

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра цифрових технологій в енергетиці

"На правах рукопису"

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Наталія АУШЕВА

“ ” _____ 2023 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою

“Цифрові технології в енергетиці”

зі спеціальності 122 “Комп’ютерні науки”

на тему Модель підтримки прийняття рішень діагностування стану здоров’я людини

Виконала: студентка 2 курсу, групи ТР-21мп

Кадук Юлія Олександрівна

(прізвище, ім’я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник доцент каф. ЦТЕ, к.т.н. Любов ПОЛЯГУШКО

(посада, вчене звання, науковий ступінь, ім’я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, ім’я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

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

Студентка _____

(підпис)

Київ - 2023

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”**

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АТОМНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Кафедра ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

За освітньою програмою “Цифрові технології в енергетиці”

Спеціальності 122 Комп’ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Наталія АУШЕВА

(підпис)

«_____» _____ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

Кадук Юлії Олександрівні

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема дисертації Модель підтримки прийняття рішень діагностування стану здоров’я людини

Науковий керівник доцент каф. ЦТЕ, к.т.н. Полягушко Любов Григорівна

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

затверджені наказом по університету від “06” листопада 2023 року №5152-с

2. Строк подання студентом дисертації 18 грудня 2023р

3. Вихідні дані до роботи бібліотека для розробки інтерфейсу користувача React.js, фреймворк для розробки серверних додатків Express.js, платформа для виконання JavaScript на сервері Node.js, об’єктно-реляційна система управління базами даних PostgreSQL

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

1)описати задачу розробки системи

2)виконати аналіз існуючих програмних забезпечень

3)описати засоби розробки системи

4)розробити програмне забезпечення

5)описати процес роботи користувачів із системою

5. Орієнтований перелік ілюстративного матеріалу: діаграма прецедентів, опис логічної структури сайту, концептуальна схема бази даних, концептуальна схема бази знань, ілюстрації роботи системи

6. Дата видачі завдання « 24 » жовтня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	строки виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Підготовка теоретичного матеріалу	24.10 - 30.10	
2.	Аналіз моделей підтримки прийняття рішень	31.10 - 6.11	
3.	Дослідження існуючих систем.	7.11 - 13.11	
4.	Створення веб-додатку для підтримки прийняття рішень.	14.11 - 20.11	
5.	Реалізація бази знань.	21.11 - 27.11	
6.	Розробка та впровадження бази даних.	28.11 - 4.12	
7.	Розробка системи підтримки прийняття рішень для діагностування стану здоров'я людини	5.12 - 8.12	
8.	Оформлення пояснювальної записки	5.12 - 8.12	
9.	Захист програмного продукту	27.11.2023	
10.	Передзахист	06.12.2023	
11.	Захист		

Студент

(підпис)

Юлія КАДУК

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Науковий керівник

(підпис)

Любов ПОЛЯГУШКО

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг магістерської дисертації

Магістерська дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновку, переліку посилань з 31 найменування і містить 44 рисунки. Повний обсяг магістерської дисертації складає 84 сторінок, з яких перелік посилань займає 3 сторінки.

Актуальність теми магістерської дисертації "Модель підтримки прийняття рішень діагностування стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань" обумовлена зростанням інтересу до гіпоксичних тренувань у сучасному спортивному та медичному середовищі. Застосування гіпоксії для тренувань може впливати на фізіологічний стан людини, але вимагає системного та індивідуалізованого підходу. Розробка моделі підтримки прийняття рішень для діагностики стану здоров'я в умовах гіпоксії має велике значення для оптимізації тренувань, покращення результатів та забезпечення безпеки учасників. Така модель може слугувати інструментом для ефективного моніторингу та індивідуалізації процесу гіпоксичних тренувань, сприяючи розвитку науки та практичному застосуванню в галузі спорту та медицини.

Мета роботи полягає у розробці та аналізі моделі підтримки прийняття рішень для діагностування стану здоров'я людини під час проведення гіпоксичних тренувань.

Для досягнення поставленої задачі були сформульовані наступні **завдання дослідження**:

- аналіз моделей підтримки прийняття рішень;
- дослідження існуючих систем, що використовують моделі підтримки прийняття рішень для діагностики;
- розробка системи підтримки прийняття рішень для діагностування стану здоров'я людини;
- створення веб-додатку для підтримки прийняття рішень у галузі діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань;

- розробка та впровадження бази даних з використанням PostgreSQL для зберігання та обробки клінічних даних лікарів, пацієнтів та сеансів;
- реалізація бази знань, що охоплює інформацію для ефективної діагностики та лікування, включаючи протипоказання, критерії припинення процедури, оцінку діагностики та оцінку курсу ІНГТ.

Об'єктом дослідження є методи прийняття рішень під час проведення діагностики організму.

Предметом дослідження є експертна система з продукційною моделлю представлення знань для визначення стану організму людини під час проведення гіпоксичних тренувань.

Методи дослідження. У ході дослідження використовувалися методи представлення знань, зокрема, застосування продукційних правил для формалізації та структуризації експертних знань. Ці продукційні правила визначали ключові зв'язки та алгоритми, що використовуються в моделі підтримки прийняття рішень для діагностування стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань. Використання цих методів дозволяє ефективно організувати та використовувати експертні знання для підтримки прийняття обґрунтованих рішень у медичній діагностиці.

Практичне значення отриманих результатів

Користь для лікарів полягає в можливості ефективно використовувати розроблену систему для швидкого та точного діагнозу стану пацієнтів, які залучаються до гіпоксичних тренувань. Система дозволить лікарям моніторити параметри здоров'я у реальному часі, отримувати рекомендації та підтримку у процесі прийняття важливих рішень щодо лікування та тренувань.

Для експертів в галузі діагностики система відкриває можливість використання передових технологій для підтримки своєї роботи. Аналіз та обробка клінічних даних з використанням моделі сприятиме вдосконаленню методів діагностики в умовах гіпоксії, дозволяючи експертам здійснювати більш точні та індивідуалізовані рекомендації для пацієнтів.

Ключові слова: гіпоксія, діагностування, модель підтримки прийняття рішень, продукційні правила, експертна система, база знань.

ABSTRACT

Structure and scope of the master's thesis

The master's thesis consists of an introduction, 5 chapters, a conclusion, a list of 31 references, and 44 figures. The total volume of the master's thesis is 84 pages, of which the list of references takes up 3 pages.

The relevance of the topic of the master's thesis "Decision Support Model for Diagnosing Human Health Status during Hypoxic Training" is due to the growing interest in hypoxic training in the modern sports and medical environment. The use of hypoxia for training can affect the physiological state of a person, but requires a systematic and individualized approach. The development of a decision support model for diagnosing health status in hypoxia is important for optimizing training, improving performance, and ensuring the safety of participants. Such a model can serve as a tool for effective monitoring and individualization of hypoxic training, contributing to the development of science and practical applications in the field of sports and medicine.

The aim of the study is to develop and analyze a decision support model for diagnosing the state of human health during hypoxic training.

To achieve this goal, the following **research objectives** were formulated:

- analysis of decision support models;
- study of existing systems that use decision support models for diagnosis;
- development of a decision support system for diagnosing human health;
- creation of a web application for decision support in the field of diagnosing human health during hypoxic training;
- development and implementation of a database using PostgreSQL for storing and processing clinical data of doctors, patients, and sessions;
- implementation of a knowledge base that covers information for effective diagnosis and treatment, including contraindications, criteria for stopping the procedure, diagnostic assessment, and evaluation of the HST course.

The object of research is decision-making methods for diagnosing the body.

The subject of research is an expert system with a productive model of knowledge representation for determining the state of the human body during hypoxic training.

Research methods. The study used knowledge representation methods, in particular, the use of product rules to formalize and structure expert knowledge. These productive rules defined the key relationships and algorithms used in the decision support model for diagnosing human health during hypoxic training. The use of these methods allows to effectively organize and use expert knowledge to support informed decision-making in medical diagnosis.

Practical significance of the results

The benefit for doctors is the ability to effectively use the developed system to quickly and accurately diagnose the condition of patients involved in hypoxic training. The system will allow doctors to monitor health parameters in real time, receive recommendations and support in making important decisions about treatment and training.

For diagnostic experts, the system opens up the possibility of using advanced technologies to support their work. The analysis and processing of clinical data using the model will help to improve diagnostic methods in hypoxia, allowing experts to make more accurate and individualized recommendations for patients.

Keywords: hypoxia, diagnosis, decision support model, production rules, expert system, knowledge bas

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	10
ВСТУП.....	11
1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ОГЛЯД ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ.....	14
1.1 Постановка задачі розробки моделі підтримки прийняття рішень діагностики стану здоров'я людини.....	14
1.2 Засоби розробки.....	15
1.2.1 React.....	16
1.2.2 Express.js.....	16
1.2.3 Node.js.....	17
1.2.4 PostgreSQL.....	17
Висновки до розділу 1.....	17
2 АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ.....	19
2.1 Опис предметної області.....	19
2.2 Типи моделей для підтримки прийняття рішень.....	20
2.2.1 Моделі на основі експертної системи.....	20
2.2.2 Моделі на основі статистичних методів.....	21
2.2.3 Моделі на основі машинного навчання та штучного інтелекту (МН/ШІ).....	22
2.3 Застосування моделей підтримки прийняття рішень в аналогічних системах.....	23
2.3.1 IBM Watson for Oncology.....	23
2.3.2 VisualDx.....	23
2.3.3 Ada Health.....	24
2.3.4 Isabel Healthcare.....	24
2.3.5 Buoy Health.....	24
Висновки до розділу 2.....	25
3 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ.....	26

3.1 Мережева архітектура.....	26
3.2 Опис логічної структури сайту.....	28
3.3 Функції системи.....	31
3.4 База даних.....	32
3.5 Розробка та архітектура системи підтримки прийняття рішень.....	35
3.5.1 Архітектура системи.....	35
3.5.2 Представлення знань.....	36
3.6 База знань.....	39
Висновки до розділу 3.....	41
4 РОБОТА КОРИСТУВАЧА З ПРОГРАМНОЮ СИСТЕМОЮ.....	43
4.1 Системні вимоги.....	43
4.2 Вхід користувача в систему.....	44
4.3 Інтерфейс та використання користувача - лікар.....	47
4.4 Інтерфейс та використання користувача - пацієнт.....	61
4.5 Інтерфейс та використання користувача - експерт та інженер знань.....	64
Висновки до розділу 4.....	72
5 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ.....	74
5.1 Ідея стартап проекту.....	74
5.2 Ринковий аналіз та конкурентоспроможність.....	76
5.3 Маркетингова стратегія.....	77
5.4 Фінансовий план.....	78
Висновки до розділу 5.....	79
ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	82

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ОС – операційна система

ПЗ – програмне забезпечення

БД – база даних

БЗ – база знань

ІНГТ – інтервальні нормобаричні гіпоксичні тренування

СУБД – система управління базами даних

ПП – програмний продукт

ХОЗЛ – хронічне обструктивне захворювання легень

МН – машинне навчання

ШІ – штучний інтелект

API (Application Programming Interface) – інтерфейс програмування застосунків

GUI (Graphical User Interface) – графічний інтерфейс користувача

HRV (Heart Rate Variability) – варіабельність серцевого ритму

RH (resistance to hypoxia) – стійкість до гіпоксії

BP (blood pressure) – артеріальний тиск

HR (heart rate) – частота серцевих скорочень

RHd (reaction of hemodynamics) – реакція гемодинаміки

BV (breath volume) – об'єм дихання

RR (respiratory rate) – частота дихання

RResp (respiratory response) – реакція дихання

ВСТУП

У сучасному світі завдання діагностики стану здоров'я людини стає ключовим викликом для медичної науки та практики. Зростання захворюваності та постійні зміни в зовнішніх впливах створюють необхідність в постійному удосконаленні та впровадженні новітніх технологій в галузь медичної діагностики. Розробка моделей підтримки прийняття рішень для ефективного діагностування стану здоров'я людини є значним кроком у розвитку медичної науки та практики.

Останні досягнення в інформаційних технологіях, таких як машинне навчання та штучний інтелект, надають унікальну можливість розробки ефективних моделей діагностики. Ці моделі ґрунтуються на аналізі різноманітних клінічних та лабораторних даних, зображень, біологічних сигналів та інших параметрів. Використання передових технологій не лише забезпечує точність діагнозу, але й забезпечує швидкі та доступні методи діагностики, що стає критичним у вимогливому медичному середовищі.

Мета даної магістерської дисертації полягає у розробці та аналізі моделі підтримки прийняття рішень для діагностування стану здоров'я людини під час проведення гіпоксичних тренувань. Гіпоксичні тренування, що використовуються в фізіотерапії та спортивній медицині, вимагають особливого уваги та індивідуалізованого підходу при діагностиці.

Магістерська дисертація була структурована наступним чином:

У розділі "Постановка задачі та огляд засобів розробки" магістерської дисертації розглянуто завдання розробки моделі підтримки прийняття рішень для діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань. Основна мета - створення програмного забезпечення для аналізу фізіологічних даних та індивідуалізованої діагностики. Потенційні користувачі включають медичних фахівців та учасників тренувань. Зазначено вхідну інформацію (фізіологічні параметри зібрані гіпоксикатором) та вихідні результати діагностики. Розділ також визначає засоби розробки: React.js, Express.js, Node.js та PostgreSQL. Мета -

підтримка учасників гіпоксичних тренувань для досягнення максимально ефективних результатів та збереження стану здоров'я.

У розділі “Аналіз моделей прийняття рішень в діагностичних системах” проведено докладний аналіз різних моделей прийняття рішень, що застосовуються в контексті діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань. Представлена предметна область, яка об'єднує фізіологію, спорт, медицину, інженерію та інформаційні технології. Визначено ключові аспекти цієї області, включаючи гіпоксичні тренування, їх фізіологічні впливи та необхідність діагностики стану здоров'я під час таких тренувань. Здійснено аналіз існуючих моделей, використаних в аналогічних системах, таких як WHOOP, Masimo MightySat та AltitudeRX. Кожна з розглянутих моделей (експертна система, статистичні методи та модель на основі машинного навчання) має свої переваги та обмеження. Висновки розділу підкреслюють важливість розробки комплексних систем, які комбінують переваги різних моделей для ефективної діагностики та моніторингу під час гіпоксичних тренувань. Описано також застосування розглянутих моделей в аналогічних системах, що надає конкретний контекст їх використання в реальних умовах. Висновки вказують на необхідність урахування потреб користувачів та вивчення контексту використання для оптимального розроблення програмного забезпечення для діагностики та моніторингу стану здоров'я.

Розділ "Опис програмної реалізації" включає в себе детальний огляд програмного забезпечення розробленого веб-додатку для діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань. Розглянуто мережеву архітектуру системи, використаний технологічний стек (React.js, Express.js, Node.js, PostgreSQL), та описано ключові функції як на сервері, так і на клієнтському рівні. Детально проаналізовано базу даних, включаючи структуру таблиць для лікарів, пацієнтів, сеансів та базу знань з протипоказаннями, критеріями припинення процедур, оцінками діагностики та іншими аспектами. Розділ також висвітлює важливість бази знань для підтримки прийняття рішень у процесі діагностики та лікування. Завершується висновками, які підкреслюють важливість обраного технологічного стеку та мережевої архітектури для досягнення високої

продуктивності та зручного інтерфейсу веб-додатку.

У розділі "Робота користувача з програмною системою" розглянуто взаємодію різних користувачів із веб-додатком, визначено системні вимоги, необхідні для коректної роботи додатку. Пояснено процес входу користувача в систему, забезпечивши безпеку та аутентифікацію. Лікарі мають можливість переглядати та змінювати свої особисті дані, а також додавати нових пацієнтів у систему для подальшого медичного обслуговування. Вони можуть переглядати правила з бази знань, за якими відбувається прийняття рішень при діагностиці стану пацієнта. Лікарі можуть переглядати та змінювати дані конкретного пацієнта, слідкуючи за їхньою медичною історією, а також аналізувати статистику проведених сеансів. Пацієнти мають можливість переглядати свої особисті дані та відстежувати зміни у своєму профілі, а також переглядати статистику та результати завершених сеансів діагностики чи лікування. Експерти та інженери знань мають доступ до бази знань, де вони можуть переглядати та редагувати інформацію про технічні аспекти системи. Розділ завершено висновками, в яких підкреслено основні аспекти взаємодії різних категорій користувачів із програмною системою.

Магістерська дисертація спрямована на вдосконалення методів діагностики та представляє значущий внесок у розвиток медичної практики та надання якісних медичних послуг.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ОГЛЯД ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ

В сучасному світі, де технології та медична наука поєднуються, виникає необхідність удосконалення методів діагностики та сприяння здоров'ю людини. Магістерська дисертація присвячена розробці моделі підтримки прийняття рішень для діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань. У цьому розділі висвітлені постановка задачі та вибір засобів розробки, що визначають стратегію та технічний фундамент подальшого дослідження.

1.1 Постановка задачі розробки моделі підтримки прийняття рішень діагностики стану здоров'я людини

Метою магістерської дисертації є розробка моделі підтримки прийняття рішень для діагностики стану здоров'я людини, зокрема, в контексті її використання разом з гіпоксикатором - пристроєм для проведення гіпоксичних тренувань.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- аналіз моделей підтримки прийняття рішень;
- дослідження існуючих систем, що використовують моделі підтримки прийняття рішень для діагностики;
- розробка системи підтримки прийняття рішень для діагностування стану здоров'я людини;
- створення веб-додатку для підтримки прийняття рішень у галузі діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань;
- розробка та впровадження бази даних з використанням PostgreSQL для зберігання та обробки клінічних даних лікарів, пацієнтів та сеансів;

- реалізація бази знань, що охоплює інформацію для ефективної діагностики та лікування, включаючи протипоказання, критерії припинення процедури, оцінку діагностики та оцінку курсу ІНГТ.

Розроблене програмне забезпечення призначене для аналізу фізіологічних даних та параметрів, які збираються під час гіпоксичних тренувань [1]. Програмне забезпечення надає можливість індивідуалізованої діагностики стану здоров'я під час гіпоксичних тренувань та прийняття рішень щодо подальших параметрів тренувань.

Потенційні користувачі розробленого програмного забезпечення:

- медичні фахівці, які надають супровід під час гіпоксичних тренувань;
- учасники тренувань, які мають можливість отримувати індивідуалізовані рекомендації та спостереження за своїм станом здоров'я.

Задачі, які вирішуються програмним забезпеченням:

- моніторинг стану учасників під час гіпоксичних тренувань;
- діагностика стану здоров'я на основі зібраних фізіологічних даних;
- визначення оптимальних параметрів тренувань для досягнення позитивних результатів та збереження стану здоров'я учасників.

Вхідна інформація включає фізіологічні параметри, такі як пульс, киснева насиченість крові, кров'яний тиск та інші дані, які збираються за допомогою гіпоксикатора під час тренувань [2]. Вихідна інформація включає результати діагностики, індивідуалізовані рекомендації для учасників та параметри для подальших тренувань.

