

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук  
(повна назва)

Кафедра Інформаційних управляючих систем  
(повна назва)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**Пояснювальна записка**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Розробка модуля «Аналіз виїздів бригад»  
інформаційної системи станції  
екстреної медичної допомоги  
(тема)

Виконала:

здобувачка 4 року навчання,  
групи ІТУ-21-2

Діана ПАРХОМЕНКО

(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інформаційні технології  
управління

(повна назва освітньої програми)

Керівник: проф. каф. ІУС Ірина ПАНФЬОРОВА  
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту


Зав. кафедри ІУС

  
(підпис)

Костянтин ПЕТРОВ  
(власне ім'я, прізвище)

2025 р.

## Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наукКафедра Інформаційних управляючих системРівень вищої освіти перший (бакалаврський)Спеціальність 122 Комп'ютерні науки  
(код і повна назва)Тип програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)Освітня програма Інформаційні технології управління  
(повна назва)ЗАТВЕРДЖУЮ:   
Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)“ 19 ” травня 2025 р.**ЗАВДАННЯ****НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**здобувачеві Пархоменко Діані Олександрівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)1. Тема роботи Розробка модуля «Аналіз виїздів бригад» інформаційної системи станції екстреної медичної допомоги

затверджена наказом по університету від “ 19 ” травня 2025р. № 370Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії “14” червня 2025 р.


3. Вихідні дані до роботи Звіт «Аналіз оперативності бригади», звіт «Аналіз частоти хибних викликів», звіт «Аналіз поширеності діагнозів», звіт «Аналіз госпіталізацій», звіт «Аналіз летальності», звіт «Аналіз витрат медичних засобів».4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі Опис станції екстреної медичної допомоги та бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад», огляд та дослідження сучасних інформаційних систем автоматизації бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад», формулювання завдання розробки модуля «Аналіз виїздів бригад», опис архітектури модуля «Аналіз виїздів бригад» на функціональному рівні, розробка елементів інформаційного забезпечення модуля «Аналіз виїздів бригад», розробка й обґрунтування елементів математичного забезпечення модуля, проектування й опис програмної складової модуля «Аналіз виїздів бригад», обґрунтування вибору технічного забезпечення модуля «Аналіз виїздів бригад», синтез й обґрунтування заходів захисту даних від несанкціонованого доступу.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис станції екстреної медичної допомоги та бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад»	19.05.2025 – 21.05.2025	Виконано
2	Огляд та дослідження сучасних інформаційних систем автоматизації бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад»	22.05.2025 – 23.05.2025	Виконано
3	Формулювання завдання розробки модуля «Аналіз виїздів бригад»	24.05.2025 – 25.05.2025	Виконано
4	Опис архітектури модуля «Аналіз виїздів бригад» інформаційної системи станції екстреної медичної допомоги на функціональному рівні	26.05.2025 – 27.05.2025	Виконано
5	Розробка елементів інформаційного забезпечення модуля «Аналіз виїздів бригад»	28.05.2025 – 29.05.2025	Виконано
6	Розробка й обґрунтування елементів математичного забезпечення модуля «Аналіз виїздів бригад»	30.05.2025 – 01.06.2025	Виконано
7	Проектування й опис програмної складової модуля «Аналіз виїздів бригад»	02.06.2025 – 04.06.2025	Виконано
8	Обґрунтування вибору технічного забезпечення модуля «Аналіз виїздів бригад»	05.06.2025 – 06.06.2025	Виконано
9	Синтез й обґрунтування заходів захисту даних від несанкціонованого доступу	07.06.2025 – 08.06.2025	Виконано
10	Оформлення пояснювальної записки	09.06.2025 – 10.06.2025	Виконано
11	Здача роботи для перевірки на плагіат	10.06.2025	Виконано
12	Здача роботи для перевірки на нормоконтроль	10.06.2025	Виконано
13	Підготовка презентації	13.06.2025	Виконано
14	Попередній захист	14.06.2025	Виконано

Дата видачі завдання 19 травня 2025 р.

Здобувачка

  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)

Керівник роботи

  
 \_\_\_\_\_  
 (підпис)

проф. каф. ІУС Ірина ПАНФЬОРОВА  
 (посада, власне ім'я, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 82 с., 2 табл., 21 рис., 2 додатки, 13 джерел.

АНАЛІЗ ВИЇЗДІВ БРИГАД, БАЗА ДАНИХ, ДІАГРАМА ПОТОКІВ ДАНИХ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, СУБД, BUSINESS INTELLIGENCE, ENTITY-RELATIONSHIP DIAGRAM, ORACLE DATABASE.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є станції екстреної медичної допомоги, в яких впроваджуються сучасні рішення для автоматизації процесу аналізу виїздів бригад.

Мета кваліфікаційної роботи – розробка модуля «Аналіз виїздів бригад» інформаційної системи станції екстреної медичної допомоги для спрощення внутрішнього аналізу виїздів бригад та формування аналітичної звітності.

Для розв'язання поставленої задачі побудовано контекстну діаграму бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад» та діаграму потоків даних, яка відображає функціональну архітектуру модуля. Розроблено логічну схему бази даних модуля. Створено схему роботи елементів програмної складової та реалізовано основні компоненти програмного забезпечення, включаючи графічний інтерфейс користувача. Застосовано методи статистичного аналізу даних, зокрема описову статистику, яка забезпечує кількісну оцінку основних показників роботи бригад на основі зібраних даних.

Було розроблено модуль «Аналіз виїздів бригад», який є складовою частиною інформаційної системи станції екстреної медичної допомоги.

## ABSTRACT

Explanatory note of the qualification work: 82 pages, 2 tables, 21 figures, 2 appendices, 13 sources.

ANALYSIS OF BRIGADE DEPARTURES, BUSINESS INTELLIGENCE, DATA FLOW DIAGRAM, DATABASE, DBMS, ENTITY-RELATIONSHIP DIAGRAM, INFORMATION SYSTEM, ORACLE DATABASE.

The object of research in this qualification work is emergency medical stations, which implement modern solutions for automating the process of analyzing brigade departures.

The qualification work aims to develop the “Analysis of Brigade Departures” module for the emergency medical station information system, simplifying the internal analysis of brigade departures and the formation of analytical reporting.

To solve this problem, a contextual diagram of the business process “Analysis of Brigade Departures” and a data flow diagram reflecting the functional architecture of the module were created. A logical diagram of the module database was developed. A scheme of operation for the software component's elements was created, and the main components of the software, including the graphical user interface, were implemented. The methods of statistical data analysis, particularly descriptive statistics, were employed to quantify the primary indicators of the brigades' performance based on the collected data.

The “Analysis of Brigade Departures” module was developed as an integral part of the emergency medical station's information system.

## ЗМІСТ

	С.
Скорочення та умовні позначки .....	8
Вступ.....	9
1 Опис станції екстреної медичної допомоги та бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад».....	10
2 Огляд та дослідження сучасних інформаційних систем автоматизації бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад» .....	17
3 Формулювання завдання розробки модуля «Аналіз виїздів бригад».....	22
3.1 Опис вимог до об'єкта розробки.....	22
3.2 Обґрунтування мети і критеріїв ефективності розробки модуля .....	23
4 Опис архітектури модуля «Аналіз виїздів бригад» інформаційної системи станції екстреної медичної допомоги на функціональному рівні.....	26
5 Розробка елементів інформаційного забезпечення модуля «Аналіз виїздів бригад».....	30
5.1 Проектування вітрини даних .....	30
5.2 Обґрунтування вибору СУБД.....	31
5.3 Моделювання структури даних .....	33
6 Розробка й обґрунтування елементів математичного забезпечення модуля «Аналіз виїздів бригад» .....	36
7 Проектування й опис програмної складової модуля «Аналіз виїздів бригад» .....	41
7.1 Проектування елементів програмного забезпечення модуля.....	41
7.2 Розробка графічного інтерфейсу користувача.....	43
8 Обґрунтування вибору технічного забезпечення модуля «Аналіз виїздів бригад».....	54

9 Синтез й обґрунтування заходів захисту даних від несанкціонованого доступу .....	56
Висновки .....	58
Перелік джерел посилання .....	59
Додаток А Альбом документів .....	61
Додаток Б Графічний матеріал кваліфікаційної роботи .....	64

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БД – база даних

ЕМД – екстрена медична допомога

ІС – інформаційна система

ПЗ – програмне забезпечення

СУБД – системи управління базами даних

ВІ – Business Intelligence (інтелектуальний аналіз даних)

DFD – Data Flow Diagram (діаграма потоку даних)

ER-діаграма – Entity-Relationship diagram (діаграма сутність-зв'язок)

ETL – Extract, Transform, Load

HOLAP – Hybrid On-Line Analytical Processing

IDEF0 – Integration Definition for Function Modeling

OLAP – On-Line Analytical Processing

ROLAP – Relational On-Line Analytical Processing

SADT – Structured Analysis and Design Technique

SQL – Structured Query Language (мова структурованих запитів)

URL – Uniform Resource Locator (єдиний вказівник на ресурс)

## ВСТУП

У сучасних умовах стрімкого розвитку технологій та постійного зростання обсягів інформації питання автоматизації бізнес-процесів набуває особливої значущості. Одним із напрямів, що потребують вдосконалення, є аналіз виїздів бригад екстреної медичної допомоги (ЕМД). Впровадження автоматизованих інформаційних систем (ІС) дозволяє систематизувати накопичені дані та полегшити їх обробку.

Попри наявність численних інструментів бізнес-аналітики, що використовуються у медичній сфері, жоден із них не враховує специфіку роботи станцій ЕМД. Це знижує точність оцінювання результатів роботи бригад та створює труднощі в обробці звітної інформації.

Актуальність даної кваліфікаційної роботи зумовлена потребою у розробці модуля «Аналіз виїздів бригад» для ІС станції ЕМД, що забезпечить автоматизацію та точність процесу аналізу виїздів бригад. На відміну від існуючих Business Intelligence (BI) рішень, розробка орієнтована на специфіку діяльності станцій ЕМД, що дозволить точніше відображати внутрішні процеси закладу.

Метою даної роботи є розробка модуля «Аналіз виїздів бригад», який інтегрується до ІС станції ЕМД. Такий модуль дозволить автоматизувати обробку даних про виїзди бригад з використанням методів статистичного аналізу, формувати аналітичні звіти та представляти результати у вигляді таблиць і графіків.

Галузь застосування цієї роботи – станції ЕМД.

## **1 ОПИС СТАНЦІЇ ЕКСТРЕНОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ТА БІЗНЕС-ПРОЦЕСУ «АНАЛІЗ ВИЇЗДІВ БРИГАД»**

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є станція ЕМД – це комунальне некомерційне підприємство, основна ціль якої є забезпечення якісної медичної допомоги та задоволення потреб населення в цій сфері [1]. Організація виконує важливу соціальну функцію у медичній системі, забезпечуючи невідкладну медичну допомогу населенню. Її робота має значний вплив на збереження життя та поліпшення здоров'я людей в регіоні.

Основними ресурсами компанії є трудові ресурси, до яких входять працівники різних відділів, таких як оперативний, медичний, фінансовий, а також відділ логістики. Ці відділи забезпечують ефективну роботу станції ЕМД, координуючи діяльність медичного персоналу, диспетчерів, логістів та інших фахівців, необхідних для оперативного реагування та забезпечення якості медичних послуг.

Контроль роботи станції ЕМД в цілому та його персоналу здійснюється адміністративним відділом. Начальники всіх відділів та головний лікар підпорядковуються керівнику станції ЕМД, який відповідає за загальне керівництво станцією, забезпечує виконання завдань надання медичної допомоги, контролює роботу всіх відділів. Адміністратор – це заступник керівника з організаційних питань, який займається вирішенням організаційних питань усередині станції ЕМД.

Начальник відділу кадрів відповідає за розробку та впровадження політики управління персоналом на станції ЕМД, забезпечення якісного відбору кандидатів та їх навчання у станції ЕМД.

Начальник фінансового відділу формує бухгалтерську та податкову документацію, виконує нарахування заробітної плати.

Начальник відділу технічного забезпечення відповідає за забезпечення надійної роботи обладнання та засобів ЕМД, інженер займається проєктуванням та технічним обслуговуванням обладнання, механік здійснює ремонт обладнання, а ІТ-фахівець займається комп'ютерною підтримкою роботи станції ЕМД.

Начальник відділу логістики забезпечує організацію постачання, зберігання та облік всіх необхідних медичних ресурсів для безперебійної роботи всіх підрозділів. Логіст займається координацією поставок і контролем над їх виконанням, а завідувач складу відповідає за приймання, розміщення та збереження медичних ресурсів, а також ведення їх обліку.

Головний лікар станції ЕМД здійснює загальне керівництво медичною діяльністю закладу, координує роботу підрозділів та контролює дотримання медичних нормативів. До нього надходять звітні дані щодо виїздів бригад ЕМД, на основі яких він виконує бізнес-процес «Аналіз результатів виїздів бригад ЕМД». За результатами проведеного аналізу головний лікар може виявити затримки у виїздах, перевантаження персоналу, поширені клінічні ситуації, частоту необґрунтованих звернень і рівень використання медичних засобів. Отримані висновки використовуються для прийняття рішень щодо вдосконалення графіків чергування бригад, підвищення якості роботи медичного персоналу та ініціювання розгляду проблемних питань на рівні адміністрації закладу. Головному лікарю підпорядковуються оперативний та медичний відділи.

Начальник оперативного відділу керує роботою диспетчерської служби та відповідає за якість обробки викликів. Диспетчер з прийому викликів приймає звернення від громадян, які потребують невідкладної медичної допомоги, уточнює обставини події, стан пацієнта та місце виклику, після чого передає інформацію диспетчеру напрямку. Диспетчер напрямку здійснює координацію виїздів бригад ЕМД, обирає найближчу доступну бригаду, спрямовує її на місце події, а також фіксує час виїзду, час прибуття на адресу виклику та час надання першої медичної допомоги.

Начальник медичного відділу організовує та контролює роботу медичного персоналу, зокрема медичного реєстратора, лікаря та старшого фельдшера, забезпечуючи якість та своєчасність надання ЕМД. Медичний реєстратор виконує реєстрацію пацієнтів, обліковує звернення та формує медичні картки виїздів. Старший фельдшер координує діяльність фельдшерських бригад, здійснює контроль за виконанням ними професійних обов'язків. Фельдшер проводить первинний огляд пацієнтів, виконує невідкладні медичні втручання, слідкує за станом пацієнта під час транспортування. Молодша медична сестра допомагає в наданні догляду за пацієнтами, дезінфекції, обробці інструментів, підтриманні чистоти та порядку в медичному транспорті. Водій забезпечує оперативне прибуття бригади на місце виклику, відповідає за технічний стан автомобіля, допомагає медичному персоналу при транспортуванні пацієнтів.

Схема організаційної структури станції ЕМД побудована на основі ієрархічного принципу та має вигляд, що представлений на рисунку 1.1.

