

Галицький коледж імені В'ячеслава Чорновола  
відділення комп'ютерних та видавничих технологій  
циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач відділенням  
комп'ютерних та видавничих  
технологій

Чубей О.О. / \_\_\_\_\_ /

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту  
освітньо-кваліфікаційного рівня «молодший спеціаліст»  
зі спеціальності 122 “Комп'ютерні науки та інформаційні технології”  
на тему: “Система моделювання 3D об'єктів з проекцією у доповненій  
реальності”

|                    |                    |                   |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| Студент групи К-47 | Раїнчук В. В.      | _____<br>(підпис) |
| Керівник проекту   | Посвятовська О. Б. | _____<br>(підпис) |
| Консультанти:      |                    |                   |
| з охорони праці    | Меленчук Л.І.      | _____<br>(підпис) |
| нормоконтролер     | Кульчинська Н.З.   | _____<br>(підпис) |

Тернопіль - 2020

Галицький коледж імені В'ячеслава Чорновола  
відділення комп'ютерних та видавничих технологій  
циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач відділенням  
комп'ютерних та видавничих  
технологій

Чубей О.О. / \_\_\_\_\_ /

підпис

## ЗАВДАННЯ

на дипломне проектування  
на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «молодший спеціаліст»  
студенту \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по-батькові студента)

1. Тема проекту \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

затверджена наказом по коледжу від “\_\_” \_\_\_\_\_ 2019 р., № \_\_\_\_\_

2. Термін здачі студентом завершеного проекту “\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Перелік питань, які повинні бути розроблені в проекті:

а) основна частина \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

б) техніко-економічне обґрунтування

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Консультанти проекту: \_\_\_\_\_

| Розділ                               | Консультанти           | Підпис, дата    |                   |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|
|                                      |                        | Завдання видано | Завдання прийнято |
| з техніко-економічного обґрунтування | Меленчук Л.І.<br>_____ |                 |                   |

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

## дипломного проектування

Примечание [KW1]: Можна писат и  
руцями, але я знай та дам в доступ  
готовий

| №<br>п/п | Найменування етапу | Терміни |            |
|----------|--------------------|---------|------------|
|          |                    | початку | завершення |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |
|          |                    |         |            |

7. Дата видачі завдання “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2019 р.

Керівник \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ /

## Реферат

Звіт про НДР: 64с. 53 рисунків, 1 додаток, 8 джерел.

Об'єктом дослідження є системи 3D-моделювання.

Метою дипломного проекту є розробка спрощеної версії 3D-редактора та комунікації між користувачами.

Завданням проекту є аналіз методів та реалізації 3D-моделювання, проектування зручного інтерфейсу та розробка платформи для керування проектами.

Для розробки було використано текстовий редактор VS Code. Продукт створено з допомогою:

- React.js
- Node.js
- Express.js
- GraphQL
- MongoDB

Весь функціонал написаний на JS. Інтерфейс реалізовано на HTML, CSS.

Результат – розроблений 3D-редактор. Продукт є зручним у використанні, а також весь важливий для моделювання функціонал.

## Abstract

Report on research: 78p, 65 figures, 1 attachment, 9 sources.

Object of research - gaming products are designed and developed in the genre of First/Third-person Shooter.

The purpose of the diploma project is to develop a gaming product in the genre of Shooter based on the Unreal Engine 4 game engine.

The objective of the project is to develop a gaming product in the genre of Shooter.

To develop the system, the Unreal Engine development environment was used, the product was created using programs such as:

- Vroid;
- Visual Studio;
- Blender;
- Fuse.

For writing scripts and triggers was used two languages: scripted programming language C++ and graphic programming language BluePrints.

As the result of that is a gaming product designed and developed on the basis of the Unreal Engine game engine. The product has a simple and user-friendly interface.

SYSTEM, UNREAL ENGINE, C++, BLUEPRINTS, REALIZATION OF A PROJECT, TRIGGER, PLAY.

## ЗМІСТ

На цьому аркуші велика рамка, дані для заповнення в таблиці з керівниками

А ти добре поставив номер???

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП.....  | 9  |
| 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ .....   | 11 |
| 1.1 Актуальність теми .....                             | 11 |
| 1.2 Огляд існуючих рішень.....                          | 13 |
| 1.3 Постановка задачі.....                              | 17 |
| 2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ .....                            | 19 |
| 2.1 Формалізація вимог до системи .....                 | 19 |
| 2.2 Проектування структури проекту .....                | 20 |
| 2.3 Проектування інтерфейсу .....                       | 22 |
| 2.4 Обґрунтування технологій та засобів реалізації..... | 29 |
| 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ .....                | 33 |
| 3.1 Реалізація інтерфейсу.....                          | 33 |
| 3.2 Реалізація редактора.....                           | 43 |
| 3.3 Тестування .....                                    | 47 |
| ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....                   | 55 |
| 1. Аналіз ринку .....                                   | 55 |
| 2. Розрахунок витрат на проектування .....              | 56 |
| 3. Обґрунтування необхідності розробки .....            | 59 |
| ВИСНОВКИ .....  | 61 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....                          | 62 |
| ДОДАТКИ .....   | 63 |

**Примечание [KW2]:** Наголошували, в змісті заголовки не пишуться прописними. Треба міняти руцями. А в змісті прописними. Такий стандарт

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 7    |

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

API – Application Programming Interface (Інтерфейс Програмування Застосунків)

VS Code – Visual Studio Code

JS – JavaScript

ПЗ – програмне забезпечення

Придумуй ще 7-8 скорочень

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 8    |



## ВСТУП

Сьогодні, внаслідок стрімкого розвитку комп'ютерних технологій, у нас є змога сприймати віртуальний світ, який відрізняється від реального.

Доповнена реальність – розширення простору тривимірними моделями з допомогою технічних засобів.

Віртуальна реальність – створений з допомогою технічних засобів простір, який передається користувачеві через органи сприйняття навколишнього середовища, що дає змогу відчувати все як в привычному для нього світі. Також можливо впливати на об'єкти в за існуючими законами фізики, але в розважальних цілях все це легко модифікується.

