

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

на тему Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування
під вимоги споживача

Виконав (-ла): студент (-ка) 2 курсу, групи ТРз-23мп

Осадчий Денис Олегович

(прізвище, ім’я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник к.т.н, доцент Тихоход В.О

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

_____ (підпис)

Рецензент _____

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

_____ (підпис)

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

Студент (-ка) _____

(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

(підпис) Наталія АУШЕВА

«____» _____ 2023р.

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

Осадчому Денис Олеговичу

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема дисертації «Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача»

Науковий керівник Тихоход Володимир Олександрович, к.т.н, доцент

(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

Мова програмування TypeScript та Javascript, середовище розробки Visual Studio Code, фреймворк React

4. Перелік питань, які потрібно розробити

аналіз сучасних тенденцій та технологій у сфері 3D-моделювання протезів,
розробити інтерфейс для взаємодії користувача з 3D-моделями протезів,
Забезпечити можливість вибору та налаштування матеріалів протезів.

5. Орієнтований перелік ілюстративного матеріалу

схеми архітектури додатку, знімки інтерфейсу додатку та структури проекту

6. Орієнтований перелік публікацій _____

7. Консультанти розділів дисертації _____

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	строки виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
	Затвердження теми роботи	15.03.2023	
	Вивчення та аналіз задачі	17.03.2023-12.07.2023	
	Розробка архітектури та загальної структури системи	13.07.2023-10.09.2023	
	Програмна реалізація системи	10.09.2023-28.09.2023	
	Розробка клієнтської частини додатку	01.10.2023-18.10.2023	
	Розробка серверної частини додатку	01.10.2023-20.10.2023	
	Оформлення пояснювальної записки	21.10.2023-17.11.2023	
	Захист програмного продукту	25.10.2023	
	Передзахист	04.12.2023	
	Захист	12.01.2024	

Студент

(підпис)

Осадчий Денис

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Науковий керівник

(підпис)

Володимир Тихоход

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається з вступу, шести розділів, висновку, переліку посилань, одного додатку, 7 таблиць та містить 39 рисунків. Загальний обсяг магістерської роботи становить 95 сторінок, з переліком посилань на 2 сторінках та 1 сторінкою додатку.

Актуальність теми дослідження полягає в необхідності вдосконалення медичних технологій та індивідуалізації протезування. Метою роботи є розробка та впровадження веб-застосунку для 3D моделювання протезів з можливістю адаптації та налаштування під вимоги кінцевого споживача. Завдання дослідження включає аналіз технологічних можливостей 3D-моделювання, розробку інтерфейсу користувача та інтеграцію з системами адаптивного протезування.

Метою дослідження є створення програмного забезпечення - веб-застосунку для 3D моделювання протезів, яке забезпечує користувачам можливість адаптації та персоналізації протезів з урахуванням їхніх індивідуальних потреб та вимог.

Для досягнення мети проекту "Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача" були визначені конкретні завдання, що визначили напрямок дослідження та розробки:

- Аналіз наявних технологій та програмних рішень
- Визначення ключових завдань для веб-додатку
- Проаналіз процесу взаємодії з веб-додатком
- Розробка модулів для системи збережених моделей
- Інтеграція зовнішніх засобів зберігання даних
- Оптимізація використання бібліотек three.js та React
- Реалізація системи аутентифікації та збереження користувачів

Об'єктом дослідження є процес створення індивідуалізованих протезів, а предметом - веб-застосунок для їхнього 3D моделювання. Методи дослідження включають літературний аналіз, математичне моделювання та експериментальні дослідження з використанням розробленого веб-застосунку.

Предметом дослідження є створення та розвиток веб-застосунку для 3D моделювання протезів з метою адаптації та налаштування їх під індивідуальні потреби та вимоги споживачів.

Результати роботи демонструють наукову новизну у використанні технологій 3D-моделювання для створення індивідуалізованих медичних протезів. Практичне значення полягає в покращенні якості протезування та зручності для пацієнтів. Апробація результатів проводилася на клінічних випробуваннях, де виявлено високу ефективність веб-застосунку у практичній медицині.

Структура магістерської дисертації включає вступ, теоретичний огляд, методологію дослідження, розділ з розробки веб-застосунку, аналіз отриманих результатів та висновки.

Ключові слова: *3D, протез, MongoDB, Amazon, React, TypeScript.*

ABSTRACT

The master's thesis consists of an introduction, six chapters, a conclusion, a list of references, one appendix, 7 tables and contains 39 figures. The total volume of the master's thesis is 95 pages, with a list of references on 2 pages and 1 page of the appendix.

The relevance of the research topic lies in the need to enhance medical technologies and individualize prosthetics. The goal of the work is to develop and implement a web application for 3D prosthetic modeling with the ability to adapt and customize them to the specific needs and requirements of end-users. The research tasks include analyzing the technological possibilities of 3D modeling, designing the user interface, and integrating with adaptive prosthetic systems.

The objective of the research is to create a web application for 3D prosthetic modeling, providing users with the capability to adapt and personalize prosthetics according to their individual needs and requirements.

To achieve the project's goal, specific tasks were formulated, guiding the direction of research and development:

- Analyzing existing technologies and software solutions.
- Identifying key tasks for the web application.
- Analyzing the user interaction process with the web application.
- Developing modules for the system of saved models.
- Integrating external data storage solutions.
- Optimizing the use of three.js and React libraries.
- Implementing user authentication and storage.

The object of study is the process of creating individualized prosthetics, while the subject is a web application for their 3D modeling. Research methods include literary analysis, mathematical modeling, and experimental studies using the developed web application.

The subject of study is the creation and development of a web application for 3D modeling of prosthetics aimed at adapting and customizing them to individual needs and

requirements of consumers. The methods of research include a literature review, mathematical modeling, and experimental studies using the developed web application.

The results demonstrate scientific novelty in the use of 3D modeling technologies for creating individualized medical prosthetics. The practical significance lies in improving the quality of prosthetics and convenience for patients. The results were validated through clinical trials, highlighting the high effectiveness of the web application in practical medicine.

The structure of the master's thesis comprises an introduction, theoretical overview, research methodology, a chapter on the development of the web application, analysis of obtained results, and conclusions.

Keywords: *3D, Prothesis, MongoDB, Amazon, React, TypeScript.*

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	3
ABSTRACT.....	5
ЗМІСТ	7
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	10
ВСТУП.....	11
1 ЗАДАЧА РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ ДЛЯ КОНФІГУРАЦІЇ ТА КАСТОМІЗАЦІЇ 3D МОДЕЛЕЙ	13
1.1 Аналіз існуючих рішень.....	14
1.1.1 UNYQ	15
1.1.2 Open Bionics	15
1.1.3 LimbForge	16
1.1.4 Mecuris	17
1.2 Мета дослідження.....	18
1.3 Вимоги до системи	19
Висновки до розділу 1	20
2 ОПИС ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	22
2.1 Медичні протези та їх важливість	22
2.2 3D моделювання в медицині.....	23
2.3 Особливості 3D моделей протезів	24
2.4 Визначення ключових функціональних вимог до нової системи	25
2.5 Роль веб-застосунку в адаптації протезів.....	26
Висновки до розділу 2.....	27
3 ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ	28
3.1 Технологічні інструменти для розробки веб-застосунку	30
3.2 Веб-сервер node.js та фреймворк express.js.....	31

3.3 Система керування базами даних mongodb	32
3.4 Система керування базами даних amazon s3	33
3.5 Мова програмування Typescript.....	35
3.6 Бібліотеки React мови javascript	36
3.7 Бібліотека React Router DOM.....	39
3.8 Бібліотека для роботи з 3D графікою Three.js	40
3.9 Tailwind CSS	41
3.10 Протокол передачі даних http	42
3.11 Редактор вихідного коду Microsoft visual studio code.....	44
3.12 Git розподілена система керування версіями.....	45
Висновки до розділу 3	45
4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВЕБ-ДОДАТКУ	47
4.1 Функціональна модель системи.....	47
4.2 Архітектура веб-застосунку	49
4.3 Опис програмної реалізацію системи адаптації 3Д моделей протезів	51
4.3.1 Опис архітектури клієнтської частини додатку	51
4.3.2 Структура папки з загальними компонентами.....	52
4.3.3 Опис реалізації навігації по додатку	54
4.3.4 Інтеграція three.js та React для роботи з 3D графікою	57
4.3.5 Реалізація відображення 3D моделі в браузері	58
4.3 База даних веб-додатку	60
4.3.1 База даних веб-застосунку.....	61
4.3.2 Amazon S3 Bucket	64
4.4 Модуль аутентифікації.....	67
Висновки до розділу 4.....	69
5 РОБОТА КОРИСТУВАЧА З СИСТЕМОЮ	71

5.1 Системні вимоги	71
5.2 Використання платформи	71
5.2.1 Сторінка авторизації	72
5.2.2 Сторінка реєстрації	73
5.2.3 Початкова сторінка	74
5.2.4 Сторінка створення власного дизайну протезів	75
5.2.5 Сторінка збережених моделей протезів	77
5.2.5 Сторінка збережених моделей протезів	77
5.2.6 Сторінка деталей про веб-додаток	78
Висновки до розділу 5	79
6 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ	81
6.1 Опис ідеї проєкту	81
6.2 Технічний аудит проєкту	84
6.3 Моніторинг ринкових можливостей	85
6.4 Узагальнення	87
Висновки до розділу 6	89
ВИСНОВОК	91
ДОДАТОК А	94

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ОС – Операційна система

ПЗ – Програмне забезпечення

БД – База даних

HTML - стандартизована мова розмітки документів для перегляду веб-сторінок (англ. Hyper Text Markup Language)

HTTP - протокол передачі даних, що використовується в комп'ютерних мережах

CSS — мова стилю сторінок (англ. Cascading Style Sheets)

JavaScript — мова програмування.

TypeScript - мова програмування.

Стек – це набір програмних компонентів, інструментів і технологій, які використовуються для розробки та виконання додатків.

Three.js — це бібліотека JavaScript з кросбраузерністю та інтерфейсом прикладного програмування

MongoDB - Документо-орієнтована система керування базами даних

MERN - популярний набір технологій для створення односторінкових додатків

Amazon - це онлайн-платформа, яка надає користувачам віртуальні обчислювальні ресурси, сховища, інфраструктуру та сервіси

React — бібліотека JavaScript для розробки користувацького інтерфейсу.

DOM - це концепція програмування, в якій ідеальне чи «віртуальне» представлення інтерфейсу користувача зберігається в пам'яті і синхронізується зі «справжнім» DOM за допомогою бібліотеки, такої як ReactDOM

ВСТУП

В наш час в медичній галузі актуальність вдосконалення та індивідуалізації систем протезування набуває важливості. Сучасна сфера протезування на сьогоднішній день визнається критично необхідною та актуальною в зв'язку з ростом числа осіб, які стикаються із втратою частини свого апарата руху та необхідністю використання медичних протезів для відновлення функціональності та покращення якості життя.

Незважаючи на існуючі аналоги систем протезування, вони часто мають свої обмеження та недоліки. Традиційні методи проектування та виготовлення протезів потребують індивідуалізації та адаптації до унікальних потреб кожного користувача. Це призводить до недостатньої відповідності індивідуальним особливостям та вимогам, що обмежує їхню функціональність та ефективність.

Визначено, що існуючі технологічні рішення в цій галузі відзначаються обмеженими можливостями налаштування та адаптації до індивідуальних потреб користувачів та мають проблеми з швидкістю роботи веб-застосунків.

Отже розробка веб-застосунку для 3D-моделювання протезів стає актуальною та призначена для подолання недоліків існуючих систем. Даний веб-застосунок має на меті реалізацію індивідуалізованої адаптації 3D-моделей протезів, надаючи користувачам можливість конфігурування та налаштування протезів відповідно до їхніх унікальних вимог та фізіологічних характеристик.

Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача має надавати можливість дистанційного налаштування протезів, що відкриває широкі перспективи для користувачів. Цей підхід забезпечує можливість особистого налаштування протезів зручним та ефективним способом, виключаючи обов'язковий візит до спеціалізованих медичних центрів.

Розробка веб-застосунку спрямована на оптимізацію взаємодії між клієнтами та виробниками медичних протезів. Цей застосунок надасть змогу користувачам налаштовувати 3D моделі під власні потреби, вносити власні зміни та адаптації, щоб кожен протез відповідав конкретним вимогам.

Веб-застосунок має надати можливості завантаження 3D моделей виробниками, для збільшення різноманітності та доступності протезів. Також веб-застосунок має надавати змогу користувачам перегляд наявних готових 3D моделей з можливістю налаштування, швидко обирати та адаптувати протези під свої унікальні вимоги, роблячи процес вибору більш доступним та ефективним.

Крім того, система має забезпечувати зручне збереження кастомізованих 3D моделей в базу даних, що полегшує управління та обмін інформацією між сторонами.

Задачі даного дослідження визначаються створенням та оптимізацією веб-застосунку для 3D-моделювання протезів, що забезпечить його високу ефективність, інтерактивність та надійність. Одночасно, пріоритетним завданням є максимальна індивідуалізація протезів, включаючи вибір форми, розмірів, матеріалів та інших параметрів. Дана розробка покликана відкрити новий етап у сфері протезування, де акцент робиться на залученні користувачів до процесу створення та адаптації медичних протезів, що робить її ключовою та практично значущою в контексті вирішення актуальних завдань та проблем.

1 ЗАДАЧА РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ ДЛЯ КОНФІГУРАЦІЇ ТА КАСТОМІЗАЦІЇ 3D МОДЕЛЕЙ

Сучасні технології 3D-моделювання здобули велику популярність завдяки своїй унікальній можливості — взаємодії з тривимірними об'єктами через інтуїтивний користувацький інтерфейс (UI). Це явище, що стало важливим кроком у розвитку технологічного прогресу, широко застосовується у різних галузях, починаючи від моди і закінчуючи медициною та інженерією.

У сучасному світі великі бренди, такі як Nike, Adidas, Balenciaga, впроваджують інтерактивне 3D-моделювання в своїх продуктах. Клієнти отримують можливість створити унікальний дизайн для свого одягу чи взуття, вибираючи колір, матеріали, додаючи власні надписи та інші елементи. Після створення власної 3D-моделі вони можуть замовити виробництво продукту за власним дизайном. Це відмінний приклад використання технології для індивідуалізації продуктів у сфері моди.

Проте, справжньою суттю та важливістю 3D-моделювання є його використання в більш серйозних галузях, таких як медицина, архітектура, інженерія і багато інших. У медичній сфері, наприклад, технологія 3D-моделювання виявляється надзвичайно ефективною для створення протезів. За допомогою заздалегідь створених 3D-моделей, можна точно визначити розміри, обрати матеріали, врахувати індивідуальні особливості та представити реалістичний образ майбутнього продукту.

Важливим аспектом даної технології є не лише її роль у виробництві, але й можливість індивідуалізації та налаштування продуктів для кінцевих користувачів. У випадку веб-застосунку для 3D-моделювання протезів, основною метою є створення інструменту, що надає можливість пацієнтам самостійно адаптувати та модифікувати 3D-моделі медичних протезів відповідно до їхніх унікальних потреб.

Мета даної дисертації полягає в розробці програмного забезпечення, яке дозволить кінцевим користувачам взаємодіяти з 3D-моделями через інтуїтивний графічний інтерфейс. Цей підхід відображає новий етап в еволюції медичних технологій, де пацієнти стають активними учасниками у виборі та формуванні свого здоров'я.

Важливим аспектом такого програмного продукту є його потенціал застосування в інших галузях, де індивідуалізація та персоналізація виробів є ключовими. Такий веб-застосунок може стати революційним інструментом у вирішенні завдань, пов'язаних з розробкою та адаптацією продуктів для індивідуальних потреб споживачів.

Отже, висвітлення можливостей та потенціалу 3D-моделювання через інтуїтивний UI виявляється ключовим напрямком у вирішенні сучасних викликів технологічного розвитку, надаючи пацієнтам, дизайнерам і іншим учасникам процесу інструмент для активного та творчого взаємодії з тривимірними об'єктами у віртуальному просторі.

1.1 Аналіз існуючих рішень

В цьому розділі проведено ретельний аналіз сучасного ринку веб-застосунків для 3D моделювання протезів з фокусом на популярних представників, таких як UNYQ, Open Bionics та LimbForge. Висвітлено ключові функціональні можливості кожного з них, а також окреслено їх унікальні особливості та придатність для використання в різних сценаріях, пов'язаних із створенням та адаптацією 3D моделей протезів.

Проведено аналіз сильних та слабких сторін кожного додатку, а також здійснено порівняння їх підходів до забезпечення можливостей адаптації та налаштування протезів під індивідуальні потреби користувачів. Це дозволяє визначити оптимальний вибір для веб-застосунку 3D моделювання протезів, спрямованого на забезпечення високої адаптивності та індивідуалізації з урахуванням потреб споживача.

1.1.1 UNYQ

UNYQ - це інноваційна компанія, яка спеціалізується на розробці та виробництві індивідуальних медичних протезів та ортопедичних виробів, зокрема, з використанням передових технологій 3D-друку та дизайну. Компанія створена з метою змінити підхід до створення протезів, забезпечуючи клієнтам персоналізовані рішення, які враховують їхні унікальні потреби та стиль життя (рисунку 1.1).



Рисунок 1.1 - Протез ноги від компанії UNYQ

Але додаток для створення власного дизайну протезу має деякі недоліки такі як: складність в використанні, необхідність апаратного забезпечення, обмежена функціональність, нестабільність або помилки, потреба у великій швидкості інтернету.

1.1.2 Open Bionics

Open Bionics є провідним гравцем в області розробки та виробництва прогресивних протезів, зосереджених на вдосконаленні якості життя людей з

втратою кінцівок. Вони використовують передові технології для створення доступних та інноваційних рішень у сфері медичних пристосувань. Open Bionics пропонує повну налаштування протеза, що є реальною перевагою для людини, яка його носить, який може потім створити його за власним зображенням. Особливо привабливий момент для дітей, які часто вибирають протез із зображенням свого героя (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 - Протез руки Heroic Arm від компанії Open Bionics

Але додаток компанії для створення власного дизайну є не дуже інтуїтивним, та має ряд недоїлків таких як: нестабільність або помилки, деякі функції додатку є неочивдними для користувача, повільне відображення моделі.

1.1.3 LimbForge

Limb Forge - це асоціація, яка прагне надати протези країнам, що розвиваються, які не можуть часто дозволити собі ці медичні засоби. Вона розробила кілька моделей для руки, ліктя, передпліччя, зап'ястя та руки, з можливістю повністю адаптуватися до свого власника (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 - Протез руки від компанії Limb Forge

Після 3D-моделювання на програмному забезпеченні, розробленому Autodesk, протез друкується в 3D з пластикового матеріалу, який може приймати різний колір залежно від пацієнта.

Додаток компанії для створення власного дизайну є застарілим, та довго не оновлювався.

1.1.4 Mecuris

Виробник держателів Mecuris розробив 3D-друковані протезні ноги (рисунок 1.4), NexStep, які отримали марку CE.



Рисунок 1.4 - Протез руки від компанії Limb Forge

Пацієнт може легко налаштувати протез за допомогою інтернет-платформи німецького виробника і доставити його всього за тиждень, Mecuris сподівається знизити цю затримку лише до 48 годин. Для дітей, FirStep, також доступний асортимент. Вони розвиваються разом з ортопедом і носієм, виготовленими під замовлення ортезами та протезами. Використовуючи платформу Mecuris Solution, протези можуть бути легко та інтуїтивно адаптовані до конкретних потреб пацієнта та виготовлення за допомогою 3D-друку.

1.2 Мета дослідження

На фоні стрімкого розвитку технологій виникає необхідність вдосконалення систем створення та адаптації медичних протезів, щоб максимально враховувати індивідуальні потреби кожного користувача. Інноваційні підходи до цієї завдання можуть значно поліпшити якість життя людей із фізичними обмеженнями. Отже, розробка веб-застосунку для 3D-моделювання та налаштування медичних протезів, яка враховує унікальні потреби кожного користувача, стає важливою та актуальною задачею.

Саме ця робота націлена на вивчення можливостей та переваг використання такого веб-застосунку, який інтегрує сучасні технології та інструменти для створення та конфігурації 3D-моделей медичних протезів. Важливо визначити, як цей веб-застосунок може сприяти забезпеченню індивідуального підходу до потреб кожного клієнта, роблячи процес створення протезів більш доступним та ефективним.

Переваги такого веб-застосунку виявляються в його здатності пристосовувати 3D-моделі протезів до конкретних анатомічних особливостей та індивідуальних побажань користувача. Застосування передових технологій дозволяє створити інтерфейс, який спрощує взаємодію з 3D-моделями, забезпечуючи зручний та інтуїтивний процес конфігурації.