1.2 Засоби розробки

У світі сучасної веб-розробки існує ряд ключових інструментів, які визначають ефективність, гнучкість та надійність веб-додатків [3]. Серед цих інструментів вирізняються React.js, Express.js, Node.js та PostgreSQL. Кожен з цих компонентів відіграє важливу роль у розробці та експлуатації сучасних

веб-застосунків, надаючи велику кількість можливостей для створення високопродуктивних, масштабованих та надійних рішень.

1.2.1 React

React.js – це бібліотека JavaScript, розроблена компанією Facebook, призначена для побудови інтерактивних та динамічних інтерфейсів користувача [4]. Однією з ключових особливостей є використання концепції компонентів, що дозволяє розбити інтерфейс на малі, незалежні частини, полегшуючи тим самим розробку та утримання коду.

Основні риси та переваги React.js:

- віртуальний DOM: React використовує віртуальний DOM для оптимізації оновлень та покращення продуктивності веб-додатків;
- компонентна архітектура: розбиття інтерфейсу на компоненти дозволяє швидко створювати, тестувати та підтримувати код;
- односторінкові додатки: React ідеально підходить для розробки односторінкових додатків, забезпечуючи більш інтерактивний користувацький досвід.

1.2.2 Express.js

Express.js є мінімалістичним та гнучким веб-фреймворком для Node.js [5]. Він надає інструменти для швидкої та ефективної розробки серверних додатків.

Ключові аспекти та можливості Express.js:

- маршрутизація: Express дозволяє легко визначати маршрути, спрощуючи обробку HTTP-запитів;
- шаблонізація: з можливістю використання різних шаблонів, таких як EJS або Pug, Express полегшує роботу зі створенням HTML-сторінок;
- модульність: його модульна структура сприяє легкості розширення та підтримки коду.

1.2.3 Node.js

Node.js – це виконавче середовище, яке дозволяє виконувати JavaScript на сервері, використовуючи двигун V8 від Google Chrome [6]. Це стало можливим завдяки асинхронності та подієвій моделі виконання.

Ключові характеристики та переваги Node.js:

- асинхронність: його асинхронна природа дозволяє ефективно обробляти багатозадачні операції та запити;
- складові модулі: Node.js забезпечує широкий вибір модулів, що полегшує використання сторонніх бібліотек та розширення функціоналу додатків;
- швидкість виконання: використання двигуна V8 дозволяє створювати швидкі та ефективні серверні додатки.

Використовується для веб-додатків різного розміру, від невеликих до масштабованих. Переваги включають ефективну взаємодію з базами даних, пакетний менеджер npm, інтеграцію з WebSocket, масштабованість.

Використовується для створення серверів за допомогою фреймворків (Express.js, Koa.js, Nest.js). Забезпечує гнучкість та універсальність JavaScript.

Легко масштабується для великої кількості запитів, інтегрується з Docker та Kubernetes для спрощення розгортання. Залишається ключовою технологією для серверних застосунків в галузі веб-розробки.

1.2.4 PostgreSQL

PostgreSQL – це об'єктно-реляційна система управління базами даних (СУБД), яка служить для зберігання та управління даними в веб-додатках [7].

Основні характеристики та переваги PostgreSQL:

- розширюваність: здатність до масштабування робить PostgreSQL відмінним вибором для великих проектів;
- стандарти SQL: PostgreSQL відповідає стандартам SQL, що полегшує переносимість та обмін даними;
- надійність та безпека: висока ступінь надійності та різноманітність засобів забезпечення безпеки дозволяють зберігати дані в надійному середовищі.

PostgreSQL - важливий елемент сучасного стеку технологій, ідеально підходить для великих та складних веб-додатків. Його активна спільнота користувачів та постійний розвиток гарантують сучасність та конкурентоздатність. Підтримка розширених можливостей, таких як геопросторові запити, робить його відмінним вибором для проектів з роботою з геоданими. Відкритий код та безкоштовна ліцензія роблять PostgreSQL доступним та привабливим для широкого кола розробників та компаній.

Висновки до розділу 1

Розробка моделі підтримки прийняття рішень в області діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань вимагає не лише глибокого розуміння медичних аспектів, але й знання сучасних інструментів веб-розробки. Використання таких технологій, як React.js, Express.js, Node.js та PostgreSQL, надає можливість створити ефективні, масштабовані та надійні веб-застосунки, які можуть відігравати важливу роль у діагностиці та моніторингу здоров'я. Цей підхід дозволяє інтегрувати складні медичні процеси та діагностичні дані в легкодоступні та користувацькі додатки, що забезпечують значні переваги для медичних фахівців та пацієнтів. Подальше розширення та оптимізація цих систем матиме важливе значення для майбутнього медичної індустрії та охорони здоров'я.

2 АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

В сучасному світі, де здоров'я людини стає основою для якісного життя, важливість моделей підтримки прийняття рішень у діагностичних системах зростає з кожним днем. Відповідний аналіз цих моделей, зосереджений на діагностиці стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань, є вирішальним для розуміння їхньої ефективності та можливостей удосконалення. Цей розділ охоплює детальний опис предметної області, різноманітність моделей, що використовуються для підтримки прийняття рішень, та аналізує їх застосування в аналогічних системах.

2.1 Опис предметної області

Предметна область, пов'язана з "Моделлю підтримки прийняття рішень діагностування стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань" є дуже актуальною і важливою в сучасному світі. Ця область об'єднує питання фізіології, спорту, медицини, інженерії та інформаційних технологій [8].

Гіпоксичні тренування полягають у наданні організму доступу до обмежених кількостей кисню, що сприяє адаптації та покращенню фізичної витривалості. Ці тренування можуть бути корисними для спортсменів, військовослужбовців, астронавтів та осіб, які потребують покращити стан здоров'я.

Під час гіпоксичних тренувань фізіологічні показники, такі як пульс, киснева насиченість крові, артеріальний тиск, можуть досить суттєво змінюватися [4]. Моніторинг і аналіз цих показників важливі для забезпечення безпеки та ефективності тренувань.

Інтервальні нормобаричні гіпоксичні тренування стають дедалі популярнішими. Цей підхід передбачає чергування періодів гіпоксії з нормобаричним періодом. Він розвивається для покращення фізичної підготовки

та адаптації до умов обмеженого доступу до кисню [9].

Діагностика стану здоров'я під час гіпоксичних тренувань є надзвичайно важливою. Методи діагностики включають в себе моніторинг фізіологічних показників, аналіз біомаркерів, обробку даних та розробку моделей, що допомагають визначити ефективність тренувань та безпеку учасників.

Важливим аспектом є розуміння вимог і очікувань користувачів, які використовуватимуть програмне забезпечення для діагностики стану здоров'я під час гіпоксичних тренувань. Це включає в себе створення зручного та надійного інтерфейсу, який дозволить користувачам моніторити свій стан та отримувати рекомендації.

Відомості про ці аспекти предметної області є ключовими для подальшого розуміння необхідності розробки моделі підтримки прийняття рішень та програмного забезпечення для діагностики стану здоров'я під час гіпоксичних тренувань. Вони надають основу для вирішення важливих завдань у цій області.

2.2 Типи моделей для підтримки прийняття рішень

Підтримка прийняття рішень є ключовим аспектом в сучасному управлінні та виробництві. Для забезпечення ефективного процесу прийняття рішень використовуються різні типи моделей [10]. У даному підрозділі розглянемо основні види моделей, які використовуються для підтримки прийняття рішень.

2.2.1 Моделі на основі експертної системи

Моделі, побудовані на основі експертних систем, використовують знання та професійний досвід фахівців для розв'язання конкретних завдань [11]. Ці системи використовують базу знань, яка містить експертні правила та логіку прийняття рішень. Алгоритми експертних систем аналізують введені дані та застосовують правила для генерації рекомендацій чи прийняття рішень. Моделі на основі експертної системи ефективні в умовах високого рівня невизначеності та великої кількості факторів, що впливають на прийняття рішень.

Переваги:

- ефективність в умовах невизначеності: експертні системи проявляють високу продуктивність у ситуаціях, де існує значна невизначеність або неоднозначність взаємодії факторів, що впливають на процес прийняття рішень;
- легкість використання: застосування експертних систем може бути достатньо легким інструментом для вирішення конкретних завдань, не вимагаючи глибокого розуміння математичних моделей.

Недоліки:

- залежність від експертів: точність та ефективність експертних систем залежать від якості введених експертних знань, що може бути обмежуючим фактором;
- вартість розробки та обслуговування: створення та підтримка експертних систем може вимагати значних витрат на час та ресурси.

2.2.2 Моделі на основі статистичних методів

Моделі, що базуються на статистичних методах, використовують аналіз інформації та вивчення залежностей між різними змінними [12]. Ці моделі часто використовують методи аналізу часових рядів, кореляції та регресії для прогнозування майбутніх подій чи значень. Вони дозволяють отримувати статистично обґрунтовані прогнози та підтримувати рішення на основі історичних даних.

Переваги:

- обробка великих обсягів даних: статистичні моделі ефективно впораються з великими обсягами даних, дозволяючи знаходити закономірності та тенденції;
- статистична обґрунтованість: рішення, прийняті на основі статистичних методів, часто можуть бути обґрунтовані та пояснені.

Недоліки:

- помилки при відсутності залежностей: у випадку відсутності чітких статистичних зв'язків або при нестабільних умовах, моделі можуть давати неточні прогнози;

- обмеженість врахування контексту: деякі статистичні методи можуть бути обмеженими у врахуванні контексту та складних залежностей.

2.2.3 Моделі на основі машинного навчання та штучного інтелекту (МН/ШІ)

Моделі, побудовані на основі машинного навчання та штучного інтелекту, використовують алгоритми, які можуть самостійно вчитися та адаптуватися до нових даних [13]. Ці моделі включають в себе нейронні мережі, алгоритми класифікації та кластеризації. Вони здатні аналізувати великі обсяги даних та виявляти складні залежності між ними. Машинне навчання дозволяє моделям покращувати свою продуктивність та точність з часом, що робить їх ефективними для прийняття рішень в змінних умовах.

Переваги:

- адаптивність до нових даних: машинне навчання може самостійно навчатися та адаптуватися до нових умов, покращуючи ефективність моделі з часом;
- здатність розпізнавання складних залежностей: моделі ШІ можуть ефективно розпізнавати та використовувати складні залежності у великих обсягах даних.

Недоліки:

- потреба в великій кількості даних: деякі алгоритми машинного навчання вимагають значної кількості даних для ефективного навчання та уникнення перенавчання;
- невизначеність результатів: деякі моделі машинного навчання, особливо глибокі нейронні мережі, можуть бути менш інтерпретовані, роблячи їх рішення менш зрозумілим для кінцевого користувача.

2.3 Застосування моделей підтримки прийняття рішень в аналогічних системах

У цьому розділі проведено детальний аналіз кількох аналогічних систем, які використовуються в медицині для підтримки прийняття рішень та діагностики стану здоров'я.

2.3.1 IBM Watson for Oncology

IBM Watson for Oncology використовує штучний інтелект та експертні алгоритми для аналізу медичних даних та надання рекомендацій з лікування онкологічних захворювань [14].

Переваги:

- глибока експертиза: система базується на широкій базі медичних знань та експертизі у галузі онкології;
- персоналізовані рекомендації: надає індивідуалізовані рекомендації лікування, враховуючи особливості кожного пацієнта.

Недоліки:

- висока вартість: впровадження та обслуговування системи може бути витратним завданням для медичних закладів.

2.3.2 VisualDx

VisualDx використовує базу зображень та клінічних даних для допомоги лікарям у визначенні та діагностиці різних захворювань, зокрема шкірних [15].

Переваги:

- візуальний аналіз: використовує зображення для більш точної ідентифікації захворювань;
- широкий спектр діагностики: покриває різні галузі медицини, але з основним фокусом на дерматології.

Недоліки:

- обмеженість в глибині діагностики: може бути менш ефективним у визначенні складних захворювань за межами дерматології.

2.3.3 Ada Health

Ada Health - мобільний додаток, що використовує штучний інтелект для аналізу симптомів та надання персоналізованих рекомендацій здоров'я [16].

Переваги:

- мобільність: доступний для користувачів у будь-якому місці та часі;
- персоналізований підхід: адаптується до індивідуальних потреб кожного користувача.

Недоліки:

- обмежена точність: може виявитися менш точним у порівнянні з традиційними консультаціями з лікарем у визначенні складних медичних проблем.

2.3.4 Isabel Healthcare

Isabel Healthcare - експертна система для медичної діагностики, яка використовує базу знань та евристичні алгоритми для визначення можливих захворювань [17].

Переваги:

- широкий спектр діагностики: покриває різні області медицини, враховуючи симптоми та історію хвороби;
- інтеграція з медичними системами: забезпечує співпрацю та обмін даними з іншими медичними платформами.

Недоліки:

- необхідність оновлення бази знань: як і в інших системах, точність залежить від актуальності та регулярного оновлення бази даних.

2.3.5 Buoy Health

Buoy Health - мобільний додаток, який застосовує штучний інтелект для аналізу симптомів та надає користувачам рекомендації з медичних питань [18].

Переваги:

- користувачський зручний інтерфейс: простий та зрозумілий для користувачів інтерфейс сприяє легкому використанню;
- освітні матеріали: надає користувачам освітні матеріали та рекомендації

для збереження здоров'я.

Недоліки:

- обмежена точність: як і в інших мобільних додатках, може бути менш точним у визначенні серйозних медичних проблем.

Висновки до розділу 2

У цьому розділі було проведено всебічний аналіз різних моделей підтримки прийняття рішень в контексті діагностичних систем, зокрема в контексті гіпоксичних тренувань. Огляд моделей на основі експертних систем, статистичних методів і машинного навчання та штучного інтелекту надає цінний огляд потенціалу та обмежень кожної з цих підходів. Розглянуто застосування цих моделей у аналогічних системах, таких як IBM Watson for Oncology, VisualDx, Ada Health, Isabel Healthcare, та Buoy Health, що дозволяє зрозуміти їх практичну корисність та вплив на сферу медичної діагностики. Такий аналіз є ключовим для розуміння поточного стану та майбутніх напрямків розвитку діагностичних систем, що підтримують прийняття рішень, особливо в контексті тренувань у умовах гіпоксії.

3 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

У цьому розділі ретельно розглянуто програмне забезпечення веб-додатку для діагностики здоров'я під час гіпоксичних тренувань. Проаналізовано мережеву архітектуру та технологічний стек, описано ключові функції на рівні сервера та клієнта. Детально розглянуто структуру бази даних та бази знань для прийняття рішень у процесі діагностики та лікування [19]. Підкреслено важливість обраного технологічного стеку та мережевої архітектури для високої продуктивності та зручного інтерфейсу веб-додатку.

3.1 Мережева архітектура

Для реалізації веб-додатку даної дисертації використовується сучасний технологічний стек, який забезпечує ефективність та надійність системи. Ключові компоненти цього стеку включають React.js для клієнтської частини, Express.js та Node.js для серверної частини, а також PostgreSQL як сервер баз даних. Використання цих технологій дозволяє створити високопродуктивний та масштабований веб-додаток з сучасним і зручним інтерфейсом.

Для побудови веб-додатку була обрана клієнт-серверна архітектура (рисунки 3.1). Загальна структура системи включає клієнтську частину, реалізовану з використанням HTML, CSS та React.js, серверну частину, що базується на технологіях Express.js та Node.js, сервер баз даних, який працює на основі PostgreSQL. У цій архітектурі браузер виступає у ролі клієнта, а веб-сервер (Express.js та Node.js) – у ролі сервера. Система взаємодіє з базою даних PostgreSQL для ефективного зберігання та обробки клінічних даних, що є важливим аспектом при розробці моделі підтримки прийняття рішень для діагностування стану здоров'я людини [20].

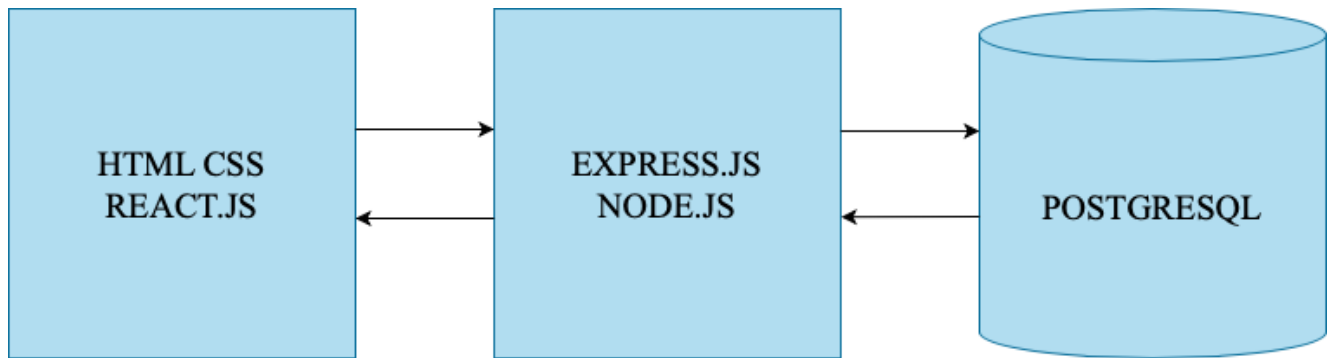


Рисунок 3.1 – Архітектура клієнт-сервер

Цей обраний технологічний стек дозволяє забезпечити високу продуктивність, гнучкість та зручний інтерфейс для користувачів, що стане важливим чинником у реалізації ефективної моделі підтримки прийняття рішень у контексті діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань [21].

На серверному рівні веб-додатка реалізовано ряд ключових функцій, спрямованих на забезпечення ефективності, надійності та безпеки обробки клієнтських запитів. Сервер виконує наступні завдання:

1. Резервне копіювання, доступ, зберігання та захист даних:
 - забезпечує систему регулярного резервного копіювання для запобігання втраті даних;
 - контролює доступ до бази даних, забезпечуючи відповідність прав користувачів та захист конфіденційної інформації;
 - здійснює ефективне зберігання клінічних даних у базі даних PostgreSQL.
2. Обробка запиту клієнта:
 - приймає та обробляє запити від клієнтів, що надходять через інтерфейс взаємодії;
 - виконує аналіз та обробку отриманих даних, використовуючи розроблену модель підтримки прийняття рішень.
3. Відправлення результату (відповіді) клієнту:
 - сформовані результати обробки надсилаються клієнту у вигляді відповідей на їхні запити;
 - забезпечує швидку та надійну передачу оброблених даних на сторону

клієнта.

На клієнтському рівні веб-додатка виконуються такі важливі функції, спрямовані на взаємодію з користувачем та ефективне взаємодію з сервером:

- реалізація інтуїтивно зрозумілого та зручного інтерфейсу для взаємодії користувача з додатком;
- забезпечення доступу до основних функціональностей та візуалізації результатів обробки даних.

Формулювання запиту та його відправка до сервера:

- створення механізмів для користувача з формулювання запитів до сервера, що відповідає його потребам;
- забезпечення ефективної передачі запитів на сервер для подальшої обробки.