Доповнена реальність застосовується у досить широкому спектрі галузей. Зокрема, вдалі рішення щодо використання цієї технології наявні при вирішенні завдань проектування та дизайну в різноманітних сферах, використанні навчальних тренажерів та у медичній галузі, вдалим є застосування у навчально-виховному процесі

У проектуванні та дизайні доповнена реальність може суттєво допомогти фахівцю, адже він у делька дотиків може переглянути як його робота буде виглядати при реальних умовах, що є дуже зручно. Також завдяки цій технології є можливими виміри без наявності окремих інструментів.

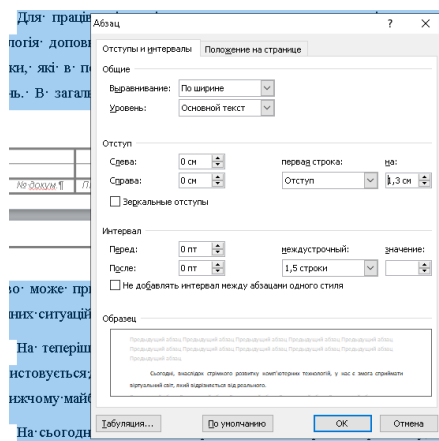
Для працівників, які не можуть проводити реальні тренування, технологія доповненої реальності дає можливість вдосконалювати свої навички, які в подальшому застосовуються при виконанні поставлених завдань. В загальному використання технологій доповненої реальності суттєво може прискорити процес навчання, зокрема, при моделюванні аварійних ситуацій для вибору оптимальних шляхів вирішення проблем.

На теперішній час у медицині в основному доповнена реальність використовується для проекції органів та на етапі аналізу певної проблеми. В найближчому майбутньому очікується багато оновлень у цій сфері.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 9    |

На сьогодні ця технологія проходить етап стрімкого розвитку, тому готових і цікавих рішень не так багато.

**Зверни увагу** на абзаци тут і по всьому тексту!!!!!!



**Тут треба дописати до півсторінки**

**Можна про застосування в педагогічній, навчальній діяльності**

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 10   |

## 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

### 1.1 Актуальність теми

За останні 10 років ми стали свідками активного розвитку 3D-контенту та технологій. Найбільш поширеними галузями використання 3D-графіки є кінематограф, телебачення, відеоігри, друковані продукції, а також у наука та промисловість.

3D-графіка – це один з розділів комп'ютерної графіки, який оперує прийомами та інструментами для зображення об'ємних об'єктів і управління ними в тривимірному просторі.

Для одержання тривимірного зображення на площині потрібні такі кроки:

- Моделювання
- Рендеринг (візуалізація)
- Виведення отриманого зображення на пристрій виведення

3D-моделювання – це процес розробки математичного представлення будь-якої тривимірної поверхні об'єкта за допомогою спеціалізованого ПЗ. Продуктом – є 3D-модель. Вона може бути представлена у вигляді програмного коду або відображена у вюпорті чи вювері, а також за допомогою двовимірного зображення, що створюється за допомогою процесу рендерингу. 3D-моделі створюються вручну або автоматично, у тому числі за допомогою 3D-сканера. Виготовлення власноруч є подібним до ліплення скульптури в пластичному мистецтві.

3D-модель – представлення об'єкта в трьох просторових вимірах. Як правило, вони відображаються вигляді координат X, Y, та Z. Приклад об'єкта зображено на рисунку 1.1.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 11   |

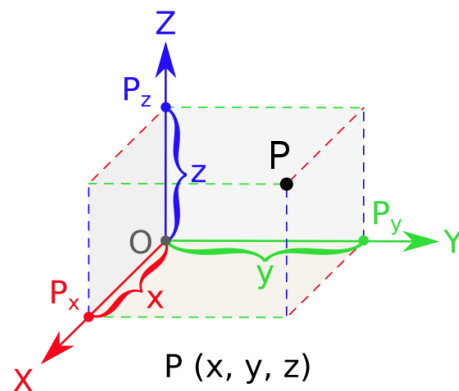


Рисунок 1.1 – Представлення об’єкта в вигляді координат X, Y, та Z

Рендеринг – це процес отримання зображення за моделлю з допомогою комп’ютерної програми.

На сьогодні не кожна професійна програма має цей функціонал, а також не вміє “з коробки” працювати з такою 3D-технологією, як доповнена реальність.

Доповнена реальність – термін, що позначає всі проекти, спрямовані на розширення матеріального світу будь-якими віртуальними елементами.

Поєднання цих технологій дає можливість при моделюванні виводити сцену в реальному просторі. Наприклад, це може бути корисно при ремонті в квартирі. Ви можете переконатись, чи підходить вам крісло і де його краще розмістити.

Також є два дуже важливих недоліків додатків:

- закритість
- платне використання

На сьогоднішній день багато додатків будуються як бізнес проекти і не завжди зважають на відгуки споживачів. З іншої сторони, безкоштовні

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 12   |

програми, в основі яких є певна ідея, не є такими однотипними, а розробкою займаються ентузіасти, які прислуховуються до простих користувачів.

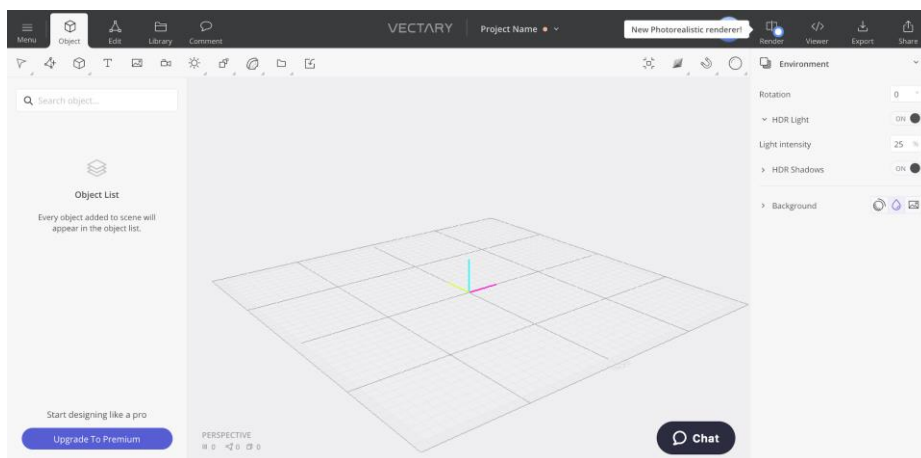
Щодо закритості системи – це негативний аспект, з огляду на те, що користувач не має змоги змінити чи додати щось нове. Це доволі важливо, оскільки в подальшому можна було б вносити нововведення в основу проекту.