Магістерська робота покликана вирішити важливу проблему розробки та впровадження інноваційних технологій у сфері медичних протезів. Головна мета

полягає в розробці високотехнологічного веб-застосунку, призначеного для 3D-моделювання та індивідуалізації медичних протезів, з врахуванням унікальних потреб кожного користувача. Ця задача стає надзвичайно актуальною в контексті стрімкого розвитку цифрових технологій та постійного прагнення поліпшити якість життя осіб з фізичними обмеженнями.

Сутність мети дослідження полягає у створенні веб-платформи, яка надасть користувачам можливість не лише моделювати 3D-зображення протезів, а й адаптувати їх до унікальних анатомічних особливостей та індивідуальних уподобань. Основна мета полягає в розробці зручного та інтуїтивно зрозумілого інструменту, що дозволить кінцевим користувачам взаємодіяти з готовими 3D-моделями протезів через візуальний інтерфейс.

Важливою частиною поставленої мети є забезпечення користувачам можливості не лише реплікувати існуючі моделі, але й вносити в них зміни відповідно до власних уподобань та потреб. Зазначена індивідуалізація відкриває широкі можливості для реалізації персонального підходу та врахування унікальних характеристик кожного клієнта.

Таким чином, мета магістерської роботи зводиться до створення не просто технічно складного інструменту, але до інноваційного рішення, яке враховує глибоке розуміння потреб користувачів у сфері медичних протезів та пропонує засіб для їх втілення через візуальний інтерфейс.

1.3 Вимоги до системи

Основними функціями програмного продукту для пацієнта є:

- а) функція реєстрації в системі за запрошенням;
- б) функція входу в систему;
- в) функція налаштування наданих моделей з боку виробника;
- г) функція огляду моделей в 360 градусів;
- д) функція налаштування кольору деталей протезу;
- е) функція вибору матеріалів деталей протезу;

- ж) функція збереження налаштованої моделі;
- з) функція перегляду всіх адаптованих моделей;
- и) функція видалення адаптованих моделей;
- к) функція додання коментарю до моделі протезу;
- л) функція редагування профілю;
- м) функція зміни паролю профілю;
- н) функція видалення профілю;

Зовнішній інтерфейс з точки зору виробника протезів передбачає такі функції:

- а) функція додавання нових моделей в систему;
- б) функція завантаження моделей конкретним клієнтам;
- в) функція перегляду налаштованих моделей користувачів;
- г) функція додання коментарю до моделі протезу;
- д) функція збереження налаштованих моделей на комп'ютер;
- е) функція редагування профілю;
- ж) функція зміни паролю;

Висновки до розділу 1

У першому розділі проведено ретельний аналіз існуючих рішень у сфері конфігурації та кастомізації 3D моделей протезів. Виявлені переваги та недоліки наявних систем надали підґрунтя для формулювання чіткої мети дослідження.

Визначено, що існуючі технологічні рішення в цій галузі відзначаються обмеженими можливостями налаштування та адаптації до індивідуальних потреб користувачів. Виявлені прогалини у функціоналі та обмеження створюють проблеми для користувачів у досягненні повноцінної індивідуалізації своїх протезів. Мета дослідження полягає в розробці програмного продукту, який надає високий рівень конфігурації та кастомізації 3D моделей протезів.

Були сформульовані ключові характеристики розроблюваного програмного продукту. Визначено, що система має надавати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс

для користувачів, високий рівень налаштувань, ефективну обробку та зберігання 3D моделей, а також надійність та масштабованість.

У висновках до цього розділу можна констатувати, що аналіз існуючих рішень надав підґрунтя для чіткого визначення завдань та напрямку дослідження. Мета дослідження визначена як створення високофункціональної системи для конфігурації та кастомізації 3D моделей протезів. Характеристики системи чітко визначені з урахуванням потреб користувачів та технічних можливостей розробленого програмного продукту.

2 ОПИС ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.

Сучасне медичне виробництво на широкому використанні впроваджує технології 3D моделювання та друку для розробки та виробництва медичних протезів. Це напрям досліджень і розробок стає дедалі актуальнішим завдяки своїй інноваційності та потенціалу в значній мірі покращити якість життя пацієнтів, що стикаються з втратою або дефектами кінцівок.

Однією з ключових особливостей цієї предметної області є можливість індивідуалізації протезів за допомогою технологій 3D моделювання. Замість стандартних рішень, здійснених масовим виробництвом, протез може бути створений з урахуванням унікальних фізіологічних та естетичних властивостей конкретного пацієнта.

Технологічні аспекти 3D моделювання протезів включають в себе використання високоточних методів для створення деталей та їх з'єднань. Важливим етапом є інтеграція процесів друку та моделювання для досягнення максимальної точності та ефективності виробництва.

Цей підхід не лише спрощує та прискорює виробництво протезів, але й надає змогу для створення більш ергономічних та функціонально відповідних рішень. Отже, вивчення особливостей та вдосконалення алгоритмів 3D моделювання протезів визначає перспективи розвитку медичної індустрії, спрямовані на максимальне задоволення потреб пацієнтів.

2.1 Медичні протези та їх важливість

Медичні протези на сьогоднішній день визнані ключовою складовою успішної медичної та реабілітаційної практики. Ці технологічні рішення відкривають перед людьми з фізичними обмеженнями широкі можливості для повернення до повноцінного активного життя та виконання різноманітних щоденних завдань. Своєю суттю протези призначені для заміщення втрачених або пошкоджених кінцівок, внутрішніх органів чи інших частин тіла, відновлюючи

функціональність та покращуючи якість життя пацієнтів.

Незважаючи на те, що медичні протези стали невід'ємною частиною сучасної медицини, кожна людина унікальна і вивчення її потреб в контексті використання протезів виявляється надзвичайно важливим завданням. Однак, природа цих потреб, як правило, дуже різноманітна та індивідуалізована, враховуючи ряд чинників, таких як ступінь втрати, вид фізичного обмеження, стан здоров'я та особисті вподобання.

У цьому контексті необхідно розглядати протезування як складний та динамічний процес, що вимагає індивідуального підходу до кожного випадку.

Розуміння та врахування унікальних потреб кожного пацієнта стає важливою передумовою для успішного впровадження та використання медичних протезів. Враховуючи це, розробка та імплементація високотехнологічних засобів, які надають можливість індивідуальної адаптації та моделювання протезів, стає необхідністю для досягнення оптимального результату в реабілітації та поліпшенні якості життя пацієнтів з фізичними вадами.

2.2 3D моделювання в медицині

3D моделювання в сфері медицини є надзвичайно важливою та перспективною галуззю, яка знаходить застосування у різних аспектах медичної практики. Ця технологія створює можливість створення точних та реалістичних моделей анатомічних структур пацієнтів, що відкриває широкі перспективи для діагностики та лікування різноманітних станів та хвороб.

У медицині 3D моделювання використовується для розробки та створення протезів та імплантатів, які максимально точно відповідають індивідуальним анатомічним параметрам конкретного пацієнта. Це важливо, оскільки дозволяє досягти високої точності та індивідуалізації у лікуванні. Крім того, 3D моделювання відкриває можливості для вдосконалення процесу виготовлення медичних пристосувань, забезпечуючи оптимальний підбір та функціональність.

Незважаючи на потужний потенціал, пов'язаний із використанням 3D

моделювання в медицині, розробка та налаштування протезів залишаються викликливим завданням, яке вимагає індивідуального підходу до кожного пацієнта.

Вирішення цих завдань може сприяти подальшому розвитку та удосконаленню медичної практики, забезпечуючи науковцям та лікарям необхідні інструменти для точної діагностики та ефективного лікування.

2.3 Особливості 3D моделей протезів

3D моделі протезів, які розроблені та імплементовані у веб-застосунку для завдань адаптації та налаштування, представляють собою високотехнологічний продукт з унікальними атрибутами, спрямованими на створення максимально індивідуалізованого та функціонального протезу для кожного користувача.

Підготовка 3D моделей частіше за все відбувається в дотакі Blender [8], в якому створюється візуальне зображення протезу (рисунк 2.1).

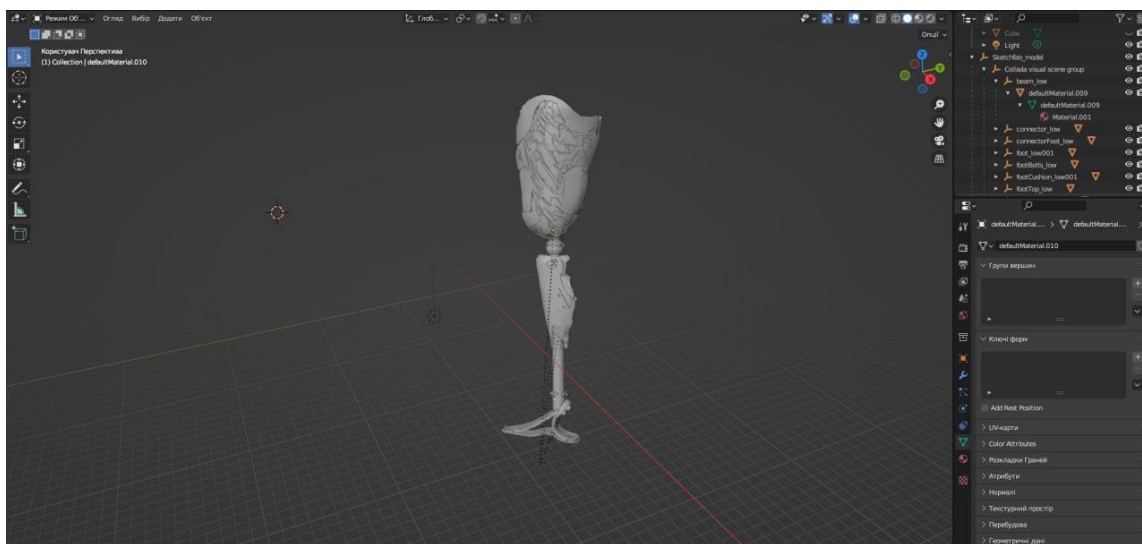


Рисунок 2.1 - Модель протезу ноги в Blender

В Blender визначається розмір та форма протезу, створюється базова геометрична модель. Потім додаються деталі для натурального вигляду, застосовуються текстури. При необхідності може проводитися анімація.

Для реалізації відображення моделі в браузері відбувається експорт моделі у підтримуваний формат для використання в веб-застосунку. Оптимізація розміру файлу та полігонів забезпечує ефективне завантаження веб-застосунку. Цей процес робить можливим створення деталізованих та індивідуалізованих 3D моделей протезів для подальшої адаптації та налаштування під потреби користувача.

Серед ключових атрибутів цих 3D моделей варто виділити геометричні характеристики, що враховують анатомічні особливості кожного конкретного користувача. Це дозволяє створювати протези, які оптимально вписуються у фізіологічні параметри і потреби кожної окремої особи.

Додатково, важливо відзначити можливість вибору матеріалів для деталей протезу, враховуючи індивідуальні вподобання та потреби кожного користувача. Цей атрибут дозволяє враховувати якість, вагу та інші характеристики матеріалу, щоб забезпечити оптимальний функціонал протезу.

Функціональний аспект моделей включає в себе можливість налаштування кольору деталей протезу, забезпечуючи особистий стиль та вираження користувача.

Користувач може вносити зміни у різні аспекти 3D моделі, такі як тип матеріалу, колір та ергономіка. Це дозволяє кожному користувачеві персоналізувати свій протез, забезпечуючи зручність, ефективність та відповідність його унікальним потребам.

2.4 Визначення ключових функціональних вимог до нової системи

Визначення ключових функціональних вимог до нової системи 3D моделювання протезів є критичним етапом проектування. Основні функціональні вимоги включають реєстрацію та авторизацію, з можливістю створення облікових записів та входу в систему. Також передбачено налаштування 3D моделей, змінювані параметри та можливість змінювати кольори та матеріали деталей. Користувач може переглядати свої моделі в 360 градусах та зберігати їх для

подальшого використання. Управління профілем користувача передбачає редагування особистої інформації та зміну пароля облікового запису.

Також передбачена взаємодія з виробником, включаючи відправку змін до виробника та можливість додавання коментарів. Користувач може керувати своїми адаптованими моделями, переглядати їх та видаляти непотрібні. Взаємодія виробника передбачає додавання нових моделей в систему та надання доступу до адаптованих моделей конкретним клієнтам.

Важливо враховувати ергономіку та функціональність, ураховуючи фізіологічні особливості та можливість коригування функціональних характеристик протезу. Забезпечення безпеки та конфіденційності передбачає високий рівень захисту даних користувачів.

Алгоритм підготовки 3D моделі до виробництва автоматизований і ефективний, включаючи етапи від завантаження на сервер до змін характеристик та відправки виробнику для виробництва.

2.5 Роль веб-застосунку в адаптації протезів

Веб-застосунок для 3D моделювання протезів відіграє ключову роль у трансформації процесу розробки та адаптації протезів, роблячи його більш доступним та індивідуалізованим. Цей інноваційний інструмент надає користувачам можливість не лише самостійно займатися створенням, але й налаштуванням протезів, враховуючи їхні унікальні потреби та особливості.

Використання веб-застосунку дозволяє користувачам взаємодіяти з 3D моделями протезів через інтуїтивний інтерфейс. Вони можуть відтворювати та змінювати різні параметри, такі як розмір, форма, матеріал і кольори. Це індивідуалізоване підходу дозволяє створювати унікальні протези, які не лише відповідають фізичним потребам користувача, але й відображають його особистий стиль та виражають індивідуальність.

Застосування веб-застосунку у цьому контексті робить можливим взаємодію із технологією 3D моделювання, що стає важливим етапом у вдосконаленні якості

медичних протезів. Такий інтерактивний підхід підвищує зручність використання та сприяє ефективнішому впровадженню індивідуальних рішень у галузі медичних технологій.

Висновки до розділу 2

У цьому розділі проведено глибокий аналіз медичних протезів та їх важливості для пацієнтів, які потребують заміщення втрачених або пошкоджених частин тіла. В цьому розділі було підкреслено значущість цих медичних засобів у поліпшенні якості життя та поверненні до повноцінного функціонування для осіб із фізичними обмеженнями.

Було розглянуто важливість 3D моделювання в контексті медичної сфери, зокрема для створення протезів. Здійснений аналіз відзначив переваги використання технологій 3D моделювання у порівнянні з традиційними методами виробництва.

Був розглянутий ряд характерних рис, які визначають успішність та індивідуалізацію медичних протезів, створених за допомогою 3D технологій. Було чітко визначено критичні характеристики, які має мати розроблювана система для ефективного конфігурування та кастомізації 3D моделей протезів.

Висновки до цього розділу підкреслюють важливість вивчення та розуміння медичних протезів, технологій 3D моделювання, особливостей їх створення, визначення ключових функціональних вимог та ролі веб-застосунку у впровадженні індивідуалізованих протезів.

3 ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ

Обрано сучасний та продуктивний підхід до розробки додатку, забезпечуючи ефективність та високу якість продукту. Технології, які використовуються, спрямовані на оптимальну роботу та легку інтеграцію, що робить їх ідеальним вибором для додатку.

Інтерфейс для 3D моделювання реалізований за допомогою стеку технологій MERN -

- Ефективний за часом
- Швидко
- Економічний
- Асинхронний

Цей стек надає низку переваг, які вирішують важливі завдання в розробці веб-застосунку 3D моделювання протезів.

MongoDB, як база даних, забезпечує гнучкість у зберіганні та обробці даних, дозволяючи легко пристосовуватися до змін у структурі інформації. Express.js служить для побудови надійного серверного середовища, обробки запитів та забезпечення стабільної роботи додатку.

React відповідає за ефективний та інтуїтивний користувацький інтерфейс, надаючи можливість легко взаємодіяти з 3D моделями та редагувати їх. Node.js, як середовище виконання на сервері, забезпечує асинхронність та високу продуктивність, що є ключовим для оптимізації роботи додатку.

Цей обране поєднання технологій гарантує, що веб-застосунок для 3D моделювання протезів буде не тільки швидким та стабільним, але й готовим до масштабування та подальшого розвитку.

Для ще більшої ефективності та розширеності додатку, було використано фреймворк NestJS та облачне сховище Amazon S3 Bucket для зберігання 3D моделей. NestJS [14], як фреймворк для створення масштабованих та модульних додатків на Node.js, доповнює технічне стекове рішення, забезпечуючи структурованість і ефективність у розробці серверної частини.

Amazon S3 Bucket [21] використовується для безпечного та надійного зберігання 3D моделей протезів. Це облачне сховище дозволяє легко масштабувати зберігання та отримувати доступ до даних з будь-якого місця, забезпечуючи гнучкість та надійність в управлінні великим обсягом інформації.

Всі ці компоненти (див. Рисунок 3.1), доповнені зазначеними раніше технологіями, створюють потужний та збалансований технічний стек для веб-застосунку, спрямованого на 3D моделювання та адаптацію медичних протезів.

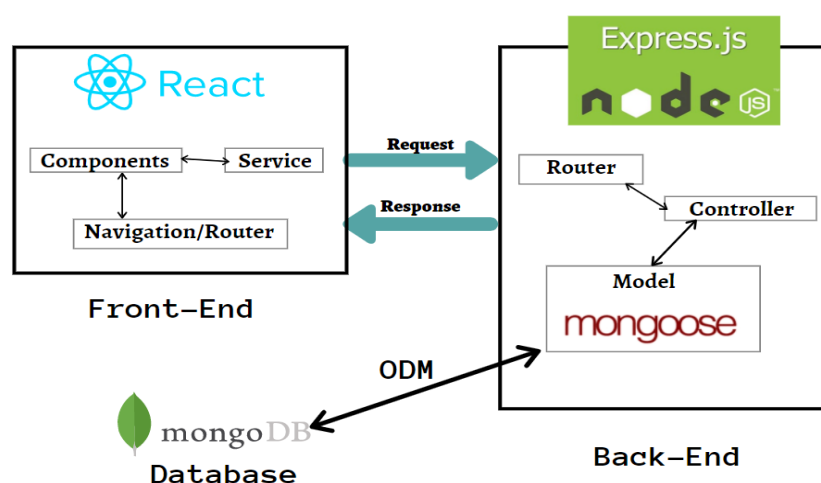


Рисунок 3.1 - Діаграма архітектури веб-платформи

Запропонована архітектура використовує різні технології на кожному рівні, щоб забезпечити ефективну та продуктивну розробку. Серверна частина додатку, побудована на Node.js з використанням Express.js [14] як фреймворку, надає надійну та швидку обробку запитів.

В якості бази даних використовується MongoDB, інноваційна NoSQL база даних, яка поєднує гнучкість та масштабованість. MongoDB працює з документами у форматі BSON, а її функціональні можливості включають транзакції ACID, спеціальні запити та індексування.

Для розробки клієнтської частини використовуються бібліотеки React і Redux Toolkit. React базується на JavaScript і використовує TypeScript для типізації даних, а використання останньої версії React та інших бібліотек спрямовано на оптимізацію та покращення продуктивності додатку.

Для аутентифікації користувачів використовується JWT, забезпечуючи безпечний обмін даними між клієнтом та сервером.

Розробка ведеться в редакторі коду Visual Studio Code, що підкреслює використання сучасних інструментів для розробки та підтримки коду.

3.1 Технологічні інструменти для розробки веб-застосунку

Під час розробки веб-застосунку, що відповідає вказаним вимогам, застосовуються передові технологічні інструменти, які взаємодіють між собою, створюючи потужний та інноваційний продукт.

React, як визнана бібліотека для розробки інтерфейсів, відповідає за ефективність та інтерактивність веб-інтерфейсу. Його можливості забезпечують не тільки високий рівень користувацького зручності, але й сприяють створенню вражаючого дизайну.

Three.js використовується для надання величезного потенціалу візуалізації та редагування 3D моделей протезів. Завдяки цій бібліотеці користувачі можуть не лише редагувати деталі протезів, а й взаємодіяти з ними у захоплюючий спосіб, що робить процес більш залучаючим.

На серверній частині використовуються Node.js, Express.js та NestJS. Цей стек технологій гарантує не тільки ефективну обробку запитів та автентифікацію користувачів, але і підтримує масштабованість системи для забезпечення високої продуктивності в умовах значного навантаження.

MongoDB, як потужна NoSQL база даних, відповідає за зберігання інформації про користувачів та їхні налаштування протезів, забезпечуючи гнучкий підхід до структури даних. З іншого боку, Amazon S3 як облачне сховище забезпечує ефективне зберігання великого обсягу 3D моделей протезів.

Такий комплекс технологій створює простір для створення високопродуктивного, функціонального та інноваційного веб-застосунку, який перевершить очікування в галузі 3D моделювання та адаптації медичних протезів.

3.2 Веб-сервер node.js та фреймворк express.js

Node.js - це високопродуктивна програмна платформа, яка дозволяє використовувати мову JavaScript для створення серверних застосунків та мережевих додатків. Вона заснована на двигуні V8 від Google, який забезпечує швидке виконання JavaScript коду. Однією з ключових особливостей Node.js [15] є його асинхронна модель програмування, яка дозволяє ефективно обробляти багатоопераційні задачі без блокування виконання програми.