Отримання результатів запиту та відправка додаткових команд:

- обробка результатів, отриманих від сервера, та їхнє відображення в інтерфейсі користувача;
- взаємодія з сервером для подальшого оновлення, додавання чи видалення даних згідно з індивідуальними потребами користувача.

Ця взаємодія між сервером та клієнтом гарантує ефективну обробку та представлення результатів діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань у найзручніший спосіб для кінцевого користувача [22].

3.2 Опис логічної структури сайту

Структура веб-сайту представляє собою організаційну модель, де сторінки систематизовані у ієрархічному порядку. Ідеальну структуру веб-сайту можна уявляти як піраміду, що включає домашню сторінку, категорії, підкатегорії та окремі публікації та сторінки. Ця ідеальна структура асоціюється з пірамідою, починаючи від домашньої сторінки у верхній частині та далі об'єднаною системою категорій, підкатегорій і контенту [23].

Логічна структура сайту (рисунок 3.2) відображає взаємозв'язок між усіма

сторінками, надаючи зручний та швидкий доступ між ними. Це сприяє ефективному переходу між контентом та забезпечує логічну організацію веб-сайту для зручного використання користувачами.

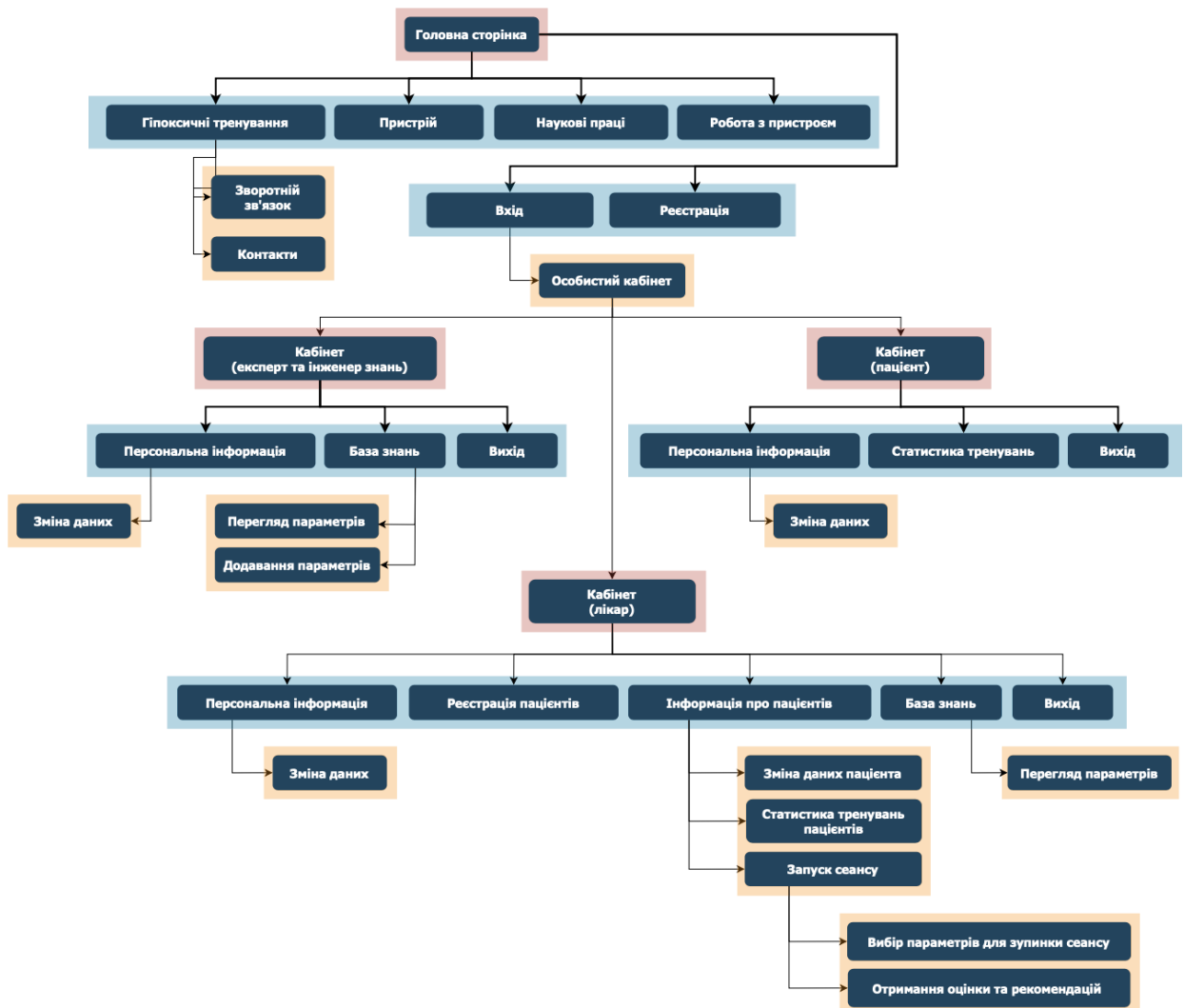


Рисунок 3.2 – Структура сайту

Головна сторінка:

- відображення загальної інформації про гіпоксичні тренування;
- навігаційні посилання на основні розділи сайту.

Гіпоксичні тренування:

- опис інформації про гіпоксичні тренування.

Пристрій:

- опис та технічні характеристики гіпоксикатору;

- зображення та ілюстрації пристрою.

Наукові праці:

- список та опис наукових досліджень та публікацій.

Робота з пристроєм:

- детальна інструкція, щодо експлуатації гіпоксикатору.

Вхід та Реєстрація:

- форма для входу в систему для зареєстрованих користувачів;
- форма реєстрації для нових користувачів.

Особистий кабінет:

- доступ до особистого кабінету відповідно до ролі користувача (лікар, пацієнт, інженер).

- навігаційні посилання в особистому кабінеті в залежності від ролі.

Лікар, входячи в особистий кабінет:

- може переглядати та змінювати свої особисті дані, такі як ім'я, контактні дані, пароль і т.д;

- може додавати нових пацієнтів у систему, вводячи їх основні особисті дані для подальшого медичного обслуговування;

- може переглядати базу знань, де зберігається важлива інформація про гіпоксичні тренування та інші аспекти системи;

- може переглядати та змінювати дані конкретного пацієнта, слідкуючи за їхньою медичною історією;

- може переглядати статистику проведених сеансів для конкретного пацієнта, аналізуючи результати та динаміку показників;

- може ініціювати проведення сеансів діагностики чи лікування для конкретного пацієнта.

Пацієнт, входячи в особистий кабінет:

- може переглядати свої особисті дані та відстежувати зміни у своєму профілі;

- може переглядати статистику та результати завершених сеансів.

Інженер знань, входячи в особистий кабінет:

- має доступ до бази знань, де може переглядати та редагувати інформацію

про технічні аспекти системи.

Логічна модель підтримки прийняття рішень для діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань розроблена з урахуванням забезпечення зручного переходу від головної сторінки до конкретної інформації для користувачів або негайного доступу до особистого кабінету. Ефективно структурований інтерфейс суттєво впливає на подальший розвиток системи. Якість та зручність для користувачів, а також індексація пошуковими системами, залежать від логічної структури системи підтримки прийняття рішень для гіпоксичних тренувань.

3.3 Функції системи

Функціонал системи реалізовано для трьох користувачів - лікаря, пацієнта і експерта та інженера знань [24]. Можливості, які можуть бути використані користувачами, визначені на діаграмі прецедентів (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Діаграма прецедентів

Функціонал лікаря включає:

- перегляд загальної інформації;
- аутентифікація та авторизація в системі;
- перегляд персональної інформації;
- редагування персональної інформації;
- реєстрація пацієнтів у системі;
- перегляд персональної інформації пацієнтів;
- зміна персональної інформації пацієнтів;
- видалення персональної інформації пацієнтів;
- проведення сеансу діагностики та лікування;
- вибір параметрів для передчасної зупинки діагностики;
- отримання оцінки та рекомендацій завершеного сеансу;
- перегляд статистики завершених тренувань;
- збереження даних сеансу;
- перегляд бази знань.

Функціонал пацієнта:

- перегляд загальної інформації;
- редагування персональної інформації;
- авторизація у системі;
- перегляд персональної інформації;
- перегляд статистики завершених тренувань.

Функціонал експерта та інженера знань:

- перегляд загальної інформації;
- аутентифікація та авторизація в системі;
- перегляд персональної інформації;
- перегляд бази знань;
- редагування бази знань.

3.4 База даних

У даній роботі в якості системи управління базами даних (СУБД) була використана PostgreSQL, адміністрування якої проводиться за допомогою інструменту pgAdmin4 [25].

База даних реалізована у формі кількох взаємозалежних таблиць, які взаємодіють між собою для зберігання та обробки клінічних даних (рисунок 3.4).

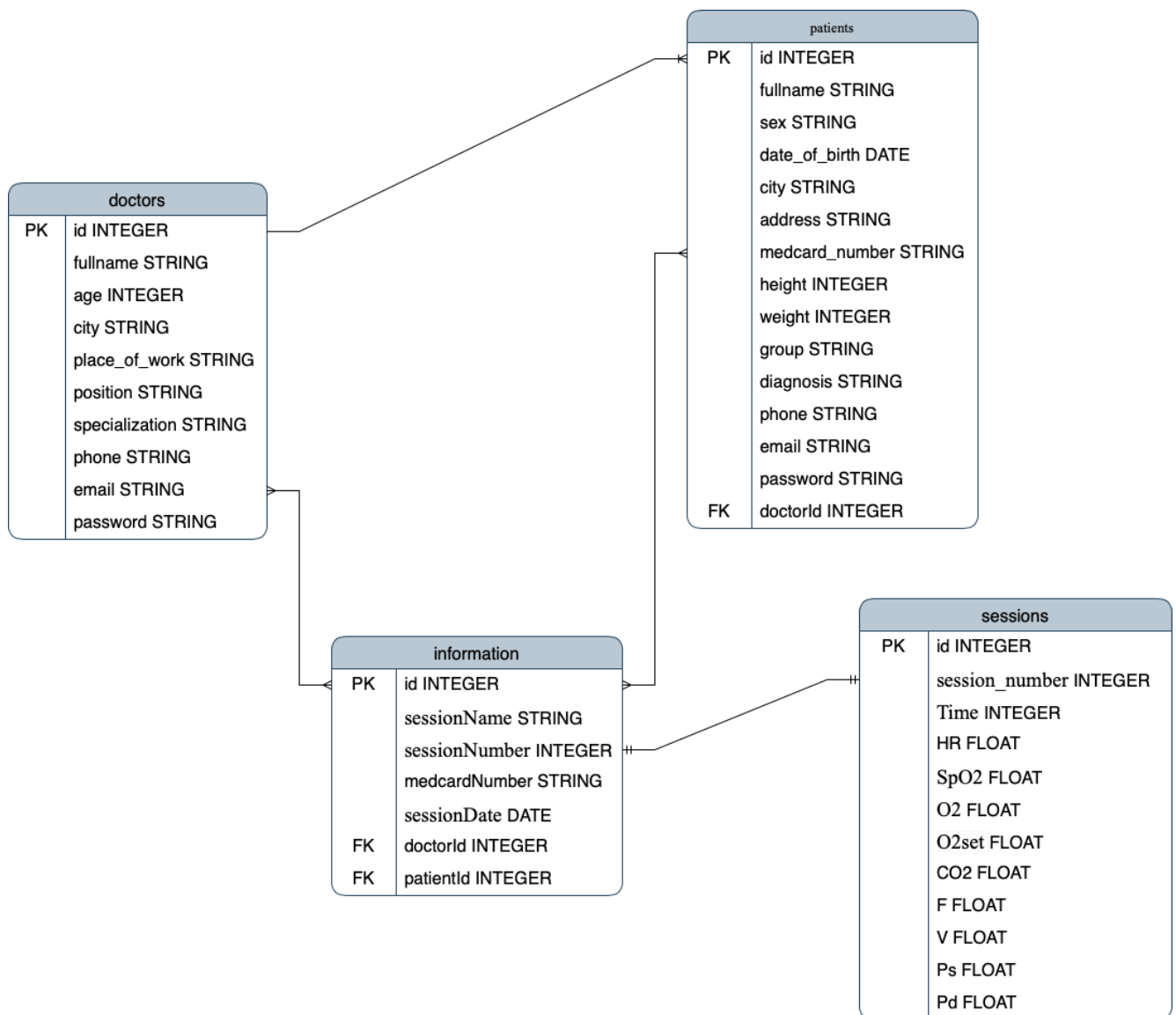


Рисунок 3.4 – Концептуальна схема бази даних

Нижче наведено структури таблиць:

1. Таблиця "Лікар" (doctors):

- id: унікальний ідентифікатор;
- fullname: повне ім'я лікаря;
- age: вік лікаря;
- city: місто проживання лікаря;
- place_of_work: місце роботи лікаря;
- position: посада лікаря;
- specialization: спеціалізація лікаря;
- phone: телефон лікаря;
- email: електронна пошта лікаря (унікальна);
- password: пароль лікаря.

2. Таблиця "Пацієнт" (patients):

- id: унікальний ідентифікатор;
- fullname: повне ім'я пацієнта;
- sex: стать пацієнта;
- date_of_birth: дата народження пацієнта;
- city: місто проживання пацієнта;
- address: адреса пацієнта;
- medcard_number: номер медичної картки пацієнта;
- height: зріст пацієнта;
- weight: вага пацієнта;
- group: група крові пацієнта;
- diagnosis: діагноз пацієнта;
- phone: телефон пацієнта;
- email: електронна пошта пацієнта (унікальна);
- password: пароль пацієнта;
- doctorId: зовнішній ключ, що посилається на ідентифікатор лікаря.

3. Таблиця "Сеанси" (sessions):

- id: унікальний ідентифікатор;
- session_number: номер сеансу;
- Time: час сеансу;
- HR: частота серцевих скорочень;

- SpO2: насиченість киснем;
- O2: концентрація кисню у вдихуваному повітрі;
- O2set: встановлення концентрації кисню;
- CO2: концентрація вуглекислого газу;
- F: частота дихання;
- V: об'єм дихання;
- Ps: систолічний тиск;
- Pd: діастолічний тиск.

4. Таблиця "Інформація сеансів" (information):

- id: унікальний ідентифікатор;
- sessionName: назва сеансу;
- sessionNumber: номер сеансу;
- medcardNumber: номер медичної картки;
- sessionDate: дата сеансу;
- doctorId: зовнішній ключ, що посилається на ідентифікатор лікаря;
- patientId: зовнішній ключ, що посилається на ідентифікатор пацієнта.

Ці таблиці забезпечують зберігання та організацію клінічних даних, а також взаємозв'язок між різними сутностями в системі.

3.5 Розробка та архітектура системи підтримки прийняття рішень

Розроблена система вирізняється як інноваційний підхід до діагностики, базуючись на гіпоксичних тренуваннях. Вона використовує експертну систему, яка ґрунтується на зібраних та валідованих знаннях. Метою є надання лікарям та іншим медичним фахівцям ефективного інструменту для прийняття обґрунтованих рішень щодо діагностики та подальшого лікування.

3.5.1 Архітектура системи

Архітектура системи адаптована для веб-застосунку та включає кілька

ключових компонентів (рисунок 3.5). Інтерфейс користувача надає лікарям зручну взаємодію з системою через веб-застосунок. Модуль обробки запитів приймає вхідні дані від користувачів та направляє їх до відповідних компонентів для обробки. База знань включає клінічні дані, наукові дослідження та емпіричні дані для ефективного використання. Механізм виведення використовує продукційні правила для аналізу даних та прийняття рішень. База даних забезпечує ефективне зберігання та доступ до клінічних даних [26].

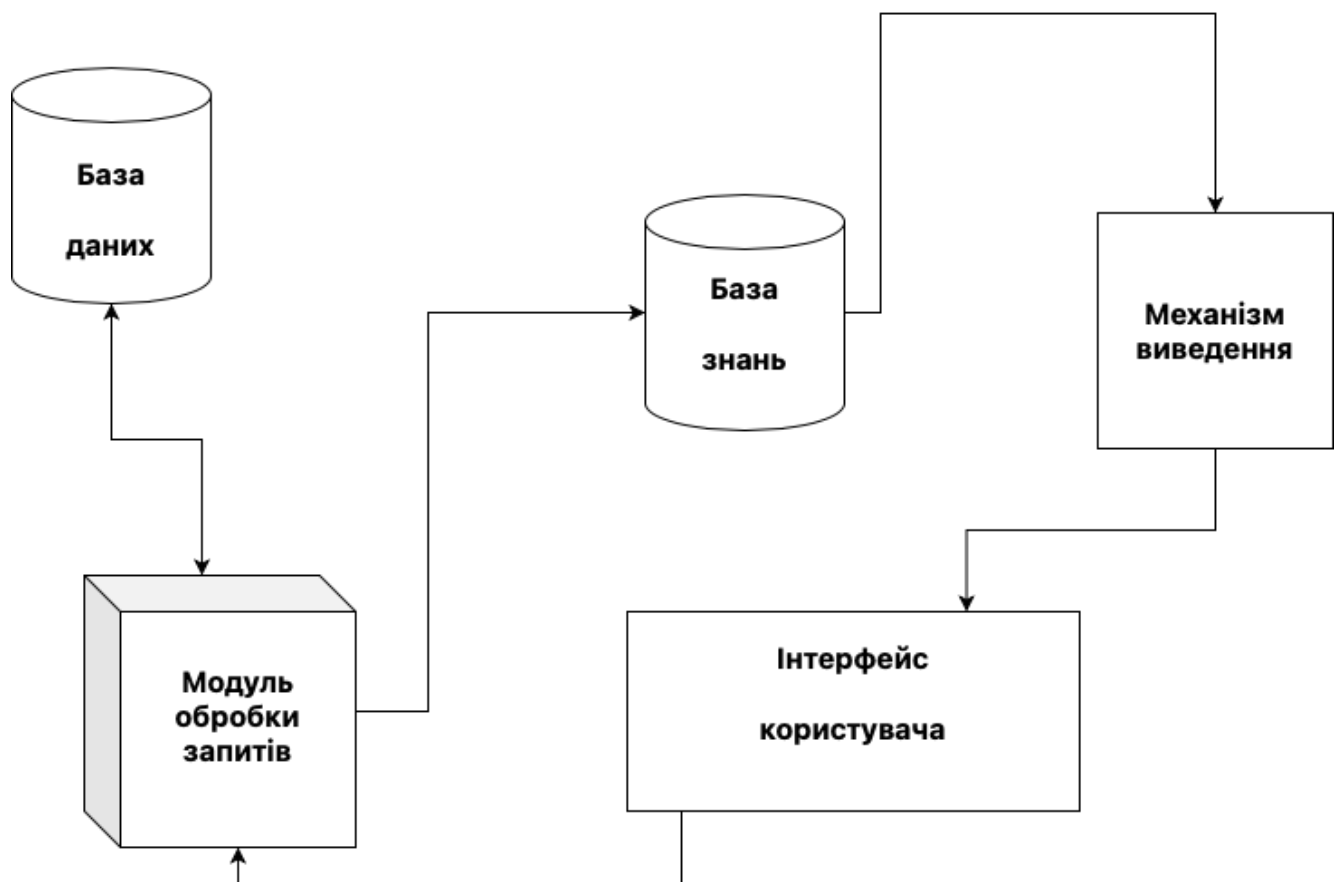


Рисунок 3.5 - Архітектура експертної системи

3.5.2 Представлення знань

Модель представлення знань використовує продукційні правила для формалізації медичних знань.