## 1.2 Огляд існуючих рішень

На сьогоднішній день існує дуже мало проектів, які дають змогу працювати з 3D простором. Одним з найпопулярніших є професійний веб-додаток для 3D дизайну та моделювання – “Vectary”.

Цей веб-додаток надає змогу створювати 3D-дизайни прямо у браузері та зберігати усе у хмарі, щоб ви могли працювати й отримувати доступ до них з будь-якого місця та в будь-який час. Все, що для цього потрібно - це ноутбук або настільний комп'ютер з підключенням до Інтернету та електронною поштою, щоб налаштувати ваш обліковий запис.

За допомогою “Vectary” можна легко почати моделювати 3D-об'єкти та зекономити дуже багато часу завдяки зручному та простому інтерфейсу. Його зображено на рисунку 1.2.



|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 13   |

### Рисунок 1.2 – Приклад інтерфейсу

Додаток дає змогу запрошувати друзів, колег, або навіть клієнтів до ваших 3D-проектів. Є можливість працювати як команда, ділитися ідеями, залишати коментарі та виконувати це все в одному місці. Меню “Share” зображена на рисунку 1.3.

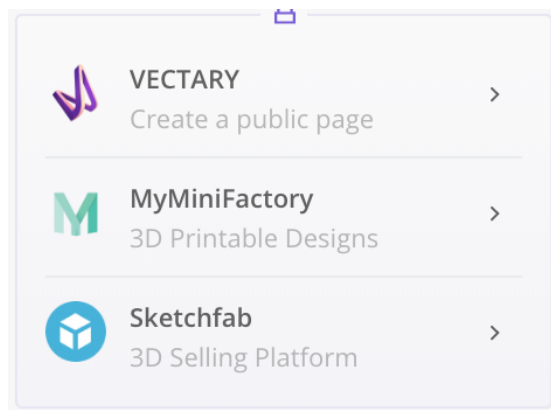


Рисунок 1.3 – Меню “Share”

З веб-додатком “Vectary” є можливість зекономити час також на процесі рендерингу, адже не потрібно експортувати модель в інші інструменти, а в результаті отримується зображення з високою роздільною здатністю в режимі реального часу прямо з 3D-редактора. Приклад результату рендерингу у веб-додатку для 3D дизайну та моделювання “Vectary” на рисунку 1.4.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 14   |

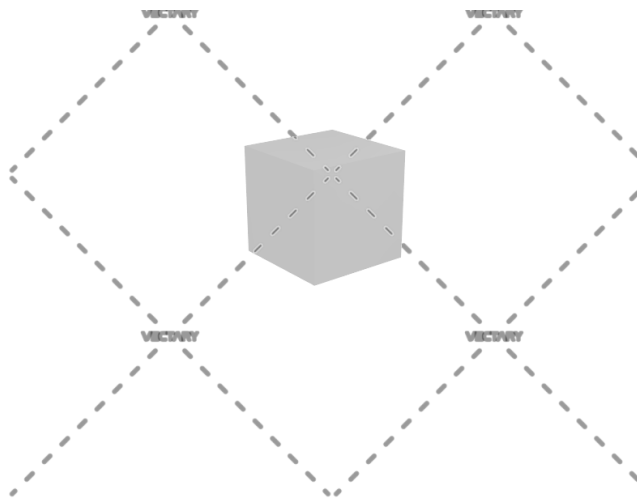


Рисунок 1.4 – Приклад результату рендерингу

Також у веб-додатку існує бібліотека моделей, піктограм та шрифтів, матеріалів, завантажених користувачами. Щоб ними скористатися, потрібно просто перетягнути їх на 3D-сцену.

Завантаження своїх проєктів відбувається в один клік. Доступними форматами є .stl, .obj, .glb, glTF, .jpeg, .png та .svg. Приклад імпортування зображено на рисунку 1.5.

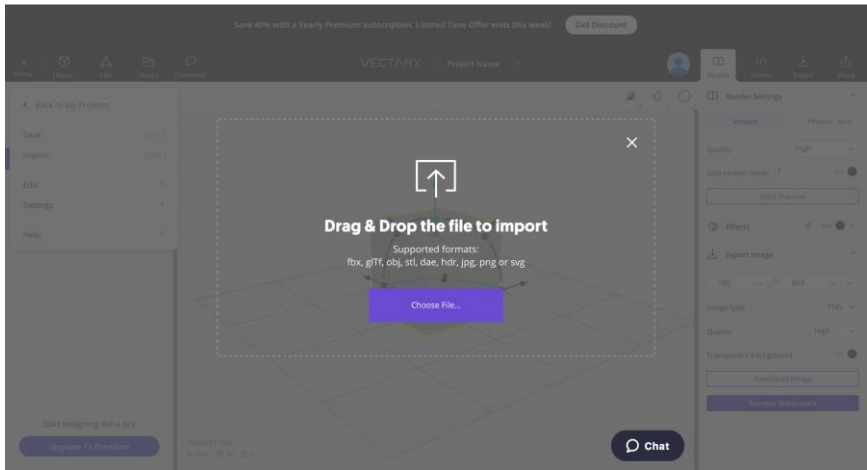


Рисунок 1.5 Меню імпортування

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 15   |

Також на проекті доступне експортування моделей. Приклад даної операції у веб-додатку “Vectary” зображено на рисунку 1.6.

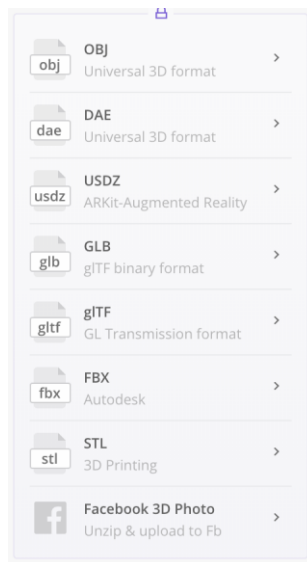


Рисунок 1.6 – Меню експортування

Найважливішим вбачається, є те, що змодельовані об’єкти можна виводити у AR або VR. Приклад доповненої реальності зображено у веб-додатку “Vectary” на рисунку 1.7.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 16   |