Мова програмування Node.js базується на JavaScript, зробивши її універсальною та легкою для вивчення. Використання віртуальної машини V8 для виконання JavaScript коду робить його швидким та ефективним. Node.js дозволяє розробникам створювати бекенд-частину додатків та сервери, використовуючи знайомий синтаксис JavaScript.

Express.js, у свою чергу, є популярним фреймворком для розробки серверних додатків на платформі Node.js. Він надає ряд корисних інструментів та функцій для швидкої розробки веб-додатків та API. Express.js використовується для створення маршрутів, обробки запитів та відправлення відповідей, роблячи процес розробки зручним та ефективним.

Однією з ключових переваг Node.js є його модель подій, яка дозволяє ефективно взаємодіяти з багатьма одночасними запитами, оптимізуючи роботу сервера в умовах високого навантаження. Використання Express.js спрощує створення API та робить його добре структурованим та легко утримуваним.

Node.js і Express.js [15] дозволяють створювати потужні та масштабовані серверні додатки, забезпечуючи ефективність та продуктивність у розробці. Причина створення експрес-фреймворку для node js:

- Ефективний за часом
- Швидко
- Економічний
- Асинхронний

3.3 Система керування базами даних mongodb

MongoDB - це кросплатформенна документоорієнтована база даних з відкритим вихідним кодом та провідна база даних типу NoSQL, яка реалізована на мові програмування C++. Вона базується на концепціях колекцій та документів, пропонуючи вбудовану підтримку MapReduce-style Aggregation та Geospatial індексів. MongoDB використовує базу даних для зберігання колекцій. Кожна колекція містить документи, які, у свою чергу, складаються з полів, які визначаються у вигляді пар ключ-значення. Колекції можуть бути індексовані, що поліпшує продуктивність операцій виборки та сортування даних. Ось невелике порівняння (рисунок 3.2) між MongoDB та традиційними реляційними базами даних (SQL):

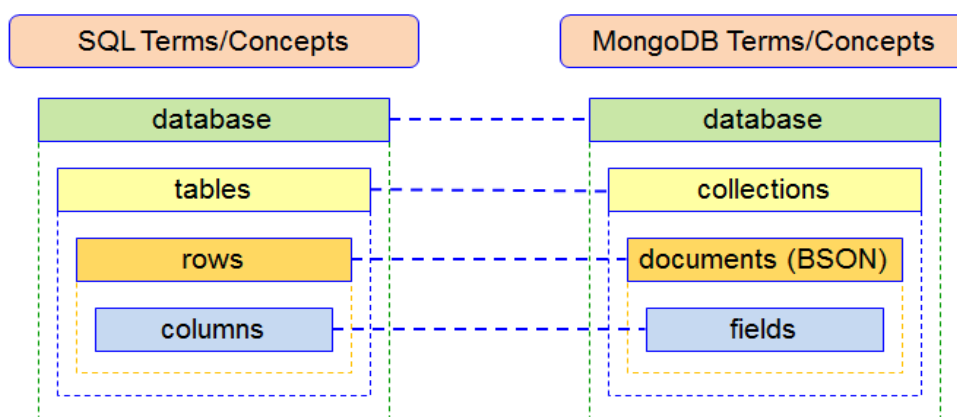


Рисунок 3.2 - Порівняння SQL з MongoDB

Переваги MongoDB:

- 1) Відсутність схеми: Можливість зберігати дані без фіксованої схеми спрощує розвиток та зміну даних з часом, що особливо корисно в агільному середовищі.
- 2) Гнучкість в структурі даних: MongoDB дозволяє використовувати колекції з документами різної структури, що полегшує адаптацію до змінних потреб проекту. Вкрай зрозуміла структура кожного об'єкта.

- 3) Простота масштабуваності. В основі MongoDB лежить мова програмування C++, що надає змогу її легко інтегрувати на багато різних платформ.

3.4 Система керування базами даних amazon s3

Amazon S3 (Simple Storage Service) представляє собою повноцінну та надійну систему керування об'єктними даними в облаці, що є ключовою складовою в екосистемі Amazon Web Services (AWS). Ця послуга спеціалізується на забезпеченні безпечного, високомасштабованого і вкрай доступного сховища для різноманітних об'єктів, таких як файли, зображення, відео та інші бінарні дані.

Однією з ключових особливостей Amazon S3 [21] є його масштабованість, що дозволяє зберігати петабайти даних та обробляти значний потік запитів високої пропускної здатності. Це робить S3 ідеальним рішенням для різноманітних застосувань, від особистих сховищ та резервного копіювання до великих об'ємів мультимедійних контентів для веб-сайтів.

Безпека є важливою частиною Amazon S3, і вона надає різні механізми для захисту даних, включаючи можливість встановлення прав доступу до об'єктів, шифрування в покої та підтримку SSL/TLS для безпечного передавання даних. Крім того, S3 пропонує можливості моніторингу та аудиту, щоб користувачі могли вести контроль над своїми ресурсами.

Ще однією важливою характеристикою є можливість налаштовувати життєвий цикл об'єктів, дозволяючи автоматично переміщувати або видаляти дані в залежності від їхнього віку та використання. Це сприяє ефективному використанню ресурсів та оптимізації витрат на зберігання.

Amazon S3 є необхідним інструментом для розподіленого та надійного зберігання об'єктів в хмарному середовищі, що відповідає потребам різноманітних застосувань та бізнес-сценаріїв (рисунок 3.3).

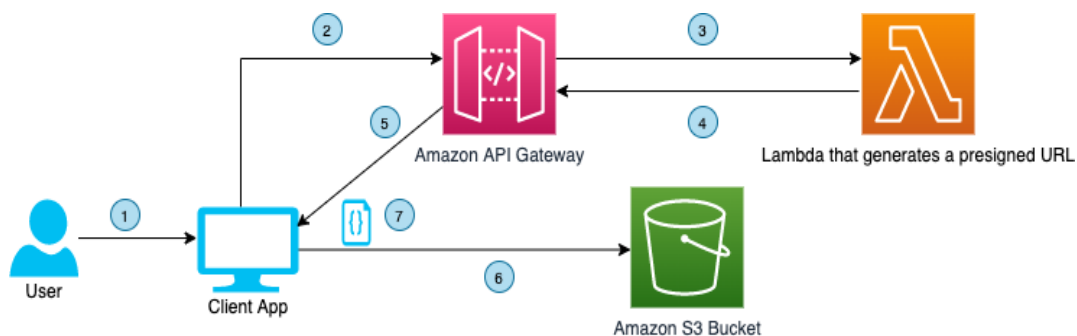


Рисунок 3.3 - Зв'язок React та Amazon S3

Переваги Amazon S3:

- 1) Висока доступність: Amazon S3 гарантує високу доступність та надійність даних завдяки розташуванню даних на різних серверах та регіонах.
- 2) Масштабованість: Система легко масштабується, дозволяючи зберігати великі обсяги даних без необхідності великої інфраструктури.
- 3) Зручна управління даними: Amazon S3 надає багато функцій для керування даними, включаючи можливість версіонування, керування доступом, архівування тощо.

Для чого потрібна Amazon S3:

- 1) Зберігання об'єктів: Amazon S3 використовується для зберігання різних об'єктів, таких як файли, зображення, відео, архіви та інші бінарні дані.
- 2) Резервне копіювання: Великі компанії та організації використовують Amazon S3 для резервного копіювання даних та забезпечення їх безпеки.
- 3) Доступ до великих медіафайлів: Медіакомпанії використовують Amazon S3 для зберігання та передачі великих медіафайлів, таких як відео та аудіо.

Amazon S3 в веб-застосунку для 3D моделювання протезів використовується для ефективного зберігання та надання доступу до великих файлів моделей, з контролем доступу та можливістю інтеграції з CDN для швидкого завантаження користувачам усього світу. Окрім того, він забезпечує резервне копіювання та відновлення для безпеки даних.

3.5 Мова програмування Typescript

TypeScript, випущений у 2012 році, представляє собою мову програмування, яка була розроблена для того, щоб вирішити ряд недоліків, які існують у JavaScript, особливо при розробці великомасштабних програм. Це відкрита мова програмування з високим рівнем суворості типізації, яка базується на JavaScript, але додає необов'язковий статичний тип.

Однією з ключових переваг TypeScript [22] є його статична типізація, яка дозволяє виявляти та усувати помилки під час компіляції, забезпечуючи більшу впевненість в стабільності програми. Крім того, TypeScript може виводити код у чистий JavaScript, що дозволяє розробникам використовувати бібліотеки та інструменти JavaScript, зберігаючи при цьому можливість статичної типізації.

Мова також підтримує концепцію просторів імен, що сприяє модульній розробці, та є сумісною з будь-яким механізмом JavaScript або браузером, що підтримує ECMAScript 3 або вище.

Однією з важливих переваг TypeScript є його вміння виявляти помилки на етапі розробки, завдяки чому розробники можуть виправляти їх до запуску програми. Це значно зменшує кількість помилок, які можуть виникнути на етапі виконання програми.

Ще однією значущою перевагою TypeScript є його підтримка інструментів, таких як IntelliSense, який надає активні підказки та допомагає розробникам швидше та ефективніше створювати код.

Загалом, TypeScript виявляється ідеальним рішенням для великих програм, які використовують об'єктно-орієнтований підхід. Він забезпечує розробникам більшу надійність, ефективність та зручність у роботі над складними проектами. Його введення заповнює прогалини, що існують у JavaScript, та робить процес розробки більш організованим та продуктивним.

Основні переваги TypeScript [22] над JavaScript:

- 1) Статична типізація для виявлення помилок під час компіляції.
- 2) Строга типізація для більшої надійності.
- 3) Підтримка модульної розробки за допомогою просторів імен.

4) Сумісність з JavaScript.

5) Попереднє виявлення помилок на етапі розробки.

TypeScript допомагає розробникам швидше розуміти призначення змінних в коді та надає підказки щодо доступних властивостей у функціях, класах та компонентах. Це допомагає уникнути неправильних викликів функцій та пропусків оголошень змінних. Зменшення кількості помилок та проблем під час розробки сприяє збільшенню продуктивності та спрощує розробку. TypeScript, завдяки статичній типізації, допомагає розробникам виявляти помилки на ранніх стадіях розробки. Це особливо корисно при роботі з великими кодовими базами. Загалом,

TypeScript був створений ідеально для великих програм, особливо тих, які використовують об'єктно-орієнтований підхід. TypeScript підтримує багато функцій, такі як інтерфейси, класи, успадкування та простори імен. Введення TypeScript допомагає зробити розробку більш організованою та зменшує кількість помилок.

3.6 Бібліотеки React мови javascript

Бібліотека React – це потужний інструмент для розробки інтерфейсу користувача в веб-додатках. Заснована на компонентному підході, вона надає зручний механізм для створення масштабованих веб-додатків, зосереджених на фронтенді.

Використання JSX [1], розширення синтаксису JavaScript, дозволяє описувати структуру UI в коді, надаючи йому чистоту та зрозумілість. Кожен компонент React є невеликою частиною коду, яка відповідає за конкретний фрагмент HTML разом із JavaScript. Цей компонентний підхід полегшує розподіл завдань, конструюючи великі додатки з допомогою "будівельних блоків".

Важливою концепцією React є віртуальний DOM [19]. Це абстракція HTML DOM, яка працює над швидкими змінами окремих DOM-елементів, замість повного оновлення DOM кожного разу. Віртуальний DOM дозволяє React працювати ефективно, оновлюючи лише ті частини, які потребують змін.

Коли відбуваються зміни в компонентах, React використовує два віртуальних DOM – зі зміненим та попереднім станом – для визначення, які елементи потребують оновлення. Цей процес, відомий як "розрізнення", дозволяє React оновлювати лише ті частини DOM, які дійсно змінилися, підвищуючи продуктивність додатків.

Всі веб-додатки React базуються на компонентах [6]. Компонент – це невеликий логічний блок коду, що відповідає за конкретну функціональність та може містити свій внутрішній стан і логіку. Використання компонентного підходу сприяє покращенню масштабованості та управлінню великими проектами (рисунок 3.4).

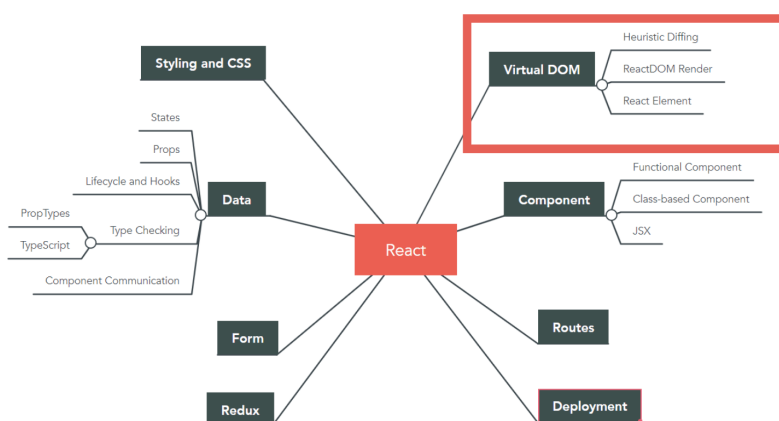


Рисунок 3.4 - Схема елементів реакт додатку

Давайте докладніше розглянемо основні концепції та переваги використання React у розробці веб-додатків:

- 1) Компонентний підхід: React базується на концепції компонентів, які є невеликими, самостійними блоками коду. Кожен компонент відповідає за певну частину користувацького інтерфейсу (UI). Цей підхід полегшує розподіл завдань у команді та сприяє перевикористанню коду. Компоненти можуть містити свій внутрішній стан та логіку, що робить їх повторно використовуваними та розширюваними.

- 2) JSX: React використовує JSX, який є розширенням синтаксису JavaScript та нагадує XML. JSX дозволяє описувати структуру користувацького інтерфейсу в коді, що робить його більш зрозумілим та піддаємим обробці. Наприклад, компонент може повертати JSX для виведення HTML-подібного коду.
- 3) Віртуальний DOM: Однією з ключових особливостей React є використання віртуального DOM. Віртуальний DOM є абстракцією реального DOM і дозволяє React ефективно взаємодіяти з ним. Замість того, щоб безпосередньо маніпулювати реальним DOM, React використовує віртуальний DOM для визначення змін і виконання їх ефективного оновлення.
- 4) Принцип "Один напрямок": React слідує принципу "Один напрямок" (One-Way Data Binding), що означає, що дані можуть пересуватися тільки в одному напрямку від батьківського компонента до дочірніх. Це сприяє передбачуваності та легкості управління станом додатку.
- 5) Оновлення відображення: React використовує алгоритм "розрізнення" для ефективного оновлення тільки тих частин відображення, які змінилися. Це зменшує вплив на продуктивність, оскільки React оновлює лише ті елементи, які дійсно потребують оновлення.

Загалом, React вирізняється своєю простотою, ефективністю та можливістю побудови високоякісних інтерфейсів для веб-додатків. React використовується для розробки користувацького інтерфейсу, забезпечуючи динамічні та ефективні компоненти. React дозволяє створювати взаємодіючі елементи, такі як налаштування параметрів протезу, вибір матеріалів, а також інші функціональності, що впливають на вигляд і параметри моделі.

Використання React сприяє швидкому оновленню інтерфейсу при зміні даних або налаштувань, що може бути важливим для реалізації інтерактивних можливостей веб-застосунку. Компонентний підхід React дозволяє ефективно організовувати та керувати складністю веб-застосунку, спрощуючи розробку та підтримку коду.

3.7 Бібліотека React Router DOM

Використання бібліотеки React Router DOM [4] у веб-застосунку для 3D моделювання протезів грає ключову роль у забезпеченні зручного та ефективного користувацького досвіду. Ця бібліотека спрощує організацію різних частин додатку, надаючи можливість створювати інтерфейс, який легко розуміти та навігувати.

Один із головних викликів у веб-застосунках, присвячених 3D моделюванню протезів, - це забезпечення доступу до різних функцій та параметрів налаштувань. React Router DOM надає зручний механізм для створення різних "шляхів" (routes), що відповідають конкретним екранам чи функціональності. Це дозволяє користувачам легко переміщатися між різними розділами додатку та швидко знаходити те, що їм потрібно.

У веб-застосунку для 3D моделювання протезів React Router DOM може використовуватися для реалізації таких функцій, як перегляд доступних 3D моделей, налаштування параметрів протезу, збереження та завантаження конфігурацій, а також перегляд додаткових матеріалів чи інструкцій.

Загальна структура навігації може бути спроектована таким чином, щоб відображати логічний порядок взаємодії користувача з додатком, роблячи процес адаптації та налаштування протезів інтуїтивно зрозумілим та легким. React Router DOM надає інструменти для збереження стану додатку та його навігаційної історії, що покращує загальний досвід використання.

У підсумку, використання React Router DOM у веб-застосунку для 3D моделювання протезів допомагає створити інтуїтивний та легко навігований інтерфейс, що підвищує ефективність користувачів у використанні та налаштуванні протезів за їхніми індивідуальними потребами.

3.8 Бібліотека для роботи з 3D графікою Three.js

Бібліотека Three.js — це потужний інструмент у світі веб-розробки, який надає розробникам можливість легко і ефективно працювати з тривимірною графікою прямо у браузері. Заснована на мові JavaScript, Three.js відкриває перед користувачами та розробниками широкі можливості для створення захоплюючих та інтерактивних 3D-сцен безпосередньо на веб-сторінках.

Однією з ключових переваг Three.js [3] є його простота використання. Незважаючи на вражаючий потенціал для створення складних тривимірних об'єктів та сцен, бібліотека надає зрозумілий та інтуїтивно зрозумілий API. Розробники можуть швидко і безпроблемно інтегрувати 3D-графіку в свої веб-проекти, використовуючи лише кілька рядків коду.

Three.js підтримує широкий спектр можливостей, включаючи створення тривимірних об'єктів, роботу з матеріалами та текстурами, взаємодію з користувачем через мишу та клавіатуру, анімацію об'єктів та багато іншого. Бібліотека (рисунок 3.5) дозволяє легко управляти світлом, тінями та перспективою, що додає реалізму створеним сценам.

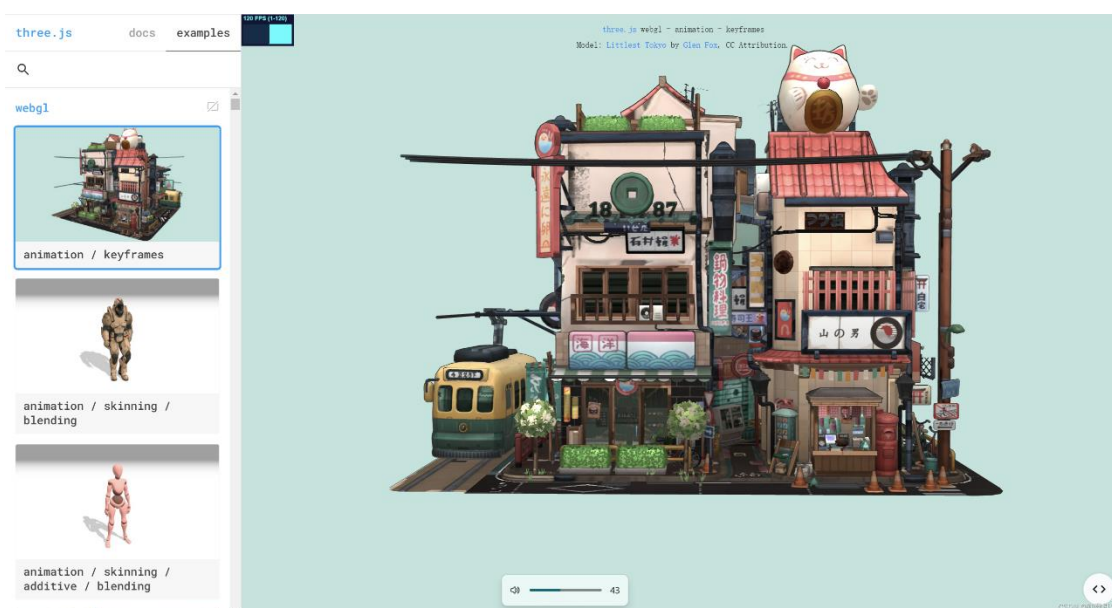


Рисунок 3.5 - Бібліотека three.js

Під час розробки веб-застосунку "3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача" Three.js виявилася невід'ємною частиною для досягнення мети створення реалістичного та інтерактивного відображення протезів. Ось деякі ключові аспекти використання бібліотеки у проєкті:

- 1) Створення та Відображення 3D Моделей Протезів: Three.js дозволила імпортувати та відобразити складні 3D моделі протезів у веб-середовищі. Завдяки гнучким можливостям роботи з геометрією та матеріалами, я зміг створити докладні та реалістичні візуалізації протезів.
- 2) Інтерактивність та Адаптація: Використовуючи Three.js, була реалізована інтерактивна взаємодія з протезами. Надає можливість користувача взаємодіяти з моделями, обираючи різні елементи протеза та налаштовуючи їх параметри для адаптації до власних потреб.
- 3) Анімації та Динаміка: Three.js дозволила додати анімації для покращення реалістичності та відчуття динаміки протезів. Рухи та зміни форми моделей були плавними.
- 4) Взаємодія з іншими частинами додатку: Three.js легко інтегрувалася з іншими частинами додатку, забезпечуючи єдинообразність та спрощуючи обробку взаємодії користувача з протезами.
- 5) Оптимізація продуктивності: Бібліотека дозволила ефективно управляти великою кількістю графічних об'єктів, забезпечуючи при цьому високу продуктивність додатку.