Формалізований запис продукційних правил для моделі представлення знань з протипоказань для проведення сеансу діагностики може виглядати так:

- правило 1: IF Діагноз = "Гостра серцева недостатність" THEN Протипоказання = true;
- правило 2: IF Діагноз = "Цукровий діабет у стадії декомпенсації" THEN Протипоказання = true;
- правило 3: IF Діагноз = "Неконтрольований артеріальний тиск" THEN Протипоказання = true.

У цьому форматі кожне правило визначає умови, при яких встановлюється протипоказання для гіпоксичних тренувань. Величина "Протипоказання" встановлюється в true, якщо умова правила виконується, і в false в іншому випадку.

Продукційні правила для критеріїв припинення гіпоксичних тренувань покликані визначати ситуації, при яких необхідно негайно припинити процедуру діагностики або лікування [27]. Ці правила базуються на специфічних фізіологічних та клінічних показниках, які вказують на важливі аспекти здоров'я пацієнта та можливі ризики.

- правило 1: IF "Стислі болі в серці" THEN "Виміряти АТ, ЧСС, при можливості зняти ЕКГ, нітрогліцерин під язик" AND "холтер ЕКГ, ВЕМ, консультація кардіолога";
- правило 2: IF "Помутніння свідомості" THEN "Виміряти АТ, ЧСС, при можливості зняти ЕКГ, нашатир" AND "Консультація кардіолога";
- правило 3: IF $SpO_2 < 75$ THEN "Виміряти АТ, ЧСС, сатурацію" AND "Спірометрія, консультація терапевта чи пульмонолога".

Ці правила визначають ситуації, при яких оператор повинен відразу припинити гіпоксичні тренування та вжити заходів для забезпечення безпеки та добробуту пацієнта.

Продукційні правила для оцінки проведення діагностики покликані визначати стійкість до гіпоксії Після проведення діагностики для отримання оцінки стану здоров'я треба вирішити систему правил:

- правило 1:
 1. Визначення стійкості до гіпоксії після діагностики: $SpO_2 > 85$ AND ($O_2 < 10$ OR $O_2 = 10$) $\Rightarrow$ RH (resistance to hypoxia) = висока;

2. Визначити реакцію гемодинаміки: $BP > 30 \text{ AND } HR > 30 \Rightarrow RHd =$ нормальна;

3. Визначити реакцію дихання: $BV > 30 \text{ AND } RR > 30 \Rightarrow RResp =$ нормальна.

- правило 2:

1. Визначення стійкості до гіпоксії після діагностики: $(SpO_2 > 80 \text{ OR } SpO_2 < 85) \text{ AND } (O_2 < 10 \text{ OR } O_2 = 10) \Rightarrow RH =$ нормальна;

2. Визначити реакцію гемодинаміки: $(BP > 30 \text{ OR } BP < 50) \text{ AND } (HR > 30 \text{ OR } HR < 50) \Rightarrow RHd =$ підвищенна;

3. Визначити реакцію дихання: $BV > 30 \text{ AND } RR > 30 \Rightarrow RResp =$ нормальна.

- правило 3:

1. Визначення стійкості до гіпоксії після діагностики: $(SpO_2 > 75 \text{ OR } SpO_2 < 80) \text{ AND } (O_2 > 13 \text{ OR } O_2 < 15) \Rightarrow RH =$ різко знижена;

2. Визначити реакцію гемодинаміки: $BP > 30 \text{ AND } HR > 30 \Rightarrow RHd =$ нормальна;

3. Визначити реакцію дихання: $BV > 30 \text{ AND } RR > 30 \Rightarrow RResp =$ нормальна.

Такі правила дозволяють системі аналізувати фізіологічні показники та історію тренувань для прийняття обґрунтованих рішень.

Система повністю інтегрована з веб-застосунком, надаючи лікарям легкий доступ до інструментів діагностики та прийняття рішень, незалежно від їхнього місцезнаходження. Це робить процес діагностики та лікування більш доступним і зручним.

3.6 База знань

База знань у рамках даного дослідження відіграє ключову роль у системі підтримки прийняття рішень для діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань (рисунок 3.6). Вона включає в себе різноманітні аспекти,

спрямовані на покращення ефективності та точності діагностичного процесу [28].

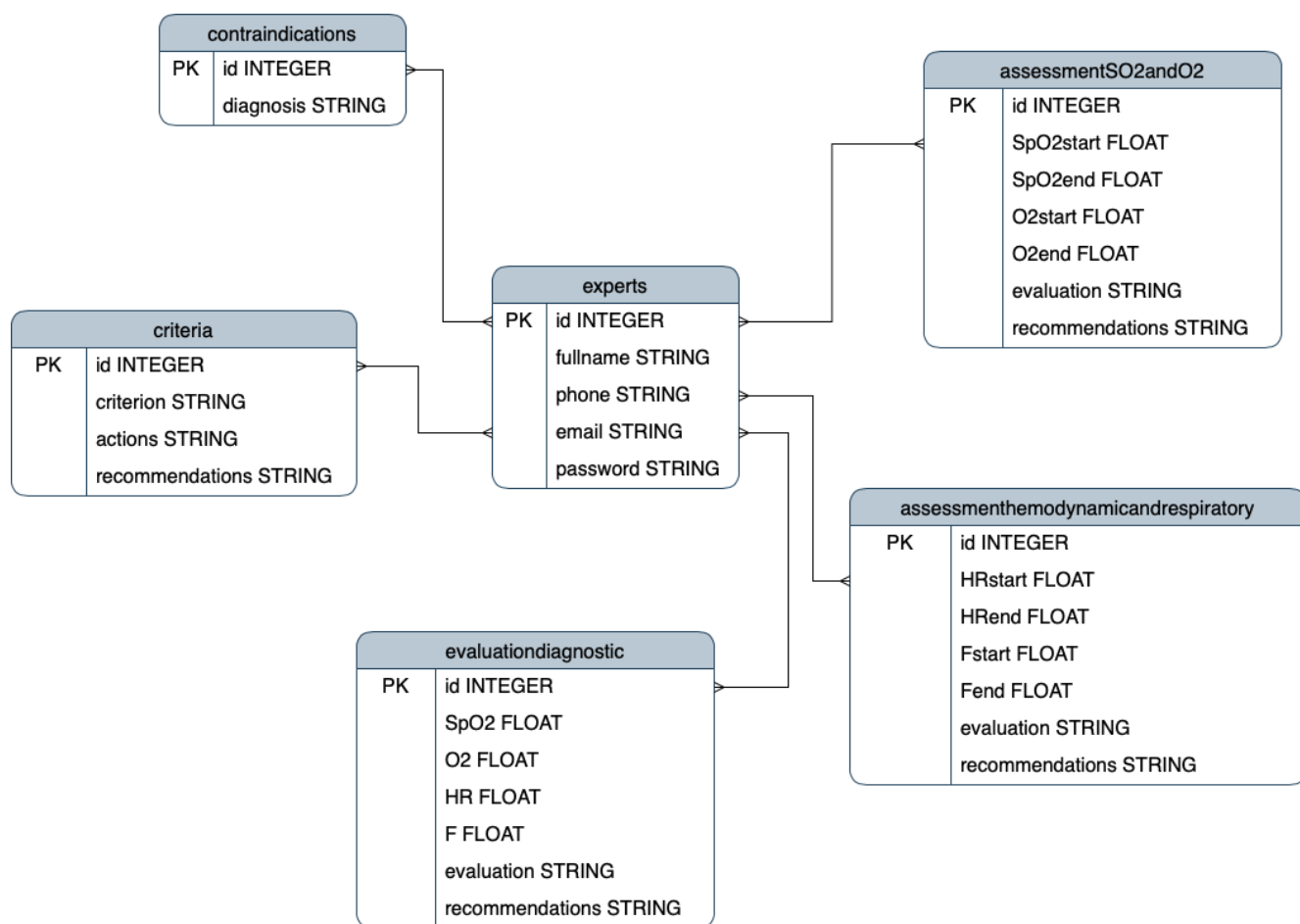


Рисунок 3.6 – Концептуальна схема бази знань

Структура таблиць бази знань:

1. Таблиця "Експерт та інженер знань":

- id: унікальний ідентифікатор;
- fullname: повне ім'я експерта;
- email: електронна пошта експерта (унікальна);
- password: пароль експерта.

2. Таблиця "Протипоказання для проведення діагностики":

- id: унікальний ідентифікатор;
- diagnosis: опис діагнозу або обставин, при яких гіпоксичні тренування не рекомендовані.

3. Таблиця "Критерії для припинення проведення процедури":

- id: унікальний ідентифікатор;
- criterion: опис критерію або умови припинення;
- actions: рекомендації щодо подальших дій;
- recommendations: додаткові рекомендації.

4. Таблиця "Оцінка проведення діагностики":

- id: унікальний ідентифікатор;
- SpO2: насиченість киснем;
- O2: концентрація кисню у вдихуваному повітрі;
- HR: частота серцевих скорочень;
- F: частота дихання;
- evaluation: загальна оцінка діагностики;
- recommendations: рекомендації щодо лікування.

5. Таблиця "Оцінка SO2 та O2":

- id: унікальний ідентифікатор;
- SpO2start: початкова насиченість киснем;
- SpO2end: кінцева насиченість киснем;
- O2start: початкова концентрація кисню;
- O2end: кінцева концентрація кисню;
- evaluation: загальна оцінка курсу;
- recommendations: рекомендації щодо подальшого лікування.

6. Таблиця "Оцінка гемодинаміки та дихання":

- id: унікальний ідентифікатор;
- HRstart: початкова частота серцевих скорочень;
- HREnd: кінцева частота серцевих скорочень;
- Fstart: початкова частота дихання;
- Fend: кінцева частота дихання;
- evaluation: загальна оцінка гемодинаміки та дихання;
- recommendations: рекомендації щодо лікування та тренувань.

Ці аспекти бази знань взаємодіють з розробленим програмним забезпеченням та сприяють вдосконаленню процесу діагностики та лікування, роблячи його більш адаптивним та персоналізованим для кожного користувача.

Висновки до розділу 3

У даному розділі було розглянуто програмну реалізацію розробленого веб-додатку, спрямованого на підтримку прийняття рішень у галузі діагностики стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань. Реалізація включає в себе опис функціоналу системи, логічну структуру веб-сайту, мережеву архітектуру, технологічний стек, а також особливості бази даних.

У мережевій архітектурі використовується клієнт-серверна модель, де клієнтська частина побудована з використанням HTML, CSS та React.js, а серверна частина використовує Express.js та Node.js. Для зберігання та обробки клінічних даних використовується PostgreSQL як система управління базами даних.

Описано функції, які виконуються на сервері та клієнті. На сервері реалізовано ключові функції, такі як резервне копіювання даних, обробка запитів клієнта та відправлення результатів клієнту. Клієнтська частина відповідає за надання інтерфейсу користувачеві, формулювання запитів до сервера та відображення результатів та додаткових команд.

У структурі веб-сайту використовується ієрархічна модель, що забезпечує зручний та логічний доступ до інформації. Логічна модель підтримки прийняття рішень також розглядається, наголошуючи на необхідності забезпечення зручного переходу від головної сторінки до конкретної інформації та важливості структурованого інтерфейсу.

База даних реалізована з використанням PostgreSQL та адмініструється через pgAdmin4. Таблиці бази даних взаємодіють між собою для зберігання та обробки клінічних даних лікарів, пацієнтів та сеансів.

Розроблена система підтримки прийняття рішень представляє собою інноваційний інструмент у медичній діагностиці, особливо у контексті гіпоксичних тренувань. Її особливості включають інтеграцію клінічних даних, наукових досліджень та емпіричних знань через експертну систему. Архітектура системи, оптимізована для веб-застосунків, забезпечує зручність та гнучкість у використанні. Використання продукційних правил для формалізації медичних

знань значно підвищує точність діагностики та ефективність прийняття рішень, що робить систему цінним інструментом для медичних фахівців.

У рамках даного веб-додатку також реалізовано базу знань, яка включає в себе інформацію, необхідну для ефективної діагностики та лікування. База знань охоплює протипоказання для проведення діагностики, критерії для припинення проведення процедури під час діагностики та лікування, оцінку проведення діагностики та оцінку курсу ІНГТ (по результатам діагностики після курсу). Вона також включає в себе оцінку за параметрами SO_2 та O_2 у вдихуваному повітрі, а також оцінку за гемодинамікою та диханням.

У цілому, використання сучасного технологічного стеку та правильно спроектована мережева архітектура дозволяють створити продуктивний та зручний веб-додаток для діагностики стану здоров'я людини. Розгортання такої системи може значно полегшити взаємодію лікарів та пацієнтів, забезпечуючи ефективний обмін та обробку клінічних даних та надаючи доступ до актуальної бази знань.

4 РОБОТА КОРИСТУВАЧА З ПРОГРАМНОЮ СИСТЕМОЮ

В цьому розділі розглядається взаємодія користувачів з веб-додатком для діагностики стану здоров'я під час гіпоксичних тренувань. Визначаються системні вимоги, описується процес входу користувача з урахуванням аспектів безпеки та аутентифікації [29]. Лікарі, пацієнти та експерти знань мають конкретні функціональності, спрямовані на оптимізацію роботи та вдосконалення процесів діагностики та лікування. Висновки розділу підкреслюють ключові аспекти взаємодії різних категорій користувачів із програмною системою.

4.1 Системні вимоги

Бекенд (Backend):

- мова програмування: JavaScript (Node.js);
- база даних: PostgreSQL;
- web-сервер: Express.js;
- ORM (Object-Relational Mapping): Sequelize;
- шифрування паролів: Bcrypt;
- автентифікація та авторизація: JSON Web Tokens (jsonwebtoken);
- корс (Cross-Origin Resource Sharing): Cors;
- змінна оточення: Dotenv для керування конфігурацією.

Фронтенд (Frontend):

- мова програмування: JavaScript (React);
- управління станом: MobX;
- бібліотеки компонентів: React Bootstrap, Bootstrap;
- робота з HTTP-запитами: Axios;
- маршрутизація: React Router;
- модальні вікна: React Modal;
- сповіщення: React Toastify.

Загальні системні вимоги:

- пакетний менеджер: npm (Node Package Manager);
- база даних: PostgreSQL.

Для фронтенду:

- версія React: 18.2.0;
- версія Bootstrap: 5.3.2;
- версія React Router: 6.18.0.

Для бекенду:

- версія Node.js: підтримувана версія 14.x або 16.x;
- версія Sequelize: 6.34.0;
- версія Bcrypt: 5.1.1;
- версія Cors: 2.8.5;
- база даних PostgreSQL: підтримувана версія 8.x або 9.x.

Для зручності розробки:

- інструмент для розробки: рекомендується використовувати Nodemon для автоматичного перезапуску сервера при змінах у коді;
- система контролю версій: рекомендується використовувати Git для керування версіями.

Ці системні вимоги визначають необхідне середовище для розробки та експлуатації вашого веб-додатку, включаючи необхідні бібліотеки, базу даних та інші інструменти.

4.2 Вхід користувача в систему

На головній сторінці знаходиться основна інформація (рисунок 4.1). У верхній частині сторінки знаходиться 5 посилань. При натисканні на сторінку «Гіпоксичні тренування», відкриється інформація про ці тренування та сфера використання ІНГТ (профілактична медицина, клінічна медицина, показання для реабілітації, спортивна медицина). На сторінці «Пристрій» вказана інформація про призначення комплексу, переваги апарату в порівнянні з аналогами та технічні

характеристики. У «Наукових працях» зазначені патенти, методичні рекомендації МОЗ, монографії та наукові статті. Вкладка «Робота з пристроєм» містить детально розписану інструкцію з використання. На сторінці «Контакти» є можливість звернутись до розробників.

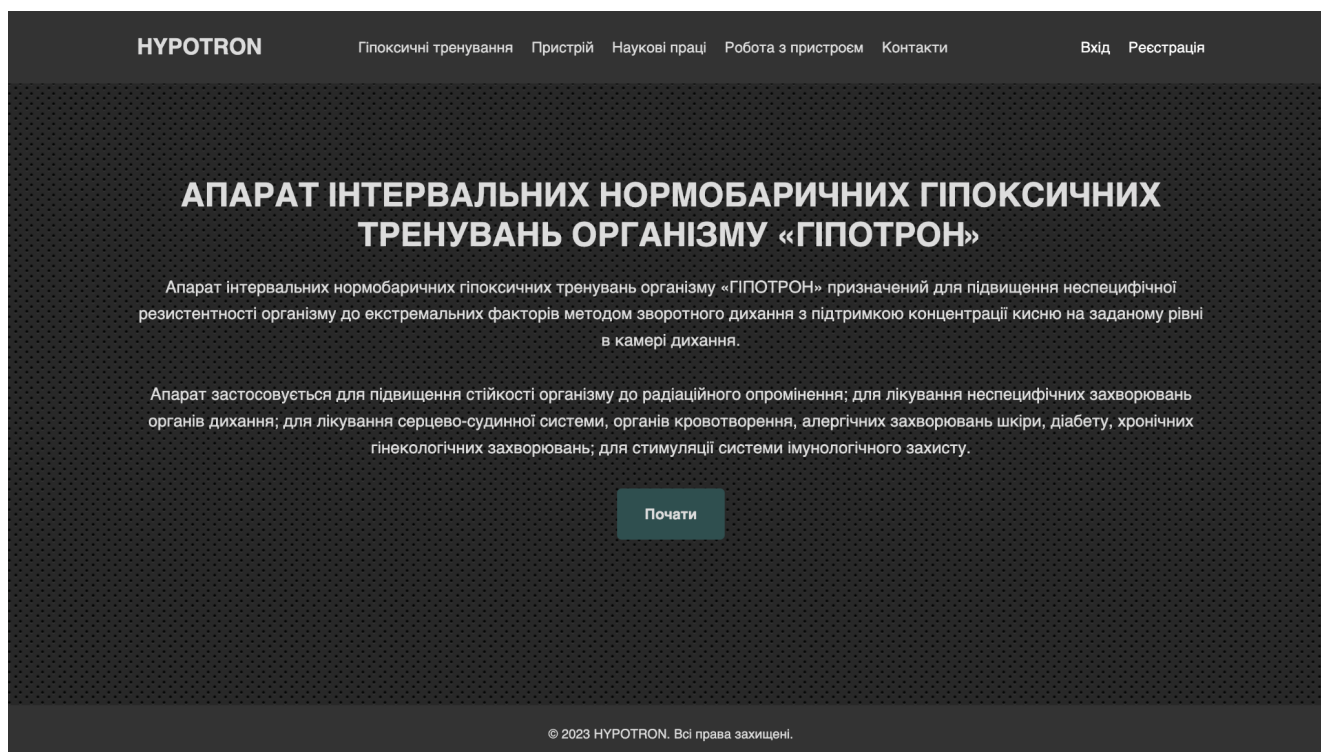


Рисунок 4.1 – Головна сторінка

У верхньому правому кутку розташовані посилання на вхід (рисунок 4.2) та реєстрацію (рисунок 4.3).