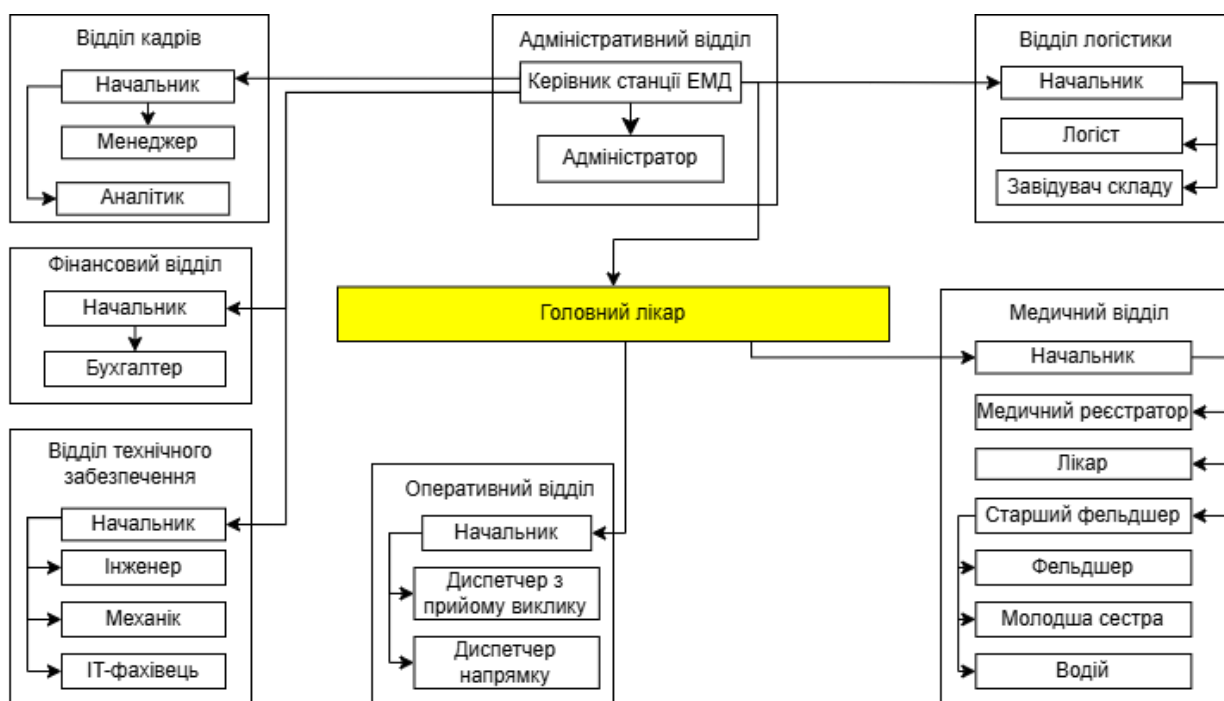


Рисунок 1.1 – Схема організаційної структури станції ЕМД

Для кращого розуміння функціонування бізнес-процесу «Аналіз результатів виїздів бригад ЕМД» вирішено застосувати підхід структурованого моделювання. Методологічною основою для побудови контекстної діаграми слугує Structured Analysis and Design Technique (SADT) – це метод, розроблений для системного аналізу, що поєднує графічне подання процесів із суворими правилами їх декомпозиції [2].

У межах цього підходу використовується Integration Definition for Function Modeling (IDEF0) – формалізований інструмент для створення функціональних моделей, який дозволяє описати структуру системи, її функції, ресурси, керуючі фактори та результати діяльності. IDEF0 забезпечує графічне представлення системи, її компонентів та їхніх взаємозв'язків за допомогою підходу ієрархічної декомпозиції [2].

Схема бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад» (контекстна діаграма), модель AS-IS представлена на рисунку 1.2

На контекстному рівні показано головний процес – «Аналіз виїздів бригад». Вхідними даними для цього процесу є «Дані про прийняті виклики», «Дані про пацієнта», «Дані про бригаду на виїзд», «Дані про час виїзду, прибуття та надання першої допомоги», «Дані про хибний виклик», «Дані про попередній діагноз пацієнта», «Інформація про загибель пацієнта», «Інформація про госпіталізацію пацієнта», «Дані про введені ліки та використані медичні засоби». Ці дані подаються на вхід і обробляються в рамках аналізу результатів виїздів.

У результаті обробки вхідних даних в межах бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад» формується низка аналітичних звітів:

- звіт «Аналіз оперативності виїздів бригад»;
- звіт «Аналіз частоти хибних викликів»;
- звіт «Аналіз поширеності діагнозів»;
- звіт «Аналіз госпіталізацій»;
- звіт «Аналіз летальності»;
- звіт «Аналіз витрат медичних засобів».

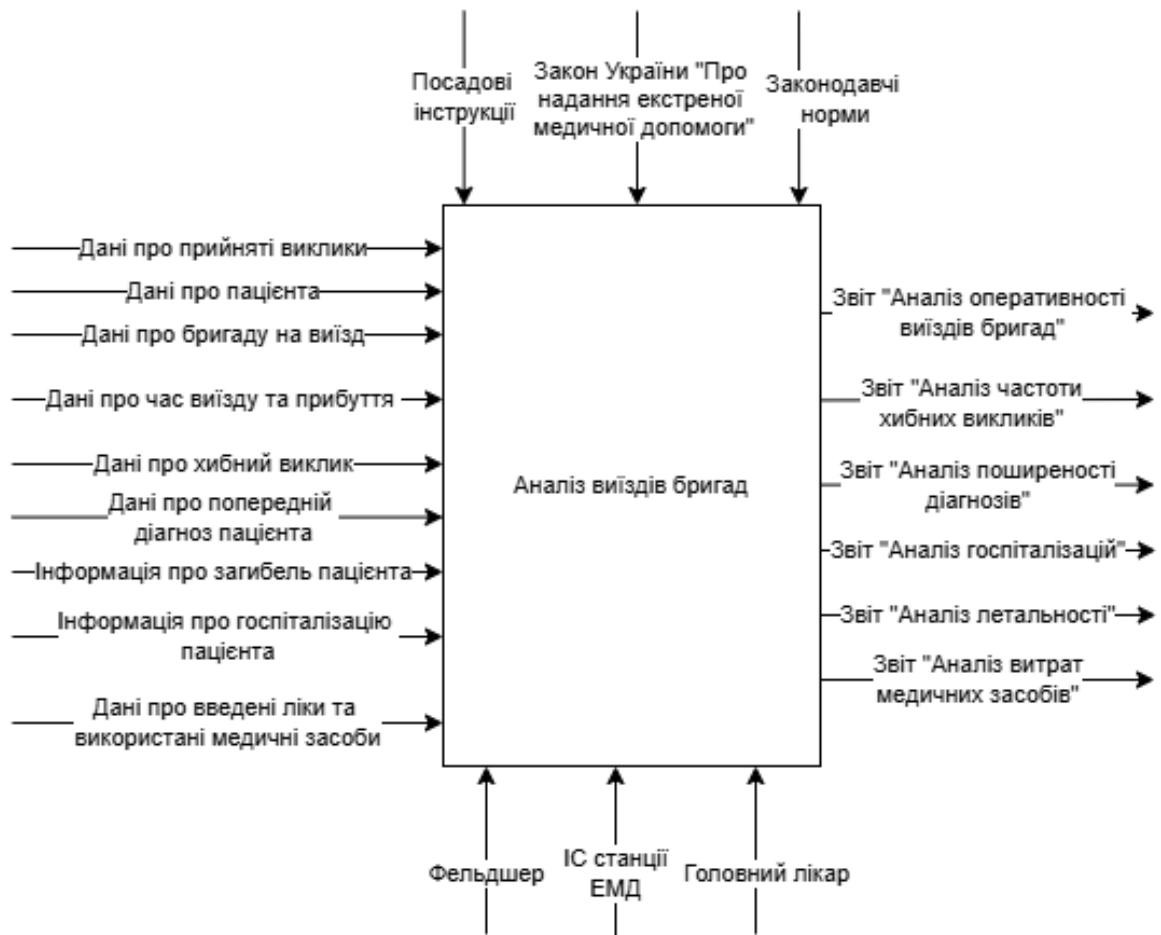


Рисунок 1.2 – Схема бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад» (контекстна діаграма), модель AS-IS

Стрілки управління «Посадові інструкції», «Законодавчі норми» та «Закон України «Про надання екстреної медичної допомоги» вказують на умови і елементи управління, необхідні для виконання аналізу виїзду бригад ЕМД, враховуючи внутрішні процедури та політики станції ЕМД.

Стрілки механізму «Фельдшер», «ІС станції ЕМД» та «Головний лікар» вказують на ресурси, за допомогою яких реалізується аналіз виїздів бригад ЕМД.

Для отримання більш детального розуміння функцій, процесів і взаємодій в системі було виконано декомпозицію контекстної діаграми. Декомпозиція передбачає розбиття складнішої системи або процесу на менші компоненти, які можна детально проаналізувати та спроектувати.

На рисунку 1.3 наведено діаграму декомпозиції першого рівня, яка описує такі основні процеси: «Провести облік викликів та інформації про пацієнтів», «Аналіз оперативності виїздів бригади», «Аналіз поширеності діагнозів», «Аналіз госпіталізацій за кожним діагнозом», «Аналіз летальності за кожним діагнозом», «Аналіз витрат медичних засобів» та «Формування звітів та висновків з виїздів».

Кожен з цих процесів є відокремленим елементом процесу «Аналіз виїздів бригад». Вони співпрацюють, щоб забезпечити системний підхід до повного аналізу бізнес-процесу, який розглядається, починаючи зі збору вхідних даних і закінчуючи формуванням аналітичної звітності.

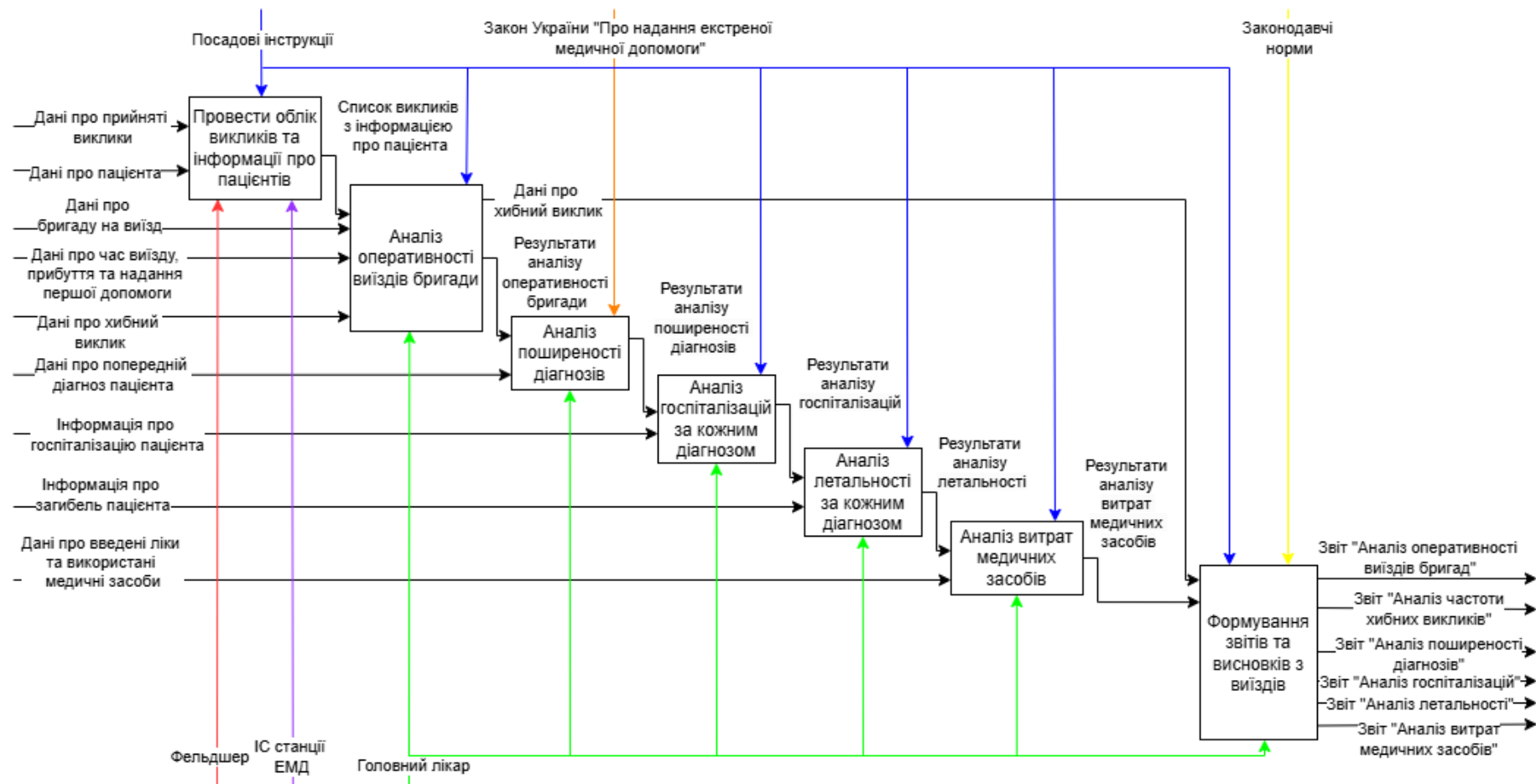


Рисунок 1.3 – Схема бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад» (діаграма декомпозиції першого рівня), модель AS-IS

## 2 ОГЛЯД ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСУ «АНАЛІЗ ВИЇЗДІВ БРИГАД»

ІС, що використовуються для аналізу медичних даних, активно впроваджуються в різні напрямки охорони здоров'я. Вони сприяють зниженню ризиків помилок в обчисленнях, зменшують ймовірність втрати даних та забезпечують підтримку процесів, пов'язаних із зберіганням, обробкою та подальшим аналізом відповідної інформації. Проте у сфері ЕМД кількість рішень, які можна безпосередньо застосувати для аналізу результатів виїздів бригад ЕМД, залишається обмеженою.

З метою визначення вимог до модуля, що розробляється, було проведено порівняльний аналіз сучасних ІС, що частково охоплюють необхідний функціонал. До огляду обрано чотири популярні програмні системи для бізнес-аналізу: Power BI, Bahmni, Qlik Sense, Tableau. Порівняльний аналіз наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз ІС

ІС	Критерій порівняння	Характеристика
1	2	3
Power BI	Опис	Power BI – це хмарна служба бізнес-аналітики, яка забезпечує інтерактивні візуалізації та можливості бізнес-аналітики з досить простим інтерфейсом, щоб кінцеві користувачі могли створювати свої звіти та інформаційні панелі [3].