Three.js виявилася важливим інструментом для досягнення моєї мети створення інтерактивного та високоякісного відображення протезів у веб-середовищі.

3.9 Tailwind CSS

Tailwind CSS – це сучасний інструмент для створення стильового та естетичного веб-дизайну, який використовується в інноваційному веб-застосунку

"Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача".

Цей застосунок вирізняється своєю високотехнологічністю та спрощеною, але ефективною взаємодією з користувачем. Завдяки Tailwind CSS відбувається створення привабливого та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу, що сприяє комфортній роботі та взаємодії з додатком.

Інтеграція Tailwind CSS [17] дозволяє легко доналаштовувати зовнішній вигляд веб-застосунку, забезпечуючи гнучкість у виборі кольорів, шрифтів та розміщення елементів. Система класів Tailwind дозволяє з легкістю створювати стильові компоненти, забезпечуючи швидку імплементацію та максимальну ефективність у розробці.

Використання Tailwind CSS в "Веб-застосунку 3D моделювання протезів" сприяє відмінному дизайну інтерфейсу, що не лише додає професіоналізму, але й покращує враження користувача від взаємодії з додатком. Завдяки цьому інструменту веб-дизайну вдається досягти вищого рівня естетики та функціональності, відзначаючи додаток як сучасний, зручний та відзивчивий.

3.10 Протокол передачі даних http

Протокол передачі даних HTTP, або HyperText Transfer Protocol, визначає стандартні правила взаємодії між клієнтом та сервером. Цей протокол служить основою для отримання різноманітних ресурсів, зокрема документів HTML, з інтернету. У рамках HTTP [18], взаємодія відбувається у формі запитів та відповідей між клієнтом та сервером.

HTTP є протоколом клієнт-сервер, що означає, що спілкування ініціюється клієнтом, таким як веб-браузер, який надсилає запит на сервер для отримання певного ресурсу. Цей ресурс може бути чимось різноманітним, від стандартних веб-сторінок до зображень, відео чи сценаріїв. Однак HTTP дозволяє цим різнобарвним елементам об'єднуватися, формуючи повноцінні веб-сторінки та інші цікаві ресурси.

Важливою особливістю HTTP є його можливість розбиття великих ресурсів на компоненти. Замість того, щоб отримувати весь об'єм інформації одразу, HTTP дозволяє запитувати та отримувати окремі частини ресурсів, такі як текст, макет, зображення чи відео. Це покращує ефективність передачі даних та робить веб-застосунки більш економічними.

У веб-застосунку "Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача", HTTP відіграє ключову роль у взаємодії між клієнтом (користувачем) та сервером, забезпечуючи швидку та ефективну передачу ресурсів для створення інноваційних 3D-моделей протезів. При використанні HTTP (рисунку 3.6), цей веб-застосунок може динамічно отримувати та відображати різні компоненти, включаючи текст, зображення та інші дані, необхідні для індивідуалізованого моделювання протезів з урахуванням потреб кожного користувача.

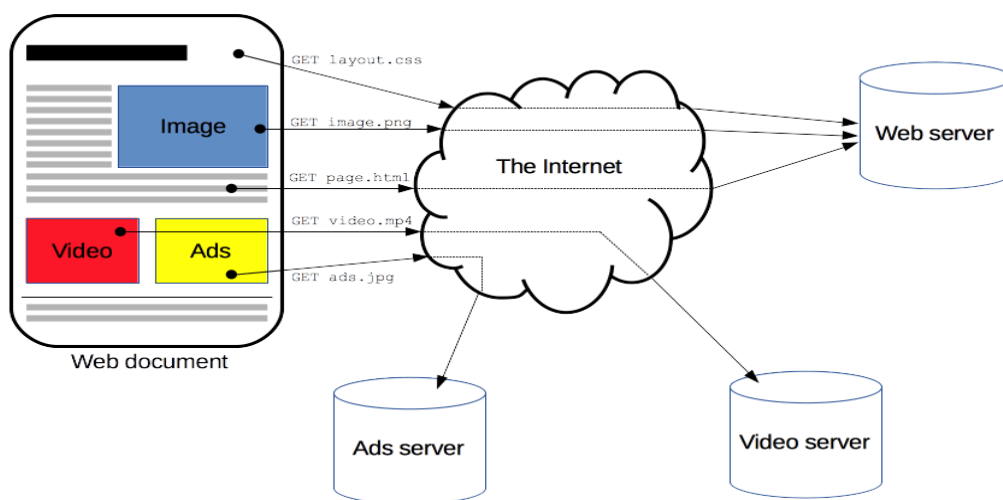


Рисунок 3.6 - Схема роботи HTTP підходу

Клієнти та сервери спілкуються шляхом обміну окремими повідомленнями (на відміну від потоку даних).

- GET використовується для отримання даних з сервера і передає їх через URL. Це використовується для читання даних і є безпечним.

- POST використовується для відправлення даних на сервер для збереження або обробки. Інформація передається у тілі запиту. Це використовується для зміни даних на сервері, наприклад, при надсиланні форми.

3.11 Редактор вихідного коду Microsoft visual studio code

Visual Studio Code - це інтегроване середовище розробки (IDE), яке поєднує в собі потужність та зручність для розробників. Розроблене як відкритий код з використанням спеціальних налаштувань від Microsoft, Visual Studio Code ставши важливим інструментом для програмістів, які цінують продуктивність та розширену функціональність.

Однією з ключових переваг Visual Studio Code є його простота використання, яка поєднується з усіма необхідними можливостями для повного циклу розробки, включаючи редагування коду, компіляцію та налагодження. Редактор коду забезпечує повну функціональність для редагування, навігації та розуміння коду, спрощуючи тим самим процес розробки.

Легкість налагодження, багата модель розширюваності та проста інтеграція з існуючими інструментами роблять Visual Studio Code відмінним вибором для розробників. Це ідеальний інструмент для тих, хто шукає зручність та продуктивність у своєму робочому процесі.

Щомісяця Visual Studio Code оновлюється, додаючи нові функції та виправляючи помилки, щоб забезпечити користувачам найсучасніший інструмент для їх потреб у розробці. Завантажте його для своєї операційної системи - Windows, macOS або Linux - з офіційного веб-сайту Visual Studio Code, і ви матимете доступ до високоякісного середовища для розробки своїх проєктів. Щоб завжди бути в курсі останніх оновлень, встановіть збірку Insiders і користуйтеся новими функціями щодня.

3.12 Git розподілена система керування версіями

Git в рамках даного проекту відіграв важливу роль у керуванні версіями коду. Git є розподіленим системою керування версіями, що дозволяє ефективно відстежувати зміни в коді, об'єднувати різні гілки розробки та спрощувати процес взаємодії між розробниками.

У процесі розробки веб-додатку для 3D моделювання протезів, Git використовувався для зберігання та відстеження робочих версій коду.

Важливою частиною Git було створення пул-запитів (pull requests), які дозволяли переглядати внесені зміни.

Git в поєднанні з платформами для репозиторіїв, такими як GitHub чи GitLab, надавав команді ефективний інструмент для роботи, контролю версій та управління змінами. Відділення функціональностей у різні гілки, ведення систематичного код-рев'ю та забезпечення безпеки коду – основні переваги, які надавав Git у розробці веб-додатку для 3D моделювання протезів.

Висновки до розділу 3

У виборі технологічних інструментів для розробки "Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача" була здійснена уважна і обґрунтована вибірка технологій для забезпечення ефективності, швидкості та розширюваності проекту.

Використання бази даних MongoDB дозволить ефективно зберігати та керувати моделями протезів, забезпечуючи гнучкість та швидкий доступ до інформації. Amazon S3 відповідає за надійне зберігання та обмін файлами, забезпечуючи стійкість та доступність ресурсів. React та React Router DOM відповідають за розробку динамічного та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу користувача, що дозволяє зручно налаштовувати параметри протезів та взаємодіяти з системою. Typescript впроваджено для підвищення надійності та стабільності коду, спрощуючи розробку та підтримку програмного продукту.

Three.js використовується для відображення 3D моделей протезів в браузері, дозволяючи відобразити їхні геометричні та візуальні аспекти. VS Code та Git виступають як інструменти розробки та версіонування коду, що сприяє командній роботі та забезпечує контроль над розвитком проекту.

Загалом, ця комбінація технологій визначає високий рівень функціональності та взаємодії для "Веб-застосунок 3D моделювання протезів", забезпечуючи зручний та персоналізований досвід для кінцевих користувачів.

4 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ВЕБ-ДОДАТКУ

Метою розробки є створення додатку, який відповідає вимогам швидкості та оптимізації, надаючи користувачеві можливість взаємодіяти з 3D моделями за допомогою простого та зручного інтерфейсу. Для досягнення цієї мети була розроблена архітектура проекту, яка включає ключові компоненти системи:

- 1) Сервер бази даних MongoDB: В системі використовується сервер баз даних MongoDB для ефективного зберігання та управління даними. MongoDB надає гнучкість та швидкодіючі можливості для роботи з великими обсягами даних. Цей компонент відповідає за зберігання та забезпечення доступу до інформації, необхідної для функціонування системи.
- 2) Сервер веб-додатку: Сервер веб-додатку відповідає за вирішення функціональних завдань, пов'язаних із обробкою даних. Це може включати в себе обчислення, аналіз та взаємодію з базою даних для підтримки різноманітних функціональних можливостей додатку.
- 3) Веб-клієнт користувача: Веб-клієнт є інтерфейсом, через який користувач взаємодіє з додатком. Він повинен бути простим у використанні та забезпечувати зручний доступ до функцій для роботи з 3D моделями. Цей компонент відповідає за візуалізацію та взаємодію, забезпечуючи ефективний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Загальна архітектура системи враховує взаємодію цих компонентів для досягнення балансу між продуктивністю, зручністю використання та ефективністю обробки даних. Такий підхід дозволяє створити комплексний та функціональний додаток для роботи з 3D моделями.

4.1 Функціональна модель системи

Функціональна модель системи "Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача" передбачає ряд сценаріїв для виробника та пацієнта.

Для Виробника Протезів:

- 1) завантаження підготовлених моделей в систему: Виробник може завантажити готові 3D моделі протезів через авторизований доступ;
- 2) завантаження моделей конкретним клієнтам: Виробник призначає адаптовані 3D моделі конкретним клієнтам для їхнього перегляду та налаштувань;
- 3) зв'язок з клієнтами: Виробник може спілкуватися з клієнтами, вирішуючи деталі та відповідаючи на їхні запитання;
- 4) можливість залишити коментарі до 3D моделей користувачів: Виробник може залишати коментарі та рекомендації до адаптованих моделей користувачів;
- 5) перегляд налаштованих моделей користувачів: Виробник має можливість переглядати всі адаптовані 3D моделі користувачів для контролю та аналізу;

Для Пацієнта:

- 1) перегляд наданих 3D моделей виробником: Пацієнт може переглядати 3D моделі, які надані виробником для адаптації та вибору;
- 2) перегляд моделей в 360: Пацієнт може детально оглядати обрану 3D модель протезу з усіх кутів;
- 3) зміна кольору деталей протезу: Пацієнт налаштовує зовнішній вигляд протезу, змінюючи кольори його деталей;
- 4) зміна матеріалів протезу: Пацієнт може обирати та змінювати матеріали, використовувані у протезі;
- 5) можливість зберегти модель: Пацієнт зберігає адаптовану модель для подальшого використання та спілкування з виробником;
- 6) залишити коментар до моделі: Пацієнт може додати коментар та зауваження до своєї адаптованої моделі;
- 7) можливість видалення моделей: Пацієнт може видаляти застарілі або непотрібні моделі зі свого профілю;
- 8) можливість редагувати профіль: Пацієнт актуалізує особисті дані у своєму профілі для забезпечення актуальності інформації;

На (рисунку 4.1) представлена діаграма прецедентів, для взаємодії користувача з системою.

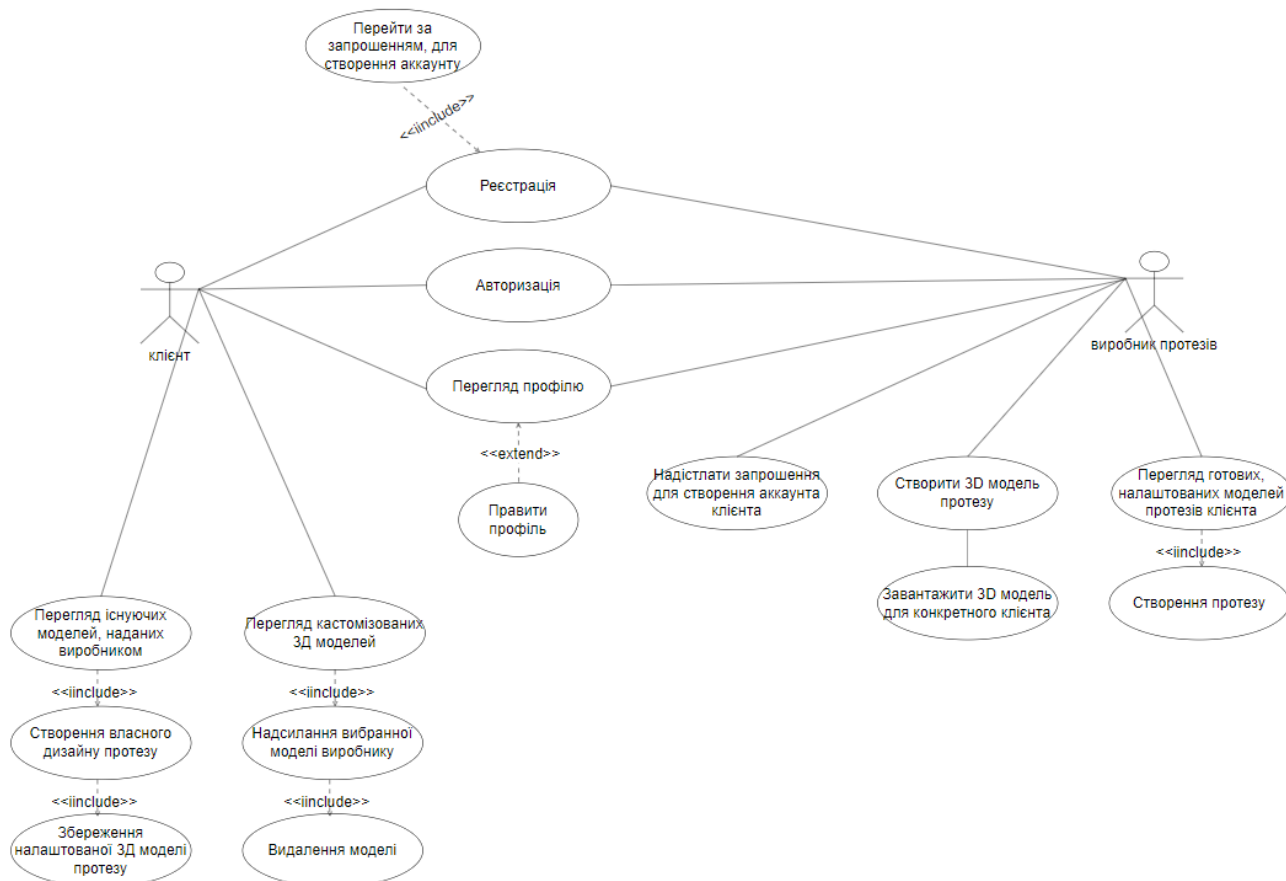


Рисунок 4.1 - Діаграма прецедентів системи

4.2 Архітектура веб-застосунку

В основі розробки веб-додатку лежить принциповий підхід до моделювання взаємодії клієнт-сервер (рисунок 4.2), що сприяє створенню швидкого та оптимізованого додатку. Цей веб-застосунок призначений для надання користувачам зручного та інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу для роботи та взаємодії з тривимірними моделями. Основною метою є забезпечення ефективного циклу редагування, складання та налагодження для розробників та забезпечення швидкодії та надійності в роботі.

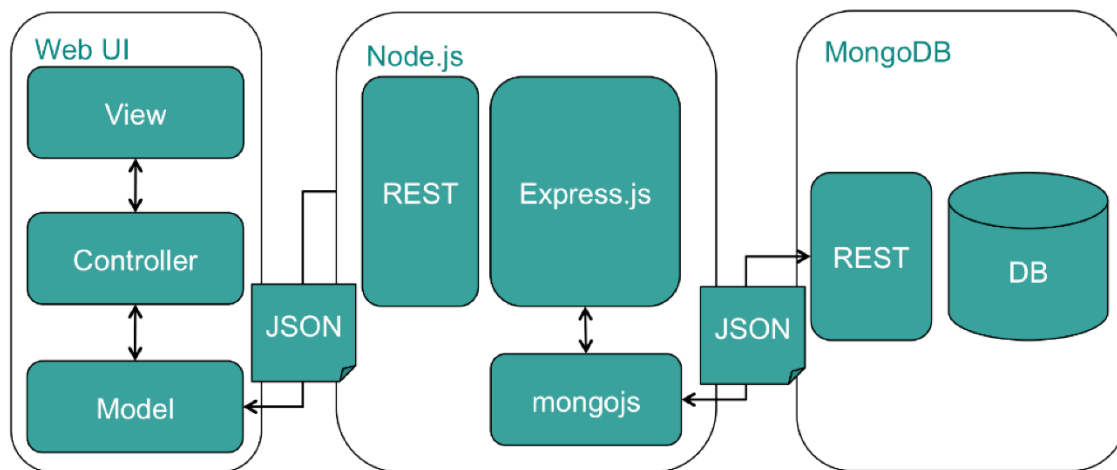


Рисунок 4.2 - архітектури веб-застосунку для адаптації протезів

Архітектурна модель проекту включає ряд ключових компонентів, які спільно працюють для досягнення цілей системи [18]. Сервер бази даних MongoDB відповідає за зберігання та надання доступу до даних, що використовуються в додатку. Веб-сервер відповідає за вирішення функціональних завдань обробки даних та надає необхідний інтерфейс для взаємодії з веб-клієнтом користувача.

Веб-клієнт користувача є інтерфейсом, через який взаємодіє користувач із системою. Він надає зручні інструменти для редагування та маніпулювання 3D моделями, а також взаємодію з іншими функціональними можливостями додатку. Такий підхід дозволяє створити динамічне та високоефективне робоче середовище для користувачів, що вимагають взаємодії з тривимірними об'єктами.

Архітектурна концепція взаємодії клієнт-сервер [18] є ключовим фактором для забезпечення продуктивності та зручності використання додатку. Браузер в ролі клієнта та веб-сервер у ролі сервера взаємодіють, забезпечуючи обмін даними та функціональністю. Ця концепція є невід'ємною частиною сучасних веб-застосунків, де швидкість та надійність є ключовими факторами успіху.

Усі елементи системи взаємодіють, створюючи цілісний та ефективний додаток для тривимірного моделювання протезів. Цей додаток має потужний потенціал для впровадження в сфері адаптації та налаштування протезів, надаючи користувачам інструмент для роботи зі складними тривимірними структурами.

4.3 Опис програмної реалізації системи адаптації 3Д моделей протезів

У веб-застосунку "3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача", розробленому з використанням React та TypeScript, структура проекту організована згідно з сучасними практиками для масштабованих додатків.

4.3.1 Опис архітектури клієнтської частини додатку

Нижче подано опис структури папок та основних модулів:

src/components: У цій папці знаходяться спільні компоненти, які можуть бути використані на різних сторінках та модулях додатку. Наприклад, можливі компоненти для відображення загальних елементів інтерфейсу, таких як кнопки, хедер, футер тощо.

src/pages: В папці pages розташовані основні сторінки додатку. Кожен файл в цій папці відповідає за одну сторінку. Наприклад:

- About.tsx: сторінка про веб-додаток.
- HomePage.tsx: домашня сторінка з загальним відображенням.
- Login.tsx: сторінка авторизації користувача.
- Auth.tsx: сторінка автентифікації користувача.
- ProthesisPage.tsx: сторінка з 3D моделюванням та налаштуванням протезів.
- MyModels.tsx: сторінка для перегляду та керування власними моделями.

src/features: У цій папці знаходяться "фічі" або "модулі" додатку. Кожен модуль може включати в себе свою власну логіку та компоненти. У даному випадку:

- prothesisLeg.tsx: компонент та логіка для моделювання та налаштування протеза для ноги.
- prothesisArm.tsx: компонент та логіка для моделювання та налаштування протеза для руки.