Вхід

[Лікар](#) [Пацієнт](#) [Інженер знань](#)

Email

Password

Увійти

У вас немає аккаунту? -Зареєструйтесь!
На головну

Рисунок 4.2 – Форма входу

Реєстрація

[Лікар](#) [Інженер знань](#)

Email

Password

Full Name

Зареєструватися

У вас вже є аккаунт? -Авторизуйтеся!
На головну

Рисунок 4.3 – Форма реєстрації

У випадку, якщо користувач вже зареєстрований, то він переходить на сторінку авторизації.

При успішній автентифікації кожного користувача в системі відкривається особистий кабінет, адаптований до його ролі та функціональних потреб. Лікарі отримують доступ до клінічних даних пацієнтів, можливість створювати і переглядати сеанси та результати досліджень. Пацієнти, у свою чергу, знаходяться в особистому кабінеті з можливістю перегляду власного медичного запису, введення особистих даних та результатів досліджень. Інженери знань володіють доступом до бази знань та мають змогу редагувати, оновлювати та додавати інформацію, спрямовану на покращення діагностичного процесу та лікування. Весь цей функціонал спрямований на забезпечення ефективності, точності та персоналізації підтримки прийняття рішень у сфері гіпоксичних тренувань та діагностики.

4.3 Інтерфейс та використання користувача - лікар

При вході в особистий кабінет лікаря, у верхній частині сторінки доступні такі посилання: «Персональна інформація», «Додати пацієнта», «Мої пацієнти», «База знань».

Персональна інформація: Це розділ, який дозволяє лікарю переглядати та редагувати власні персональні дані, такі як ім'я, вік, місто праці, посада та інші особисті відомості (рисунок 4.4).

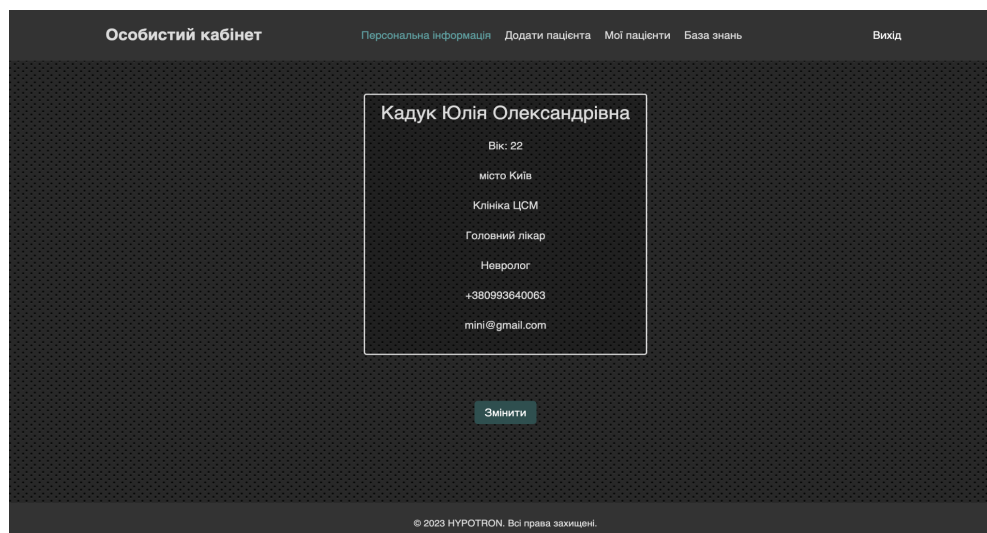


Рисунок 4.4 – Персональна інформація

При натисканні на кнопку Змінити відкривається форма, у якій є можливість змінити персональні дані (рисунок 4.5).

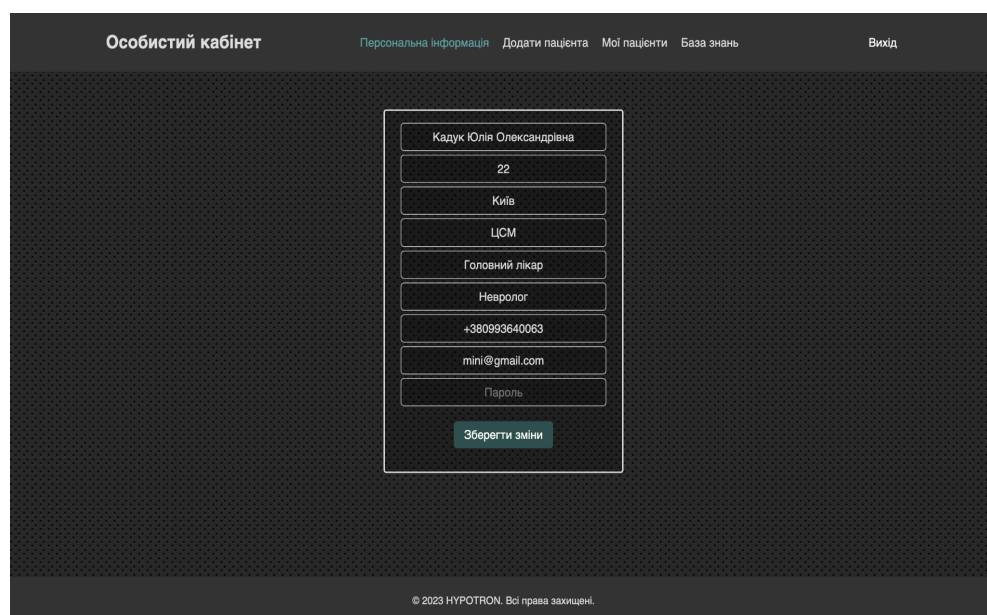


Рисунок 4.5 – Зміна персональної інформації

Зміна персональних даних лікаря в особистому кабінеті виглядатиме наступним чином: ім'я та прізвище, вік, місто праці, медичний заклад, посада, спеціалізація, телефон, електронна пошта, пароль.

Після внесення змін і натискання "Зберегти зміни", система підтвердить успішну зміну даних, і оновлені дані лікаря будуть відображатися в його профілі в особистому кабінеті.

Додати пацієнта: Ця опція надає можливість лікарю додавати нових пацієнтів до свого списку (рисунок 4.6).

The screenshot shows a web interface titled "Особистий кабінет" (Personal Cabinet). At the top, there is a navigation bar with links: "Особиста інформація", "Додати пацієнта" (highlighted), "Мої пацієнти", "База знань", and "Вихід". The main content area contains a form for adding a new patient. The form fields are: "Повне ім'я", "Стать", "дд.мм.гггг" (with a calendar icon), "Місто", "Адреса", "Номер медичної картки", "Зріст", "Вага", "Група крові", "Діагноз", "Телефон", "Пошта", and "Пароль". Below the form is a button labeled "Зареєструвати пацієнта". At the bottom of the page, there is a small copyright notice: "© 2023 НУРІТРОН. Всі права захищені."

Рисунок 4.6 – Додати пацієнта

Після успішної реєстрації пацієнта, його дані автоматично додаються до списку пацієнтів лікаря. Лікар може переглядати та управляти інформацією кожного пацієнта зі свого особистого кабінету. Новододаний пацієнт відображатиметься у списку "Мої пацієнти" на сторінці лікаря, де доступні основні дані кожного пацієнта, такі як ім'я, прізвище, номер медичної картки та інші важливі характеристики.

Лікар може взаємодіяти з кожним пацієнтом, переглядати його історію сеансів, редагувати особисту інформацію та надавати необхідні медичні рекомендації. Це дозволяє лікарю ефективно вести облік та надавати якісну медичну допомогу кожному пацієнту в межах свого особистого кабінету.

Сторінка "Мої пацієнти" (рисунок 4.7) надає лікарю доступ до списку всіх пацієнтів, які прикріплені до нього. Цей розділ створений для ефективного та

зручного керування медичними записами пацієнтів.

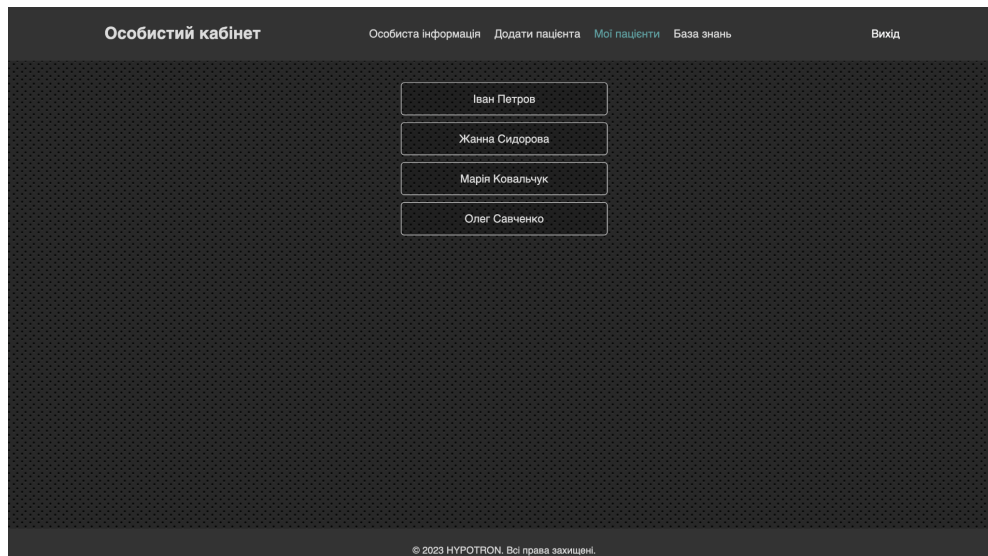


Рисунок 4.7 – Мої пацієнти

При натисканні на ім'я конкретного пацієнта на сторінці "Мої пацієнти", лікар отримує доступ до детальної медичної картки цього пацієнта, яку він може змінити за необхідності (рисунок 4.8).

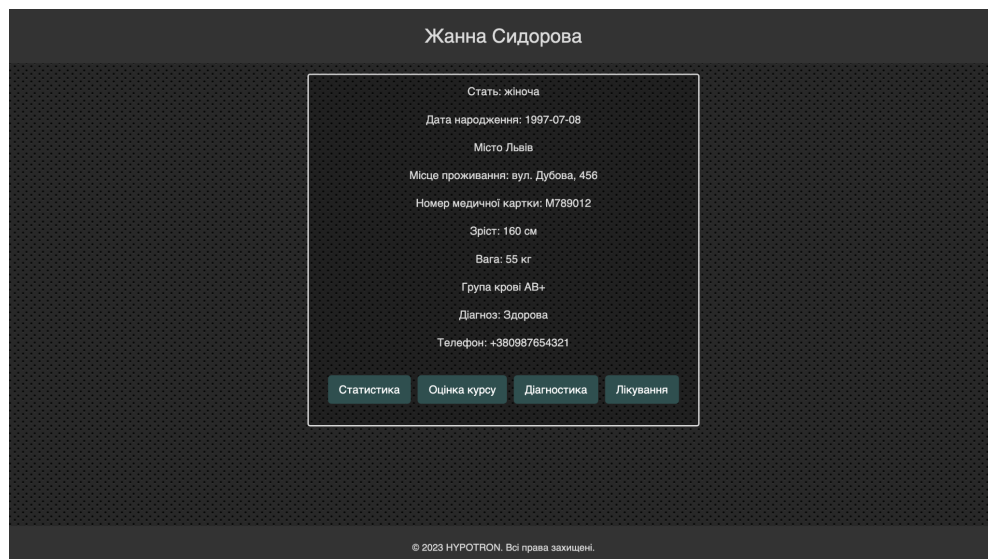


Рисунок 4.8 – Картка пацієнта

На медичній картці пацієнта доступні такі можливості:

- перегляд історії сеансів: лікар може ознайомитися зі статистикою проведених сеансів гіпоксичних тренувань;
- аналіз результатів: лікар має можливість переглядати оцінки та висновки за результатами проведених діагностичних сесій;
- ініціація нового сеансу: лікар може створювати нові сесії для проведення діагностики та лікування.

Ці функції сприяють більш глибокому розумінню стану пацієнта та дозволяють лікареві приймати обґрунтовані рішення щодо подальшого лікування та тренувань.

При переході на сторінку статистики сеансів на медичній картці пацієнта відображаються сторінка, яка включає інформацію про проведені сесії гіпоксичних тренувань (рисунок 4.9).

Для легкості визначення та відслідковування динаміки показників надається така інформація:

- дата проведення сеансу;
- назва сеансу.

Ця інформація допомагає лікареві вивчати результати проведених сеансів та визначати ефективність та динаміку змін в показниках пацієнта.

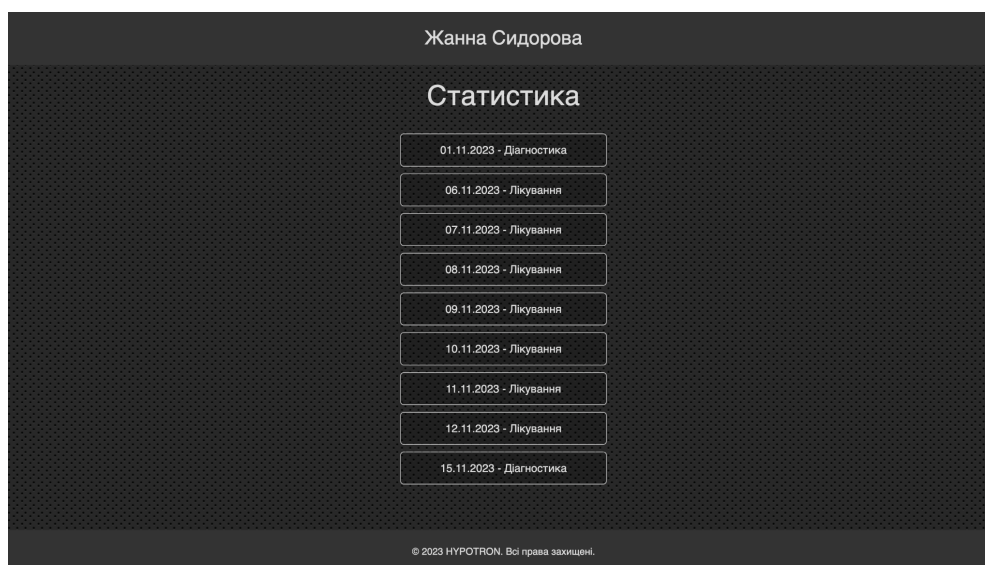


Рисунок 4.9 – Статистика сеансів пацієнта

При переході на сторінку деталей сеансу діагностики пацієнта відображається докладна інформація про проведений сеанс (рисунок 4.10). Ця інформація дозволяє лікареві отримати повний обсяг даних та результатів діагностики для кожного сеансу.

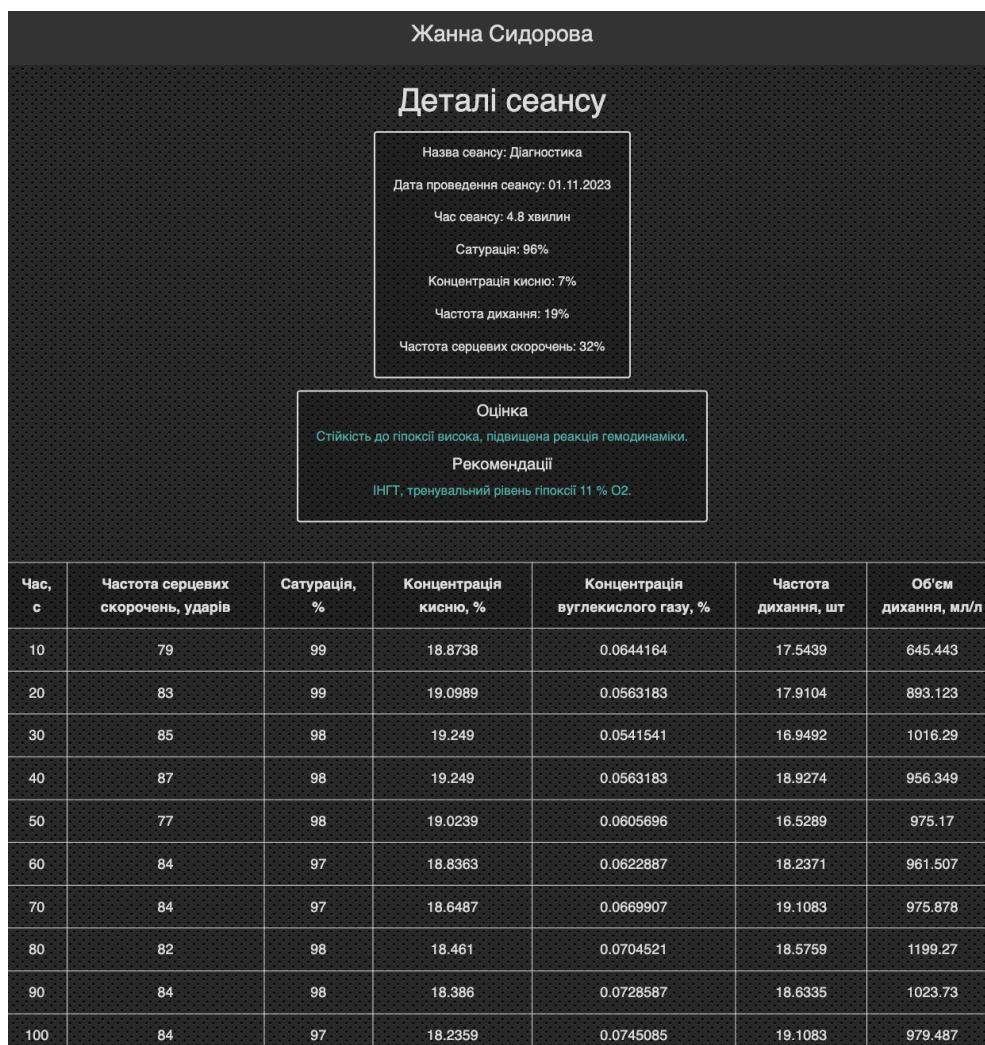


Рисунок 4.10 – Деталі сеансу "Діагностика"

При переході на сторінку деталей сеансу лікування пацієнта відображається докладна інформація про проведений сеанс (рисунок 4.11). Ця інформація дозволяє лікареві отримати повний обсяг даних та результатів лікування для кожного сеансу.