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
	Переваги	Підтримка Excel, Structured Query Language (SQL), зовнішніх баз. Звіти можна формувати автоматично: за часом, категоріями, кварталами. Дозволяє користувачам створювати власні обчислення та вимірювання. Доступна безкоштовна версія.
	Недоліки	Обмежені можливості налаштування візуалізацій. Може працювати повільно з великими наборами даних. Може знадобитися додаткове навчання, щоб використовувати весь спектр функцій. Не має шаблонів для ЕМД.
Bahmni	Опис	Bahmni – це відкрита медична ІС та система електронних медичних карток. Вона об'єднує в собі кілька компонентів: OpenMRS (ведення медичних записів), OpenELIS (лабораторні дослідження), Odoо (управління медичними ресурсами) та DCM4CHEE (модуль візуалізації медичних зображень). Система розроблена з урахуванням потреб лікарень, що працюють у складних умовах, і забезпечує можливість ведення структурованого обліку пацієнтів, діагнозів, госпіталізацій, летальних випадків та використаних медикаментів.

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
	Переваги	Добре адаптоване для медичних закладів. Має необхідні модулі для збору статистичних медичних показників. Відкрите програмне забезпечення (ПЗ). Підтримує API, що дає змогу підключати BI-системи (наприклад, Power BI або Tableau) для створення звітів на основі накопичених медичних даних.
	Недоліки	Містить лише базову візуалізацію. Не має вбудованої гнучкої аналітики. Для повного аналізу потрібно підключати зовнішні BI-системи. Налаштування та розгортання вимагає технічних знань.
Qlik Sense	Опис	Qlik Sense – це сучасна IC для створення інтерактивних звітів і візуалізацій, яка підтримує як хмарні, так і локальні інсталяції. Система дозволяє працювати з великими обсягами даних, імпортувати інформацію з різних джерел (SQL, Excel, API) та створювати гнучкі аналітичні панелі для медичної сфери.
	Переваги	Підтримує імпорт даних з реєстрів викликів ЕМД, фільтрацію за параметрами виїздів і деталізацію до окремих випадків. Дозволяє виявляти закономірності у хибних викликах та оперативності прибуття за часом і локаціями. Підходить для побудови квартальних і тематичних звітів.

Кінець таблиці 2.1

1	2	3
	Недоліки	Інтерфейс може бути складним для новачків. Не передбачено готових шаблонів для аналізу медичних показників. Потрібна підготовка структури даних та початкове налаштування логіки взаємозв'язків між показниками.
Tableau	Опис	Tableau – це ПЗ для інтерактивної візуалізації даних і бізнес-аналітики. Дозволяє користувачам підключатися, візуалізувати та обмінюватися даними в режимі реального часу.
	Переваги	Інтерфейс зручний для користувача. Візуалізація результатів виїздів може бути зроблена наочно, з відображенням геоданих і часових діаграм. Доступ до різних баз даних (БД). Пропонує розширені можливості фільтрації та деталізації. Може обробляти великі обсяги даних.
	Недоліки	Повна функціональність недоступна без платної ліцензії. Вимагає часу на налаштування джерел медичних даних.

Проведений аналіз показав, що на ринку існують ІС, які частково можуть бути застосовані для реалізації бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад». Однак жодна з них не охоплює повний обсяг функцій, передбачених для спеціалізованого модуля, зокрема: аналіз оперативності виїздів бригад, аналіз частоти хибних викликів, аналіз поширеності

діагнозів, аналіз госпіталізацій, аналіз летальності, аналіз витрат медичних засобів.

Системи Power BI та Tableau мають широкий набір засобів для побудови візуалізацій, зручний інтерфейс і можливість підключення до різних джерел даних. Проте, ці системи не мають вбудованої логіки для обробки медичних даних і потребують попередньої підготовки та структурування інформації. Для побудови спеціалізованих звітів необхідне глибоке налаштування.

Qlik Sense має гнучкий механізм фільтрації, працює з великими обсягами даних і підтримує як хмарну, так і локальну інсталяцію. Проте, як і інші BI-системи, вона не містить шаблонів або модулів, що адаптовані до особливостей роботи станції ЕМД, тому її використання також вимагає додаткової розробки.

Vahmni є найбільш наближеним до медичного середовища, оскільки включає модулі для ведення електронних медичних карток, обліку пацієнтів, діагнозів і госпіталізацій. Проте система не має розвинених інструментів для аналітики, а для створення звітів потрібна інтеграція з зовнішніми BI-платформами через API.

Жодна з розглянутих систем не пропонує рішення, яке повною мірою відповідало б завданню аналізу виїздів бригад ЕМД. Це підтверджує потребу у створенні інформаційного модуля, який буде враховувати особливості діяльності станції ЕМД та надасть необхідні засоби для зручного й цільового аналізу даних відповідно до реальних потреб.

### **3 ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ ВИЇЗДІВ БРИГАД»**

#### **3.1 Опис вимог до об'єкта розробки**

Модуль «Аналіз виїздів бригад» розробляється з метою забезпечення деталізованого аналізу діяльності бригад ЕМД з використанням точних методів аналізу. Його розробка обумовлена потребою у впорядкуванні та представленні даних про щоденні виїзди у структурованому вигляді, що дозволяє виявляти статистичні закономірності в роботі екстреної служби.

При формулюванні вимог до модуля основним пріоритетом є врахування того факту, що модуль проектується як окремий функціональний компонент, який у подальшому буде інтегровано в ІС станції ЕМД.

Функціональні вимоги – це вимоги до ПЗ, які описують внутрішню роботу системи, її поведінку: обчислення даних, маніпулювання даними, обробка даних та інші специфічні функції, які має виконувати система [4].

До модулю «Аналіз виїздів бригад» виносяться такі функціональні вимоги:

- інтеграція модуля з БД підприємства ЕМД;
- модуль повинен надавати користувачу можливість формування таких звітів як «Аналіз оперативності виїздів бригад», «Аналіз частоти хибних викликів», «Аналіз поширеності діагнозів», «Аналіз госпіталізацій», «Аналіз летальності» та «Аналіз витрат медичних засобів»;
- обчислення показників, які розраховуються при аналізі результатів виїздів бригад ЕМД має здійснюватися з використанням аналітичного підходу на основі методів статистичного аналізу даних;
- модуль має забезпечувати можливість експортувати отримані результати у форматі Excel;

– модуль має забезпечувати можливість налаштування конфігурації БД.

Нефункціональні вимоги – це вимоги до ПЗ, які задають критерії для оцінки якості його роботи. На відміну від функціональних вимог, які визначають, що система повинна робити, нефункціональні вимоги визначають, якою система повинна бути [4].

До модулю «Аналіз виїздів бригад» виносяться такі нефункціональні вимоги:

- повинен бути простим у користуванні та мати зрозумілий інтерфейс;
- повинен бути надійним і точним, з мінімальними помилками або простоями;
- повинен бути масштабованим та здатним обробляти великий обсяг даних;
- повинен гарантувати захист персональних та медичних даних.

Отже, на підставі аналітичних звітів, сформованих за допомогою модуля, мають прийматись управлінські рішення, спрямовані на поліпшення функціонування станції ЕМД. Використання модуля дозволить скоротити час, необхідний для аналізу результатів виїздів бригад ЕМД, формувати звітність у зручному форматі, а також гарантувати збереження медичної інформації та її захист від несанкціонованого доступу.

### 3.2 Обґрунтування мети і критеріїв ефективності розробки модуля «Аналіз виїздів бригад»

Метою розробки модуля є автоматизація процесу «Аналіз виїздів бригад», що дозволить станції ЕМД застосовувати точні методи аналізу

діяльності бригад, мінімізувати ризик виникнення помилок та прискорити процес проведення аналізу.

Для досягнення поставленої мети було проведено дослідження предметної області та особливостей функціонування станцій ЕМД. Крім того, важливим етапом стало вивчення та аналіз існуючих ІС, представлених на ринку, які частково реалізують подібні функції. Це дало змогу оцінити доцільність розробки окремого модуля для вирішення поставленого завдання.

Наступним кроком були сформульовані вимоги до модуля, що розробляється, та проведено опис його архітектури на рівні функціональних складових.

Подальші етапи включають розробку та опис елементів інформаційного, математичного, програмного та технічного забезпечення модуля.

Після визначення цілей розробки модуля важливо визначити критерії його ефективності, які дозволяють оцінити результативність модуля. При виборі показників ефективності модуля було враховано його функціональні особливості та визначено, які аспекти роботи модуля є ключовими з точки зору користувача та загальної структури системи.

Критерії ефективності модуля – це набір параметрів, які оцінюють його продуктивність, надійність і здатність взаємодіяти з іншими компонентами системи [5]. Вони слугують основою для аналізу роботи модуля і визначення рівня його успішності у виконанні функцій та досягненні поставлених завдань. Головним показником ефективності є відповідність модуля встановленим вимогам та поставленим цілям.

Критеріями ефективності модуля «Аналіз виїздів бригад» є наступні:

- економія часу, що характеризується тривалістю обробки та аналізу даних про виїзди, а також здатністю працювати з великими обсягами даних без зниження продуктивності;
- зручність у користуванні, яка полягає у створенні інтуїтивно

зрозумілого та доступного інтерфейсу для персоналу станції ЕМД;

- точність розрахунків при аналізі результатів виїздів бригад ЕМД та коректність сформованих звітів, які відображають відповідність результатів фактичним даним;

- надійність і стабільність роботи, яка характеризується відсутністю збоїв під час роботи модуля та можливістю відновлення даних у разі помилок або збоїв;

- вартісна ефективність, що визначається співвідношенням між витратами на розробку, впровадження та експлуатацію модуля і перевагами, які отримує медичний заклад у результаті його використання.

## **4 ОПИС АРХІТЕКТУРИ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ ВИЇЗДІВ БРИГАД» ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ СТАНЦІЇ ЕКСТРЕНОЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ НА ФУНКЦІОНАЛЬНОМУ РІВНІ**

Для графічного представлення архітектури об'єкта розробки на функціональному рівні використано діаграми потоків даних (Data Flow Diagram, DFD), які є одним із інструментів структурного аналізу даних у межах методології SADT. DFD описує зовнішні по відношенню до системи джерела та адресати даних, логічні функції, потоки даних та сховища даних, до яких здійснюється доступ [6].

DFD призначена для моделювання процесів обробки даних, демонструючи, яким чином кожен процес перетворює вхідну інформацію у вихідну, а також для виявлення функціональних взаємозв'язків між елементами системи.

Нотація DFD складається з кількох ключових елементів:

- зовнішні сутності;
- процеси;
- сховища даних;
- потоки даних.

Зовнішні сутності відносяться до об'єктів, які не є частиною системи, але є для неї джерелами інформації або одержувачами будь-якої інформації із системи після обробки даних. Приклади зовнішніх об'єктів включають фізичних осіб, зовнішні системи, носії інформації та сховища даних.

Процес – функція або послідовність дій, які необхідно здійснити, щоб дані були оброблені.

Сховища даних є джерелами, одержувачами або проміжними місцями зберігання даних всередині системи, що моделюється. Вони можуть включати БД, таблиці, документи, списки, файли тощо.

Потоки даних у нотації відображається у вигляді стрілок, які показують, яка інформація входить, а яка виходить із того чи іншого блоку на діаграмі.

Схема функціональної структури модуля «Аналіз виїздів бригад» зображена на рисунку 4.1.

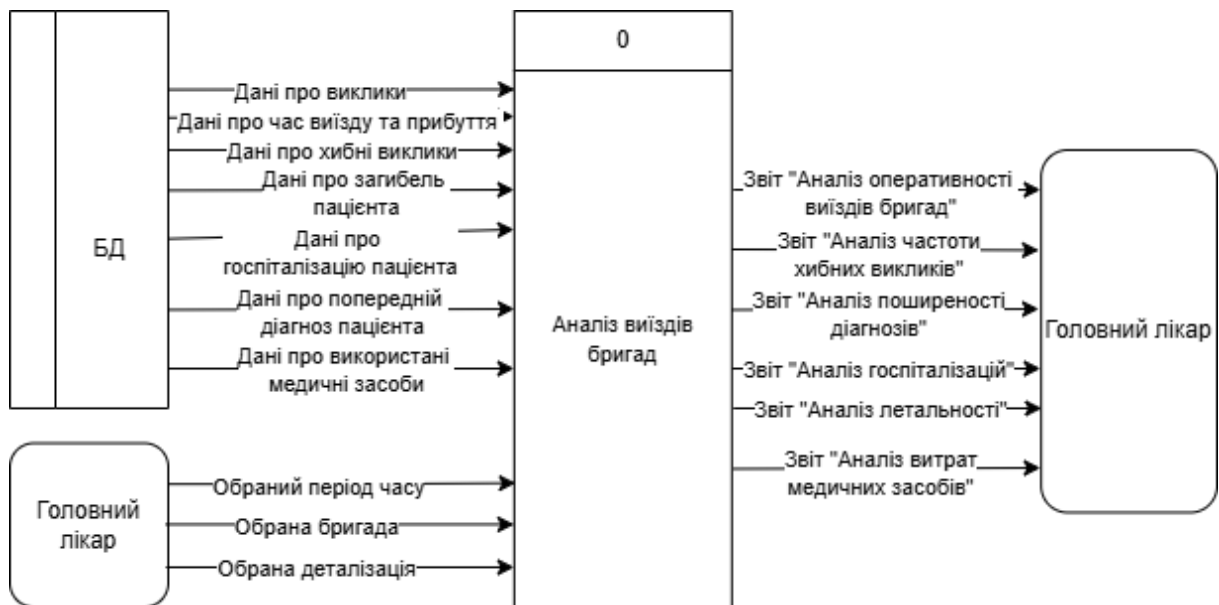


Рисунок 4.1 – Схема функціональної структури модуля «Аналіз виїздів бригад»

На контекстній діаграмі відображено головний процес – аналіз виїздів бригад. Зліва від процесу позначено зовнішню сутність який є користувачем модуля – головний лікар. Вхідні дані для процесу «Аналіз виїздів бригад» включають обраний період часу, бригаду та деталізацію, усі вони поступають від головного лікаря. Справа від процесу представлено перетворені потоки даних у вигляді вихідних документів (аналітичних звітів), а також отримувача цих даних, а саме головного лікаря. Джерелом даних на контекстній діаграмі є БД, з якої надходять основні дані, які потрібні для аналізу бізнес-процесу.

Діаграми верхніх рівнів ієрархії (контекстні діаграми) визначають

основні процеси ІС з зовнішніми входами і виходами. Вони деталізуються за допомогою діаграм нижнього рівня. Тому наступним етапом була декомпозиція процесу «Аналіз виїздів бригад». На першому рівні декомпозиції функціональної структури модуля можна виділити такі основні процеси: «Завантажити дані у вітрину даних», «Провести аналіз оперативності виїздів бригад», «Провести аналіз частоти хибних викликів», «Провести аналіз поширеності діагнозів», «Провести аналіз госпіталізацій», «Провести аналіз летальності», «Провести аналіз витрат медичних засобів» та «Формування вихідних документів» (рисунок 4.2).

Первинні дані завантажуються у вітрину даних за допомогою процесу Extract, Transform, Load (ETL). На першому рівні декомпозиції вітрина даних виконує роль проміжного сховища, що зменшує кількість запитів до основної БД і запобігає надмірному навантаженню. Далі користувач має можливість обрати тип аналізу для якого використовуються відповідні дані, які обробляються з урахуванням обраного періоду, бригади та деталізації.

