2025).
- 42.What is SQLite? : веб-сайт. URL: <https://www.simplilearn.com/tutorials/sql-tutorial/what-is-sqlite> (дата звернення: 15.10.2025).
- 43.Django Password Management : веб-сайт. – URL: <https://docs.djangoproject.com/en/5.2/topics/auth/passwords/> (дата звернення: 16.10.2025).
- 44.Authentication Cheat Sheet / OWASP Cheat Sheet Series. – URL: https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Authentication_Cheat_Sheet.html (дата звернення: 16.10.2025).
- 45.Django Security : веб-сайт. – URL: <https://docs.djangoproject.com/en/5.2/topics/security/> (дата звернення: 16.10.2025).
- 46.Logging Cheat Sheet / OWASP Cheat Sheet Series. – URL: https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Logging_Cheat_Sheet.html (дата звернення: 16.10.2025).
- 47.Cross-Site Request Forgery (CSRF) Prevention Cheat Sheet / OWASP Cheat Sheet Series. – URL: <https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Cross->

- [Site Request Forgery Prevention Cheat Sheet.html](#) (дата звернення: 16.10.2025).
- 48.OWASP Input Validation Cheat Sheet / OWASP Cheat Sheet Series. – URL: https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Input_Validation_Cheat_Sheet.html (дата звернення: 16.10.2025).
- 49.File Upload Cheat Sheet / OWASP Cheat Sheet Series. – URL: https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/File_Upload_Cheat_Sheet.html (дата звернення: 16.10.2025).
- 50.Security Considerations – FHIR Specification : веб-сайт. – URL: <https://build.fhir.org/security.html> (дата звернення: 16.10.2025).
- 51.FHIR RESTful API – HTTP Specification : веб-сайт. – URL: <https://build.fhir.org/http.html> (дата звернення: 16.10.2025).
- 52.PostgreSQL Backup and Restore : веб-сайт. – URL: <https://www.postgresql.org/docs/current/backup.html> (дата звернення: 16.10.2025).
- 53.Django Logging : веб-сайт. – URL: <https://docs.djangoproject.com/en/5.2/topics/logging/> (дата звернення: 16.10.2025).
- 54.Monitoring Distributed Systems // *Site Reliability Engineering* / Google. – URL: <https://sre.google/sre-book/monitoring-distributed-systems/> (дата звернення: 16.10.2025).
- 55.GDPR – General Data Protection Regulation (Full Text) : веб-сайт. – URL: <https://gdpr-info.eu/> (дата звернення: 16.10.2025).
- 56.Діджиталізація медичного постачання: які технологічні рішення розробляються на державному рівні. Speka.Media : веб-сайт. URL: <https://speka.media/didzitalizaciya-medicnogo-postacannya-yaki-texnologichni-risennya-rozroblyayutsya-na-derzavnomu-rivni-9xny3p> (дата звернення: 26.05.2025).
- 57.How healthcare supply chain software fixes procurement gaps. Procurement Partners : веб-сайт. URL: <https://procurementpartners.com/materials->

[management/healthcare-supply-chain-software-guide/](https://thehealthcarebusiness.com/management/healthcare-supply-chain-software-guide/) (дата звернення: 26.05.2025).

58.Огляд ринку виробів медичного призначення, дезінфектантів та косметичних засобів. ThePharma.Media : веб-сайт. 14.06.2022. URL: <https://thepharma.media/uk/news/29488-obzor-rynka-izdelii-medicinskogo-naznacheniya-dezinfektantov-i-kosmeticeskix-sredstv-14062022> (дата звернення: 26.05.2025).

59.Преваги мови програмування Python та де використовується ця мова програмування : інфографіка [Електронний ресурс] // SebWeo : веб-сайт. URL: <https://sebweo.com/perevagi-movi-python-ta-de-vikoristovuyetsya-cya-mova-programuvannya/> (дата звернення: 15.10.2025).