Жанна Сидорова						
Деталі сеансу						
Назва сеансу: Лікування						
Дата проведення сеансу: 06.11.2023						
Час сеансу: 1.3 хвилини						
Час, с	Частота серцевих скорочень, ударів	Сатурація, %	Концентрація кисню, %	Концентрація вуглекислого газу, %	Частота дихання, шт	Об'єм дихання, мл/л
10	69	95	16.4858	0.241389	11.6959	623.608
20	72	95	16.0353	0.255287	13.0435	697.237
30	73	95	15.675	0.269985	10.9091	741.158
40	75	93	15.2546	0.283936	12.3457	725.488
50	76	93	14.8642	0.300284	13.986	656.044
60	76	93	14.4738	0.314037	12.4481	816.277
70	76	94	14.1135	0.330263	14.3198	712.412
80	75	98	13.633	0.34539	13.5747	642.908

Рисунок 4.11 – Деталі сеансу "Лікування"

При переході зі сторінки медичної картки пацієнта на сторінку "Оцінка курсу", лікар отримує доступ до деталей, пов'язаних з діагностикою та лікуванням пацієнта. Ця сторінка включає в себе результати діагностики до та після лікування, загальну оцінку курсу ІНГТ (рисунок 4.12).

Деталі діагностики до лікування включають результати початкової діагностики, оцінку рівня SpO2 та O2, а також інформацію про гемодинаміку та дихання перед лікуванням.

Деталі діагностики після лікування включають результати після курсу лікування, оцінку параметрів SpO2 та O2 після лікування, а також дані про гемодинаміку та дихання після лікування.

Загальна оцінка курсу ІНГТ визначає ефективність лікування та надає рекомендації для подальшого лікування або корекції.

Оцінка та рекомендації по SpO2 та O2 містять детальну інформацію про рівень кисню та насиченість киснем під час лікування, а також надають рекомендації для подальшого контролю.

Оцінка та рекомендації по гемодинаміці та диханню включають вивчення гемодинамічних параметрів та показників дихання, а також оцінку стану

серцево-судинної системи та дихальної функції пацієнта.

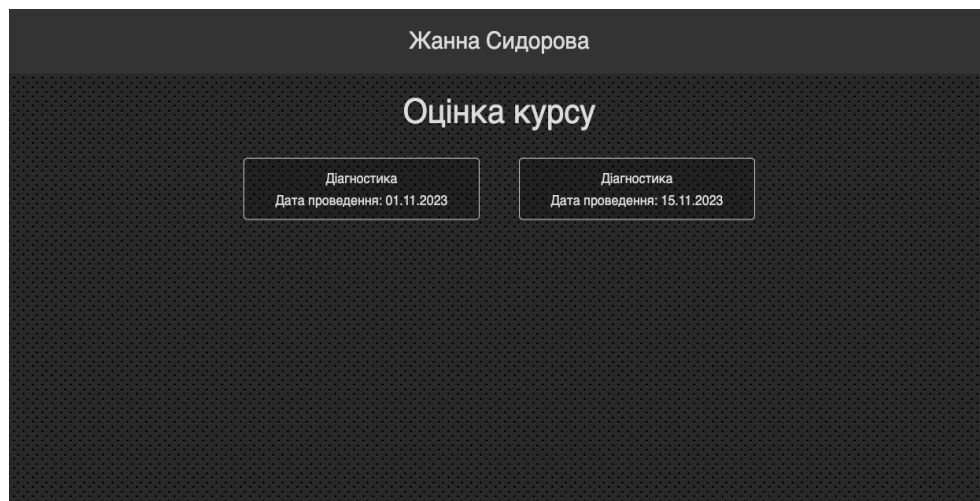


Рисунок 4.12 – Оцінка курсу

При переході на сторінку "Діагностика", яку можна знайти в медичній картці пацієнта, лікар отримує доступ до функціоналу для проведення сеансу діагностики (рисунок 4.13). На цій сторінці лікар обирає дату проведення сеансу та перевіряє доступність даних пацієнта, для якого буде проведено діагностичний сеанс. Номер медичної картки пацієнта відображається для однозначної ідентифікації пацієнта.

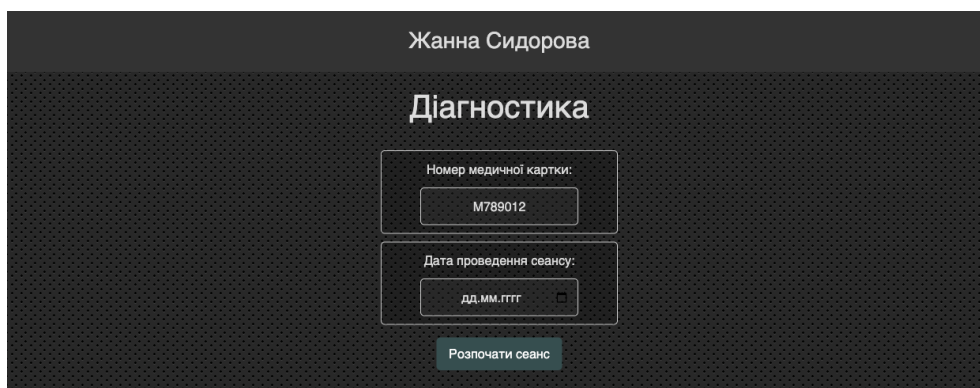


Рисунок 4.13 – Сеанс "Діагностика"

Після натискання на кнопку "Розпочати сеанс", система перенаправляє на сторінку початку сеансу діагностики (рисунок 4.14).

Рисунок 4.14 – Початок сеансу "Діагностика"

Під час проведення сеансу діагностики на сторінці початку сеансу, лікар має можливість зупинити сеанс, вибравши відповідний критерій для зупинки (рисунок 4.15). Це дозволяє лікарю вживати необхідних заходів у разі виявлення певних аномалій або ситуацій, що вимагають негайного втручання.

Рисунок 4.15 – Критерії для зупинки сеансу

При передчасній зупинці сеансу діагностики, система автоматично відображає вікно з попередньо визначеними діями та рекомендаціями (рисунок 4.16). Ці вказівки надають лікареві чітку інформацію щодо подальших медичних заходів та необхідних обстежень для діагностики та лікування пацієнта. І після завершення знову направляє на сторінку картки пацієнта.

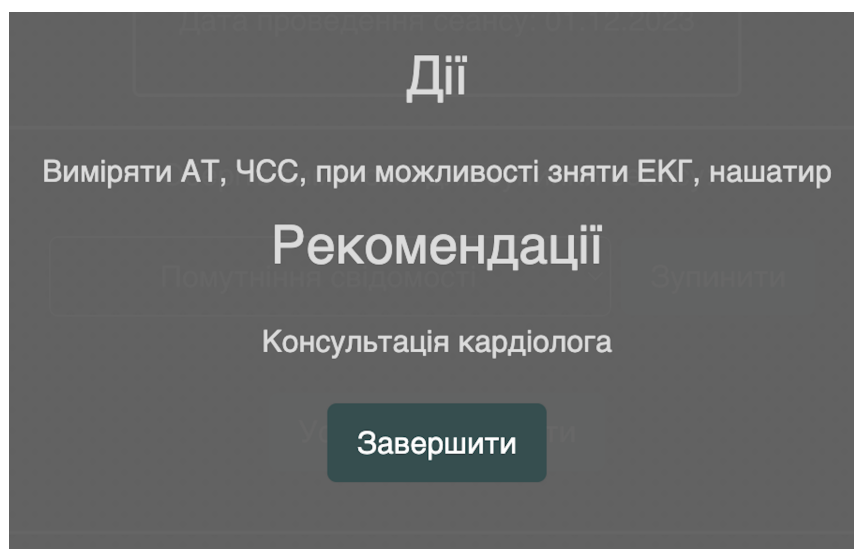


Рисунок 4.16 – Передчасна зупинка сеансу

Після успішного завершення сеансу діагностики, лікар переходить на сторінку з деталізованою інформацією про проведений сеанс (рисунок 4.17). Тут відображається: назва сеансу, дата проведення, тривалість сеансу, сатурація, концентрація кисню, частота дихання та серцевих скорочень, оцінка та рекомендації проведення діагностики, таблиця з даними з гіпоксикатора.

Жанна Сидорова

Завершено

Назва сеансу: Діагностика

Дата проведення сеансу: 01.12.2023

Час сеансу: 9.8 хвилин

Сатурація: 94%

Концентрація кисню: 5%

Частота дихання: 24%

Частота серцевих скорочень: 38%

Оцінка

Стійкість до гіпоксії висока, підвищена реакція гемодинаміки.

Рекомендації

ІНГТ, тренувальний рівень гіпоксії 11 % O₂.

Час, с	Частота серцевих скорочень, ударів	Сатурація, %	Концентрація кисню, %	Концентрація вуглекислого газу, %	Частота дихання, шт	Об'єм дихання, мл/л
10	77	98	18.26	0.277651	19.1693	279.236
20	79	98	17.6314	0.308809	18.5185	473.44
30	79	98	17.5057	0.333984	16.0428	1093.69
40	79	99	16.8143	0.371465	15.1133	1336.11

Рисунок 4.17 – Успішне завершення сеансу "Діагностика"

Схожий функціонал має і сторінка сеансу "Лікування". При переході на сторінку "Лікування", лікар обирає дату проведення сеансу та перевіряє доступність даних пацієнта, для якого буде проведено діагностичний сеанс (рисунок 4.18) .

Жанна Сидорова

Лікування

Номер медичної картки:

M789012

Дата проведення сеансу:

дд.мм.гггг

Розпочати сеанс

Рисунок 4.18 – Сеанс "Лікування"

Після натискання на кнопку "Розпочати сеанс", система перенаправляє на сторінку початку сеансу лікування (рисунок 4.19).

Жанна Сидорова

Деталі сеансу

Назва сеансу: Лікування
Номер медичної картки: M789012
02.12.2023

Оберіть симптоми для зупинки сеансу:

Оберіть

Рисунок 4.19 – Початок сеансу "Лікування"

Так само, як і під час проведення сеансу діагностики, лікар має можливість зупинити сеанс, вибравши відповідний критерій для зупинки.

Але у разі успішного завершення сеансу лікування, лікар переходить на сторінку з деталізованою інформацією про проведений сеанс (рисунок 4.20).

Жанна Сидорова

Завершено

Назва сеансу: Лікування
02.12.2023
Час сеансу: 13.0 хвилин

Час, с	Частота серцевих скорочень, ударів	Сатурація, %	Концентрація кисню, %	Концентрація вуглекислого газу, %	Частота дихання, шт	Об'єм дихання, мл/л
10	70	99	16.0678	0.195135	11.6279	1029.58
20	67	99	15.8306	0.2018	10.0671	1130.91
30	69	99	15.1488	0.218252	13.4831	863.408
40	71	98	14.2891	0.241389	10.9689	1117.99
50	71	97	14.1705	0.172524	23.0769	1268.7
60	71	96	13.6665	0.234727	12.4481	1352.63

Рисунок 4.20 – Успішне завершення сеансу "Лікування"

Проведення сеансу діагностики доступно лише у випадку, якщо пацієнт є здоровим або відсутні протипоказання для її проведення. Перед початком сеансу важливо переконатися, що стан здоров'я пацієнта дозволяє провести необхідні процедури безпечно та ефективно. У випадку наявності протипоказань, система виводить вікно із відповідною інформацією, що діагностика не може бути проведена (рисунок 4.21).

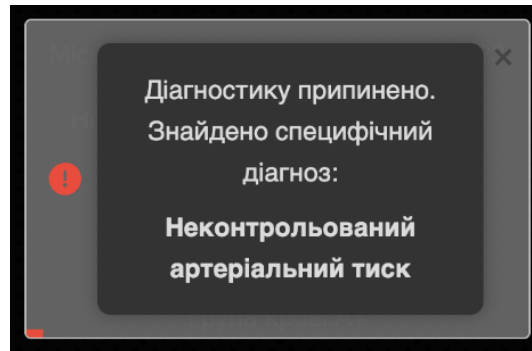


Рисунок 4.21 – Припинена діагностика

При відсутності проведеної діагностики сеанс лікування не може бути ініційований, і це повідомлення відображається на екрані (рисунок 4.22).

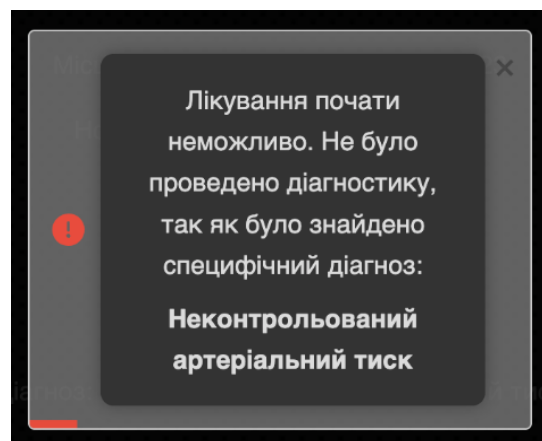


Рисунок 4.22 – Припинене лікування

Система надає рекомендації щодо подальших дій та можливості звернутися за консультацією до медичного фахівця для проведення необхідних процедур та

визначення подальшого лікування. Забезпечення безпеки та дотримання медичних стандартів є важливим аспектом у випадках, коли проведення діагностики може негативно вплинути на стан здоров'я пацієнта.

У особистому кабінеті лікаря доступний перегляд бази знань, проте йому доступна лише можливість перегляду з наступними розділами (рисунок 4.23):

- протипоказання для проведення діагностики;
- критерії для припинення проведення процедури під час діагностики або лікування;
- оцінка проведення діагностики;
- оцінка курсу ІНГТ (за результатами діагностики після курсу):
 - а) оцінки за SO₂ і O₂;
 - б) оцінка за гемодинамікою і диханням.

Ці матеріали становлять цінний ресурс для лікаря, допомагаючи йому у розумінні протипоказань, критеріїв припинення та оцінки якості проведеної діагностики та лікування.

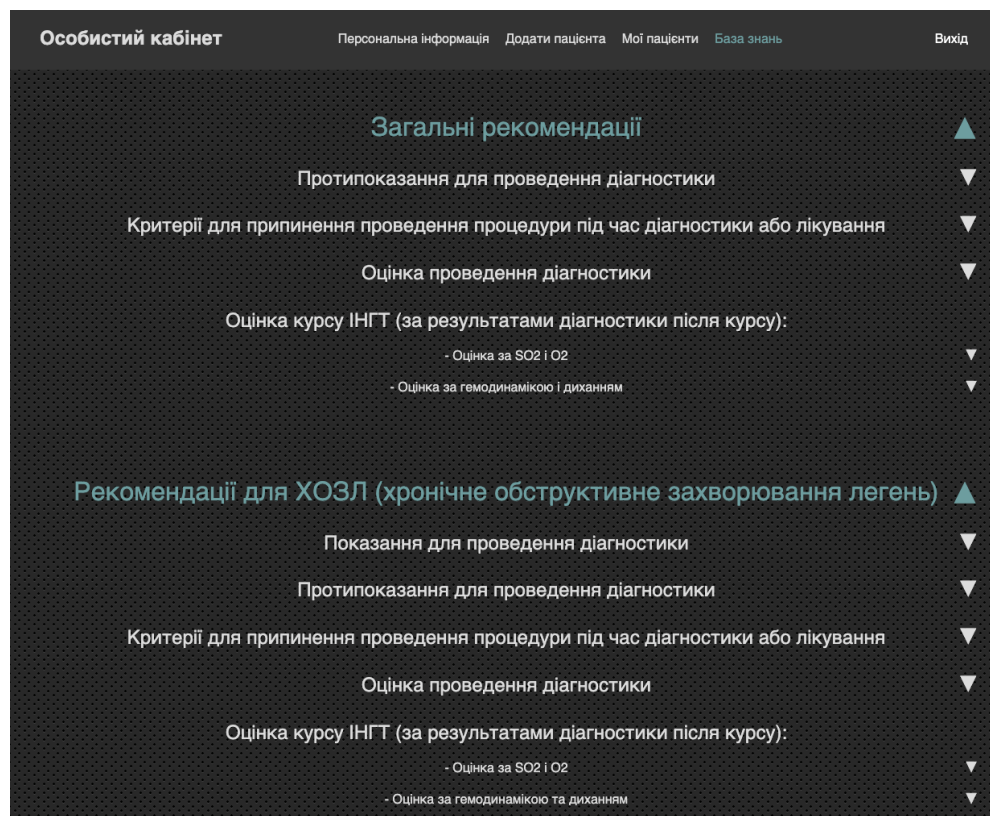


Рисунок 4.23 – База знань

Більш детально базу знань було розглянуто у підрозділі 4.5. Додатково важливо зазначити, що можливість редагування та додавання даних у базу знань має лише інженер знань. Це забезпечує відповідальний та контрольований підхід до управління інформацією в базі знань, забезпечуючи високу якість та достовірність даних. Інженер знань відповідає за оновлення, розширення та удосконалення матеріалів, що знаходяться в базі, з метою підтримання актуальності та коректності інформації.

4.4 Інтерфейс та використання користувача - пацієнт

При вході в особистий кабінет пацієнта, у верхній частині сторінки доступні такі посилання: «Персональна інформація» та «Сеанси».

Персональна інформація: це розділ, який дозволяє пацієнту переглядати та редагувати власні персональні дані, такі як ім'я, місто проживання та інші особисті відомості (рисунк 4.24).

Особистий кабінет	Персональна інформація	Сеанси	Вихід
-------------------	------------------------	--------	-------

Жанна Сидорова

Стать: жіноча

Дата народження: 1997-07-08

Місто Львів

Місце проживання: вул. Дубова, 456

Номер медичної картки: M789012

Зріст: 160 см

Вага: 55 кг

Група крові AB+

Діагноз: Здорова

Телефон: +380987654321

Змінити

Рисунок 4.24 – Персональна інформація

Аналогічно до особистого кабінету лікаря, пацієнт може натиснути кнопку змінити і відкриється форма для зміни персональних даних (рисунк 4.25).

Особистий кабінет

Персональна інформація Сеанси Вихід

Жанна Сидорова

Стать: жіноча

Дата народження: 1997-07-08

Львів

вул. Дубова, 456

Номер медичної картки: M789012

160

55

Група крові AB+

Діагноз: Здорова

+380987654321

Зберегти зміни

Рисунок 4.25 – Зміна персональної інформації

Після внесення змін і натискання "Зберегти зміни", система підтвердить успішну зміну даних, і оновлені дані пацієнта будуть відображатися в його профілі в особистому кабінеті.

При переході на сторінку "Сеанси" пацієнт має можливість переглядати список дат, коли були проведені сеанси (рисунок 4.26). Кожна дата в списку є посиланням, яке при натисканні дозволяє переглядати детальну інформацію про конкретний сеанс.

Особистий кабінет	Персональна інформація	Сеанси	Вихід
01.11.2023 - Діагностика			
06.11.2023 - Лікування			
07.11.2023 - Лікування			
08.11.2023 - Лікування			
09.11.2023 - Лікування			
10.11.2023 - Лікування			
11.11.2023 - Лікування			
12.11.2023 - Лікування			
15.11.2023 - Діагностика			

Рисунок 4.26 – Сеанси

При переході на сторінку деталей сеансу діагностики (рисунок 4.27) або лікування (рисунок 4.28) відображається докладна інформація про проведений сеанс.

Особистий кабінет

Персональна інформація

Сеанси

Вихід

Назва сеансу: Діагностика

Дата проведення сеансу: 01.11.2023

Час сеансу: 4.8 хвилин

Сатурація: 96%

Концентрація кисню: 7%

Частота дихання: 19%

Частота серцевих скорочень: 32%

Оцінка

Стійкість до гіпоксії висока, підвищена реакція гемодинаміки.