Нижче представлена вся структура клієнтської частини проекту (рисунок 4.3)

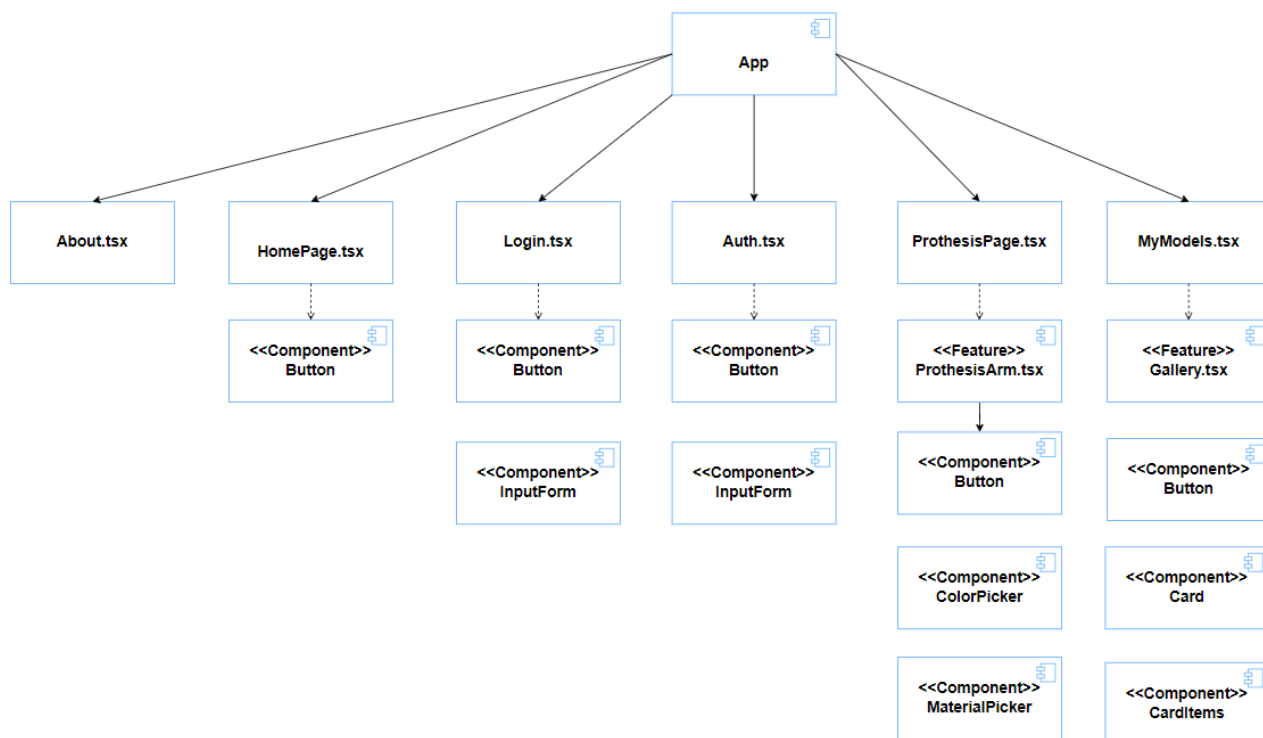


Рисунок 4.3 - Структура клієнтської частини проекту

Така структура проекту дозволяє легко розширювати та підтримувати додаток, а також сприяє повторному використанню компонентів та функціоналу. Кожен розділ проекту має чітко визначені відповідальності, що полегшує колективну роботу та зберігання коду в порядку.

4.3.2 Структура папки з загальними компонентами

Структура папки з загальними компонентами зображена на рисунку 4.4. На даному рисунку зображена структура загальних реакт компонентів, які використовуються для створення веб-застосунку. Це загальні компоненти, які можна перевикористовувати для зручності і більшої швидкості при написанні будь-якого реакт додатку.

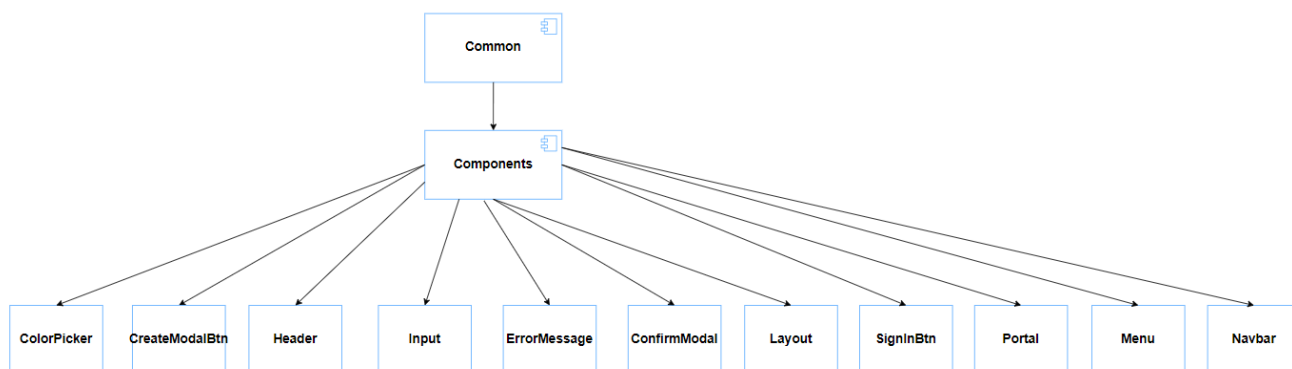


Рисунок 4.4 - Папка з загальними компонентами проекту

В папці `src/components` (рисунок 4.5) знаходяться компоненти, які використовуються для побудови різних частин веб-додатка "3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача".

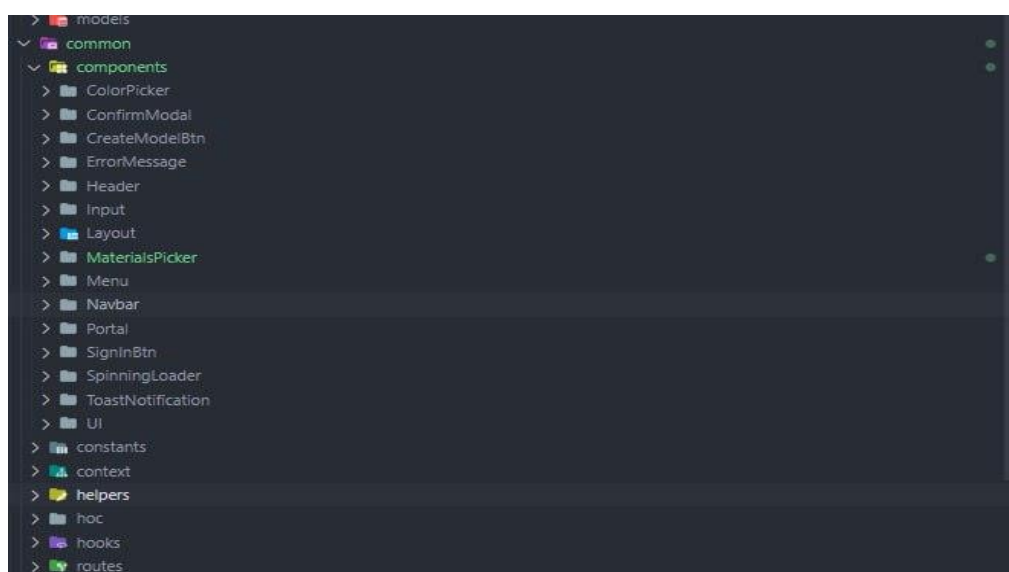


Рисунок 4.5 - Папка з загальними компонентами проекту

Ці компоненти служать для створення різноманітних інтерфейсних елементів та їхньої повторної використання на різних сторінках додатку. Наприклад, у цій папці можуть міститися заголовки, кнопки, інші елементи інтерфейсу, які використовуються на різних частинах додатку для забезпечення єдності та зручності в розробці. Компоненти можуть бути створені так, щоб вони були незалежними та переносними, полегшуючи тим самим процес розробки та

підтримки додатку.

4.3.3 Опис релізації навігації по додатку

Реалізація навігації у веб-застосунку "3D Моделювання Протезів для Адаптації та Налаштування під Вимоги Споживача" може включати в себе розгортання React Router DOM [4] для створення чіткої та зручної структури навігації. Основний алгоритм маршрутизації, який використовує даний додаток зображений на (рисунку 4.6) На рисунку представлена загальна схема роботи навігації по проекту, та як працює react-router-dom.



Рисунок 4.6 - Алгоритм маршрутизації

У таблиці 4.1 зображена таблиця, яка показує відповідність між компонентом і його URL-адресою.

Таблиця 4.1 – Компоненти і відповідні URL-адреси

Компонент	URL
Home	/
CreatePage	/3d-models
MyModels	/my-models/prothesis/:modelId
Profile	/profile
About	/about
SignUpPage	/register
LoginPage	/login

На діаграмі (рисунок 4.7) представлені взаємозв'язки у реактивному додатку.

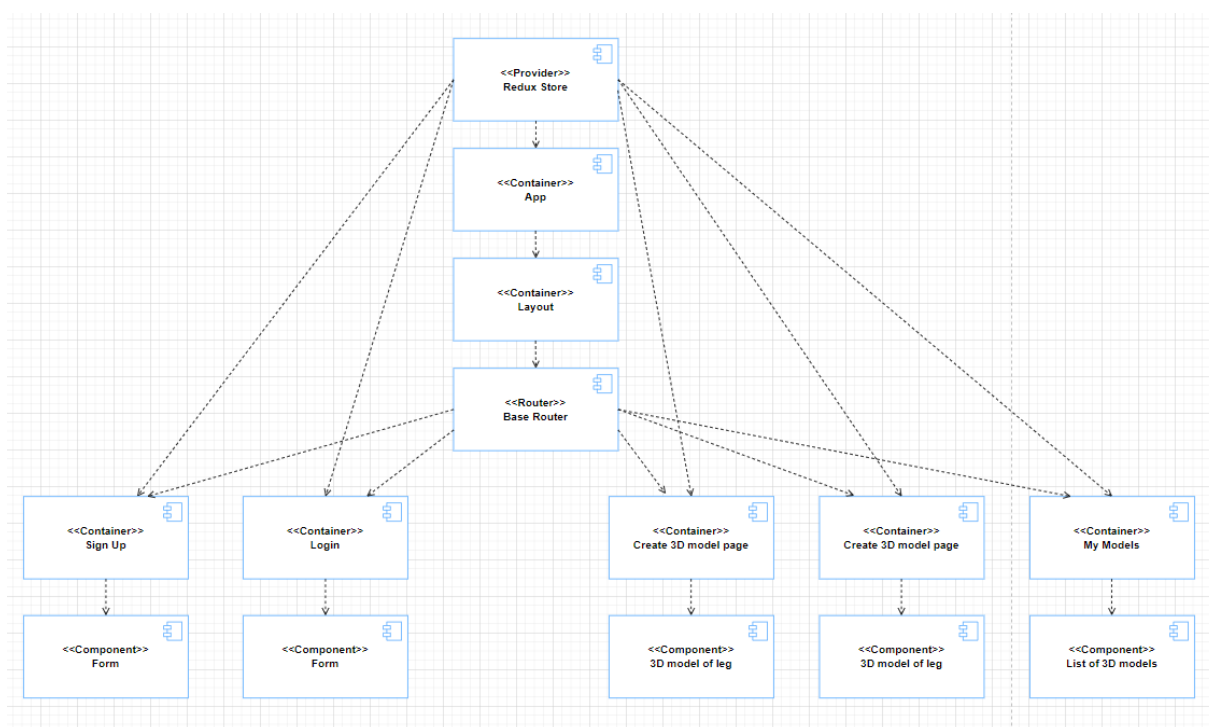


Рисунок 4.7 - Діаграм компонентів React Router Dom та Redux

У цьому контексті існує контейнер, який виступає оболонкою для сторінок. Цей контейнер забезпечує доступ до Redux та React Router DOM - важливих інструментів для керування станом додатку та реалізації навігації [4].

Кожна сторінка у додатку використовується як контейнер, де вбудовані реактивні компоненти взаємодіють з користувацьким інтерфейсом. Ця структура дозволяє ефективно організувати компоненти та логіку додатку, роблячи код зрозумілим та підтримуваним.

Ключова особливість полягає в тому, що контейнер додає високорівневу оболонку, що об'єднує Redux та React Router DOM, із декількома реактивними сторінками. Це спрощує управління станом та навігацією, забезпечуючи гнучкість та швидкість розробки.

Завдяки цій структурі, користувачі матимуть можливість легко переміщатися між різними функціональними частинами додатку для 3D моделювання протезів, дозволяючи їм зручно адаптувати та налаштовувати протези відповідно до своїх потреб.

Зображена на рисунку мапа сайту (рисунок 4.8) є важливим інструментом для візуалізації структури веб-додатку та навігації для користувачів.

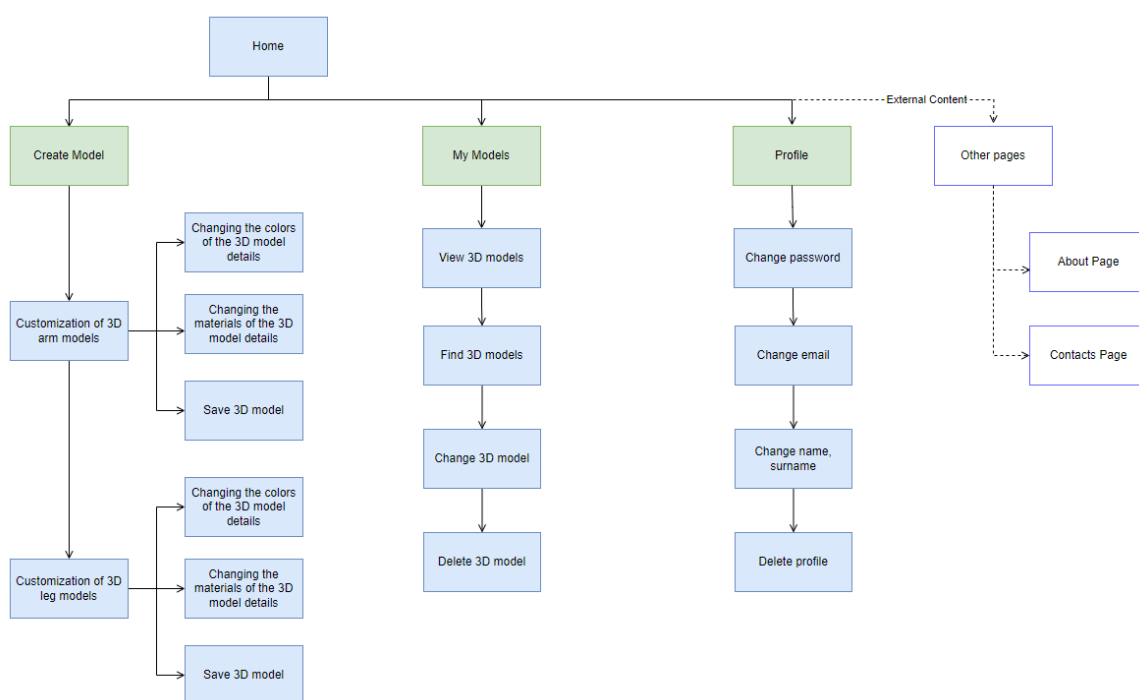


Рисунок 4.8 - Мапа сайту

Ця мапа надає огляд доступних сторінок та їхньої ієрархії. Розглянемо структуру додатку, яку вона представляє:

- 1) Сторінка Авторизації: Перша точка взаємодії для нових користувачів або тих, хто ще не увійшов до системи.
- 2) Сторінка Реєстрації: Місце, де нові користувачі можуть створити обліковий запис, вказавши необхідну інформацію.
- 3) Головна Сторінка: Основна точка входу для авторизованих користувачів, з якої вони можуть розпочати використання основних функцій додатку.
- 4) Сторінка Створення Моделі: Місце, де користувачі можуть почати процес створення та кастомізації своїх 3D-моделей протезу.
- 5) Сторінка Збережених Моделей: Розділ для перегляду та керування раніше збереженими користувачами моделями.
- 6) Сторінка Профілю: Місце, де користувачі можуть змінити свій пароль, електронну пошту або видалити свій обліковий запис.

4.3.4 Інтеграція three.js та React для роботи з 3D графікою

В реалізації відображення 3D моделей у веб-застосунку "Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача" використовується комбінація бібліотек three.js та React для створення інтерактивних та реалістичних відображень протезів. Інтеграція three.js [5] та React:

- 1) Створення React компонентів: Кожен тип протеза, такий як нога (leg) чи рука (arm), представлений як окремий React компонент. Наприклад, компонент ProthesisLeg та ProthesisArm.
- 2) Інтеграція three.js: У кожному компоненті використовуються можливості three.js для створення та відображення 3D моделей. Для цього можна використовувати вбудовані геометрії, матеріали, світло та камери з бібліотеки three.js.
- 3) Завантаження та відображення моделей: 3D моделі протезів завантажуються в форматі, який підтримується three.js, наприклад, формат glTF або OBJ [5]. Моделі можуть бути завантажені асинхронно та відображені на компонентах, коли вони готові (рисунок 4.9).

```
const { nodes } = useGLTF("/models/leg_prosthesis.glb");

textures.forEach((item) => {
  // eslint-disable-next-line
  useTexture(item);
});
```

Рисунок 4.9 - Завантаження 3D моделі

Основний принцип реалізації - створення окремих React компонентів для кожного типу протеза, таких як "ProthesisLeg" та "ProthesisArm". Кожен компонент використовує можливості бібліотеки three.js для створення та відображення 3D моделей, а також взаємодії з ними.

3D моделі протезів завантажуються у форматі, сумісному з three.js, такому як glTF чи OBJ. Цей процес може бути асинхронним, щоб забезпечити ефективно завантаження та відображення моделей.

Щодо управління станом, кожен компонент зберігає свій власний стан, такий як текучі параметри чи текстури протеза. React дає можливість легко налаштовувати взаємодію з користувачем та реалізовувати інтерактивні функції.

Оптимізація та продуктивність забезпечуються за рахунок використання оптимізованих геометрій та матеріалів, а також застосування лінійного завантаження для зменшення часу завантаження моделей. Також важливо ефективно використовувати пам'ять та оптимізовувати ресурси для підтримки високої ефективності додатку.

Усе це дозволяє створити потужний та зручний інструмент для моделювання протезів, забезпечуючи високий рівень інтерактивності та якісний користувацький досвід.

4.3.5 Реалізація відображення 3D моделі в браузері

На вказаному зображенні (рисунок 4.10) розкривається важлива схема елементів, які використовуються для рендерингу 3D-моделей в браузері.

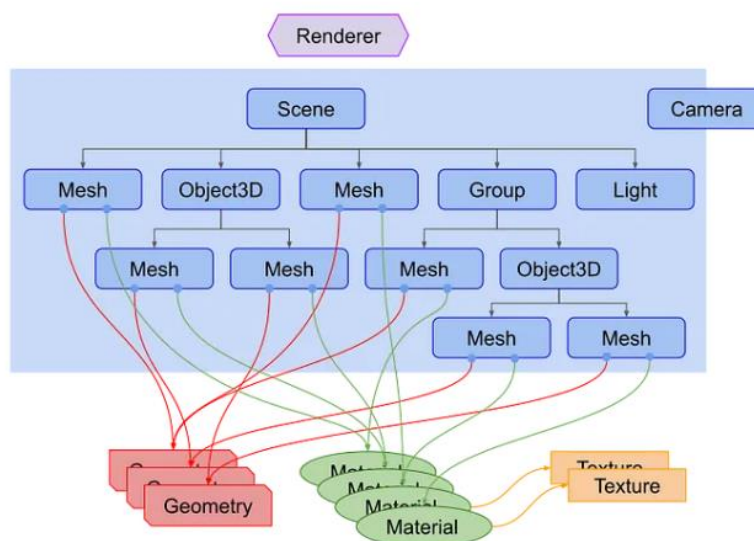


Рисунок 4.10 - Схема всіх елементів для відображення 3Д моделі

Основні компоненти включають:

- 1) Scene (Сцена): Це віртуальне пространство, де розташовані всі об'єкти та обрані налаштування для їх відображення.
- 2) Mesh (Меш): Основна геометрична одиниця, яка представляє собою об'єкт, включаючи інформацію про форму та матеріал.
- 3) Group (Група): Об'єднання різних мешів або груп для легшого керування та організації сцени.
- 4) Light (Світло): Різні джерела світла, такі як напрямне світло, точкове світло або світло від камери, які впливають на освітлення сцени.
- 5) Camera (Камера): Визначає точку спостереження для користувача та визначає, як сцена буде відображатися на екрані.
- 6) Geometry (Геометрія): Описує форму об'єкта та його структуру, таку як вершини, грани та текстурні координати.
- 7) Material (Матеріал): Визначає зовнішній вигляд об'єкта, включаючи колір, текстури та властивості освітлення.
- 8) Texture (Текстура): Зображення або набір зображень, які можуть бути застосовані на поверхні об'єкта для надання деталей та реалізму.