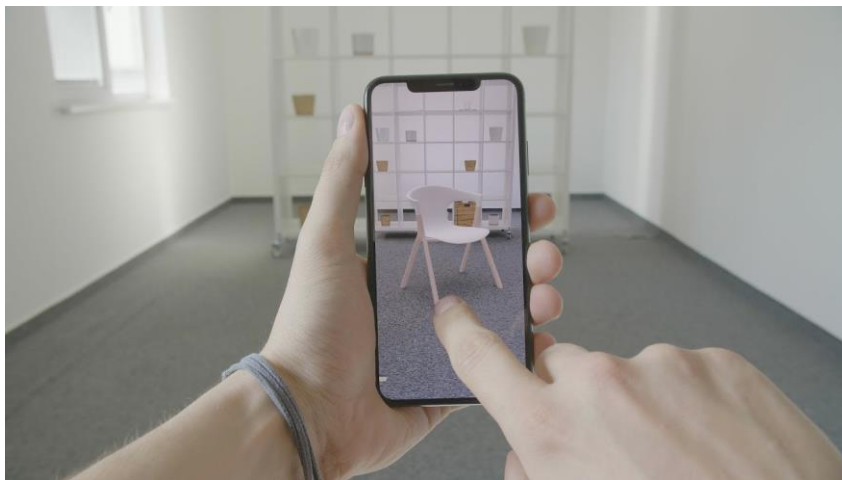


Рисунок 1.7 – Приклад доповненої реальності

Отже, цей додаток є доволі зручним, а дана реалізація робить його унікальним на ринку. Але у веб-додатку “Vectary” є два важливих недоліки:

- дорога підписка;
- закритість коду.

Ці недоліки є доволі суттєвими з огляду на потреби користувачів

### 1.3 Постановка задачі

Так як веб-додаток “Vectary” має платну підписку і є закритим проектом актуальним є завдання створити власний аналог який буде безкоштовним і відкритим для всіх.

Для його ефективності та затребуваності потрібно забезпечити зручний інтерфейс та наступний функціонал:

- Можливість добавляти прості об’єкти
- Можливість редагування об’єктів

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 17   |

- Сканування простору для відображення 3D-об'єкту у AR
- Відображення 3D-об'єкту у AR
- Експортування та імпортування проекту
- Можливість ділитися проектом з іншими

У зв'язку з великим попитом у розглянутій галузі дизайну на програмні продукти для реалізації присутня достатня кількість пропозицій різного класу. Відповідно до проведеного аналізу теперішнього стану було проведено дослідження двох популярних графічних редакторів: Vectary і Autodesk 3ds MAX стосовно їх функціональних можливостей та затратності з фінансової точки зору.

3ds Max (3D Studio MAX) — тривимірний графічний редактор, повнофункціональний професійний застосунок, система для створення і редагування об'єктів та створення візуалізацій, розроблена компанією Autodesk. Містить найсучасніші засоби для архітекторів, дизайнерів, художників і фахівців в області мультимедіа, використовується для створення візуалізацій моделей будівель, комп'ютерних ігор, тривимірних анімаційних мультфільмів, рекламних роликів тощо. Його популярність зумовлена наявністю наступного функціоналу:

- 3D-анімація для створення рухомих зображень;
- 3D-візуалізація;
- 3D-модельовання та текстуровання.

Працює в операційних системах Microsoft Windows і Windows NT (як в 32-бітових, так і в 64-бітових). За допомогою даного редактора зроблено велику кількість анімованих моделей для кінофільмів.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 18   |

## 2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ

### 2.1 Формалізація вимог до системи

Для реалізації будь-якого проекту потрібно визначити певні вимоги, адже для подальшого процесу розробки важливе розуміння ідеї та функціоналу програмного забезпечення. Вони складаються з властивостей, опису алгоритмів системи та подаються як у графічному та і у текстовому вигляді.

При правильному підході до етапу розробки програмного забезпечення прийнято використовувати набір вимог на стадії проектування, щоб наперед розглянути більше варіантів реалізації. Також їх потрібно дотримуватися при тестуванні, адже готовий продукт має в ідеалі відповідати всім визначеним нормам.

Важливою стадією є процес побудови вимог, адже вони складаються з багатьох факторів. До них відноситься аналіз ринку (готових продуктів, відгуків користувачів), розрахунок економічної частини відносно потреб визначених на основі розбору готових рішень.

Найважливішою вимогою є те, що сайт повинен працювати на будь-якому ПК, не залежачи від того як ОС використовується. В даному випадку ідеальним рішенням є веб-сайт, адже з ним ми максимум прив'язані до можливостей браузера.

Веб-сайт — набір веб-сторінок, які є доступними для пошуку у мережі, є об'єднаними за змістом та навігацією, а також знаходяться під єдиним доменом, але може розміщуватися на одному або кількох серверах.

Веб-застосунок — застосунок, де браузер виступає клієнтом. Сьогодні, в основному, при такій реалізації весь функціонал і логіка додатку зосереджена на сервері. В цьому випадку браузер виступає інструментом для відображення результату запитів. При такому підході важливою перевагою є

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 19   |

те, що користувач не прив'язаний до певної операційної системи, це і робить веб-застосунки дуже популярними.

Також, виходячи з статистики, велика частина трафіку проходить через мобільні пристрої, тому їх участь у веб-додатку також важлива.

Кросплатформність — можливість програмного забезпечення працювати на різних платформах. Це можуть бути як різні операційні системи, так і різні типи пристроїв: телефон, комп'ютер, телевізор, планшет і тд.

Щоб розпочати етап проектування потрібно визначити вхідні та вихідні дані.

Вхідні дані:

- дані користувача;
- дані об'єкту;
- дані конфігурації проекту;
- дані користувача, при пошуку;

Вихідні дані:

- сцена для проекції у доповненій реальності;
- список користувачів, при пошуку;

## 2.2 Проектування структури проекту

Проектування — це стадія циклу створення продукту на якій вимоги щодо проекту переходять в технічні рішення.

Можна виділити чотири процеси які є незалежними:

- детальний;

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 20   |

- архітектурний;
- технічний;
- концептуальний.

Їх може вирішувати послідовно або паралельно.

Проектування є невід’ємною складовою проекту, адже на цьому етапі визначаються: подальший шлях розвитку проекту, технології, архітектура. Також можуть бути добавлені нові вимоги або обмеження для технічної частини, які не відповідають поставленим, але важливі для реалізації.