Рекомендації

ІНГТ, тренувальний рівень гіпоксії 11 % O2.

Час, с	Частота серцевих скорочень, ударів	Сатурація, %	Концентрація кисню, %	Концентрація вуглекислого газу, %	Частота дихання, шт	Об'єм дихання, мл/л
10	79	99	18.8738	0.0644164	17.5439	645.443
20	83	99	19.0989	0.0563183	17.9104	893.123
30	85	98	19.249	0.0541541	16.9492	1016.29
40	87	98	19.249	0.0563183	18.9274	956.349
50	77	98	19.0239	0.0605696	16.5289	975.17

Рисунок 4.27 – Деталі сеансу “Діагностика”

Особистий кабінет

Персональна інформація

Сеанси

Вихід

Назва сеансу: Лікування

Дата проведення сеансу: 06.11.2023

Час сеансу: 1.3 хвилин

Час, с	Частота серцевих скорочень, ударів	Сатурація, %	Концентрація кисню, %	Концентрація вуглекислого газу, %	Частота дихання, шт	Об'єм дихання, мл/л
10	69	95	16.4858	0.241389	11.6959	623.608
20	72	95	16.0353	0.255287	13.0435	697.237
30	73	95	15.675	0.269985	10.9091	741.158
40	75	93	15.2546	0.283936	12.3457	725.488
50	76	93	14.8642	0.300284	13.986	656.044

Рисунок 4.28 – Деталі сеансу “Лікування”

4.5 Інтерфейс та використання користувача - експерт та інженер знань

При вході в особистий кабінет експерта та інженера знань, у верхній частині сторінки доступні такі посилання: «Персональна інформація» та «База знань».

Персональна інформація: Це розділ, який дозволяє інженеру знань переглядати та редагувати власні персональні дані (рисунок 4.29).

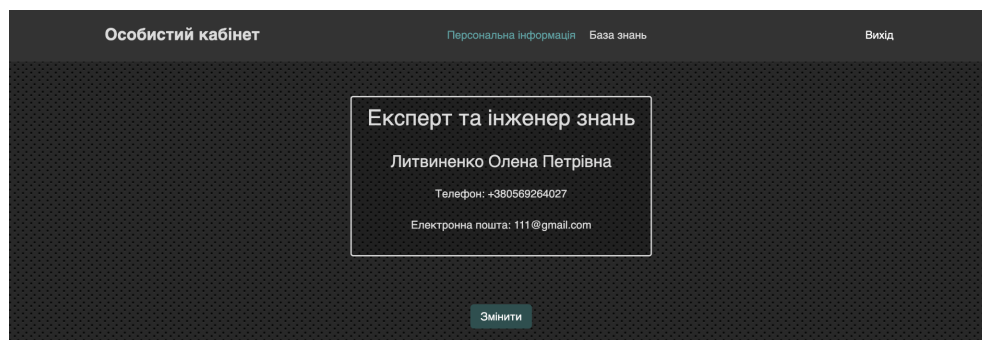


Рисунок 4.29 – Персональна інформація

Зміна даних виглядає аналогічно до зміни даних на сторінці пацієнта та лікаря (рисунок 4.30).

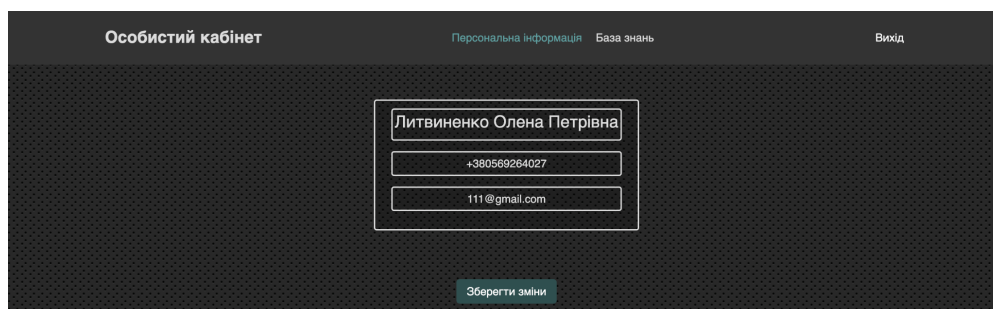


Рисунок 4.30 – Зміна персональної інформації

Після внесення змін і натискання "Зберегти зміни", система підтвердить успішну зміну даних, і оновлені дані будуть відображатися на сторінці персональна інформація.

База знань є важливою складовою системи, спрямованою на інтеграцію ключового фахівця – експерта-інженера знань [30]. Цей розділ призначений для вдосконалення медичної експертизи, надаючи спеціалістам можливість ефективно використовувати свої навички та знання в області гіпоксичних тренувань.

Центральний резервуар знань охоплює всі ключові аспекти гіпоксичних тренувань, надаючи експерту-інженеру знань необхідні ресурси для подальших досліджень та вдосконалення в цій сфері.

Лише експерт-інженер знань має привілеїю редагувати та доповнювати базу знань, забезпечуючи найвищий рівень актуальності та достовірності інформації.

База знань складається з двох експертних систем - загальної та ХОЗЛ (рисунок 4.31).

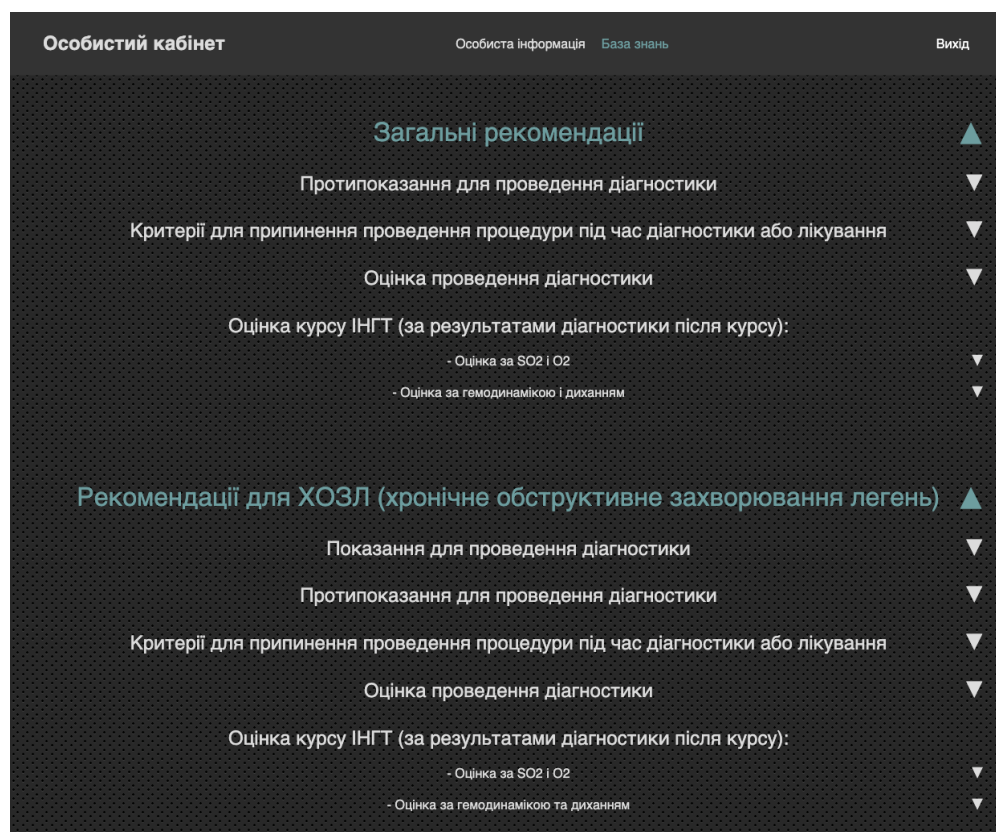


Рисунок 4.31 – База знань

Експертна система: загальні рекомендації, що включають:

- протипоказання для проведення діагностики: інформація про випадки,

коли діагностика є небезпечною або нецільовою;

- критерії для припинення процедури: опис ситуацій, які можуть вимагати негайного припинення діагностики чи лікування;
- оцінка проведення діагностики: параметри та критерії для оцінки ефективності діагностики;
- оцінка курсу ІНГТ (після діагностики): критерії для оцінки стану пацієнта після завершення гіпоксичного курсу, включаючи so_2 , o_2 , гемодинаміку та дихання.

Експертна система: рекомендації для хворих на ХОЗЛ (хронічне обструктивне захворювання легень), вона містить [31]:

- показання для проведення діагностики: ситуації, коли діагностика є обов'язковою для пацієнтів із ХОЗЛ;
- протипоказання для проведення діагностики: сценарії, коли діагностика може бути шкідливою для хворих із ХОЗЛ;
- критерії для припинення процедури: умови, які можуть вимагати негайного припинення діагностики чи лікування;
- оцінка проведення діагностики: параметри та критерії для оцінки результатів діагностики;
- оцінка курсу ІНГТ (після діагностики): критерії для оцінки стану пацієнта після гіпоксичного курсу, зокрема so_2 , o_2 , гемодинаміку та дихання.

У розділі "Протипоказання для проведення діагностики" (рисунок 4.32) представлено перелік медичних станів, які є протипоказаннями для проведення гіпоксичних тренувань. Ця таблиця є ключовою складовою бази знань і надає важливу інформацію для експерта-інженера знань та лікарів.

Особистий кабінет		Особиста інформація	База знань	Вихід
Загальні рекомендації				
Протипоказання для проведення діагностики				
Хронічна серцева недостатність II Б–III ст., ФК III–IV класу				
Цукровий діабет у стадії декомпенсації				
Дихальна недостатність III ст				
Інфаркт міокарда менше 3 місяців тому				
Нестабільна стенокардія				
Вперше виникла стенокардія				
Стабільна стенокардія IV ФК				
Стенокардія у спокої				
Неконтрольований артеріальний тиск				
Інсульт менше 3 місяців тому				
Неконтрольовані життєзагрозливі порушення серцевого ритму				
Ниркова недостатність III–IV ст				
АД більше 160 мм рт. ст. при виході				
ЧСС більше 100 уд. в хвилину при виході				
Сатурація крові менше 90% при виході				
Індивідуальна непереносимість гіпоксії				
Гостра серцева недостатність				
ХОЗЛ IV ст				
Протипоказання:				+

Рисунок 4.32 – Протипоказання для проведення діагностики

Огляд таблиці:

- хронічна серцева недостатність II Б–III ст., ФК III–IV класу: ступінь та функціональний клас серцевої недостатності, при яких гіпоксичні тренування не рекомендовані;
- цукровий діабет у стадії декомпенсації: наявність декомпенсованого цукрового діабету вважається протипоказанням;
- дихальна недостатність III ст: протипоказання для осіб з високим рівнем дихальної недостатності;
- інфаркт міокарда менше 3 місяців тому: тривалий період після інфаркту вважається чутливим до гіпоксії;
- нестабільна стенокардія: протипоказання для осіб з нестабільною

стенокардією;

- вперше виникла стенокардія: протипоказання для осіб, які вперше виявили стенокардію;

- стабільна стенокардія IV ФК: ступінь стабільної стенокардії, при якій гіпоксичні тренування не рекомендовані;

- стенокардія у спокої: наявність стенокардії у спокої є протипоказанням;

- неконтрольований артеріальний тиск: протипоказання для осіб з неконтрольованим артеріальним тиском;

- інсульт менше 3 місяців тому: тривалий період після інсульту вважається чутливим до гіпоксії;

- неконтрольовані порушення серцевого ритму, які загрожують життю: протипоказання для осіб з цими порушеннями;

- ниркова недостатність III–IV ст: протипоказання для осіб з високим рівнем ниркової недостатності;

- артеріальний тиск більше 160 мм рт. ст. при виході: протипоказання для осіб з високим артеріальним тиском;

- ЧСС більше 100 уд. в хвилину при виході: протипоказання для осіб з високою частотою серцевих скорочень;

- сатурація крові менше 90% при виході: протипоказання для осіб з низьким рівнем сатурації киснем;

- індивідуальна непереносимість гіпоксії: протипоказання для осіб, які не переносять гіпоксію;

- гостра серцева недостатність: протипоказання для осіб з гострою серцевою недостатністю;

- ХОЗЛ IV ст: протипоказання для осіб з високим ступенем хронічного обструктивного захворювання легень.

У таблиці протипоказань для проведення діагностики присутні кнопки "Змінити" і "Видалити", які знаходяться справа від параметрів та надають можливість редагування чи вилучення існуючих записів. Також доступна форма для введення нових медичних даних. Експерт-інженер знань вводить необхідні медичні параметри та їх опис. Після введення даних натисканням кнопки

"Додати" система автоматично зберігає новий параметр у базі знань.

Цей інструмент дозволяє просто та швидко доповнювати базу знань новими медичними відомостями, роблячи її більш повною та актуальною для подальшого використання в гіпоксичних тренуваннях.

Аналогічно і у експертній системі з ХОЗЛ (рисунок 4.33).

Протипоказання для проведення діагностики	
Загострення ХОЗЛ	 
ХОЗЛ IV ст	 
Дихальна недостатність III ст	 
Супутня соматична патологія (застосовуються загальні протипоказання)	 
Протипоказання	

Рисунок 4.33 – Протипоказання для проведення діагностики (ХОЗЛ)

Але у експертній системі ХОЗЛ також існують показання для проведення сеансу діагностики (рисунок 4.34).

Показання для проведення діагностики	
ХОЗЛ I-III стадії у фазі ремісії	 
Недостатня ефективність традиційних препаратів	 
Непереносимість традиційних препаратів	 
Показання	

Рисунок 4.34 – Показання для проведення діагностики (ХОЗЛ)

Розглянемо критерії для припинення проведення процедури під час діагностики і лікування (рисунок 4.35). Тут відображаються критерії, дії та рекомендації. Також є можливість редагувати та видаляти існуючі, а також додавати нові.

Аналогічно і в експертній системі ХОЗЛ.

Особистий кабінет			
Особиста інформація		База знань	
Вихід			
Загальні рекомендації			
Протипоказання для проведення діагностики			
Критерії для припинення проведення процедури під час діагностики або лікування			
Відмова хворого	Встановити причину відмови	Рекомендацій немає	
Стислі болі в серці	Виміряти АТ, ЧСС, при можливості зняти ЕКГ, нітрогліцерин під язик	холтер ЕКГ, ВЕМ, консультація кардіолога	
Помутніння свідомості	Виміряти АТ, ЧСС, при можливості зняти ЕКГ, нашатир	Консультація кардіолога	
Поява депресії інтервалу ST більше 1 мм на ЕКГ	Виміряти АТ, ЧСС, при можливості зняти ЕКГ, нітрогліцерин під язик	холтер ЕКГ, ВЕМ, консультація кардіолога	
Поява пароксизмальних порушень серцевого ритму на ЕКГ	Виміряти АТ, ЧСС, за можливості зняти ЕКГ	холтер ЕКГ, Ехо-КГ, ЧПЕКС, консультація кардіолога	
Підвищення артеріального тиску вище 200 мм рт. ст. або більше 30% від вихідного	Виміряти АТ, ЧСС, при можливості зняти ЕКГ, анаприлін 20 мг внутрішньо	холтер ЕКГ+АД, консультація кардіолога	
Падіння АТ нижче 100 мм рт. ст. або 20% від вихідного	Виміряти АТ, ЧСС, при можливості зняти ЕКГ, настойка елеутерококу 30 крапель всередину	цукор крові, холтер ЕКГ+АТ, консультація кардіолога	

Рисунок 4.35 – Критерії

Розглянемо розділ оцінки проведення діагностики (рисунок 4.36). Тут відображається показник SO₂ при закінченні діагностики, O₂ при закінченні діагностики, показник АТ і ЧСС при закінченні діагностики, показник ЧД і ДО при закінченні діагностики та оцінки і рекомендації. Також є можливість редагувати та видаляти існуючі, а також додавати нові.

Аналогічно і в експертній системі ХОЗЛ.

Особистий кабінет

Особиста інформація

База знань

Вихід

Загальні рекомендації

Протипоказання для проведення діагностики

Критерії для припинення проведення процедури під час діагностики або лікування

Оцінка проведення діагностики

Показник SO2 при закінченні діагностики	Показник O2 у вдихуваному повітрі після закінчення діагностики	Показники AT і ЧСС при закінченні діагностики	Показники ЧД і ДО при закінченні діагностики	Оцінка	Рекомендації	
вище 85 %	10 % і нижче	не вище 30% від початкового	не вище 30% від початкового	стійкість до гіпоксії висока, реакція нормальна	ІНГТ, тренувальний рівень гіпоксії 10 % O2	
вище 85 %	10 % і нижче	30 - 50% від початкового	не вище 30% від початкового	Стойкість до гіпоксії висока, підвищена реакція гемодинаміки	ІНГТ, тренувальний рівень гіпоксії 11 % O2	
вище 85 %	10 % і нижче	не вище 30% від початкового	30 - 50% від початкового	Стойкість до гіпоксії висока, підвищена реакція дихання	ІНГТ, тренувальний рівень гіпоксії 11 % O2	
вище 85 %	10 % і нижче	30 - 50% від початкового	30 - 50% від початкового	Стойкість до гіпоксії висока, підвищена реакція гемодинаміки та дихання	ІНГТ, тренувальний рівень гіпоксії 11 % O2	

Рисунок 4.36 – Оцінка проведення діагностики

Розглянемо розділ Оцінка курсу ІНГТ. Він складається з двох частин: оцінка за SO₂ і O₂ (рисунок 4.37) та оцінка за гемодинамікою і диханням (рисунок 4.38).

Оцінка курсу ІНГТ (за результатами діагностики після курсу):						
- Оцінка за SO ₂ і O ₂						
перед лікуванням		після лікування		Оцінка	Рекомендації	
Показник SO ₂ при закінченні діагностики	Показник O ₂ при закінченні діагностики	Показник SO ₂ при закінченні діагностики	Показник O ₂ при закінченні діагностики			
вище 85 %	10 % і нижче	вище 85 %	10 % і нижче	Стойкість до гіпоксії не змінилася	Повторити ІНГТ через 3 місяці	
вище 85 %	10 % і нижче	вище 85 %	10 - 12 %	Стойкість до гіпоксії дещо зменшилася	Повторити ІНГТ через 3 місяці	
вище 85 %	10 % і нижче	80 - 85 %	10 % і нижче	Стойкість до гіпоксії дещо зменшилася	Повторити ІНГТ через 3 місяці	

Рисунок 4.37 – Оцінка курсу ІНГТ (за SO₂ і O₂)

Оцінка курсу ІНГТ (за результатами діагностики після курсу):						
- Оцінка за SO2 і O2						
- Оцінка за гемодинамікою і диханням						
перед лікуванням		після лікування		Оцінка	Рекомендації	
Показник АТ і ЧСС при закінченні діагностики	Показник дихання при закінченні діагностики	Показник АТ і ЧСС при закінченні діагностики	Показник дихання при закінченні діагностики			
не вище 30% від початкового	не вище 30% від початкового	не вище 30% від початкового	не вище 30% від початкового	Реакція гемодинаміки та дихання не змінилася	Повторити ІНГТ через 3 місяці	
30 - 50% від початкового	не вище 30% від початкового	не вище 30% від початкового	не вище 30% від початкового	Реакція гемодинаміки покращилася, реакція дихання не змінилася	Повторити ІНГТ через 3 місяці	
не вище 30% від початкового	не вище 30% від початкового	30 - 50% від початкового	не вище 30% від початкового	Реакція гемодинаміки не змінилася, реакція дихання покращилася	Повторити ІНГТ через 3 місяці	

Рисунок 4.38 – Оцінка курсу ІНГТ (за гемодинамікою і диханням)

У розділі оцінка курсу ІНГТ (за SO2 і O2) відображаються показники SO2 та O2 при закінченні діагностики до та після лікування та оцінки і рекомендації.