Результати аналізу надходять до процесу «Формування вихідних документів», у межах якого генеруються аналітичні звіти. Сформовані документи передаються головному лікарю для управлінського аналізу та прийняття відповідних рішень.

На рисунку 4.2 наведено декомпозовану схему з візуалізацією процесів, потоків даних та сховища даних, необхідних для виконання зазначених процесів.

Таким чином, застосування DFD дозволяє ефективно представити архітектуру модуля та логіку обробки інформації, що сприяє глибшому розумінню внутрішньої структури модуля та процесів системи.

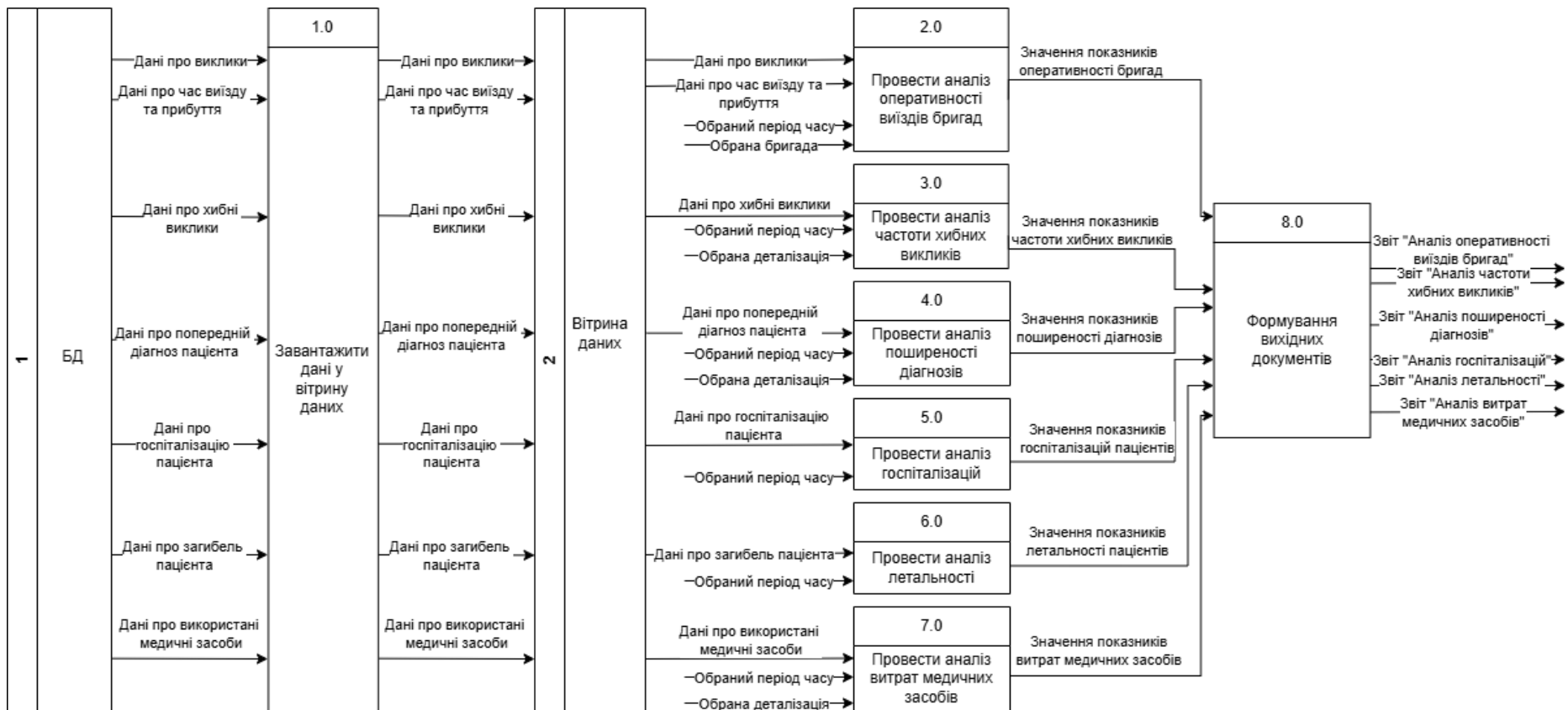


Рисунок 4.2 – Схема функціональної структури модуля «Аналіз виїздів бригад» (декомпозиція першого рівня)

## **5 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ ВИЇЗДІВ БРИГАД»**

### **5.1 Проектування вітрини даних**

Вітрина даних – це спеціалізована структура, призначена для зберігання підмножини даних, що стосуються окремих відділів. Вона спрощує процес отримання та аналізу даних певними групами користувачів для вирішення їх специфічних завдань. Такий підхід забезпечує високу продуктивність під час обробки запитів та можливість масштабування в разі зростання обсягів даних.

Для модуля «Аналіз виїздів бригад» була обрана вітрина даних, оскільки вона орієнтується на потреби окремої бізнес-одиниці та забезпечує зберігання лише тієї інформації, що безпосередньо пов'язана з модулем. Це дозволяє зосередитись на релевантних показниках, виключити зайві дані та підвищити загальну продуктивність роботи модуля.

Для реалізації вітрини даних використовуються різні технології On-Line Analytical Processing (OLAP), що дозволяють виконувати багатовимірну обробку великих обсягів даних. Існують три основні типи OLAP-систем: Multidimensional OLAP (MOLAP), Relational OLAP (ROLAP) і Hybrid OLAP (HOLAP) [7]. Вибір технології залежить від специфіки потреб підприємства щодо зберігання та обробки даних.

MOLAP використовує багатовимірні бази даних у вигляді OLAP-кубів, що дозволяє структурувати інформацію за вимірами для швидкого доступу до агрегованих даних. Це оптимальний варіант для випадків, де потрібна висока продуктивність аналізу. Проте MOLAP менш ефективний для масштабних систем через значні вимоги до пам'яті, особливо при зберіганні великих обсягів деталізованих даних.

ROLAP базується на реляційних базах даних і використовує SQL-

запити для доступу до детальних даних у реляційній моделі. Дані не агрегуються попередньо, що дозволяє зберігати великі обсяги інформації у детальному вигляді. Це забезпечує гнучкість і масштабованість, особливо у великих організаціях, де необхідний детальний аналіз. Основним недоліком є повільніший час обробки запитів через відсутність попередньої агрегації.

HOLAP поєднує переваги MOLAP і ROLAP, зберігаючи агреговані дані у багатовимірних кубах для швидкого доступу, а деталізовані дані – у реляційних базах. Такий підхід дозволяє одночасно мати швидкий доступ до агрегованої інформації та гнучкість у деталізованому аналізі, що робить його оптимальним для підприємств, яким потрібна висока продуктивність і можливість масштабованого доступу до даних.

Для реалізації модуля «Аналіз виїздів бригад» було обрано технологію ROLAP, яка найкраще відповідає вимогам до роботи з великими обсягами деталізованих даних у реляційних структурах. Такий підхід забезпечує збереження повної історії виїздів, інформації про пацієнтів, бригади та встановлені діагнози без попередньої агрегації, що є критично важливим для глибокого аналізу. Гнучкість ROLAP дозволяє легко адаптувати модуль до змін у структурі даних, а сумісність із SQL-запитами спрощує інтеграцію з існуючими системами. Завдяки масштабованості цієї технології, модуль здатен стабільно працювати навіть при збільшенні обсягів даних, що особливо актуально для організацій, які активно розвиваються.

## 5.2 Обґрунтування вибору СУБД

Під час розробки модуля «Аналіз виїздів бригад» важливим завданням стало забезпечення його сумісності з існуючою ІС, яка вже

функціонує на основі системи управління базами даних (СУБД) Oracle. Oracle є однією з найбільш функціональних і стабільних СУБД на сучасному ринку, яка поєднує широкий набір можливостей із високим рівнем надійності та сумісності з корпоративними рішеннями.

Oracle Database – це потужна СУБД, розроблена для роботи з великими обсягами даних і критично важливими додатками. Її складна багаторівнева архітектура дозволяє ефективно обробляти запити і забезпечує високий рівень безпеки. Ця система визнана своєю стабільністю і надійністю, що робить її ідеальним вибором для підприємств, які не можуть допустити втрату даних чи часу внаслідок технічних збоїв [8].

З точки зору масштабованості Oracle підтримує як вертикальне, так і горизонтальне масштабування, що дозволяє адаптувати систему до зростання навантаження. Це особливо актуально для медичних ІС, де обсяг даних може швидко збільшуватися.

Oracle також підтримує об'єктно-реляційний підхід, що дає змогу працювати як зі структурованими, так і з неструктурованими даними. Така гнучкість відкриває можливості для глибшого аналізу результатів виїздів, включаючи дані з різних джерел.

Що стосується безпеки, Oracle пропонує сучасні засоби захисту: шифрування даних як на рівні диска, так і при передачі, контроль доступу, розмежування прав користувачів. Це особливо важливо для захисту персональних даних пацієнтів. Крім того, система включає інструменти для моніторингу, налаштування продуктивності та швидкого реагування на технічні проблеми.

Серед додаткових переваг Oracle – підтримка секціонування таблиць, що пришвидшує роботу з великими наборами даних, та паралельна обробка запитів, що прискорює аналітичні процеси. Вбудовані OLAP-функції та підтримка кластерної архітектури забезпечують високу продуктивність при виконанні складних багатовимірних аналізів.

Отже, вибір Oracle як СУБД для реалізації модуля «Аналіз результатів виїздів бригад ЕМД» є цілком обґрунтованим, оскільки ця система вже використовується в основній інформаційній інфраструктурі. Oracle забезпечує стабільну роботу з великими обсягами даних, дозволяє отримувати доступ до інформації в реальному часі, гарантує безпеку і підтримує подальший розвиток системи відповідно до потреб медичної галузі.

### 5.3 Моделювання структури даних

ER-діаграма (Entity-Relationship diagram) – це графічне подання концептуальної моделі даних, яке використовується для моделювання та візуалізації структури даних у БД. ER-діаграма є ключовим інструментом на етапі проектування БД, що допомагає розробникам зрозуміти предметну область і уникнути помилок у подальшій реалізації. Вона відображає сутності (таблиці), їх атрибути та зв'язки між ними, ілюструючи взаємозв'язки у структурі даних [9].

Таблиці представляють об'єкти, про які зберігається інформація в БД. Для модуля «Аналіз виїздів бригад» виділено такі таблиці: «Fact Departures», «Patient», «Dispatcher», «Brigade», «Medication», «Preliminary diagnosis» та «Departure status».

Атрибути – це характеристики або властивості сутностей, що описують дані, які зберігаються для кожного об'єкта. Зв'язки визначають взаємозв'язки між таблицями, вказуючи на їхню взаємодію чи залежність. Вони можуть бути різних типів: один до одного, один до багатьох, багато до багатьох.

Основні таблиці ER-діаграми модуля «Аналіз виїздів бригад» та їх опис наведено нижче. На рисунку 5.1 представлено ER-діаграму.

Таблиця «Fact Departures» є центральною таблицею, що зберігає інформацію про окремі виїзди бригад ЕМД. Вона містить дані про часові показники – час виклику, виїзду, прибуття на адресу та завершення виїзду, а також інформацію про статус госпіталізації і летальності пацієнта.

Таблиця «Dispatcher» містить інформацію про диспетчера, який приймає виклик та спрямовує бригаду ЕМД на місце події. Включає атрибути повного імені та дати народження.

Таблиця «Patient» містить персональні дані пацієнтів, такі як стать, дата народження, соціальний статус, а також контактну інформацію – номер телефону та адреса.

Таблиця «Brigade» описує склад медичної бригади. Містить інформацію про наявність водія, лікаря, фельдшера та екстреної медичної сумки, а також відображає спеціалізацію бригади ЕМД.

Таблиця «Medication» включає інформацію про медичні засоби, які використовувались під час надання ЕМД. До атрибутів входять ідентифікатор засобу, виробник, показання, протипоказання, термін придатності та дозування.

Таблиця «Preliminary diagnosis» містить назву попереднього діагнозу, який встановлюється на місці події бригадою ЕМД.

Таблиця «Departure status» відображає інформацію про хибний виклик та його причину.

Кожна з перелічених таблиць тісно пов'язана з центральною таблицею виїздів і дозволяє отримати дані для проведення комплексного аналізу надання ЕМД, включаючи оперативність виїздів бригад ЕМД, частоту хибних викликів, поширеність діагнозів, госпіталізації, летальність та кількість використаних медичних засобів.

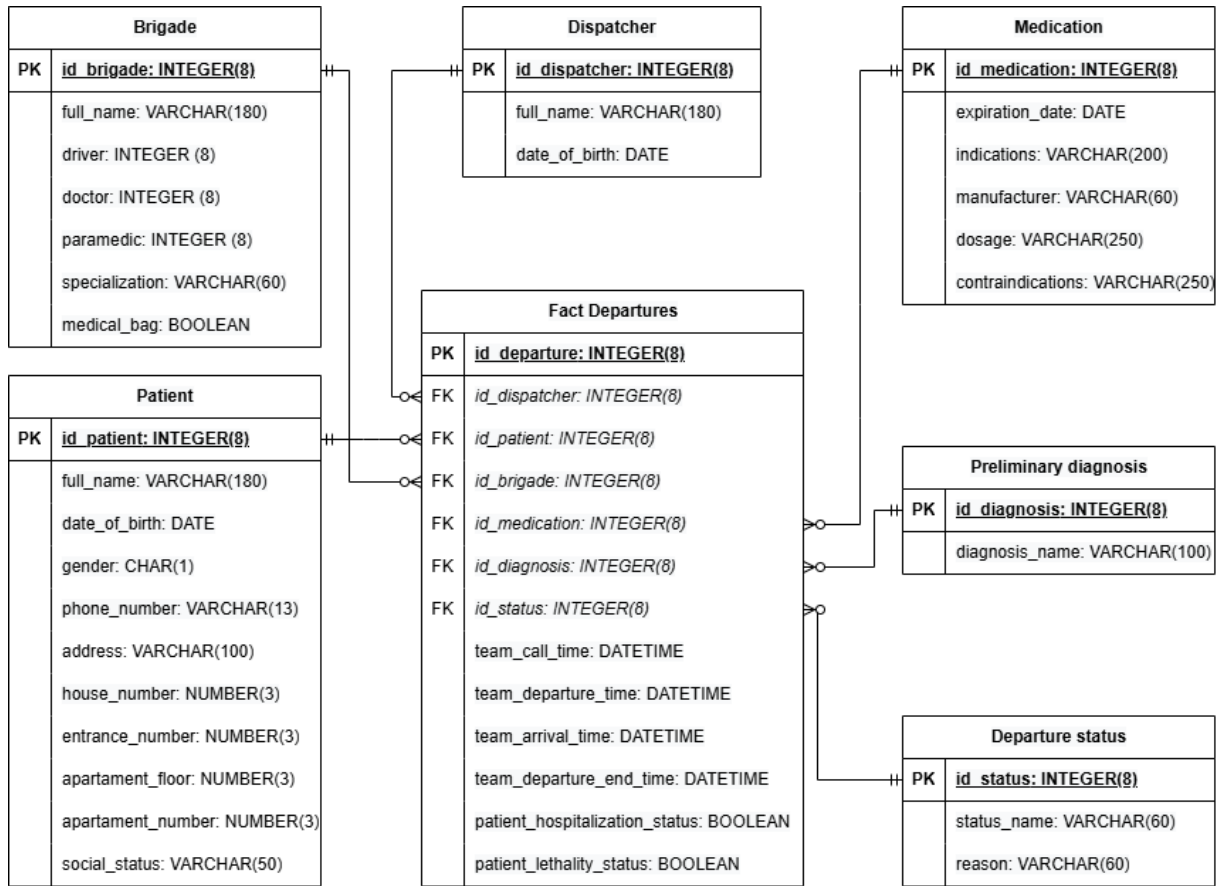


Рисунок 5.1 – Схема вітрини даних модуля «Аналіз виїздів бригад»

## **6 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ ВИЇЗДІВ БРИГАД»**

У межах розробки математичного забезпечення модуля «Аналіз виїздів бригад» застосовано сукупність методів, що забезпечують структуровану обробку даних для подальшого аналізу. Основу розрахунків складають інструменти описової статистики, які дають змогу кількісно оцінити ключові показники роботи бригад і виявити закономірності, а результати обчислень використовуються для формування аналітичної бази управлінських рішень.