На основі вимог щодо реалізації продукту система повинна містити наступні модулі:

- Сервер – виступатиме в ролі API, оброблятиме запити до бази даних;
- Клієнт – виступатиме у ролі інструмента для відображення даних, а також середовищем для роботи з 3D-сценами;
- База даних – зберігатиме інформацію про клієнтів, їхні проекти;

В загальному при проектуванні системи 3D-моделювання та проекції у доповненій реальності доцільно використати архітектуру, що зображено на рисунку 2.2

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 21   |

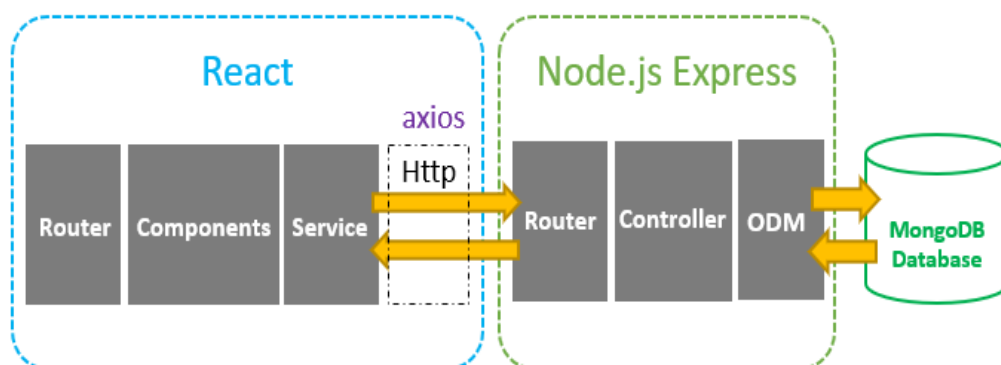


Рисунок 2.2 – Архітектура системи 3D-моделювання та проекції у доповненій реальності

Дане архітектурне рішення в повній мірі відповідає поставленим вимогам до функціонування системи, що проектується.

### 2.3 Проектування інтерфейсу

Головною метою інтерфейсу додатку є зручність та простота. Він не повинен бути перевантаженим, тому користувачу доступні лише важливі функції для керування веб-застосунком. У додатку є такі сторінки: авторизація, реєстрація, відновлення паролю, профіль користувача, профіль іншого користувача, налаштування.

Сторінка авторизації потрібна для входу користувача у систему. Вона є максимально простою. На ній розміщено логотип, два поля: “Email”, “Password”, кнопка “Sign in” та два посилання: “Sign up”, “Forgot password?”. Також дана форма повинна бути реалізована на мобільній версії додатку. Прототип сторінки авторизації “Sign up” зображено на рисунку 2.1.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 22   |

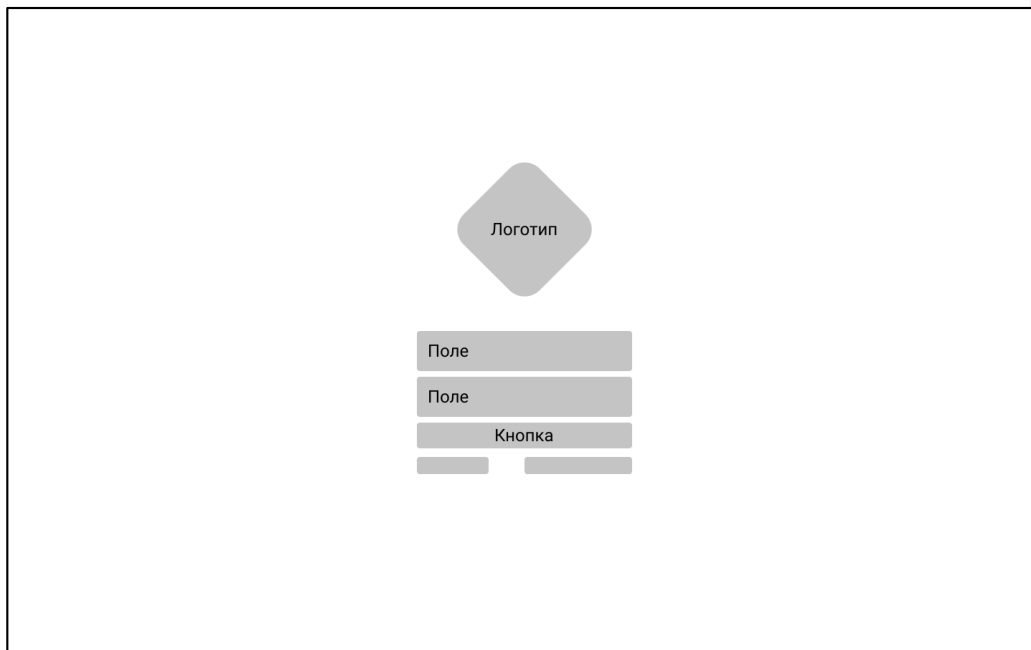


Рисунок 2.1 – Прототип сторінки “Sign up”

Сторінка реєстрація потрібна для створення профілю нового користувача. Для спрощення цього процесу форму розбито на два основних етапи і третій підсумовуючий. На перших двох знаходиться кнопка для переходу на наступний крок і поля для вводу даних: “Email”, “Password”, “First name”, “Last name”, “Age”, “Phone number”. Також на кожному етапі є логотип і посилання: “Back” для повернення на минулий крок та “Sign in” для переходу на сторінку авторизації. На останній формі розміщено привітання новому користувачу та кнопка завершення реєстрації. Прототипи сторінки реєстрації зображено на наступних рисунках

Прототип сторінки першого етапу реєстрації зображено на рисунку 2.2.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 23   |