У розділі оцінка курсу ІНГТ(за гемодинамікою і диханням) відображаються показники АТ і ЧСС та дихання при закінченні діагностики до та після лікування та оцінки і рекомендації.

Аналогічно і в експертній системі ХОЗЛ.

Висновки до розділу 4

У результаті детального розгляду розділу "Робота користувача з програмною системою" можна визначити кілька ключових висновків щодо взаємодії різних категорій користувачів з веб-додатком.

Система успішно реалізує процес входу користувача, забезпечуючи не лише легкий доступ, але й високий рівень безпеки та аутентифікації. Це гарантує конфіденційність та цілісність медичної інформації.

Лікарі мають повний доступ до своїх особистих даних, можливість

додавання нових пацієнтів та взаємодії з базою знань для прийняття інформованих рішень щодо діагностики та лікування.

Система надає лікарям та пацієнтам можливість відстеження та аналізу медичної історії, що сприяє здійсненню ефективного лікування та вирішенню медичних питань.

Експерти та інженери знань мають доступ до технічних аспектів системи, що дозволяє їм активно участь у розвитку та підтримці системи на високому технічному рівні.

Врахування потреб лікарів, пацієнтів та експертів знань дозволяє системі ефективно взаємодіяти з різними категоріями користувачів, забезпечуючи персоналізований та високоякісний сервіс.

Система використовує базу знань та інтелектуальні алгоритми для підтримки прийняття рішень лікарями, що сприяє точній діагностиці та вибору оптимального лікування.

Ці аспекти демонструють важливість інтегрованої та високоефективної програмної системи в медичному середовищі, сприяючи якісному медичному обслуговуванню та подальшому розвитку галузі.

5 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

Модель підтримки прийняття рішень для діагностування стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань може розглядатися як потенційний стартап-проект, проте перед його реалізацією необхідно чітко сформулювати ідею, дослідити конкурентний ринок, оцінити власну конкурентоспроможність, визначити переваги та недоліки проекту, розробити стратегію росту та провести аналіз у маркетинговому та фінансовому планах.

5.1 Ідея стартап проекту

Назва стартап проекту: “Nypotron”

У цьому розділі надається огляд ідеї нашого стартап-проекту за допомогою таблиць для візуального представлення інформації:

- описується пропонована ідея, область її застосування та переваги для користувачів (таблиця 5.1);
- надається аналіз сильних, слабких та нейтральних характеристик проекту порівняно з конкурентами (таблиця 5.2).

Таблиця 5.1 – Опис запропонованої ідеї

Основні Характеристики	Опис
Ідея проекту	Створення моделі підтримки прийняття рішень для діагностування стану здоров'я людини під час гіпоксичних тренувань. Модель інтегрована з веб-системою для забезпечення зручного та ефективного використання.

Кінець таблиці 5.1

Сфера застосування	Медична технологія та фізичне здоров'я. Застосовується для покращення діагностування та моніторингу стану пацієнтів під час гіпоксичних тренувань.
Вигоди для користувачів	-полегшення та прискорення процесу діагностування; -підвищення ефективності гіпоксичних тренувань за рахунок персоналізованих рекомендацій; -забезпечення зручного доступу до системи через веб-інтерфейс.

Таблиця 5.2 – Порівняльний аналіз з існуючими системами

Характеристика	Технологічна Інноваційність	Ефективність Діагностування	Персоналізація Тренувань	Зручний Користувацький Інтерфейс
Hypotron	Використання експертних систем для діагностування здоров'я.	Швидке та точне діагностування стану здоров'я.	Розробка індивідуальних тренувальних програм.	Інтегрована веб-система для зручного користування.
IBM Watson for Oncology	Використання штучного інтелекту та експертних алгоритмів для лікування онкологічних захворювань.	Глибока експертиза в галузі онкології.	Надає індивідуалізовані рекомендації лікування.	-
VisualDx	Використання бази зображень та даних для допомоги в діагностиці різних захворювань.	Використання зображень для точної ідентифікації захворювань.	Використання зображень для ідентифікації захворювань.	Використовує зображення для більш точної ідентифікації.

Кінець таблиці 5.2

Ada Health	Використання штучного інтелекту для аналізу симптомів та надання персоналізованих рекомендацій.	Аналіз симптомів для індивідуальних рекомендацій.	Адаптація до індивідуальних потреб користувача.	Мобільний додаток з легким доступом.
Isabel Healthcare	Використання експертної системи для визначення можливих захворювань.	Широкий спектр діагностики для різних областей.	Широкий спектр діагностики для різних областей.	Інтеграція з медичними системами.
Buoy Health	Використання штучного інтелекту для аналізу симптомів та надання рекомендацій.	Забезпечує аналіз симптомів та рекомендацій.	Надає рекомендації для індивідуальних питань.	Простий та зрозумілий інтерфейс.

У порівняльному аналізі представлених систем, проект Hypotron вирізняється технологічною інноваційністю. Він не лише надає швидке та точне діагностування стану здоров'я, але й пропонує розробку індивідуальних тренувальних програм. Зручний користувацький інтерфейс інтегрованої веб-системи додає плюс до ефективності та зручності використання для користувачів порівняно з конкурентами.

5.2 Ринковий аналіз та конкурентоспроможність

Основна аудиторія стартапу "Hypotron" включає медичні установи, фахівців в галузі медицини, тренерів та спортсменів. Спрямована на тих, хто виявляє інтерес до гіпоксичних тренувань та прагне підвищити ефективність

діагностування стану здоров'я в умовах підвищеної фізичної активності.

"Hypotron" конкурує з існуючими медичними технологіями, такими як IBM Watson for Oncology, VisualDx, Ada Health, Isabel Healthcare, та Buoy Health. Висока технологічна інноваційність та можливість персоналізації тренувань роблять "Hypotron" конкурентоспроможним в даному сегменті ринку.

Співпраця з Медичними Установами: Укладання партнерських угод з клініками та лікарнями для впровадження "Hypotron" у медичну практику.

Тренерські Програми: Проведення спільних проєктів з тренерськими центрами для розробки індивідуальних тренувальних програм.

Маркетинг в Спортивному Середовищі: Використання стратегій маркетингу для просування серед спортивних організацій та клубів.

Сегментація ринку передбачає взаємодію з медичним сектором, спортивними організаціями та індивідуальними користувачами. Це дозволяє "Hypotron" ефективно адаптуватися та відповідати на різні потреби та вимоги різних сегментів клієнтської бази.

5.3 Маркетингова стратегія

Використання цифрових каналів для просування "Hypotron" серед медичних фахівців та спортсменів. Рекламні кампанії, контент-маркетинг та просування через соціальні мережі спрямовані на залучення уваги та підвищення обізнаності.

Активна участь у конференціях та виставках у галузі медицини та спорту. Це надасть можливість встановити контакти з ключовими гравцями галузі, демонструвати продукт та використовувати події як платформу для просування.

Укладання партнерських угод з визначеними клієнтами та інституціями для розширення впровадження. Встановлення стратегічних партнерств дозволить "Hypotron" розширити своє впливове коло та отримати підтримку ключових гравців.

Впровадження ліцензійної системи оплати для медичних установ та тренерських центрів. Забезпечення адаптованої ціноутворення для організацій в

залежності від обсягів використання та функціональних потреб.

Для індивідуальних користувачів запропонувати систему підписки на доступ до сервісу. Гнучка ціноутворення за періодичність користування та обсяг функцій.

Використання команди з продажів для активного залучення клієнтів. Прямий контакт з потенційними користувачами для продажу переваг "Hypotron" та вирішення їхніх конкретних потреб.

Розробка рекламних кампаній та PR-стратегій для підвищення відомості про "Hypotron". Використання медіа-платформ та спеціалізованих журналістських каналів для розповсюдження інформації про переваги та інноваційність продукту.

5.4 Фінансовий план

Прогнозуються детальні витрати на розробку та маркетинг системи "Hypotron". Розподіл витрат наступний:

1. Розробка:

- зарплати розробницької команди;
- придбання програмних та апаратних ресурсів для розробки;
- ліцензії та інші технічні витрати.

2. Маркетинг:

- рекламні кампанії та онлайн-продвиження;
- участь у виставках та конференціях;
- видавнича та рекламна продукція.

3. Команда розробників:

- зарплати команди розробників та інженерів;
- навчання та розвиток персоналу;
- соціальні та медичні витрати на команду.

4. Обслуговування системи:

- технічна підтримка та оновлення;
- витрати на хостинг та зберігання даних.

Очікується прибуток від ліцензій та підписок. Прибуток буде визначатися кількістю користувачів та обсягом використання системи. Передбачається гнучка система ціноутворення для різних категорій клієнтів.

Розглядається можливість залучення інвестицій для покриття витрат на розробку та розширення ринкового впровадження. Інвестиції спрямовані на покращення технічної бази, масштабування маркетингових зусиль та забезпечення стабільного фінансового розвитку "Hypotron".

Висновки до розділу 5

Стартап "Hypotron" пропонує інтегровану систему для ефективного діагностування під час гіпоксичних тренувань, забезпечуючи полегшення процесу діагностики, підвищення ефективності тренувань та зручний доступ до системи через веб-інтерфейс.

Аналіз ринкових можливостей виявив широкий спектр потенційних користувачів, включаючи медичні установи, фахівців у галузі медицини, тренерів та спортсменів. Конкурентоспроможність "Hypotron" підтверджується його технологічною інноваційністю та персоналізацією тренувань.

Стратегія просування передбачає комплексний підхід, включаючи онлайн-маркетинг, участь у конференціях та виставках, а також розвиток партнерських відносин. Ціноутворення реалізується через ліцензійну модель та систему підписок.

Детально розглянуті витрати, прибуток та можливі інвестиції. Прогнозується стабільний фінансовий результат завдяки гнучкій системі ціноутворення та активним заходам щодо залучення інвестицій.

Загальною метою є створення конкурентоспроможного та технологічно високорозвиненого продукту, який відповідає вимогам ринку та вносить значний вклад у сферу медичних технологій та фізичного здоров'я.

ВИСНОВКИ

У сучасному світі, де технології постійно змінюються, а інформаційні процеси є високопродуктивними, розвиток медичної науки потребує новаторських рішень для успішної діагностики та лікування.

Аналіз різних моделей підтримки прийняття рішень в медичній сфері визначив ключові аспекти, необхідні для ефективного вирішення завдань діагностики та лікування. Основними компонентами успішної системи стали використання бази знань та ієрархічних структур для організації інформації.

Аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень у медицині підкреслив величезний прогрес та переваги, доступні завдяки інтеграції сучасних технологій. Це стало основою для розробки веб-додатку, який не лише ефективно взаємодіє з користувачами, але й використовує передові системи підтримки прийняття рішень.

Реалізація веб-додатку визначила сучасний технічний стек та ефективну мережеву архітектуру для забезпечення легкого взаємодії користувачів. Ієрархічна схема веб-сайту забезпечує структурований та логічний доступ до інформації.

Використання PostgreSQL для зберігання та обробки клінічних даних виявилось ключовим елементом для забезпечення високоякісного функціонування системи. Структуровані таблиці дозволяють ефективно взаємодіяти з іншими елементами системи та забезпечують точність діагностики.

Розроблена система підтримки прийняття рішень представляє собою інноваційний інструмент у медичній діагностиці, особливо у контексті гіпоксичних тренувань. Архітектура системи, оптимізована для веб-застосунків, забезпечує зручність та гнучкість у використанні. Використання продукційних правил для формалізації медичних знань значно підвищує точність діагностики та ефективність прийняття рішень, що робить систему цінним інструментом для медичних фахівців.

Впровадження бази знань з охопленням протипоказань, критеріїв припинення процедур, оцінки діагностики та курсу ІНГТ робить систему адаптивною та персоналізованою, покращуючи якість прийняття рішень лікарями.

Таким чином, результатом цього дослідження та розробки є успішно впроваджена система підтримки прийняття рішень для діагностування стану здоров'я людини у веб-орієнтованій системі. Це є кроком вперед у полі медичної інформатики та сприяє подальшому вдосконаленню якості та доступності медичних послуг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Полягушко, Л. Г. Програмно-апаратне забезпечення моделювання впливу гіпоксії на організм людини та проведення гіпоксичних тренувань: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.12 – системи автоматизації проектувальних робіт. Київ, 2019. 178 с.
2. Сліпченко, В. Г., Коркушко, О. В., Шатило, В. Б., Полягушко, Л. Г. та ін.; Коркушко, О. В., Сліпченко, В. Г. (ред.). Гіпоксія як метод підвищення адаптаційної здатності організму: монографія. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 484 с.
3. Зубрев, В. П., Грецький, С. А., Сергієнко, О. В. Гіпоксія і тренування. Київ: Олімпійська література, 2005. 144 с.
4. Hasnain, M., Ullah, S. Learning and programming challenges of React.js open-source framework. Library Hi Tech News. 2023. URL: <https://doi.org/10.1108/lhtn-05-2023-0088/>.
5. Mardan, A. Starting with Express.js. In: Pro Express.js. Berkeley, CA: [б.в.], 2014. P. 3–14. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-0037-7_1/.
6. Prediger, R., Winzinger, R. Hello, Node.js. In: Node.js. München: [б.в.], 2015. P. 1–33. URL: <https://doi.org/10.3139/9783446437586.001/>.
7. The PostgreSQL Global Development Group. The PostgreSQL Reference Manual Volume 1: SQL Language Reference. Bristol: Network Theory Ltd., 2007. 716 p.
8. Мізуно, М., Савард, Г. К., Ареског, Н. Г., Лундбі, К., Сальтін, Б. Адаптації скелетних м'язів до тривалого перебування на великій висоті: роль фізичної активності? Медицина в умовах великої висоти, 2008, Том 9, № 4, с. 311-317.
9. Левін, Б. Д., Стрей-Гундерсен, Дж. "Життя на висоті, тренування на низькій висоті": вплив помірного акліматизації на низькому рівні з низькими тренуваннями на продуктивність. Журнал прикладної фізіології, 1997, Том 83, № 1, с. 102-112.
10. Частиков, А. П., Гаврилова, Т. А., Белов, Д. Л. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS. СПб.: БХВ Петербург, 2003. 608 с.

11. Ручкин, В. Н., Фулин, В. А. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы. СПб.: БХВ Петербург, 2009. 240 с. ISBN 978-5-9775-0460-7.
12. Черноручский, И. Г. Методы принятия решений. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 416 с.
13. Барч, П., Денерт, К., Фридман-Бетте, Б., Фромме, А., Барч, П. Вплив інтервальної гіпоксії на ефективність елітних велосипедистів: рандомізоване, подвійно-сліпе, контрольоване плацебо дослідження. Журнал прикладної фізіології, 2008, Том 104, № 4, с. 966-976.
14. IBM Watson for Oncology. IBM in Deutschland, Österreich und der Schweiz. URL:
<https://www.ibm.com/docs/en/announcements/watson-oncology?region=CAN>.
15. VisualDx. VisualDx. URL: <https://www.visualdx.com/about-visualdx/>.
16. Health. Powered by Ada. Ada. URL: <https://ada.com/>.
17. Isabel Healthcare. Differentialdiagnosetool | Isabel Healthcare. URL:
<https://www.isabelhealthcare.com/>.
18. Buoy Health. Buoy Health: Check Symptoms & Find the Right Care. URL:
<https://www.buoyhealth.com/>.
19. Мілле, Г. П., Роелс, Б., Шмітт, Л., Воронс, К., Рішалет, Ж. П. Поєднання методів гіпоксії для досягнення пікової продуктивності. Медицина в умовах великої висоти, 2010, Том 40, № 1, с. 1-25.
20. Гоппелер, Г. Помірна акліматизація на великій висоті і тренування на низькій висоті: потужна концепція спортивної висоти. Європейський журнал прикладної фізіології, 2014, Том 114, № 1, с. 1-2.
21. Філіппов, М. М. Режим масопереносу кисню та вуглекислого газу при м'язовій діяльності. Спеціальна та клінічна фізіологія гіпоксичних станів. Київ: Наукова думка, 1979, с. 208–214.
22. Фомін, В. М., Ветлущий, В. Н., Ганімедов, В. Л., Мучна, М. І., Шепеленко, В. Н., Мельников, М. Н., Савіна, А. А. Дослідження потоку повітря в носовій порожнині людини. Застосована механіка та технічна фізика, 2010, Т. 51, № 2, с. 107–115.

23. Фомін, В. М., Ганімедов, В. Л., Мельников, М. Н., Мучна, М. І., Садовський, А. С., Шепеленко, В. І. Чисельне моделювання потоку повітря в носовій порожнині людини з імітацією застосування клінічного методу передньої активної рінومانометрії. Застосована механіка та технічна фізика, 2012, Т. 53, № 1, с. 58–66.
24. Холодов, А. С. Деякі динамічні моделі зовнішнього дихання та кровообігу з урахуванням їх взаємозв'язку та переносу речовин. Комп'ютерні моделі та прогрес медицини. Москва: Наука, 2001, с. 127–163.
25. Шкляр, Б. С. Діагностика внутрішніх захворювань. Київ: Вища школа, 1972. 516 с.
26. Шмелев, Є. І. Бронхіальна астма в поєднанні з хронічною обструктивною хворобою легень: стратегічні проблеми терапії. Consilium medicum, 2006, № 8, с. 846-851.
27. Молчанова, Н. І., Марченко, Д. І. Про роль гіпоксії в саморегуляції системи дихання при фізичному навантаженні. Кібернетика, 1986, с. 93–96.
28. Мудрик, В. І. Особливості розвитку кисневої недостатності у людини під впливом м'язової діяльності помірної інтенсивності. Спеціальна та клінічна фізіологія гіпоксичних станів. Київ: Наук. думка, 1979, с. 173-178.
29. Онопчук, Ю. Н. Рівноважні системи та перехідні процеси в системах зовнішнього дихання та кровообігу. Дослідження на математичній моделі. Кібернетика, 1991, с. 136-139.
30. Матюшев, Т. В., Дворников, М. В., Богомолів, А. В., Кукушкін, Ю. А., Поляков, А. В. Математичне моделювання динаміки показників газообміну людини в умовах гіпоксії. Математичне моделювання, 2014, с. 51-64.
31. Бреслав, І. С. Фізіологія дихання. Фізіологічний журнал СРСР, 1979, № 1, с. 3–14.