Статистичний аналіз даних – це набір методів і технік, що дозволяють отримувати, обробляти, аналізувати та інтерпретувати дані для прийняття рішень та формулювання висновків [10]. Цей метод дозволяє виявити тенденції, закономірності та кількісні характеристики досліджуваних процесів на основі об'єктивних числових показників.

Основні етапи статистичного аналізу:

- збір даних;
- попередня обробка (перевірка, очищення та фільтрація даних);
- розрахунок описових статистичних показників (середніх значень, часток тощо);
- візуалізація даних;
- інтерпретація результатів.

У межах розробки математичного забезпечення використовується описова (дескриптивна) статистика – один із методів статистичного аналізу. Цей метод забезпечує кількісну оцінку основних показників на основі фактичних даних, що надходять до модуля. Отримані результати використовуються для формування звітів, що ґрунтуються на аналізі оперативності бригад, частоти хибних викликів, поширеності діагнозів,

госпіталізацій, летальності та витрат медичних засобів.

Аналіз оперативності бригад здійснюється на основі таких статистичних показників: середній час перевищення нормативу реагування бригади з моменту виклику до виїзду та з моменту виїзду до прибуття на місце події, частка виїздів із перевищенням нормативного часу реагування бригади.

Середній час перевищення нормативу реагування бригади розраховується як середнє значення різниці між фактичним часом реагування та нормативним часом. Фактичний час реагування бригади ( $\Delta t_{ij}$ ) обчислюється залежно від етапу виїзду бригади.

Інтервал від моменту надходження виклику до виїзду бригади обчислюється як різниця між часом виїзду та моментом надходження виклику за формулою:

$$\Delta t_{ij} = t_{ij}^{\text{вих}} - t_{ij}^{\text{викл}},$$

де  $i$  – номер виклику;

$j$  – номер бригади;

$t_{ij}^{\text{вих}}$  – час виїзду бригади  $j$  на  $i$ -й виклик, хв.;

$t_{ij}^{\text{викл}}$  – час надходження  $i$ -го виклику, на який виїжджала бригада  $j$ , хв.

Інтервал від моменту виїзду до прибуття на місце події обчислюється як різниця між часом прибуття та часом виїзду за формулою:

$$\Delta t_{ij} = t_{ij}^{\text{приб}} - t_{ij}^{\text{вих}},$$

де  $t_{ij}^{\text{приб}}$  – час прибуття бригади  $j$  на місце події за  $i$ -м викликом, хв.;

$t_{ij}^{\text{вих}}$  – час виїзду бригади  $j$  на  $i$ -й виклик, хв.

Нормативний час реагування встановлюється відповідно до етапу: для першого інтервалу він становить від 2 до 4 хвилин (залежно від умов),

для другого – від 10 до 15 хвилин у межах міста або від 20 до 25 хвилин у замських районах. Середній час перевищення нормативу реагування бригади обчислюється за формулою:

$$T_j^{\text{перев}} = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} (\Delta t_{ij} - t_{\text{норм}}),$$

де  $T_j^{\text{перев}}$  – середній час перевищення нормативу реагування для  $j$ -ї бригади, хв.;

$n_j$  – кількість викликів, у яких  $j$ -а бригада перевищила нормативний час;

$\Delta t_{ij}$  – фактичний час реагування на  $i$ -й виклик  $j$ -ї бригади, хв.;

$t_{\text{норм}}$  – нормативний час реагування, хв.

Частка виїздів із перевищенням нормативного часу реагування бригади ( $P_j^{\text{перев}}$ ) обчислюється як відношення суми випадків перевищення нормативного часу на обох етапах (від виклику до виїзду та від виїзду до прибуття) до загальної кількості викликів помножених на 2 (бо кожен виїзд має дві можливості перевищення). Розрахунок виконується за формулою:

$$P_j^{\text{перев}} = \frac{n_{a,j}^{\text{перев}} + n_{b,j}^{\text{перев}}}{n_j^{\text{викл}} \times 2} \times 100\%,$$

де  $n_{a,j}^{\text{перев}}$  – кількість випадків перевищення нормативу реагування на етапі від виклику до виїзду;

$n_{b,j}^{\text{перев}}$  – кількість випадків перевищення нормативу реагування на етапі від виїзду до прибуття;

$n_j^{\text{викл}}$  – загальна кількість викликів, на які реагувала бригада  $j$ .

Отримане значення використовується для ранжування бригад за

рівнем оперативності відповідно до таких числових оцінок:

- група А –  $P_j^{\text{перев}} < 15\%$ ;
- група В –  $15\% \leq P_j^{\text{перев}} \leq 30\%$ ;
- група С –  $P_j^{\text{перев}} > 30\%$ .

Для проведення аналізу хибних викликів, поширеності діагнозів, госпіталізацій та летальності використовується єдиний статистичний показник – частка випадків у межах відповідної категорії. Показник обчислюється як відношення кількості випадків, що мають конкретну ознаку, до загальної кількості випадків у відповідній категорії. Ознаки та категорії випадків для обчислення частки випадків у межах відповідної категорії наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Ознаки та категорії випадків для обчислення частки випадків у межах відповідної категорії

Вид аналізу	Ознака (чисельник)	Категорія (знаменник)
Аналіз хибних викликів	Кількість викликів з певною причиною	Загальна кількість хибних викликів
Аналіз поширеності діагнозів	Кількість випадків певного діагнозу	Загальна кількість викликів
Аналіз госпіталізацій	Кількість госпіталізацій із певним діагнозом	Загальна кількість госпіталізованих пацієнтів
Аналіз летальності	Кількість летальних випадків із певним діагнозом	Загальна кількість летальних випадків

Частка випадків у межах відповідної категорії ( $P_{\text{кат}}$ ) обчислюється за формулою:

$$P_{\text{кат}} = \frac{N_{\text{озн}}}{N_{\text{кат}}} \times 100\%,$$

де  $N_{\text{озн}}$  – кількість випадків за ознакою;

$N_{\text{кат}}$  – загальна кількість випадків у відповідній категорії.

Аналіз витрат медичних засобів здійснюється на основі статистичного показника – середня витрата медичного засобу на одну бригаду за конкретний період. Показник обчислюється як відношення загальної кількості витраченого засобу за аналізований період до кількості бригад та округлюється до найближчого цілого. Розрахунок виконується за формулою:

$$Z_{\text{засоб}} = \frac{1}{N_{\text{бр}}} \sum_{i=1}^k N_i^{\text{зас}},$$

де  $Z_{\text{засоб}}$  – середня витрата засобу на одну бригаду за період, шт.;

$N_{\text{бр}}$  – кількість бригад;

$k$  – кількість тижнів у періоді;

$i$  – номер тижня в межах періоду;

$N_i^{\text{зас}}$  – кількість одиниць засобу, використаних усіма бригадами на  $i$ -му тижні.

## 7 ПРОЄКТУВАННЯ Й ОПИС ПРОГРАМНОЇ СКЛАДОВОЇ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ ВИЌЗДІВ БРИГАД»

### 7.1 Проєктування елементів програмного забезпечення модуля

На етапі проєктування ПЗ модуля «Аналіз виїздів бригад» важливу роль відіграє діаграма діяльності, яка дозволяє візуалізувати логіку поведінки системи та послідовність операцій, що реалізуються в її межах. Вона є невід’ємною складовою опису взаємодії елементів ПЗ та допомагає краще зрозуміти алгоритм функціонування кожного елемента.

Діаграма діяльності допомагає продемонструвати й з’ясувати взаємозв’язки окремих дій, їхню послідовність, умови переходів та логічні залежності. Вона охоплює основні стадії процесу – ініціацію, обробку та завершення.

Основними елементами діаграми діяльності є:

- активності (або задачі), які позначають конкретні операції або дії;
- вузли потоку управління, що забезпечують координацію виконання операцій;
- вузли рішень, які відповідають за обробку умовних і логічних виразів;
- дії, що відображають виконання конкретних операцій.

У процесі розробки ПЗ «Аналіз виїздів бригад» діаграма діяльності є важливим інструментом для відображення ключових аспектів функціонування системи. Вона наочно демонструє взаємодію програмних елементів модуля, відображаючи порядок обробки запитів, прийняття рішень і виконання операцій у межах системи. Робота елементів програмної складової модуля подана у вигляді діаграми діяльності та представлена на рисунку 7.1.

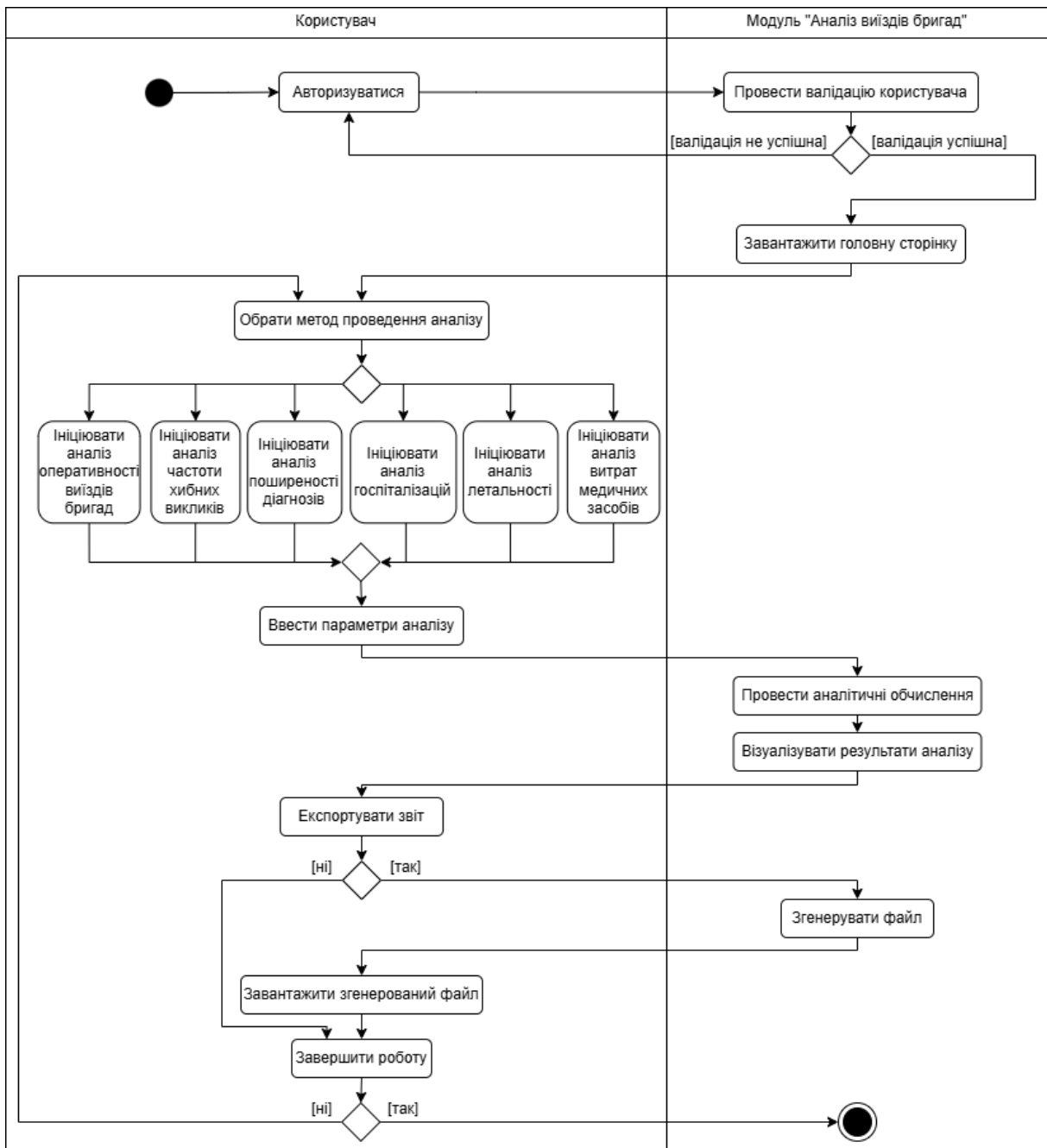


Рисунок 7.1 – Схема роботи елементів програмної складової модуля

Клієнтська сторона програми створена за допомогою фреймворку Vue.js, що є популярною платформою JavaScript для створення інтерфейсів користувача. Вибір Vue.js зумовлений простотою у використанні, гнучкістю та підтримкою великої кількості бібліотек для візуалізації даних. Цей фреймворк дозволяє створити зрозумілий, адаптивний та зручний інтерфейс для взаємодії з модулем «Аналіз виїздів бригад».

На стороні сервера програма використовує Oracle Database як систему керування БД, забезпечуючи надійне зберігання, обробку та доступ до великих обсягів інформації. Oracle підтримує складні SQL-запити, транзакції, тригери, збережені процедури та мову PL/SQL, яка розширює можливості роботи з даними. Серед переваг – масштабованість, розвинені механізми захисту інформації та підтримка резервного копіювання, що важливо при роботі з медичними даними про виїзди бригад ЕМД.

Серверна частина програми розроблена з використанням Spring Boot – фреймворку для мови Java, що забезпечує швидке створення вебзастосунків з мінімальними налаштуваннями. Цей фреймворк було обрано завдяки зручній структурі, високій стабільності, можливості легкого супроводу та масштабування системи. Крім того, Spring Boot містить вбудовані засоби для взаємодії з БД та реалізації базових механізмів безпеки, що робить його надійною основою для побудови серверної частини модуля.