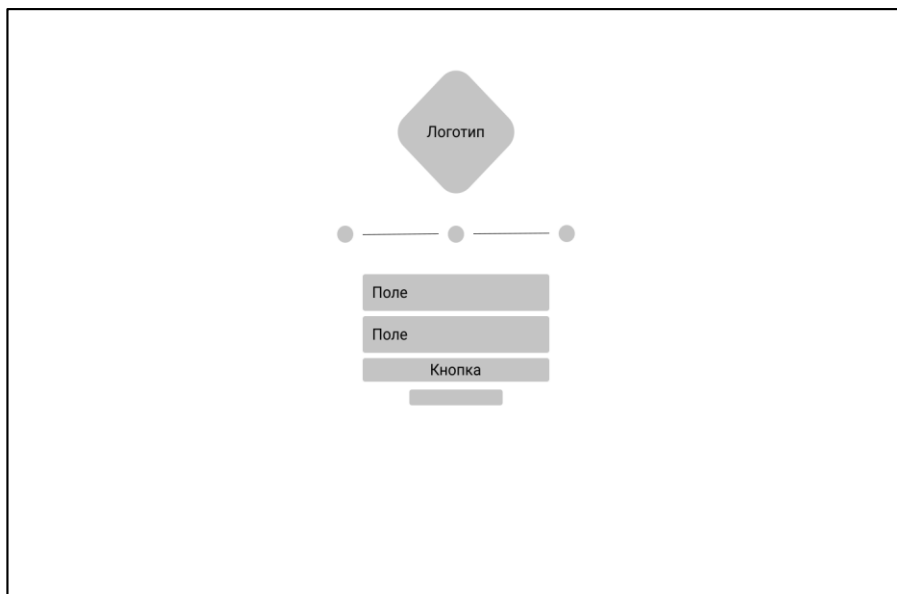


Рисунок 2.2 – Прототип першого етапу сторінки реєстрації

Прототип сторінки другого етапу реєстрації зображено на рисунку 2.3

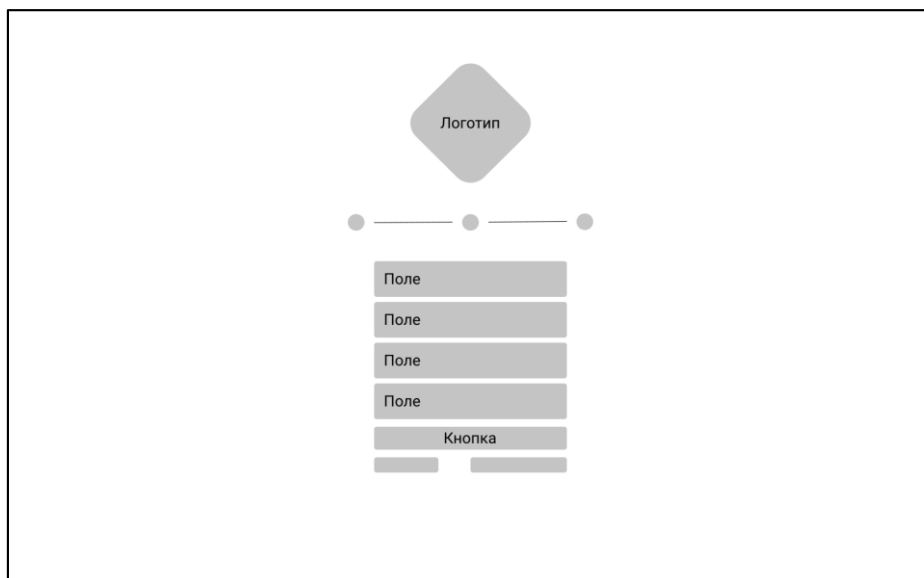


Рисунок 2.3 – Прототип другого етапу сторінки реєстрації

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 24   |



Прототип сторінки третього етапу реєстрації зображено на рисунку 2.4

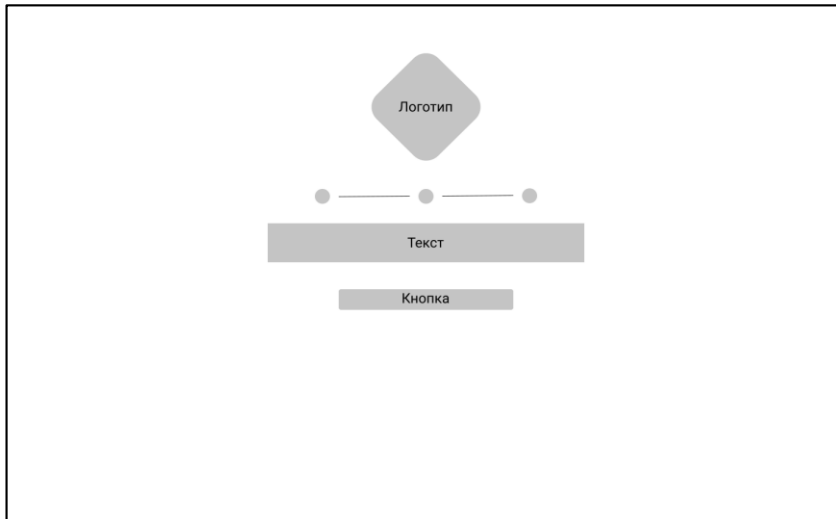


Рисунок 2.4 – Прототип третього етапу сторінки реєстрації

Сторінка зі списком всіх користувачів слугує для пошуку потрібної людини. На ній розміщені: хедер, кнопка для підтвердження, поле для вводу імені або фамілії, список з результатом пошуку. Прототип зображено на рисунку 2.5.

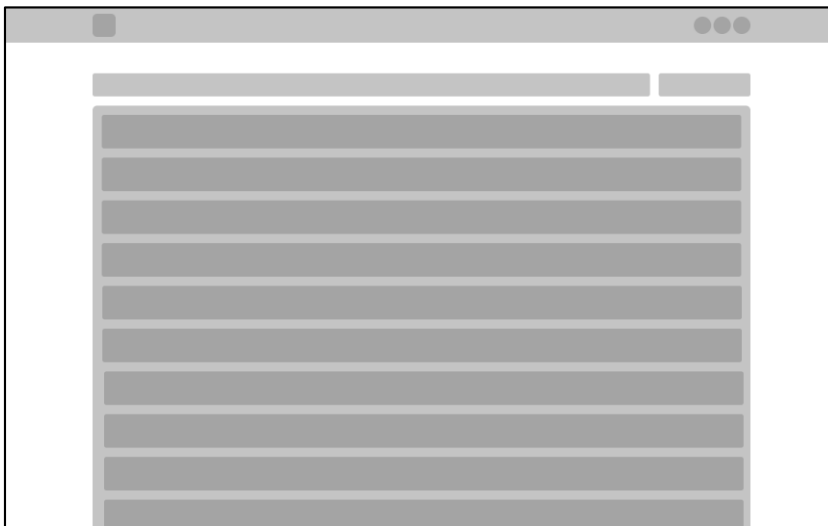


Рисунок 2.5 – Прототип сторінку пошуку

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 25   |

Профіль користувача одна з найважчих сторінок, так як потрібно надати багато важливої інформації, але у той час не перевантажувати інтерфейс. Отже, на ній розміщені: хедер, коротка інформація про користувача та кількість підписників та підписок, список проектів. На рисунку 2.6 зображено прототип профілю користувача.