Ця схема допомагає краще розуміти взаємодію між різними компонентами

при створенні та відображенні 3D-моделей в браузері [3].

У реалізації відображення 3D моделей у веб-додатку для моделювання протезів, використовуються ключові компоненти, що забезпечують живий та інтерактивний інтерфейс. Сцена створює віртуальний простір для відображення моделей, камера визначає точку огляду та підтримує динамічний огляд сцени, а світло створює реалістичне освітлення для об'єктів.

Застосування орбітальних контролів дозволяє користувачам взаємодіяти з сценою, обертаючи та масштабуючи моделі для отримання деталізованого перегляду. 3D-моделі самі представляють об'єкти протезів та взаємодіють з користувачем через реакцію на його дії.

Додатково використовуються текстури та матеріали для надання моделям вигляду та структури. Інші елементи, такі як геометрія, додають деталі та форму об'єктам. Усі ці компоненти взаємодіють між собою, створюючи реалістичне та інтуїтивно зрозуміле візуальне відображення протезів у веб-додатку.

4.3 База даних веб-додатку

Веб-додаток "Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача" використовує базу даних MongoDB та сервіс зберігання об'єктів Amazon S3 для ефективного управління та зберігання даних.

Розроблений програмний продукт для взаємодії користувача з тривимірними моделями володіє важливою функціональністю, яка полягає в зберіганні та зміні даних користувача. Для цієї задачі використовується MongoDB, NoSQL база даних, яка відрізняється від традиційних реляційних баз даних тим, що не вимагає жорсткої фіксації схеми таблиць.

Разом MongoDB та Amazon S3 [21] надають потужний і гнучкий механізм для зберігання та обробки різноманітних даних, пов'язаних із створенням та модифікацією протезів у веб-додатку.

4.3.1 База даних веб-застосунку

MongoDB надає гнучкість у роботі з даними, оскільки не вимагає жорсткого визначення структури даних. Це особливо важливо в контексті тривимірного моделювання, де дані можуть мати різноманітні формати та структури. Замість того, щоб визначати таблиці та їх зв'язки заздалегідь, MongoDB дозволяє гнучко пристосовуватися до змін у даних.

Однією з ключових переваг MongoDB є можливість працювати з JSON-подібними документами, які можуть легко розширюватися та змінюватися. Це дозволяє зберігати в базі даних різноманітні дані, пов'язані з тривимірними моделями, включаючи їхню геометрію, матеріали, конфігурації та інші властивості (рисунок 4.11).

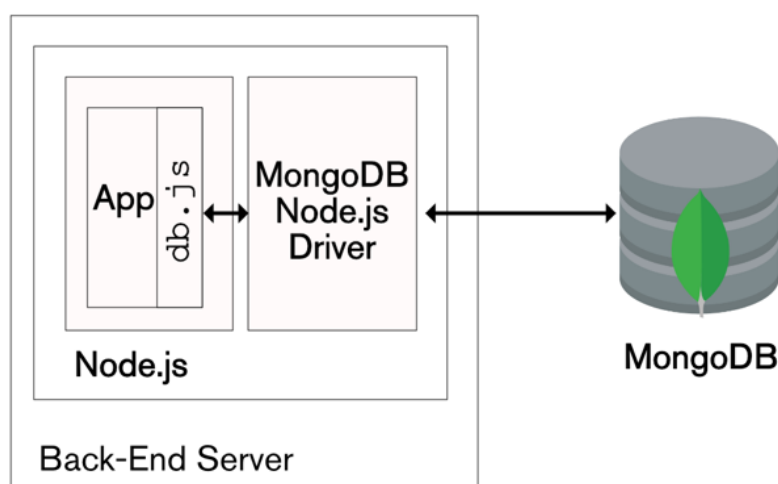


Рисунок 4.11 - Схема взаємодії MongoDB з веб-додатком

Крім того, MongoDB надає можливість ефективного взаємодії з великим обсягом даних, що робить його ідеальним вибором для додатків, які працюють із складними тривимірними структурами. Використання NoSQL [23] бази даних дозволяє підвищити продуктивність та розширюваність програмного продукту, забезпечуючи при цьому швидкий доступ до збережених даних та їх ефективну модифікацію з боку користувача. У програмному продукті використовується

колекція для зберігання даних користувача (рисунок 4.12), яка включає такі поля:

- 1) `_id` – унікальний id користувача
- 2) `email` – електронний адрес користувача
- 3) `password` – пароль користувача
- 4) `firstName` – ім'я користувача
- 5) `lastName` – фамілія користувача
- 6) `_v` – ключ версії

users	
<code>_id</code>	ObjectId
<code>email</code>	String
<code>password</code>	String
<code>firstName</code>	String
<code>lastName</code>	String
<code>_v</code>	Int32

Рисунок 4.12 - Таблиця користувачі

У базі даних користувачів реалізована система унікальності з використанням двох ключових полів: `_id` та `email`. Ці поля виступають унікальними ідентифікаторами та гарантують, що кожен користувач має унікальний ідентифікатор та електронну адресу.

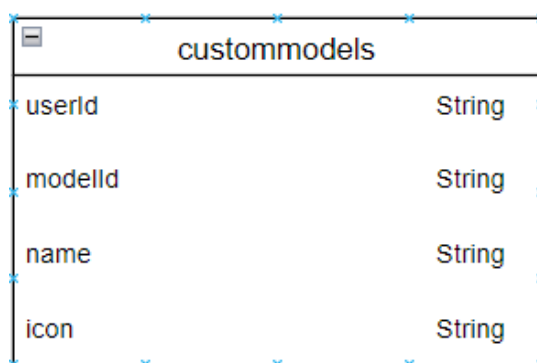
Поле `_id` визначає унікальний номер або ідентифікатор для кожного користувача в базі даних. Це поле використовується для однозначного визначення конкретного користувача та використовується при отриманні даних про користувача чи внесенні змін у його профіль.

Поле `email` також має обмеження на унікальність. Це гарантує, що жоден інший користувач не може мати той самий адрес електронної пошти. Перевірка на унікальність поля `email` забезпечує, що в базі даних не буде дублюючихся записів з однаковими електронними адресами.

Ця система унікальності дозволяє ефективно управляти користувачами в системі, уникати конфліктів та забезпечити надійність та безпеку бази даних.

У програмному продукті також використовується колекція для зберігання даних про збережені моделі користувача (рисунок 4.13), яка включає такі поля:

- 1) `userId` – унікальний id користувача
- 2) `modelId` – унікальний id моделі
- 3) `name` – назва збереженої моделі
- 4) `icon` – картинка збереженої моделі

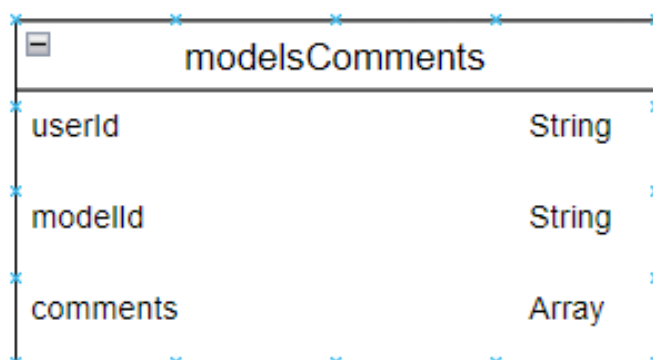


custommodels	
<code>userId</code>	String
<code>modelId</code>	String
<code>name</code>	String
<code>icon</code>	String

Рисунок 4.13 - Таблиця збережених моделей

Також є колекція для зберігання даних про коментарі до збережених моделей користувача (рисунок 4.14), яка включає такі поля:

- 5) `userId` – унікальний id користувача
- 6) `modelId` – унікальний id моделі
- 7) `comments` – масив коментарів до конкретної моделі



modelsComments	
<code>userId</code>	String
<code>modelId</code>	String
<code>comments</code>	Array

Рисунок 4.14 - Таблиця коментарів до збережених моделей

4.3.2 Amazon S3 Bucket

Система збереження 3D моделей користувачів у базі даних MongoDB та в обласному сховищі Amazon S3 розроблена для ефективного та безпечного зберігання даних, пов'язаних з індивідуальними моделями тіла користувачів.

В основі цієї системи лежить таблиця custommodels (рисунок 4.15) в базі даних MongoDB. Кожному користувачу присвоюється унікальний ідентифікатор, `userId`, який використовується для створення унікального запису в таблиці. Цей запис містить різноманітні дані про збережені 3D моделі, такі як іконка, назва та інші атрибути, які характеризують кожну модель.

QUERY RESULTS: 1-12 OF 12

<pre> _id: ObjectId('65358a03417a45b9f26b40fa') userId: "653286e79896d16e16cd7e87" modelId: "legId1" name: "My Model1" icon: "data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZJRgABAQAAQABAAQ/4gHYSUNDX1BST0ZJTEU..." __v: 0 </pre>
<pre> _id: ObjectId('653595d1ac6656e92909f3fa') userId: "653286e79896d16e16cd7e87" modelId: "legId1" name: "Test" icon: "data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZJRgABAQAAQABAAQ/4gHYSUNDX1BST0ZJTEU..." __v: 0 </pre>
<pre> _id: ObjectId('653595dcac6656e92909f3fc') userId: "653286e79896d16e16cd7e87" modelId: "legId1" name: "Testsd" icon: "data:image/jpeg;base64,/9j/4AAQSkZJRgABAQAAQABAAQ/4gHYSUNDX1BST0ZJTEU..." __v: 0 </pre>

Рисунок 4.15 - Таблиця збережених моделей

Окрема структура зберігання використовується для моделей у сховищі Amazon S3. Кожен користувач має власну папку, розташовану за шляхом, який включає `userId` (наприклад, `/users/{userId}/`). У цій основній папці розташовуються підпапки, такі як `/leg` та `/arm`, вказуючи на різні частини тіла для зберігання відповідних моделей (рисунок 4.16)

☐	Name	Type
☐	65318465782ed83420191f88/	Folder
☐	653286e79896d16e16cd7e87/	Folder
☐	65359a49ac6656e92909f413/	Folder
☐	userIdPostmanTest/	Folder

☐	Name	Type
☐	armId1/	Folder
☐	legId1/	Folder

☐	Name	Type
☐	653ade29982bc42cbe200bb6.json	json
☐	657097290a73d3fd1d113e65.json	json

Рисунок 4.16 - Структура Amazon S3 Bucket

Кожен компонент тіла в системі обладнаний унікальним ідентифікатором для забезпечення єдинообразності та легкості відслідковування. Наприклад, для ноги це може бути ідентифікатор legId, а для руки - armId. Інформація про кожну модель може бути систематизована та збережена в окремих папках на платформі Amazon S3, щоб забезпечити структурованість та організованість даних.

Створення додаткових підпапок для кожної моделі сприяє зручній навігації та керуванню великим обсягом інформації. Наприклад, папка /leg/{legId}/ може містити всю необхідну інформацію про матеріали, пов'язані з конкретною моделлю ноги. Також може існувати аналогічна папка /arm/{armId}/ для інформації, що стосується моделі руки.

У цих підпапках можуть знаходитися файли або підпапки, які містять специфікації, зображення, технічні документації та інші релевантні дані. Це дозволяє легко визначати, редагувати та розширювати інформацію для кожної моделі окремо.

Такий підхід (рисунок 4.17) не лише забезпечує систематизацію, але і полегшує збереження та витягування даних, зокрема при використанні хмарних технологій, що робить управління та обробку інформації більш ефективними та прозорими.

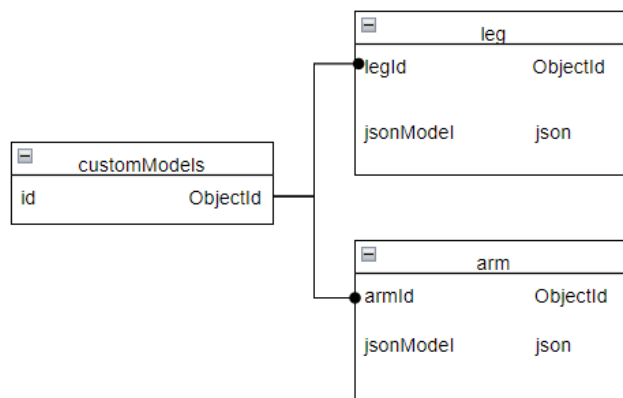


Рисунок 4.17 - Збереження даних про матеріали моделі

Для збереження 3D моделей у веб-додатку використовується Amazon S3, облачне сховище [21], яке надає можливість зберігання та отримання даних будь-якого обсягу в будь-який момент. Спочатку створюється бакет, основна одиниця сховища, для конкретного типу даних, в даному випадку - 3D моделей.

Отримавши або створивши облікові дані (access key та secret key) з правами доступу, необхідними для завантаження файлів, розпочинається використання SDK Amazon S3 для конкретної мови програмування. Завдяки цьому інструментарію 3D моделі можна безпечно завантажувати у визначений бакет.

Для забезпечення безпеки створюються налаштування доступу та політики, які регулюють правила використання завантажених файлів. Після завершення цього процесу можна отримати публічний URL для кожної 3D моделі, що дозволяє ефективно управляти та надавати доступ до них.

Нижче наведено приклад завантаження 3D моделі на хмарне сховище Amazon S3 Bucket (рисунок 4.18).

```

@Inject()
export class AmazonS3Service {
  private readonly s3Client = new S3Client({
    region: this.configService.getOrThrow('AWS_S3_REGION'),
  });

  constructor(private readonly configService: ConfigService) {}

  async uploadCustomModel(data: CustomModelProps) {
    try {
      await this.s3Client.send(
        new PutObjectCommand({
          Bucket: 'mern-app-test',
          Key: `${data.userId}/${data.modelId}/${data.customModelId}.json`,
          Body: JSON.stringify(data.model),
          Expires: expirationDate,
        }),
      );
    } catch (err) {
      throw new Error('Error save custom model S3');
    }
  }
}

```

Рисунок 4.18 - Приклад завантаження 3Д моделі в Amazon S3

4.4 Модуль аутентифікації

Початок роботи з додатком для зареєстрованого користувача включає в себе важливий етап - процедуру авторизації. Цей крок є ключовим для ідентифікації користувача в системі та надання йому доступу до усіх функціональних можливостей додатку. Для здійснення цього процесу використовуються введені користувачем пароль та його електронна адреса, які порівнюються з даними, збереженими в базі даних.

Цей механізм, що визначається терміном "аутентифікація", забезпечує впізнання користувача та перевірку його правомочності в системі. У разі введення вірних даних користувач отримує доступ до свого облікового запису та повноцінного взаємодіє з усіма можливостями додатку. Цей безпечний та ефективний механізм (рисунок 4.19) допомагає забезпечити конфіденційність та безпеку для кожного користувача.

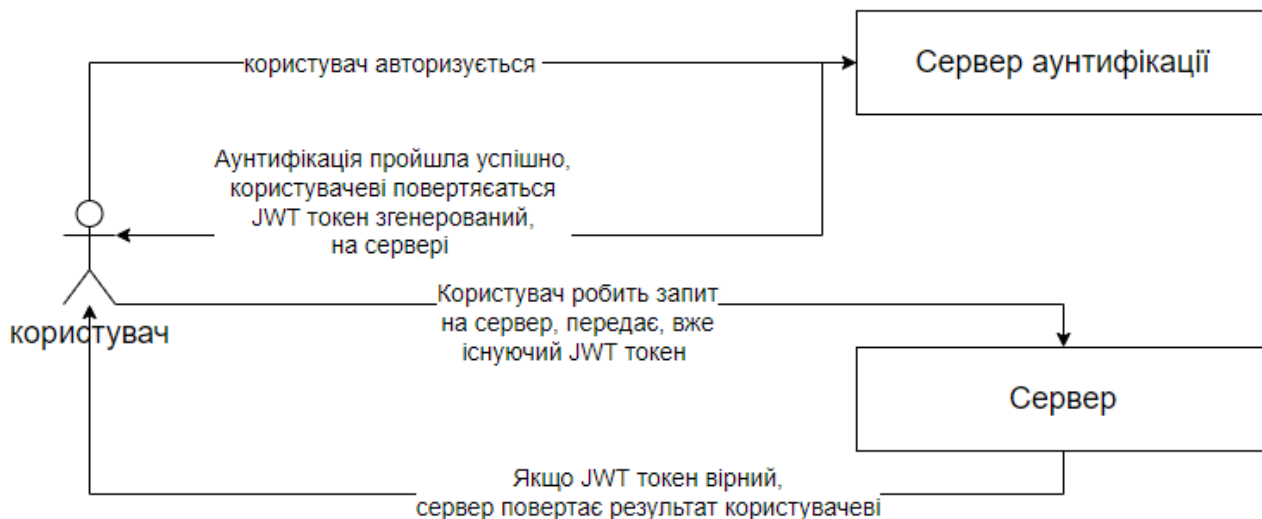


Рисунок 4.19 - Схема виконання аутентифікації користувачів

Додаток для виконання аутентифікації використовує JWT токен [14]. Високий рівень безпеки та надійність в процесі аутентифікації користувачів в додатку забезпечується за допомогою JWT токенів (JSON Web Token). Цей стандарт визнаний одним із передових засобів забезпечення конфіденційності та інтегритету обміну даними між сторонами в мережі Інтернет.

JWT токен - це текстовий рядок, що складається з трьох частин: заголовка (Header), частини з корисним навантаженням (Payload) та підпису (Signature). Кожна з цих частин містить важливі відомості про токен та забезпечує його цілісність.

- 1) Заголовок (Header): Містить два основні поля - "alg" (алгоритм) та "typ" (тип). "Alg" визначає алгоритм шифрування, який використовується для створення підпису, а "typ" вказує тип токена, що зазвичай є JWT.
- 2) Частина з корисним навантаженням (Payload): Ця частина містить корисну інформацію, таку як ідентифікатор користувача, термін дії токена, його ролі та інші властивості. Ці дані можуть бути закодовані, але не зашифровані, тому вони легко доступні клієнтам.

3) Підпис (Signature): Генерується за допомогою секретного ключа та алгоритму, вказаного в заголовку. Підпис дозволяє перевірити цілісність токена та переконатися, що він не був змінений під час передачі.

JWT токени мають декілька важливих переваг, таких як простота використання, компактність та можливість валідації без необхідності обіграння бази даних (рисунок 4.20). Вони ідеально підходять для забезпечення безпеки та автентифікації в мережевих додатках, забезпечуючи ефективний обмін даними та взаємодію між клієнтом та сервером.

```
async signUp(signUpDto: SignUpDto): Promise<AuthResponse> {
  const { email, lastName, firstName, password } = signUpDto;

  const hashedPassword = await bcrypt.hash(password, 10);
  const userId = uuidv4();

  const user = await this.userModel.create({
    email,
    lastName,
    firstName,
    userId,
    password: hashedPassword,
  });

  const token = this.jwtService.sign({ id: user._id });

  return {
    token,
    email,
    userId: user._id.toString(),
    lastName,
    firstName,
  };
}
```

Рисунок 4.20 - Приклад реєстрації за допомогою JWT токена

Висновки до розділу 4

У цьому розділі наведено опис програмної реалізації веб-застосунку. Було описано реалізацію та структуру клієнтської та серверної частини додатку.

В архітектурі веб-застосунку для 3D моделювання протезів використовується модель розділення клієнта та сервера, що дозволяє ефективно керувати логікою та обробкою даних. Клієнтська частина побудована на React, що забезпечує високу швидкість та інтерактивність користувачеві. Також використовується Three.js для

створення та відображення 3D моделей протезів, що робить інтерфейс більш привабливим та інтуїтивно зрозумілим.

Серверна частина реалізована з використанням технології Node.js та фреймворку Express.js. MongoDB використовується в якості системи управління базами даних для зберігання та управління даними про протези та користувачів. Для зберігання та обробки 3D моделей протезів використовується Amazon S3, що дозволяє ефективно управляти об'ємними даними та забезпечує доступ до них через мережу.

Така архітектура дозволяє забезпечити швидку та ефективну обробку запитів від клієнтів, зберігання даних у безпечному та надійному середовищі, а також зручний та інтерактивний інтерфейс для користувачів.

Узагальнюючи, програмна реалізація дозволяє веб-додатку виявитися потужним та ефективним інструментом у сфері індивідуалізованого протезування, сприяючи покращенню якості життя пацієнтів.

5 РОБОТА КОРИСТУВАЧА З СИСТЕМОЮ

Розроблена система є доступною для будь-якого користувача, який має встановлений сучасний браузер на своєму пристрої або смартфон на операційній системі Android. Для запуску системи потрібно перейти за посиланням, завантажити веб-додаток на локальному сервері або встановити додаток на смартфон.