Таким чином, для розробки модуля використано Vue.js, Oracle Database та Spring Boot, щоб забезпечити створення надійного, масштабованого та швидкого додатку. Vue.js забезпечує інтуїтивно зрозумілий та інтерактивний інтерфейс на стороні клієнта, тоді як Oracle надає можливості для збереження, пошуку та обробки великого обсягу даних. Spring Boot забезпечує розробку програм на стороні сервера та обробку запитів у реальному часі. Комбінація цих програмних засобів дозволяє модулю виконувати складні аналітичні операції та підтримувати стабільну взаємодію між клієнтською й серверною частинами.

## 7.2 Розробка графічного інтерфейсу користувача

Під час розробки графічного інтерфейсу користувача важливо

забезпечити зручний доступ до системи через сучасні веббраузери. Найкращим вибором є Chrome, проте модуль також сумісний із Mozilla Firefox та Safari. Щоб інтерфейс працював стабільно та коректно, рекомендується використовувати актуальні версії браузерів.

Для початку роботи з модулем користувач повинен ввести свої облікові дані. Після успішної авторизації відкривається головна сторінка (рисунок 7.2), що містить інформаційні панелі та навігаційне меню, з якого можна перейти до інших сторінок модуля.

Навігаційне меню модуля містить такі пункти меню, як «Головна», «Формування звітів», «Налаштування» та «Вихід».

На головній сторінці користувач може обрати початкову та кінцеву дати аналізованого періоду, після чого натиснути кнопку «Переглянути статистику». У результаті відображається аналітичні дані у вигляді таблиць та діаграм. Інтерфейс включає такі основні елементи:

- таблицю складу бригаад із зазначенням спеціалізації, наявності водія, лікаря та парамедика, а також загальної кількості виїздів;
- кругову діаграму, що відображає розподіл бригаад за рівнем оперативності;
- стовпчикові діаграми, які ілюструють кількість госпіталізацій і летальних випадків залежно від діагнозу.

Пункт меню «Формування звітів» включає в себе підменю (рисунок 7.3), яке включає такі підпункти, як «Аналіз оперативності бригади», «Аналіз частоти хибних викликів», «Аналіз поширеності діагнозів», «Аналіз госпіталізацій», «Аналіз летальності» та «Аналіз витрат медичних засобів». Приклади сформованих звітів для кожного з підпунктів наведено в додатку А на рисунках А.1 – А.6.

Для проведення аналізу та формування звітів користувач має перейти до відповідного підпункту, наприклад, «Аналіз оперативності бригади» (рисунок 7.3).

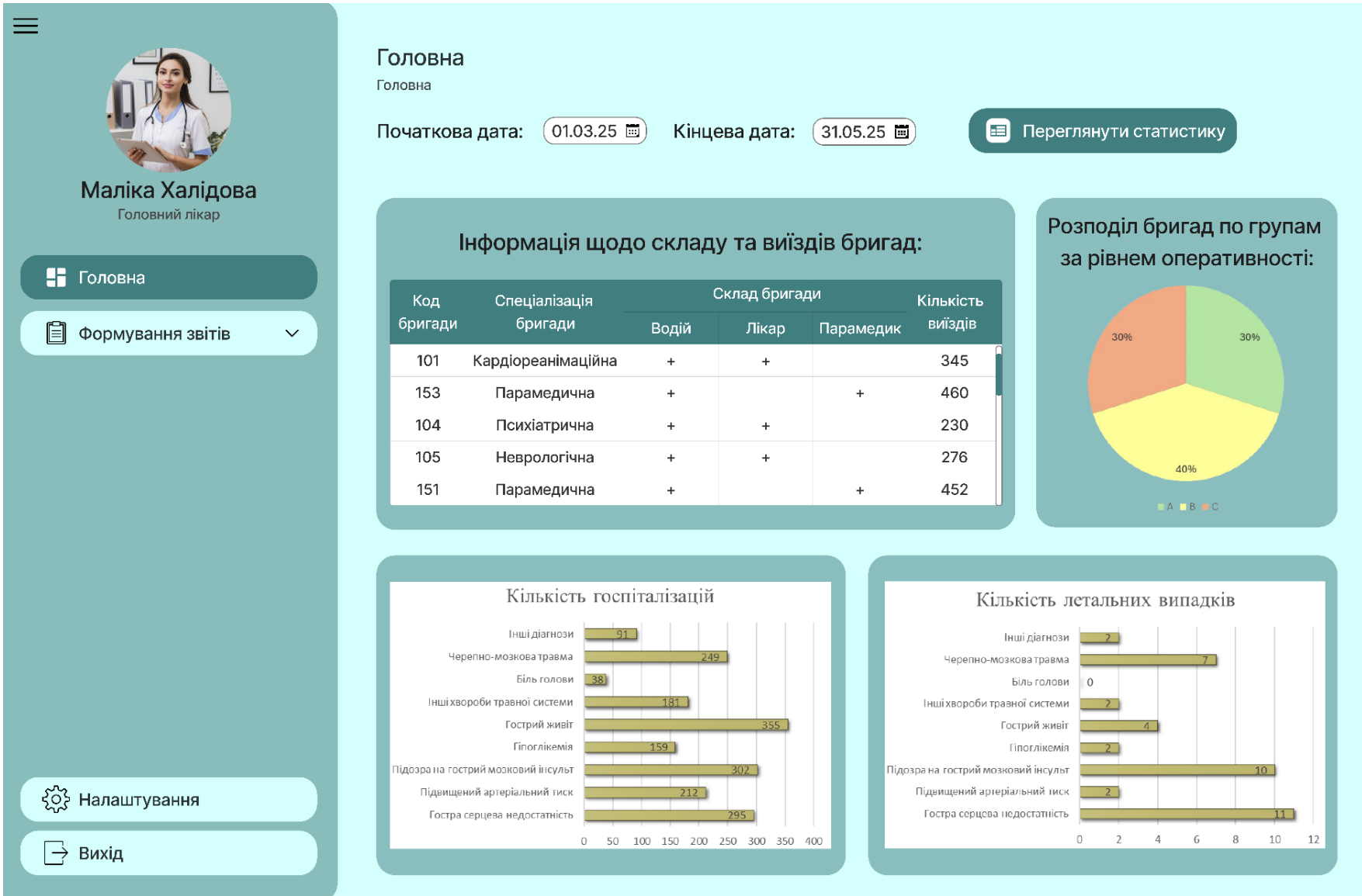


Рисунок 7.2 – Екранна форма головної сторінки

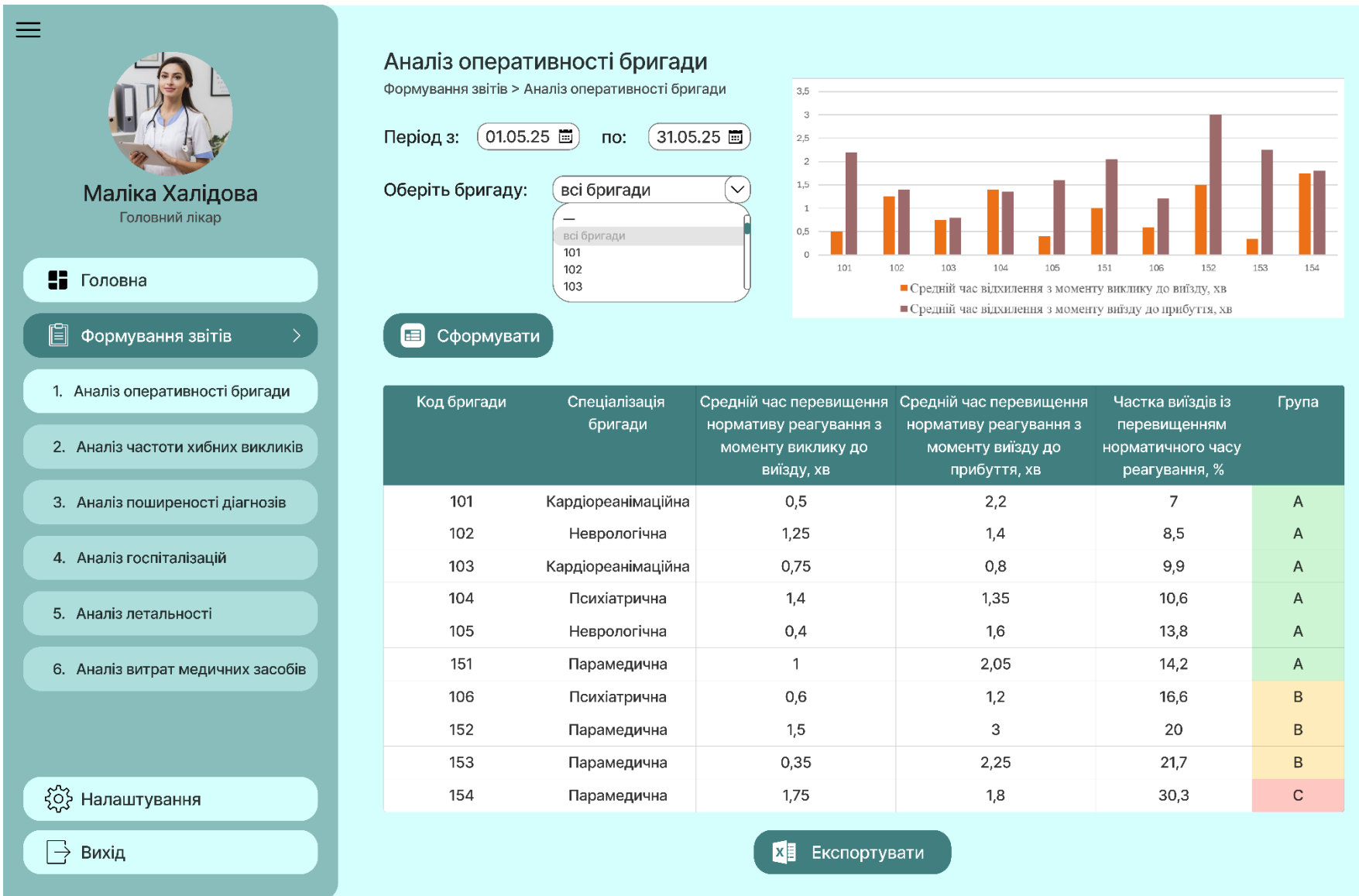


Рисунок 7.3 – Екранна форма сторінки «Аналіз оперативності бригади»

При переході до підпункту «Аналіз оперативності бригади» користувачу відкривається форма з параметрами для фільтрації – вибір періоду та бригади. Якщо фільтр «Оберіть бригаду» не заповнено, аналіз виконується для всіх бригад за обраний часовий інтервал.

Після встановлення параметрів і натискання кнопки «Сформувати» відображаються результати аналізу у вигляді таблиці та діаграми. Таблиця містить дані для кожної бригади: код, спеціалізацію, середній час перевищення нормативу реагування – з моменту виклику до виїзду та з моменту виїзду до прибуття, частку виїздів із перевищенням нормативного часу та групу за рівнем оперативності. Діаграма візуалізує показники середнього часу перевищення нормативу на обох етапах для зручного порівняння.

У підпунктах «Аналіз частоти хибних викликів» та «Аналіз поширеності діагнозів» користувач має змогу обрати період аналізу та рівень деталізації (за тижнями, місяцями або триместром), після чого натиснути кнопку «Сформувати» для отримання результатів.

Звіт з хибних викликів (рисунок 7.4) відображає частку кожної з причин хибних викликів (у відсотках від загальної кількості) відповідно до обраної деталізації. Праворуч розміщена стовпчикова діаграма, яка дозволяє візуально оцінити динаміку змін за причинами.

Звіт з поширеності діагнозів (рисунок 7.5) відображає частку випадків за кожним попереднім діагнозом. Інформація подана у відсотках та візуалізована за допомогою діаграми. Це дозволяє швидко оцінити, які діагнози найчастіше стають причиною виклику бригади ЕМД.

Усі підпункти розділу «Формування звітів» передбачають можливість експорту результатів у форматі .xlsx за допомогою відповідної кнопки в нижній частині інтерфейсу.

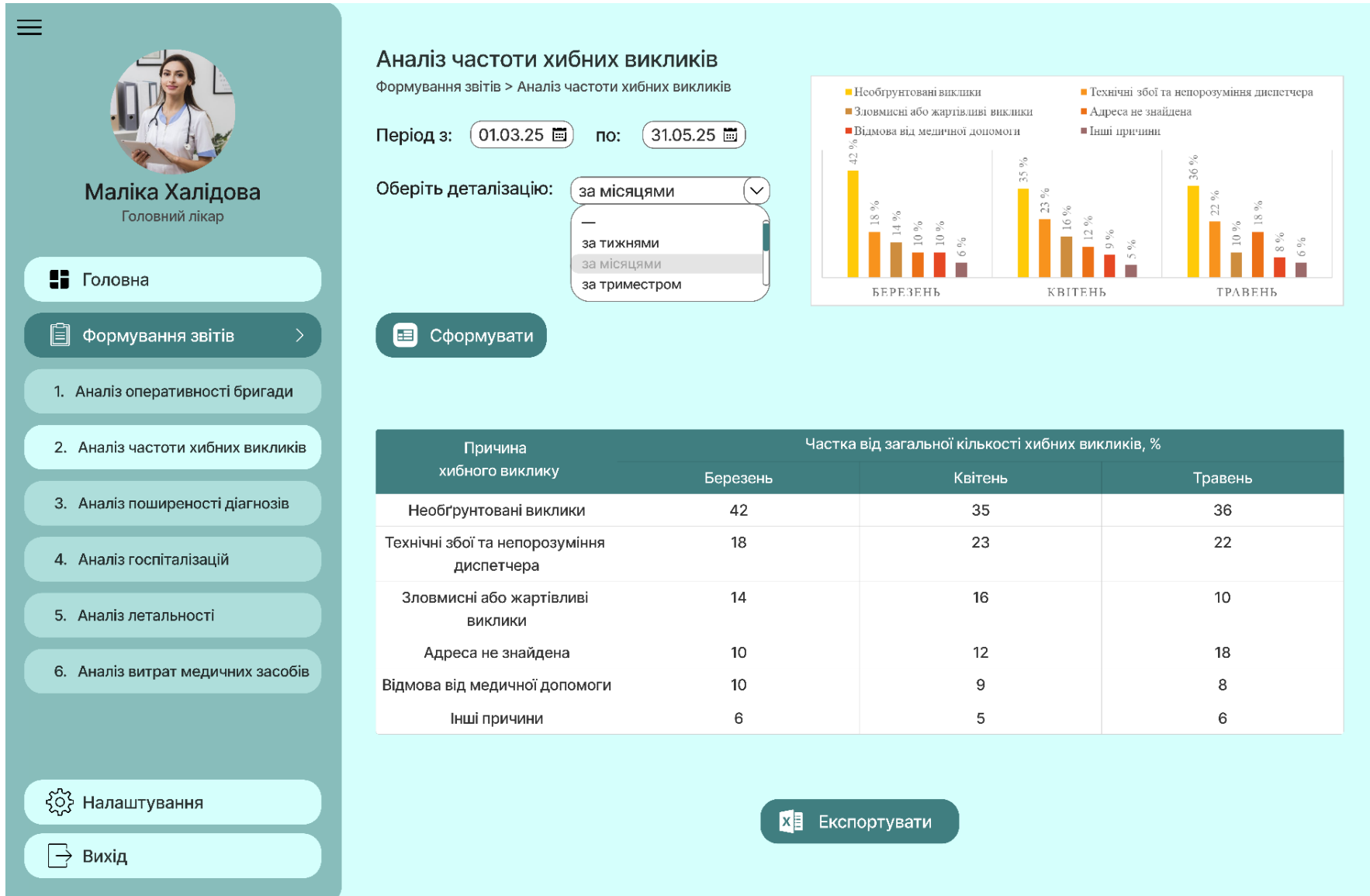


Рисунок 7.4 – Екранна форма сторінки «Аналіз частоти хибних викликів»