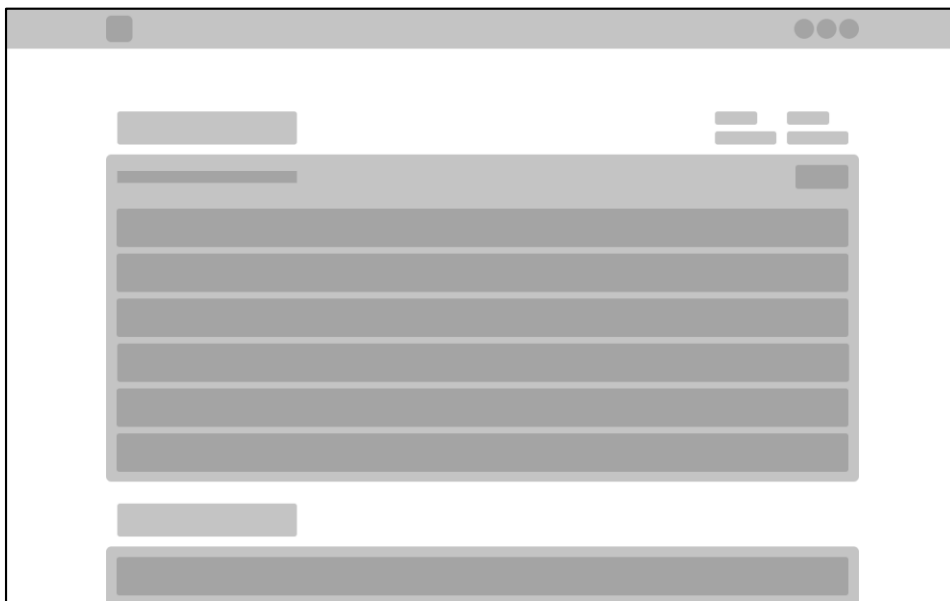


Рисунок 2.6 – Прототип профілю

Також на сторінці профілю розміщено два діалогових вікна в яких міститься інформація про підписників користувача та про людей на яких підписаний він. Прототип зображено на рисунку 2.7.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 26   |



Рисунок 2.7 – Прототип вікна підписок

Важливою складовою є можливість налаштування проекту або власного профілю, для цього спроектована сторінка налаштувань. На ній розміщена велика кількість елементів вводу, як полей так і випадаючих списків.

Прототип сторінки налаштувань зображено на рисунку 2.8.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 27   |



Рисунок 2.8 – Прототип сторінки налаштувань

Найважливішою частиною проекту є редактор. Аби його інтерфейс був доволі зручним потрібно вивести лише необхідні елементи взаємодії. На сторінці потрібно розмістити меню, дерево проекту, налаштування для об'єкта. Прототип зображено на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 – Прототип редактора

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 28   |

Отже, інтерфейс вийшов доволі зручним і не є перевантаженим зайвими елементами, а користувачу надана важлива інформація.

## 2.4 Обґрунтування технологій та засобів реалізації

Для реалізації проекту потрібно грамотно підібрати фреймворки та інші готові рішення, адже вони сильно скоротять час розробки та не буде потреби у додатковому тестуванні кожного компонента, так як це зробив розробник. Також важливими є структура проекту та використані алгоритми для обчислювальних задач.

Отже, для реалізації клієнтської частини було обрано React.js. Це фреймворк розроблений Facebook у 2013 році. Основна його мета – бути простим у використанні, легко масштабуватися, швидко працювати. Він надає можливість створювати веб-додатки, які без перезавантаження сторінки реагують на оновленні дані. Цей фреймворк є найкращим рішенням в даній сфері, адже його конкуренти мають високий поріг входу або не надають такої гнучкості та контролю над усіма процесами. Архітектуру React.js зображено на рисунку 2.10.

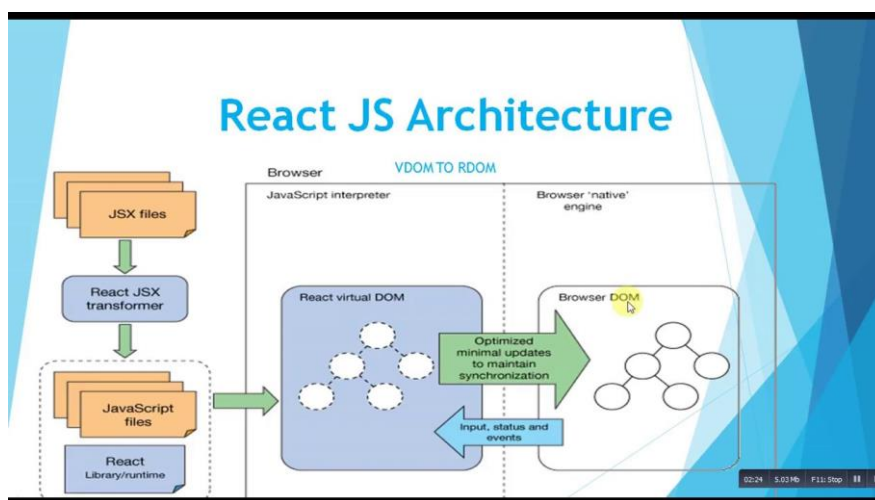


Рисунок 2.10 – Архітектура React.js

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 29   |

Для зручної роботи з цим фреймворком потрібно сформувати ефективну структуру, адже на початкових стадіях проекту це не є таким важливим, але при масштабуванні більш помітним те наскільки обраний варіант є продуманим. Для реалізації цього додатку було найбільш розповсюджену форму організації проекту. Вона з'явилась однією з перших і була перевірена часом. Структуру зображено на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 – Структура клієнтської частини

Дане рішення є водночас дуже простим та ефективним. Для прикладу в папці “components” можливо зберігати тільки компоненти, які в подальшому будуть реалізовані на сторінках, які в свою чергу знаходяться в “pages”. Тобто виділяється певна ієрархія.