5.1 Системні вимоги

Для нормальної роботи ПЗ необхідне виконання наступних мінімальних системних вимог:

- Об'єм оперативної пам'яті (RAM) – 2 ГБ.
- ОС Windows/Linux/iOS/Android/macOS.

На комп'ютері повинне бути встановлене наступне ПЗ.

- Інтернет браузер: Google Chrome/Safari/Edge.

Для роботи мінімально необхідні: Настільний ПК або ноутбук з типовими параметрами, та відеокартою для підтримки рендеренгу 3D моделі. Також в користувача має бути встановлений веб-браузер більш сучасних версій, для підтримки останніх можливостей нової версії React 18.

5.2 Використання платформи

Початковим етапом взаємодії з системою є сторінка авторизації користувача. Незареєстровані особи не можуть користуватися веб-додатком, тому перед розпочатком роботи користувач повинен пройти реєстрацію або авторизацію в системі. Форма для реєстрації та авторизації надається на відповідних сторінках.

Після успішної авторизації користувач має можливість переходу на головну сторінку додатку. Тут йому стає доступним широкий функціонал системи для

взаємодії з 3D-моделями протезів. Важливо відзначити, що без належної автентифікації в користувача відсутній доступ до основних можливостей додатку, роблячи процес реєстрації та авторизації необхідним етапом перед подальшим використанням функціоналу.

5.2.1 Сторінка авторизації

Для вже зареєстрованих користувачів доступна сторінка авторизації де вони можуть зручно та безпечно увійти в систему. Ця сторінка спрощує процес входу, надаючи зареєстрованим користувачам можливість швидко отримати доступ до функціоналу веб-додатку "Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача".

На даній сторінці користувачам пропонується ввести свої облікові дані, такі як електронна адреса та пароль, для проведення процедури авторизації. Цей етап є важливим для забезпечення безпеки та конфіденційності особистої інформації користувачів. Після успішної авторизації вони отримують доступ до повного функціоналу додатку, включаючи редагування та кастомізацію 3D моделей протезів. Сторінка авторизації для вже зареєстрованого користувача представлена на рисунку 5.1.

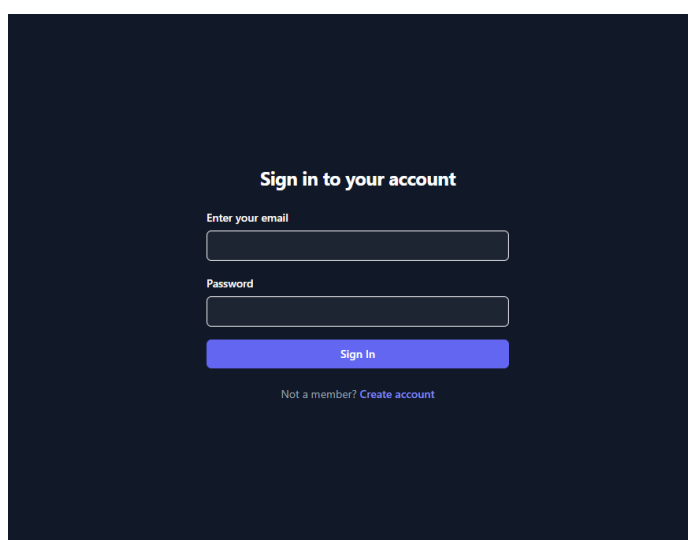
The image shows a login interface on a dark blue background. At the top, the text "Sign in to your account" is centered in white. Below this, there are two input fields: the first is labeled "Enter your email" and the second is labeled "Password". Both labels are in a small, light blue font. The input fields themselves are white with a thin grey border. Below the password field is a blue button with the text "Sign In" in white. At the bottom, there is a link that says "Not a member? Create account" in a small, light blue font.

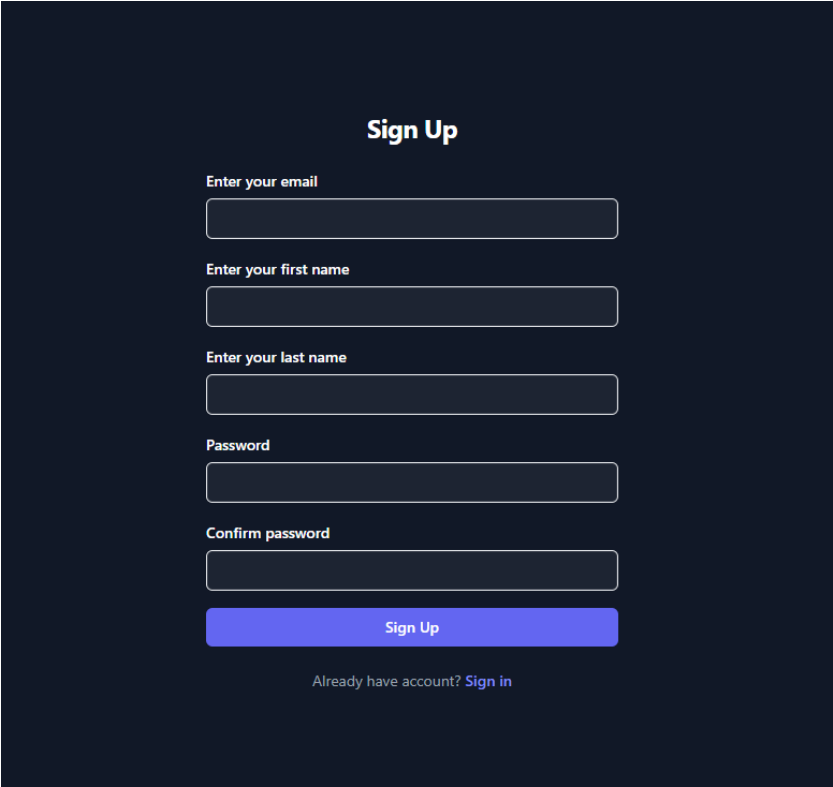
Рисунок 5.1 - Сторінка авторизації для вже зареєстрованого користувача

5.2.2 Сторінка реєстрації

Для тих, хто ще не має облікового запису в системі, створена сторінка реєстрації яка надає зручний та простий спосіб стати частиною веб-додатку "Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача".

На цій сторінці новим користувачам пропонується заповнити обов'язкові поля форми реєстрації, включаючи електронну адресу та пароль. Перед відправленням даних на сервер для обробки, можливе використання валідації полів, щоб уникнути помилок та забезпечити користувачам зручний ввід інформації.

Після успішної реєстрації користувачеві відкриваються всі можливості веб-додатку, включаючи створення та кастомізацію власних 3D моделей протезів для подальшого використання. Сторінка реєстрація користувача представлена на рисунку 5.2.



Sign Up

Enter your email

Enter your first name

Enter your last name

Password

Confirm password

Sign Up

Already have account? [Sign in](#)

Рисунок 5.2 - Реєстрація в системі

5.2.3 Початкова сторінка

Головна сторінка веб-додатку вражає своєю простотою та функціональністю. Вона є стартовою точкою для користувачів, де їм доступні дві ключові опції: "Create new model" та "My models".

"Create new model" — це шлях для творчих починань користувачів, які бажають створити свою унікальну 3D модель протезу. Після обрання цієї опції, вони будуть перенаправлені на сторінку кастомізації, де можна не лише втілити свої ідеї у вигляді 3D моделі, але й зберегти її для подальшого використання.

"My models" — це вхід до збережених моделей користувача. Тут вони матимуть можливість переглядати та управляти своїми раніше створеними протезами. Це важливий елемент для тих, хто хоче зберігати та використовувати різні версії або варіації протезів в залежності від поточних потреб.

Таким чином, головна сторінка (рисунок 5.3), служить інтуїтивним навігаційним центром для користувачів, де їм доступні ключові опції для подальшої роботи з веб-додатком.

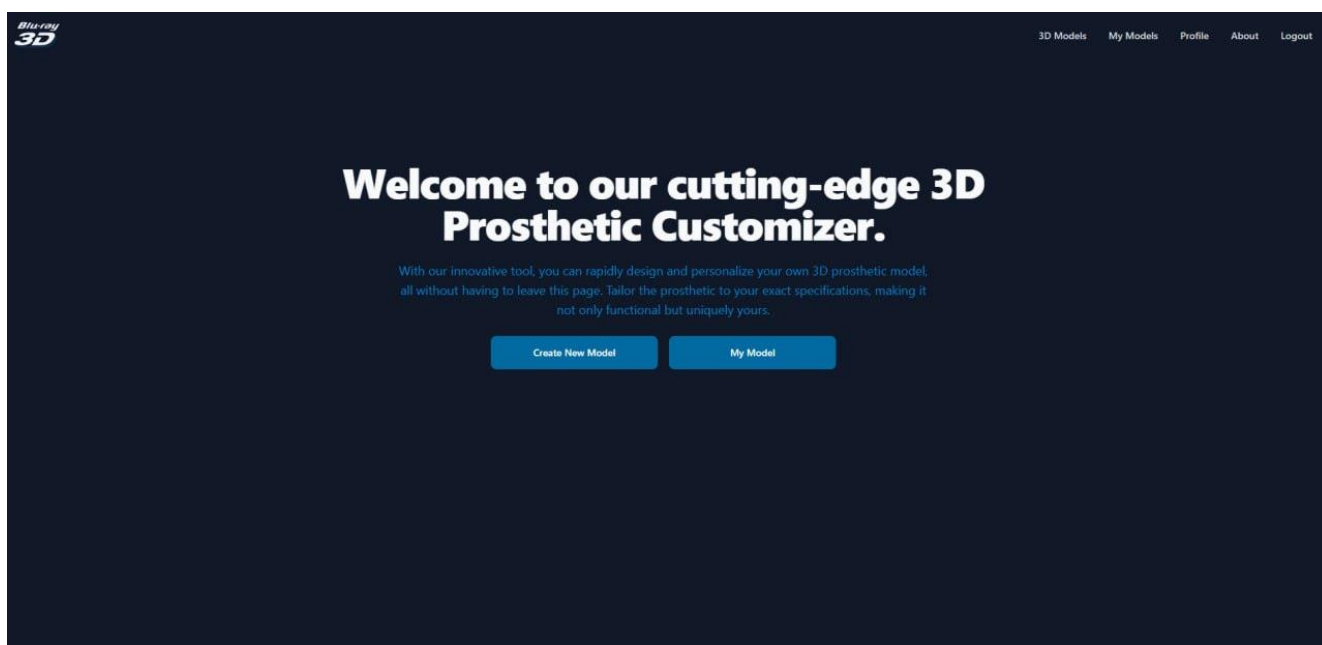


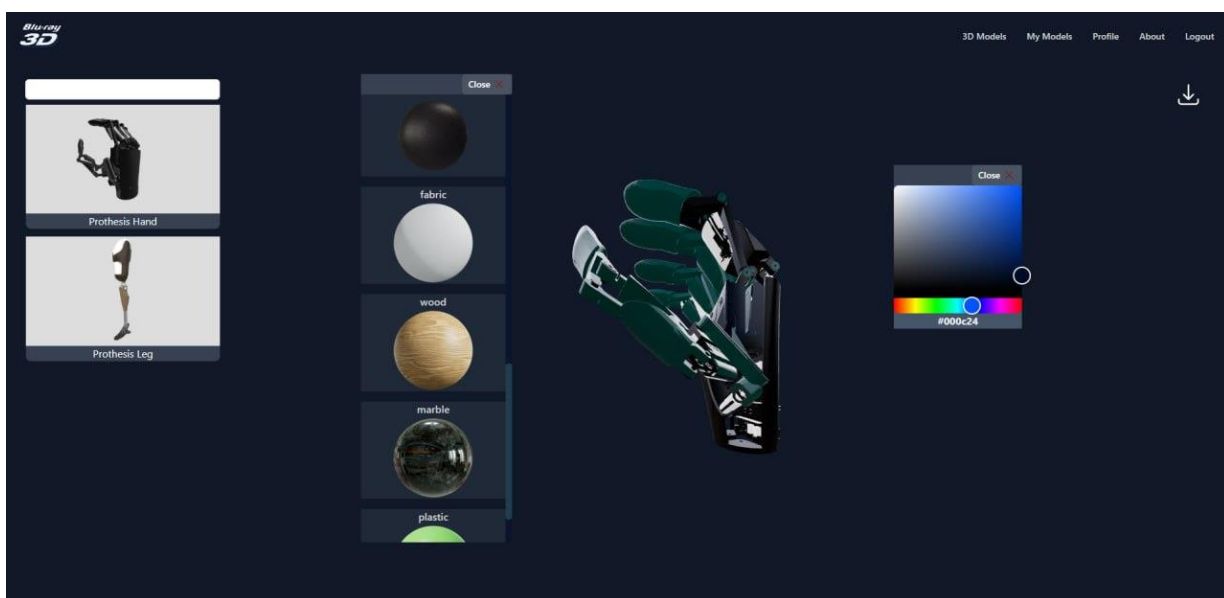
Рисунок 5.3 - Головна сторінка додатку.

5.2.4 Сторінка створення власного дизайну протезів

На цьому етапі взаємодії з веб-застосунком, користувач отримує можливість перейти на сторінку, що відкриває широкі можливості для створення та налагодження власних унікальних 3D-моделей протезів. Одна з ключових сторінок, яка вражає своєю функціональністю та потужністю, - це сторінка кастомізації.

У поточному розвитку додатку перед користувачем розкривається можливість взаємодії з двома ключовими статичними моделями - моделлю руки і моделлю ноги. Це створює унікальну можливість вивчення та експериментування з різними аспектами протезів для адаптації та налаштування під особисті потреби.

Перш за все, модель руки дозволяє користувачеві детально вивчати будову та конструкцію протезу, взаємодіяти з окремими елементами та розглядати їх в різних ракурсах. Це надає можливість не лише пізнати, а й ефективно налаштовувати параметри протезу, забезпечуючи оптимальний рівень комфорту та функціональності. Сторінка кастомізації 3D моделі протезу представлена на рисунку 5.4.



рисунк 5.4 - Сторінка кастомізації 3D моделі протезу.

Друга модель, яка представлена у додатку, це модель ноги (рисунк 5.5). Вона відкриває перед користувачем можливості вивчення та взаємодії з іншою

областю адаптивних протезів. Перегляд та взаємодія з цією моделлю розширює розуміння користувача щодо різноманітних конструкцій та опцій для оптимальної підтримки рухливості.

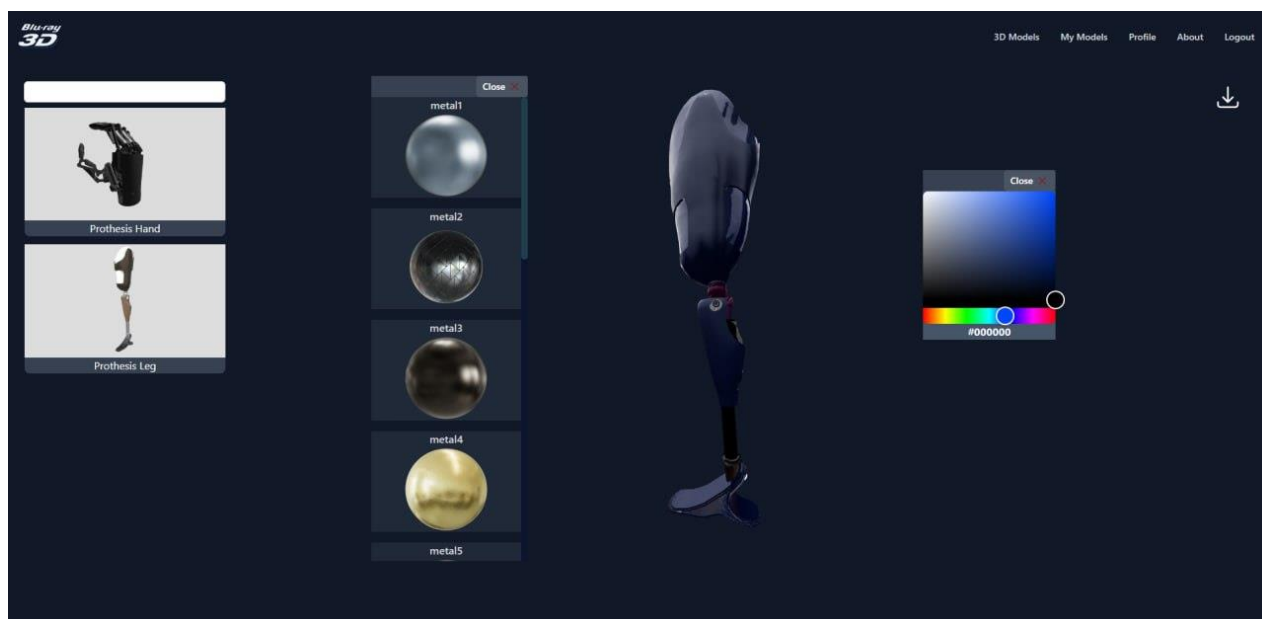


Рисунок 5.5 - Сторінка кастомізації 3D моделі протезу.

На цій сторінці користувач отримує повний контроль над кожним аспектом моделі протезу. Чи то форма, текстура чи інші характеристики - усе піддається детальній кастомізації. Великий обсяг налаштувань і можливостей надає користувачеві волю для творчості та адаптації протезу до власних потреб і стилів. На цій сторінці знаходиться інтуїтивний інтерфейс, що дозволяє швидко та ефективно редагувати кожен аспект моделі.

Зокрема, інструмент "Зберегти" в правому верхньому кутку екрана дозволяє легко зберегти створену модель. Цей момент надає користувачеві можливість зберегти свою творчість та зручно повернутися до неї в майбутньому.

Важливим аспектом є те, що в майбутньому планується розширення можливостей додатку, де користувачі зможуть завантажувати власні 3D-моделі, що створить безмежні можливості для персоналізації та індивідуалізації протезів. Це відкриє новий етап для користувачів у творчому процесі створення та

налаштування пристосувань, роблячи додаток ще більш вдосконалим та персоналізованим.

5.2.5 Сторінка збережених моделей протезів

Крім того, для зручності навігації та організації власних творінь, створено окрему сторінку "Збережені моделі". Це місце, де користувач може переглядати та управляти своїми попередньо збереженими та налаштованими моделями протезів. Відображення зручних мініатюр та детальна інформація про кожну модель роблять цю сторінку (рисунок 5.6) важливим інструментом для подальшого використання та налагодження.

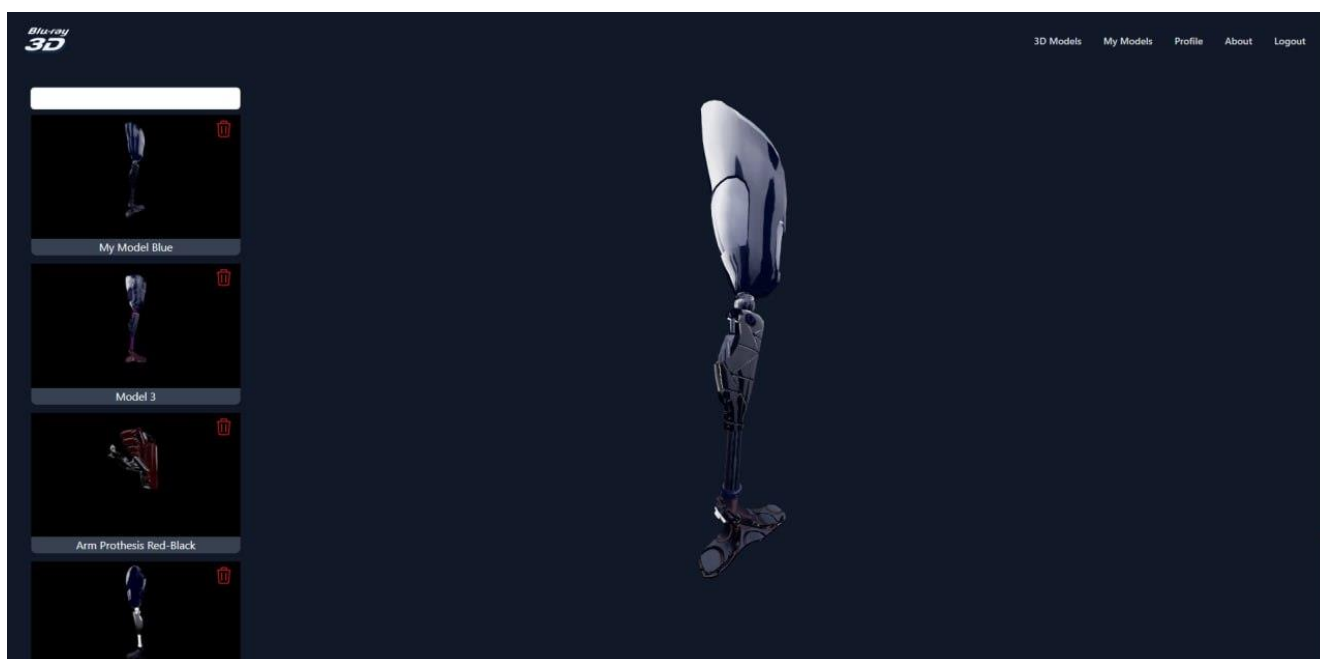


Рисунок 5.6 - Сторінка створених 3D моделей протезів користувача.