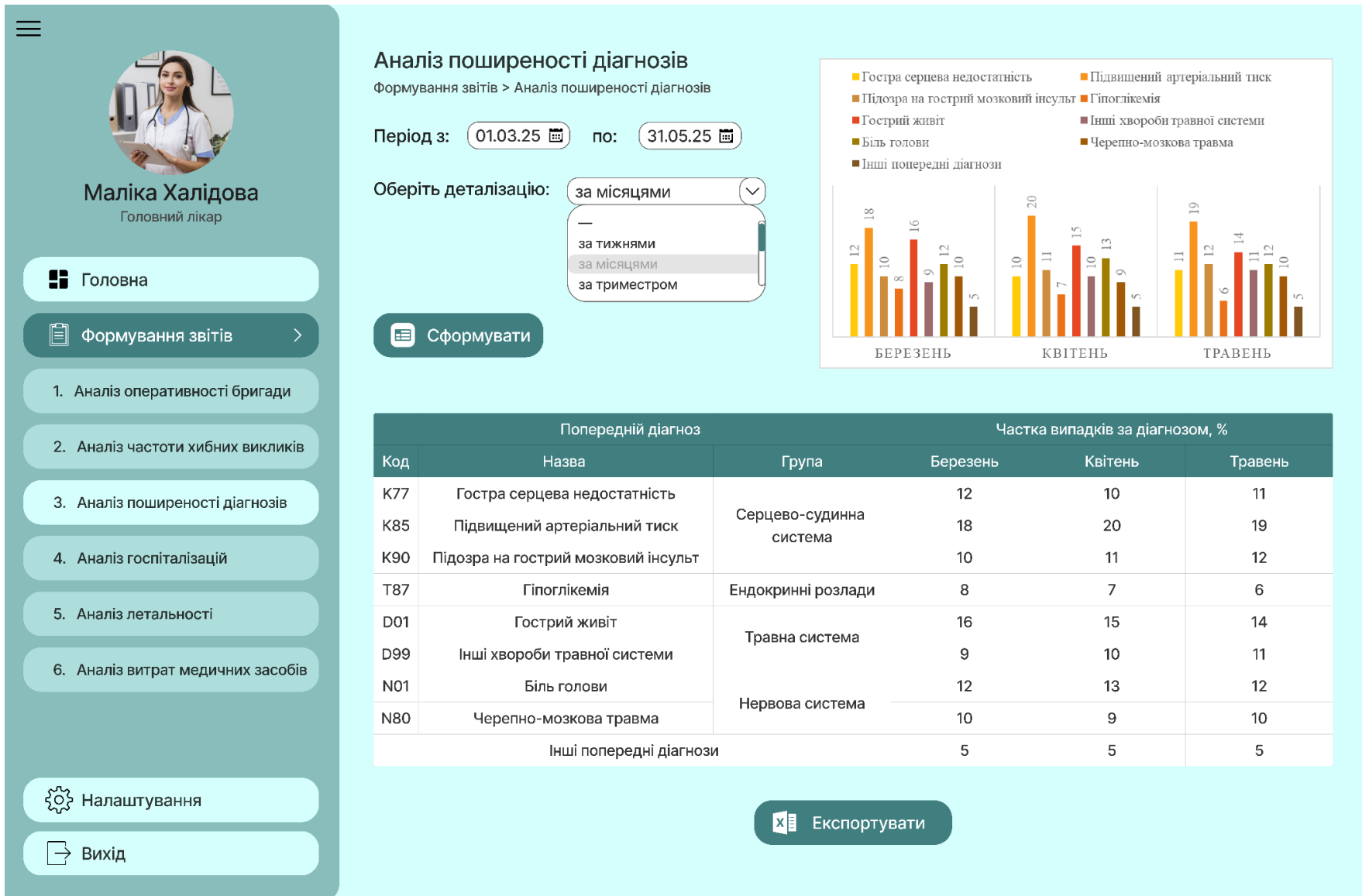


Рисунок 7.5 – Екранна форма сторінки «Аналіз поширеності діагнозів»

У підпунктах «Аналіз госпіталізацій» та «Аналіз летальності» користувач має змогу задати період аналізу за допомогою відповідних полів введення дат. Після формування звіту на екрані відображається таблиця з діагнозами та їх часткою у загальній кількості госпіталізацій або летальних випадків залежно від обраного підпункту. Праворуч розміщено кругову діаграму, яка ілюструє розподіл показників за діагнозами, що забезпечує зручне порівняння даних.

Екранна форма сторінки «Аналіз госпіталізацій» наведена на рисунку 7.6, а «Аналіз летальності» – на рисунку 7.7.

У підпункті «Аналіз витрат медичних засобів» користувач може задати період аналізу, а також обрати рівень деталізації – за тижнями, місяцями або триместром. Після формування звіту на екрані відображається таблиця з переліком медичних засобів, які використовувалися бригадами ЕМД.

У таблиці вказано назву кожного засобу, одиницю вимірювання, обсяг використання за обраний період часу, а також розраховану середню витрату на одну бригаду в місяць. Стовпчикова діаграма ілюструє зміну витрат у динаміці – по кожному засобу у вибраний період. Такий підхід дозволяє легко оцінити, які саме засоби споживаються найбільше та як змінюється обсяг їх використання у часі. Екранна форма сторінки «Аналіз витрат медичних засобів» наведена на рисунку 7.8.

Розроблений графічний інтерфейс користувача забезпечує зручність у роботі, інтуїтивну навігацію та функціональну цілісність у межах модуля. Усі підпункти мають уніфіковану структуру: фільтри для вибору періоду та рівня деталізації, таблиці з числовими показниками та графіки для їх візуалізації. Такий підхід дозволяє користувачу швидко орієнтуватися в інтерфейсі, отримувати необхідні аналітичні дані та якісно їх аналізувати. Єдина структура сторінок зменшує час адаптації до роботи з модулем, що є важливою перевагою під час його практичного використання.

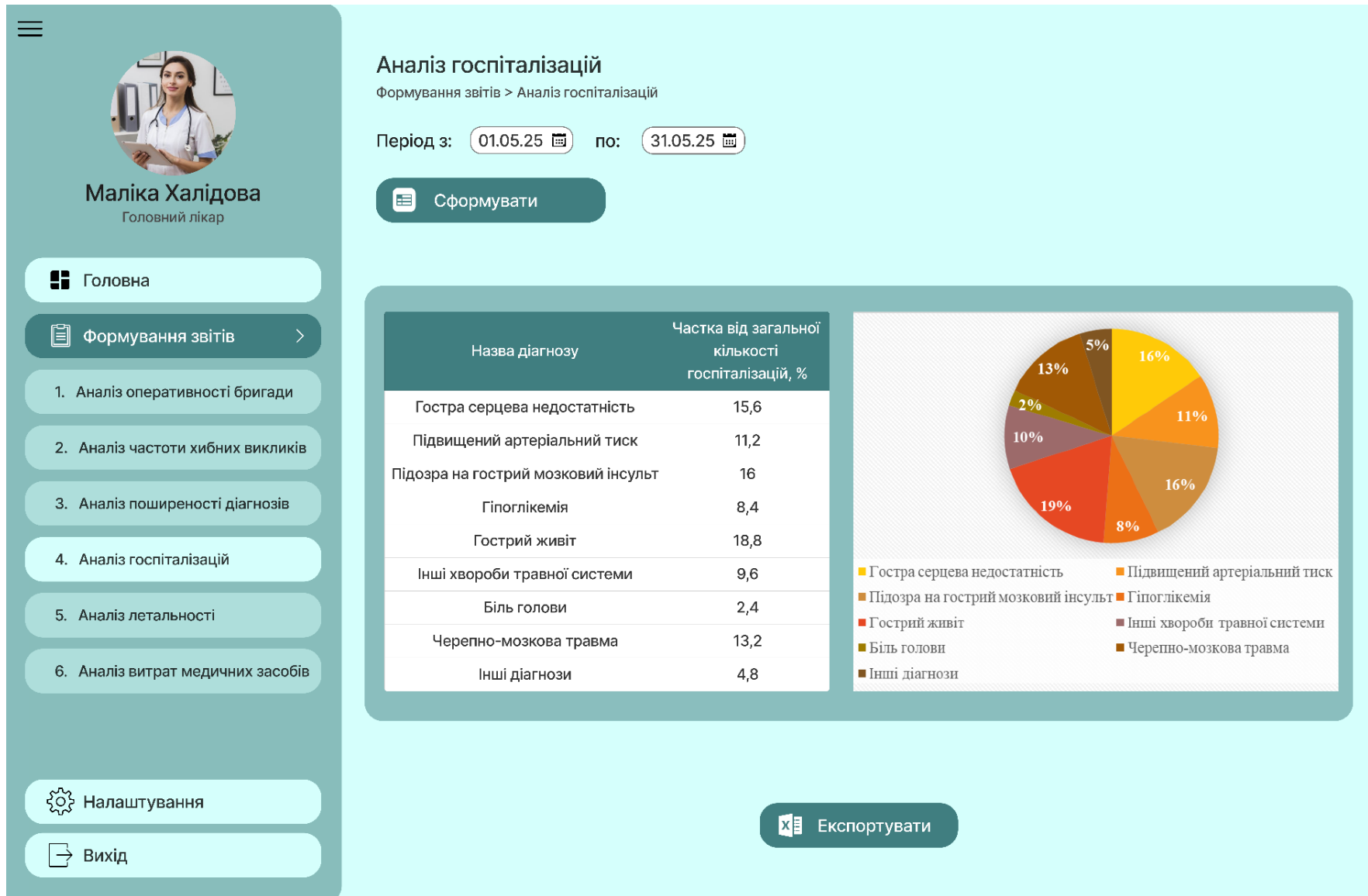


Рисунок 7.6 – Екранна форма сторінки «Аналіз госпіталізацій»

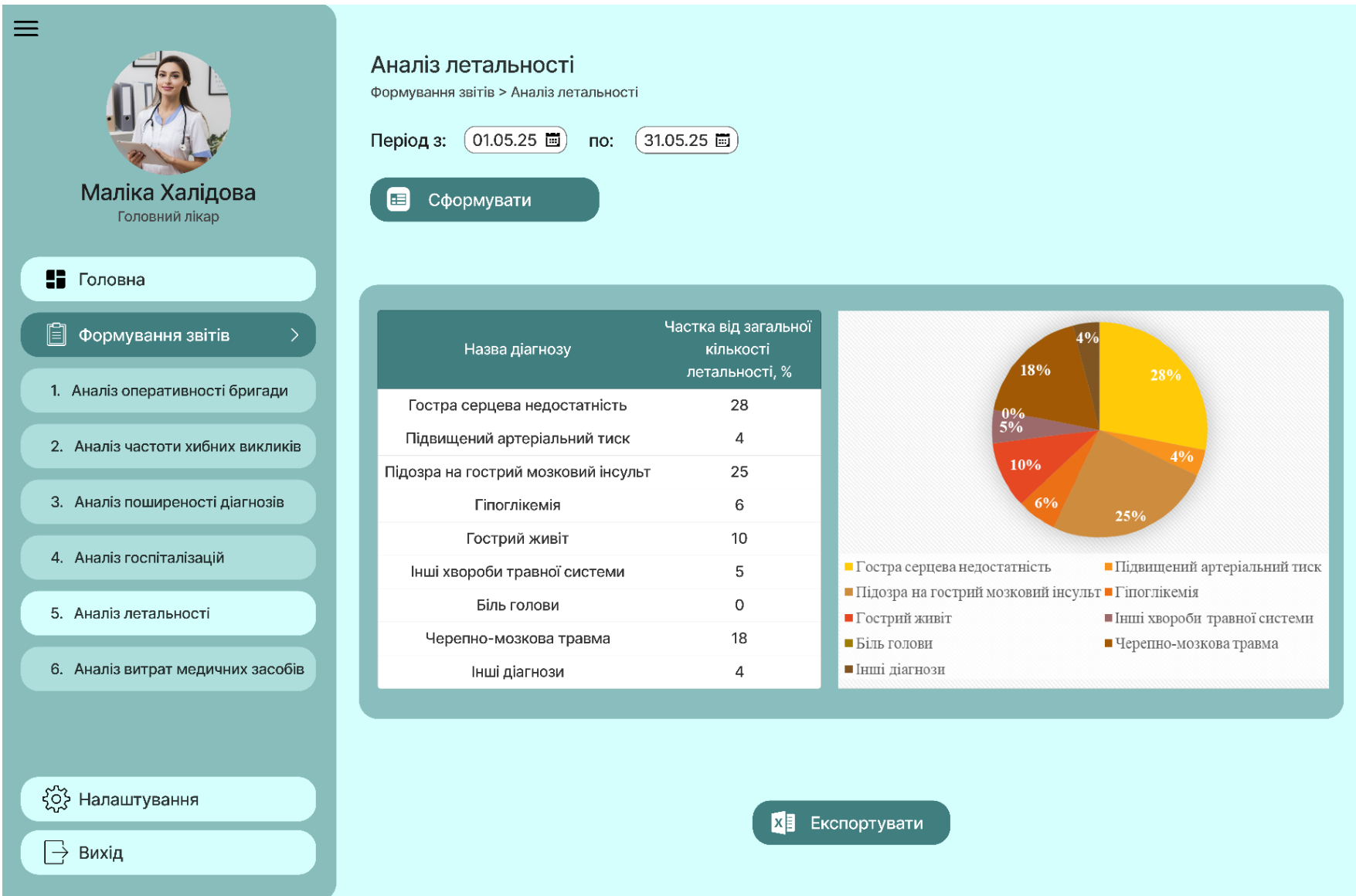


Рисунок 7.7 – Екранна форма сторінки «Аналіз летальності»