5.2.5 Сторінка збережених моделей протезів

Сторінка профілю користувача, створена з метою надання користувачам повного контролю над власним обліковим записом. На цій сторінці їм доступні різні опції, спрямовані на забезпечення безпеки та персоналізації.

Користувач може змінити свій пароль, надаючи можливість регулярно оновлювати його з метою збереження безпеки. Також присутня функція зміни електронної пошти, що дозволяє користувачам оновлювати свої контактні дані у випадку зміни електронної адреси.

Однак, якщо користувач вирішить завершити використання додатку, він може скористатися опцією видалення свого облікового запису. Це дозволяє користувачам контролювати свою приватність та призначити додаток за своїм бажанням.

Отже, сторінка профілю (рисунку 5.7), є важливим інструментом для управління особистим обліковим записом та надає користувачам можливість налаштування їхнього досвіду використання веб-додатку.

Рисунок 5.7 - Сторінка профіль користувача.

5.2.6 Сторінка деталей про веб-додаток

Сторінка "About" у веб-додатку "Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача" призначена для надання користувачам докладної інформації про додаток, його цілі та функціональність. Безпосередньо без використання списків, опис цієї сторінки може виглядати так:

Сторінка "About", де користувачі можуть дізнатися більше про основні аспекти та цілі додатку. На цій сторінці надається вичерпна інформація про те, як додаток був створений з метою надання унікальної можливості користувачам власноруч налаштовувати та моделювати протези для власних потреб.

Опис деталей архітектури та використаних технологій дає користувачам розуміння того, як додаток працює, та як вони можуть взаємодіяти з його ключовими функціями.

Завдяки докладному опису можливостей додатку та вигляду на майбутнє, користувачі отримують повністю усвідомлене враження від функціональності та переваг, які пропонує цей веб-додаток (рисunek 5.8).

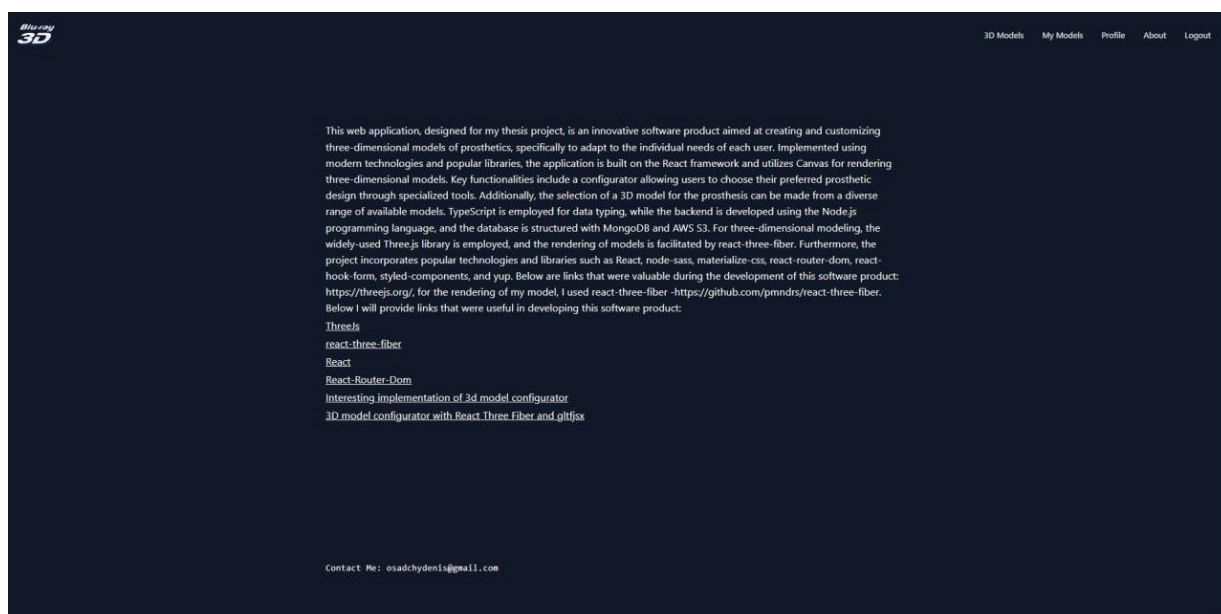


Рисунок 5.8 - Сторінка про додаток

Висновки до розділу 5

Розділ "Робота користувача з системою" відображає важливий аспект функціональності веб-застосунку. Користувачі, використовуючи дану систему, отримують можливість взаємодії та налаштування 3D моделей протезів з врахуванням їхніх індивідуальних потреб.

Процес взаємодії користувача з системою включає в себе зручний та інтуїтивний інтерфейс, який дозволяє легко створювати та адаптувати протези. Важливим аспектом є можливість користувачів налаштовувати параметри протезів з урахуванням їхніх власних вимог і комфортності.

Висновки з цього розділу демонструють, що веб-додаток успішно відповідає потребам користувачів у створенні та персоналізації протезів. Очікується, що взаємодія користувачів з системою буде ефективною та забезпечить їм необхідні інструменти для досягнення оптимального результату у процесі моделювання протезів.

6 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Цей розділ включає в себе важливі аспекти вхідних даних та планування реалізації стартап проекту. В цьому розділі описано ідею проекту, аудит технологій, ринкові можливості та перспективи проекту. Опис проекту створює повний образ ходу реалізації, що може привернути необхідні інвестиції та підняти загальний інтерес до ідеї, сприяючи тим самим подальшому успіху та розвитку проекту.

6.1 Опис ідеї проекту

Стартап-проект "Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача" має на меті революціонізувати галузь створення індивідуалізованих протезів, надаючи пацієнтам та медичним фахівцям унікальний інструмент для розробки та налаштування протезів у віртуальному середовищі.

Цей проект має на меті покращити доступність та індивідуалізацію протезів, забезпечуючи ефективний інструмент для їх створення та адаптації.

При розгляді можливостей розробки стартап-проекту необхідно ретельно аналізувати вихідні дані, що включають в себе програмне рішення та його потенційні переваги. Важливим етапом є розбиття рішення на окремі компоненти та подальший детальний аналіз. Починаючи з опису концепції проекту, важливо визначити основну ідею та суть стартапу. Слід також розглянути різні напрямки застосування рішення і з'ясувати, яким чином воно може бути використане.

Розглянемо детальніше ідею проекту, його напрямки застосування та вигоди для користувача за допомогою таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї (що пропонується)	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
веб-застосунок для індивідуалізованого моделювання протезів.	Медицина, реабілітація, протезування.	максимальна персоналізація протезів для кожного користувача
Створення унікальних 3D-моделей, призначених для адаптації та налаштування протезів.	Медичні заклади, лікарні, центри реабілітації.	- покращення ефективності протезування - забезпечення зручності та функціональності
Можливість вибору матеріалів, розмірів та форми деталей протезу.	Приватні лабораторії, дослідницькі центри.	- Індивідуалізоване виробництво - врахування особистих уподобань та анатомічних особливостей
Функціонал для зміни кольору деталей протезу	Користувачі, які мають протези.	Зміна властивостей протезу відповідно до потреб та стилю користувача.
Зручний інтерфейс для завантаження, перегляду та збереження адаптованих моделей.	Технічні партнери, виробники протезів.	- легкість взаємодії зі створеними моделями - можливість передачі їх виробникам для виробництва

Не менш важливо визначити переваги для кінцевого користувача у різних сценаріях використання продукту. Це допоможе з'ясувати цінність, яку система

може надати своїм користувачам. Крім того, важливо провести аналіз конкурентів, визначивши сильні та слабкі сторони запропонованих рішень у порівнянні з аналогами на ринку.

Стартап "Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача" пропонує підхід до створення та налаштування протезів, забезпечуючи індивідуальний підхід до кожного користувача. Для кращого розуміння потенціалу та визначення стратегічних напрямків розвитку проєкту, наведена таблиця 6.2, яка включає ключові аспекти, що визначають економічні властивості, концепцію конкурентів та внутрішні сторони стартапу.

Таблиця 6.2 - Визначення характеристик ідеї проєкту

№	Економічні характеристики	Концепція (стратегія) конкурентів	Слабкі сторони	Нейтральні сторони	Сильні сторони
1	Гнучке ціноутворення	Розширення функціоналу	Недостатні ресурси	Попит на індивідуалізацію	Новаторський підхід
2	Високий потенціал ринку	Партнерства з виробниками	Обмежений бюджет	Високий попит на протези	Використання новітніх технологій
3	Можливість масштабування	Контроль якості	Відсутність бренду	Висока конкуренція	Партнерство з медичними установами
4	Ефективна реклама	Агресивна маркетингова кампанія	Трудомістка розробка	Гнучкість системи	Висока адаптованість до потреб користувачів

6.2 Технічний аудит проєкту

Аудит технічної сторони проєкту становить важливий етап розгляду стартап-ідеї. Мета його проведення полягає в аналізі та виборі оптимальних технологій для реалізації концепції проєкту. Дослідження охоплює оцінку наявних технологій на ринку, спрямовану на розробку необхідного програмного забезпечення. Детальний огляд технічної реалізації ідеї проєкту буде викладено у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 - Аудит технологій

Технології	Особливості	Можливості удосконалення
React	Забезпечує ефективний та динамічний інтерфейс	Подальше оптимізоване використання компонентів, код рефакторинг
Three.js	Генерація 3D зображень та взаємодія з ними	Розширення можливостей візуалізації, оптимізація продуктивності
TypeScript	Посилення типізації та безпеки коду	Використання нових функцій та оновлень TypeScript
React Router Dom	Маршрутизація та навігація веб-застосунку	Додаткові налаштування маршрутів, покращення управління станом
MongoDB	Документ-орієнтована база даних	Підвищення ефективності запитів, резервне копіювання та синхронізація

Продовження таблиці 6.3

Nest	Фреймворк для побудови масштабованих серверів	Подальший розвиток та оптимізація серверної частини
Amazon S3 Bucket	Зберігання та управління об'єктами в хмарі	Реалізація додаткових засобів безпеки, оптимізація витрат
Git	Система контролю версій для спільної роботи	Посилення процесів роботи з кодом, вдосконалення Git flow
VS Code	Інтегроване середовище розробки	Використання нових плагінів та інструментів VS Code

6.3 Моніторинг ринкових можливостей

Проведений аналіз ринкових можливостей дав можливість визначити потенційні шляхи впровадження проекту на ринку, а також виявити ризики та загрози, які можуть вплинути на успішну реалізацію проекту. Це дозволить належним чином спланувати стратегії розвитку, враховуючи особливості ринкового середовища, потреби потенційних клієнтів і конкурентні пропозиції інших проектів.

Таблиця 6.4 - Ринкові загрози

№	Параметр	Оцінка	Потенційні можливості та вигоди для проекту	Ринкові загрози та виклики
1	Конкуренція в галузі 3D моделювання та протезування	Висока	Високий попит на індивідуалізовані та адаптовані протези.	Потреба у великих витратах на маркетинг та просування.
2	Залежність від хмарних платформ, таких як Amazon S3	Середня	Зручна інтеграція та надійне зберігання 3D моделей.	Ризик можливих перебоїв або вартісних змін в хмарних службах.
3	Використання великої кількості технологій (React, Three.js, TypeScript)	Середня	Забезпечення високоякісного та інтерактивного користувацького інтерфейсу.	Потреба у сталому моніторингу та оновлення технологій.
4	Високі вимоги до безпеки конфіденційної інформації	Висока	Гарантія конфіденційності медичних та персональних даних.	Потреба у високих витратах на захист від кіберзагроз

Кінець таблиці 6.4

5	Змінність ринкових умов та модних тенденцій	Середня	Можливість швидко адаптувати пропозиції до змін у вимогах споживачів.	Ризик втрати популярності через зміни у попиті.
---	---	---------	---	---

6.4 Узагальнення

Розробивши таблиці, в якій вивчено можливості та перспективи впровадження, акцентуючи увагу на потенційних клієнтах, бар'єрах входу та доцільності для ринкової реалізації веб-застосунку “3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача”. Таблиця дозволяє здійснити аналіз з огляду на вимоги споживачів, конкурентні переваги та недоліки, а також враховує ризики та можливості в контексті широкого застосування технології.

Таблиця 6.5 відображає аналіз перспектив стартапу в контексті його впровадження на ринку. Зокрема, враховуючи фактори, такі як економічні характеристики, концепція конкурентів, аналіз слабких та сильних сторін.

Таблиця 6.5 - Перспективи впровадження

№	Параметр	Оцінка	Перспективи впровадження проекту
1	Зростання попиту на індивідуалізовані протези	Висока	Попит на індивідуалізовані протези продовжує зростати, що створює перспективи для успішного впровадження.
2	Розвиток технологій 3D моделювання	Висока	Зростання можливостей у сфері 3D моделювання та друку дозволяє впроваджувати більш складні та ефективні рішення.

Кінець таблиці 6.5

3	Сприяння соціально відповідальним проектам	Висока	Загальне сприйняття та підтримка соціально відповідальних проектів створює позитивне середовище для впровадження.
4	Розвиток партнерської екосистеми	Висока	Співпраця з іншими стартапами, технологічними компаніями та організаціями може зміцнити екосистему та сприяти впровадженню.

Таблиця 6.6 досліджує різні аспекти, які визначають цілеспрямованість та перспективи впровадження стартапу. Вона враховує економічні характеристики проекту, концепцію конкурентів, а також слабкі та сильні сторони. Ця таблиця створена для визначення того, наскільки реальним та ефективним є впровадження проекту в умовах конкурентного ринкового середовища.

Таблиця 6.6 - Доцільність впровадження

№	Параметр	Оцінка	Доцільність впровадження для ринкової реалізації проекту
1	Ринкова потреба у високотехнологічних індивідуалізованих протезах	Висока	Існує велика ринкова потреба у високотехнологічних індивідуалізованих протезах, що підсилює доцільність проекту.

Кінець таблиці 6.6

2	Конкурентоспроможність у порівнянні з існуючими рішеннями	Висока	Проект володіє конкурентоспроможністю завдяки використанню передових технологій та індивідуалізації протезів.
3	Високий рівень інтересу та підтримки від спеціалізованих груп та організацій	Висока	Існує великий рівень інтересу та підтримки від медичних установ, груп пацієнтів та соціальних організацій.
4	Можливість стратегічних партнерств та співпраці з іншими компаніями	Середня	Проект може отримати додатковий імпульс через стратегічні партнерства з медичними та технологічними компаніями.
5	Здатність вирішувати ключові проблеми індивідуальних протезів	Висока	Проект вирішує ключові проблеми, пов'язані з індивідуалізацією та доступністю високотехнологічних протезів.

Висновки до розділу 6

У розділі 6 була детально розглянута концепція проекту, в якій були чітко визначені його основні параметри та властивості. Процес розробки ідеї включав в

себе використання розширеного алгоритму, що забезпечив визначення функцій, врахування різноманітних елементарних рішень та вибір оптимальних варіантів для кожної функції.

В контексті технологічної реалізації ідеї проєкту проводився аналіз технологічних підходів, розглядався потенціал для удосконалення та допрацювання технологій у майбутньому.

Узагальнені аналіз і стратегічне планування, представлені в цьому розділі, підтверджують перспективність та високий потенціал успіху нашого стартап-проєкту в обраній сфері веб-застосунків для 3D моделювання протезів.

ВИСНОВОК

В результаті дослідження було розроблено систему веб-застосунків 3D моделювання протезів для адаптації та налаштування під вимоги споживача. Метою моєї роботи було створення веб-застосунку, який дозволяє повністю налаштовувати 3D протези, забезпечуючи їхню адаптацію під конкретні потреби та вимоги кожного індивіда. Проведено ретельний аналіз існуючих рішень у сфері конфігурації та кастомізації 3D моделей протезів. Виявлені переваги та недоліки наявних систем надали підґрунтя для формулювання чіткої мети дослідження. Було розглянуто важливість 3D моделювання в контексті медичної сфери, зокрема для створення протезів. Здійснений аналіз відзначив переваги використання технологій 3D моделювання у порівнянні з традиційними методами виробництва. Було чітко визначено критичні характеристики, які має мати розроблювана система для ефективного конфігурування та кастомізації 3D моделей протезів.

Для досягнення поставлених цілей я використав широкий спектр технологій та інструментів. React та Three.js дозволили мені ефективно створити інтуїтивно зрозумілий та функціональний інтерфейс для користувачів. Node.js, Express.js та NestJS використовувалися для створення потужного серверного бекенду, здатного ефективно обробляти запити користувачів та забезпечувати стабільну роботу додатку. Зберігання та управління даними було доручено MongoDB та Amazon S3, що забезпечило надійність та масштабованість системи.

Отже, можна визначити, що розроблений веб-застосунок становить важливий внесок у сферу медичних технологій, розширюючи можливості протезування та підвищуючи рівень індивідуалізації в цій області. Його вплив на покращення якості життя пацієнтів, які використовують протези, визнається високим, а результати дослідження можуть слугувати основою для подальших інновацій у цьому напрямку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бенкс А., Порселло Є. Вивчення React: Сучасні шаблони для розробки програм на React, друге видання. O'Reilly Media, Inc, 2020, 320 с.
2. React — відкрита JavaScript бібліотека для створення інтерфейсів користувача: вебсайт URL: <https://uk.reactjs.org/> (дата звернення 10.09.2023)
3. Бібліотека JavaScript, що використовується для створення та відображення анімованої 3D-комп'ютерної графіки у веббраузері: вебсайт URL: <https://threejs.org/> (дата звернення 11.09.2023)
4. React Router — API для веб-додатків, які використовують бібліотеку React: вебсайт URL: <https://v5.reactrouter.com/web/guides/quick-start> (дата звернення 12.09.2023)
5. Як використовувати Three.js і React для рендера 3D-моделі: вебсайт URL: <https://dev.to/nourdinedev/how-to-use-threejs-and-react-to-render-a-3d-model-of-your-self-4kkf> (дата звернення 12.09.2023)
6. Стефанов С. React: Up & Running: Building Web Applications 2nd Edition. O'Reilly Media, Inc., 2021, 222 с.
7. Сторінка на GitHub бібліотеки Three.js: вебсайт URL: <https://github.com/mrdoob/three.js/tree/master> (дата звернення 20.09.2023)
8. Brad E. Hollister: Core Blender Development: Understanding the Essential Source Code, 2020, P.48 .
9. Getting Started With Your First three.js Project: вебсайт URL: <https://medium.com/nerd-for-tech/getting-started-with-your-first-three-js-project-part-one-the-setup-17f18660aees>(дата звернення 27.09.2023)
10. Stefanov S. React: Up & Running, O'Reilly Media; 1-st edition, August, 9, 2016, P.120.
11. Client Server Architecture: вебсайт URL: https://cio-wiki.org/wiki/Client_Server_Architecture(дата звернення 01.10.2023)
12. Wieruch R. The Road to React: Your journey to master plain yet pragmatic React.js Robin Wieruch // O'Reilly Media; 1-st edition, August, 9, 2016. — P. 50.
13. Ben Simonds, Blender Master Class: A Hands-On Guide to Modeling, Sculpting, Materials, and Rendering, 1st Edition, No Starch Press, March 3, 2013, P.98.

14. Hahn E. Express in Action: Writing, building, and testing Node.js applications. Manning, 2016, P.130
15. Basarat S. Beginning Node.js. O'Reilly, 2014, P.50
16. Джонсон, Мери. "JavaScript і jQuery: інтерактивна веб-розробка Front-End". Wiley, 2019.
17. TailwindCss Components. URL: <https://tailwindcss.com/> (дата звернення: 03.10.2023).
18. Fielding, Roy T. "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures." PhD dissertation, University of California, Irvine, 2000.
19. React Documentation. URL: <https://reactjs.org/docs/getting-started.html> (дата звернення: 20.10.2023).
20. StackOverflow. URL: <https://stackoverflow.com/> (дата звернення: 10.10.2023).
21. Amazon S3. URL: <https://rtfm.co.ua/ru/aws-simple-storage-service-s3-opisanie-primery/> (дата звернення: 20.10.2023).
22. TypeScript. URL: <https://www.typescriptlang.org/> (дата звернення: 10.11.2023).
23. MongoDB. URL: <https://www.mongodb.com/> (дата звернення: 11.11.2023).

ДОДАТОК А

Веб-застосунок 3D моделювання протезів для адаптації та
налаштування під вимоги споживача

Акт впровадження

УКР.НТУУ"КПІ" _ІАТЕ_ЦТЕ_ТР23МП_23М

Аркушів 1

2023