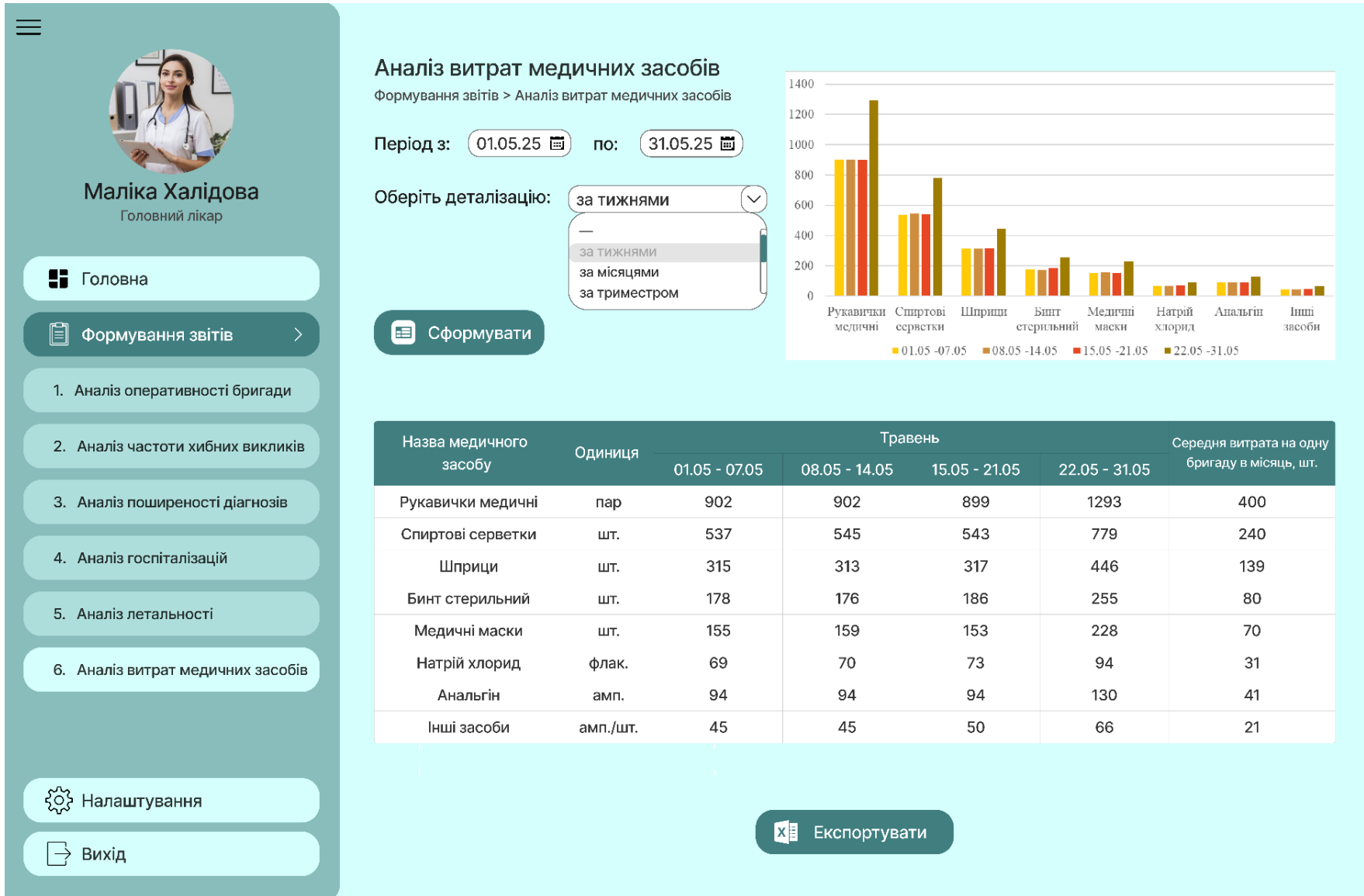


Рисунок 7.8 – Екранна форма сторінки «Аналіз витрат медичних засобів»

## **8 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ «АНАЛІЗ ВІЇЗДІВ БРИГАД»**

Враховуючи функціональні вимоги модуля «Аналіз виїздів бригад», можна зробити висновок, що технічне забезпечення модуля має бути інтегроване в існуючу інфраструктуру станції ЕМД. Деталізація технічних засобів робочого місця головного лікаря сприятиме впровадженню модуля з мінімальними змінами у технічному середовищі. Технічні засоби повинні забезпечувати високу продуктивність для обробки великих обсягів даних, формування таблиць і графіків, стабільний доступ до БД у режимі реального часу та безпечний обмін інформацією в локальній мережі.

Основним компонентом системи є сервер, який вже функціонує в межах станції ЕМД. Він виконує функції зберігання, обробки та розподілу даних для всіх модулів ІС, включно з модулем «Аналіз виїздів бригад».

Для роботи модуля на робочій станції головного лікаря встановлена операційна система Microsoft Windows 11. Робоча станція головного лікаря, яка слугує основним засобом доступу до модуля «Аналіз виїздів бригад», включає в себе:

- персональний комп'ютер Dell OptiPlex 7000 Micro, оснащений багатоядерним процесором Intel Core i7 12-го покоління, 32 ГБ оперативної пам'яті для швидкої обробки великих обсягів даних та SSD-накопичувачем на 1 ТБ для зберігання аналітичних звітів;
- монітор LG 24MK430H-B, 24 дюйми, з роздільною здатністю 1920 × 1080, що забезпечує чітке відображення таблиць і графіків;
- бездротова миша та клавіатура Logitech MK270 Wireless для комфортної роботи;
- маршрутизатор TP-Link Archer A64 для підтримки стабільного інтернет-з'єднання;
- лазерний Wi-Fi-принтер HP LaserJet Pro M15w для швидкого і

якісного друку документів.

Персональний комп'ютер головного лікаря підключається до Інтернету за допомогою Ethernet-кабелю, який забезпечує стабільне та швидке з'єднання з мінімальними затримками. На відміну від бездротового адаптера, кабельне підключення менш схильне до перешкод, забезпечує більш високу пропускну здатність і кращу безпеку передачі даних. Це особливо важливо при обробці великих обсягів інформації та роботі з критичною медичною статистикою, де надійність з'єднання має ключове значення.

Схема технічного забезпечення робочого місця головного лікаря зображена на рисунку 8.1.

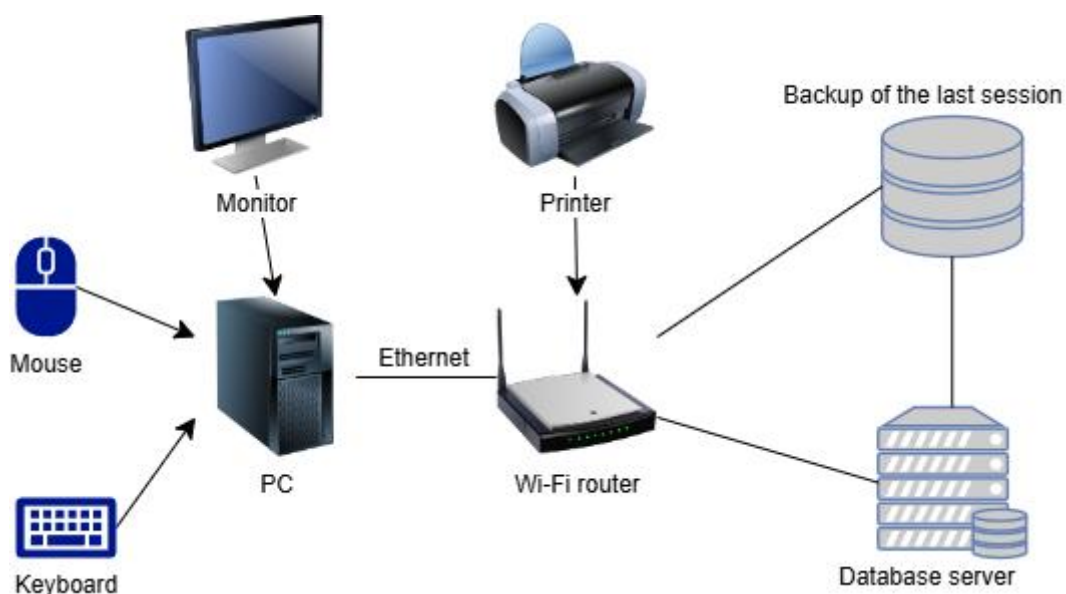


Рисунок 8.1 – Схема технічного забезпечення робочого місця головного лікаря

Таким чином, наявне технічне забезпечення повністю відповідає вимогам модуля «Аналіз виїздів бригад» та є достатнім для забезпечення його коректного функціонування. Вказане обладнання буде застосовуватись в процесі впровадження та подальшої експлуатації модуля в ІС станції ЕМД.

## 9 СИНТЕЗ Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ ДАНИХ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ

Обробка даних у модулі «Аналіз виїздів бригад» охоплює інформацію, що має персональний і службовий характер. У зв'язку з цим модуль потребує впровадження комплексу заходів, спрямованих на забезпечення цілісності, конфіденційності та захисту даних від несанкціонованого втручання. З метою мінімізації відповідних ризиків доцільно реалізувати такі основні заходи захисту:

- автентифікація користувачів;
- резервне копіювання;
- журналювання дій;
- регулярні оцінки безпеки;
- оновлення та усунення вразливостей.

Використання автентифікації користувача та впровадження політики паролів є одним із ключових заходів захисту, який сприяє запобіганню несанкціонованому доступу до конфіденційних даних у модулі. Доступ до модуля здійснюється через обліковий запис із захищеним паролем. Для підвищення рівня безпеки встановлено вимоги до складності пароля: мінімальна довжина – 8 символів, обов'язкове використання великих і малих літер, цифр і спеціальних знаків. Також рекомендується періодично змінювати пароль (раз на 6 місяців) і передбачити блокування доступу до облікового запису після кількох невдалих спроб входу.

Резервне копіювання забезпечує збереження даних модуля у разі технічних збоїв, вірусних атак або помилок користувача. Для цього пропонується комбінований підхід, що включає щомісячне повне резервне копіювання та щотижневе інкрементальне копіювання (тобто збереження лише тих даних, які були змінені після останнього копіювання). Резервні копії зберігаються на сервері з обмеженим доступом. Такий підхід

дозволяє забезпечити своєчасне відновлення працездатності модуля у разі аварійної ситуації.

Журналювання дій забезпечує фіксацію ключових подій, що відбуваються у модулі, зокрема входу користувача, перегляду інформації та формування звітів. Збереження логів дозволяє відстежувати активність у системі, своєчасно виявляти підозрілу поведінку та проводити внутрішній аудит безпеки. У разі інцидентів журнали можуть бути використані для з'ясування обставин події та ухвалення відповідних управлінських рішень.

Регулярні оцінки безпеки дозволяють своєчасно виявляти потенційні вразливості в модулі, забезпечувати відповідність сучасним вимогам до захисту інформації та знижувати ризики порушення цілісності даних. У межах таких перевірок доцільно використовувати спеціалізовані інструменти сканування, зокрема Nessus, який дає змогу оцінити поточний стан системи, виявити помилки конфігурації та потенційно небезпечні компоненти середовища. Проведення оцінок безпеки рекомендується здійснювати щонайменше двічі на рік або після внесення суттєвих змін до функціоналу модуля.

Оновлення та усунення вразливостей є важливою умовою забезпечення безпеки та стабільної роботи модуля. Регулярні оновлення дають змогу своєчасно виправляти виявлені помилки, підвищувати продуктивність та додавати нові функції. Доцільно встановити внутрішній графік оновлень не рідше одного разу на квартал, а у разі критичних загроз – негайно здійснювати відповідні дії для усунення проблем.

Таким чином, описані заходи формують багаторівневий підхід до захисту даних, що обробляються в модулі, охоплюючи ключові аспекти технічної безпеки. Впровадження таких заходів дозволяє мінімізувати ризики несанкціонованого доступу, зберігати цілісність інформації та забезпечувати стабільну роботу модуля.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи розроблено модуль «Аналіз виїздів бригад» для ІС станції ЕМД. Модуль дозволяє здійснювати комплексний аналіз виїздів бригад із формуванням звітів за ключовими напрямками: оперативність бригад, частота хибних викликів, поширеність діагнозів, госпіталізації, летальність та витрати медичних засобів.

Під час виконання роботи проведено детальний аналіз функціонування станції ЕМД та бізнес-процесу «Аналіз виїздів бригад». Було оглянуто сучасні ВІ-системи, виявлено їхні переваги та недоліки, а також обґрунтовано доцільність розробки окремого модуля.

На основі проведеного аналізу було описано функціональні та нефункціональні вимоги до об'єкта розробки, обґрунтовано мету та критерії ефективності розробки модуля. Побудовано архітектуру модуля на функціональному рівні за методологією DFD.

Крім того, розроблено елементи інформаційного забезпечення модуля, обґрунтовано вибір СУБД Oracle та побудовано логічну схему БД у вигляді ER-діаграми. Було розроблено елементи математичного забезпечення модуля, які засновані на методах статистичного аналізу даних. Спроектовано програмну складову модуля з графічним інтерфейсом користувача, обґрунтовано вибір технічного забезпечення модуля. Також здійснено синтез і обґрунтування заходів захисту даних від несанкціонованого доступу.

Впровадження розробленого модуля на станціях ЕМД дозволить автоматизувати процес аналізу виїздів бригад та скоротити час обробки звітної інформації.

Робота виконана згідно з вимогами методичних вказівок до організації виконання та захисту кваліфікаційної роботи [11] та вимог ДСТУ [12, 13].

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Про екстрену медичну допомогу. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/> (дата звернення: 20.05.2025).
2. Blokdyk G. Structured Analysis And Design Technique A Complete Guide. 5STARCook, 2020. 316 p.
3. RBC Group. Qlik vs Tableau vs Power BI: повний посібник для вибору правильного інструменту. URL: <https://www.rbcgrp.com/ua/qlik-vs-tableau-vs-power-bi-povnij-posibnik-dlja-viboru-pravilnogo-instrumentu/> (дата звернення: 24.05.2025).
4. Visure Solutions. Функціональні та нефункціональні вимоги. URL: <https://visuresolutions.com/uk/alm-guide/functional-vs-non-functional-requirements/> (дата звернення: 25.05.2025).
5. Bell M. Software Architect. Wiley, 2023. 432 p.
6. Zosym M. Діаграми потоків даних (Data Flow Diagrams). URL: <https://www.maxzosim.com/data-flow-diagrams/> (дата звернення: 27.05.2025).
7. GeeksforGeeks. Difference between ROLAP, MOLAP and HOLAP. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/dbms/difference-between-rolap-molap-and-holap/> (дата звернення: 28.05.2025).
8. Introduction to Oracle Database, Oracle Database Concepts. Oracle Help Center. URL: <https://docs.oracle.com/en/database/oracle/> (дата звернення: 28.05.2025).
9. BestProg. Поняття ER-моделі. Поняття сутності (entity). Атрибути. Види атрибутів. URL: <https://www.bestprog.net/uk/the-concept-of-er-model-ua/> (дата звернення: 29.05.2025).
10. Bruce P., Bruce A., Gedeck P. Practical Statistics for Data Scientists. O'Reilly Media, 2020. 360 p.
11. Методичні вказівки до організації виконання та захисту

кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки за освітньою програмою «Інформаційні технології управління» для студентів усіх форм навчання / Упоряд.: К.Е. Петров, А.В. Міхнова, М.С. Кудрявцева, М.В. Євланов, Т.І. Борисенко. Електронне видання. Харків: ХНУРЕ, 2023. 68 с.

12. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. Чинний від 22.06.2015. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016, 31 с.

13. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний від 01.07.2016. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.