Для реалізації сервера вибір стояв між двома популярними рішеннями: Express.js та Koa.js. Якщо не поглиблюватися в їх структуру, та те як це все працює, вони доволі ідентичні. Першим, що їх відрізняє є те, що Коа на відміну Express має нативну підтримку TypeScript та асинхронності. Другим пунктом можна виділити те, що Express.js надає доступ до всі важливих модулів з “коробки”, коли в Koa.js потрібно все довантажувати.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 30   |

Для прикладу в Express для створення шляху достатньо створити об'єкт і в нього викликати відповідний метод. З Коа окрім того, що все потрібно встановлювати окремо, часто може виникнути така ситуація, що все зроблено правильно, але проект не збирається, а таких проблем і так достатньо в житті розробника. Тому вибір впав на Express.js.

Express.js (Express) — веб-каркас для розробки серверної частини. Саме його було обрано для реалізації додатку, адже він є простим у використанні та спроектований для створення API.

На рисунку 2.12 зображено структуру проекту на Express.js

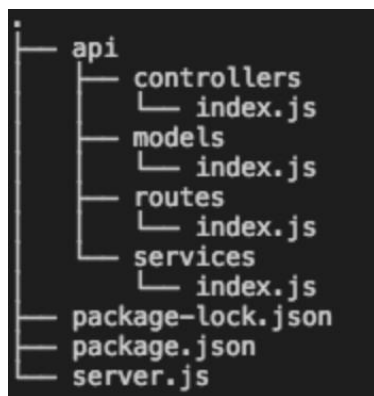


Рисунок 2.12 – Структура проекту з використанням Express.js

Але для того, щоб зібрати та запустити проект потрібно середовище в якому це все можливо виконати. В цій ролі прекрасно себе почуває Node.js. Вона реалізована на технологія браузера Chrome – V8 Engine. Цей двигун відповідає за відтворення коду написаного на JS. З його допомогою можливий запуск JS коду не тільки у вікні браузера, а і на самій ОС. Також це суттєво вплинуло на розвиток JS, так як на ньому стало можливим написання серверних застосунків та багато іншого.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 31   |

На сьогодні існує нове рішення даної проблеми – Dyno.js, але він ще знаходиться на стадії тестування. Однак, ця платформа подає багато надії і в цілому все складається так, що Dyno витіснить Node.

Для зберігання даних надано перевагу MongoDB. Це документо-орієнтована система керування базами даних. MongoDB написано на мові C++, проте може бути вдало використано для реалізації проекту на JS так як підтримує формат JSON. Також важливою перевагою є можливість зберігання даних у вигляді масиву. Недоліком цього варіанту є те, що це нереляційна база, але водночас надається можливість легкого масштабування.

Як вже зрозуміло з опису інших технологій, мовою програмування було обрано JavaScript. Це динамічна, об'єктно-орієнтована прототипна мова програмування. Реалізація стандарту ECMAScript. Раніше нею описували прості дії у браузері, але сьогодні на ній можливо розвернути повноцінний додаток.

Для написання коду вибрано Visual Studio Code. VS Code – засіб для створення, редагування та зневадження сучасних веб-застосунків і програм для хмарних систем. Сьогодні це один з найпопулярніших редакторів. В ньому присутня кастомізація, що дає змогу налаштувати відповідно до вимог. Також зразу є доступ до консолі у самому додатку, що суттєво економить час.

Можна зробити висновок, що вищенаведені технології є актуальними та оптимальними для реалізації поставлених завдань.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 32   |



## 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

### 3.1 Реалізація інтерфейсу

Першим, що зустрічає користувач є сторінка авторизації. На ній доступні два поля для вводу “Email” та “Password”, кнопка “Sign in” для підтвердження авторизації, а також внизу форму розміщено посилання “Sign up” для переходу на форму реєстрації. Також для надання унікальності додано логотип “Rainchuk’s designing”. Інтерфейс сторінки авторизації зображено на рисунку 3.1.

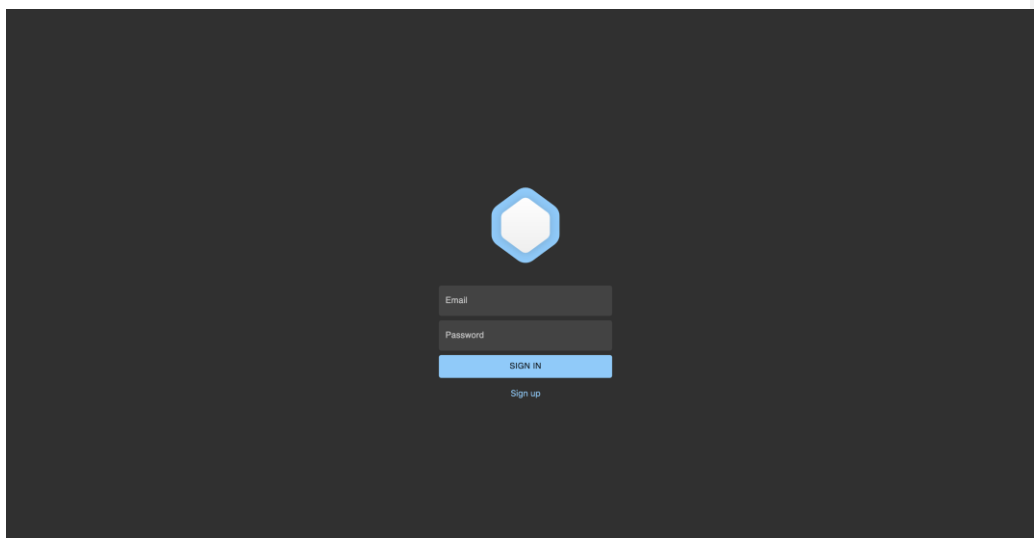


Рисунок 3.1 – Сторінка “Авторизації”

При натиску на “Sign up” користувач переходить на сторінку реєстрації, де поетапно може пройти цей процес. Вверху виділяється логотип цього додатку, зразу ж під ним для надання інформації про активний етап знаходиться компонент з “степпер”. Його суть полягає у показі етапів, що завершилися та етап на якому зараз перебуває користувач. Нижче розташовані поля для вводу, які змінюються відповідно до стадії. Таке ж і з кнопкою “Next”, на перших двох етапах, та “Sign up” на останньому, та посиланням “Back”, що повертає користувача на попередній етап, де він

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 33   |

може змінити невірно введені дані. Також поруч з “Back” є посилання на сторінку авторизації – “Sign in”. Інтерфейс першого етапу зображено на рисунку 3.2.

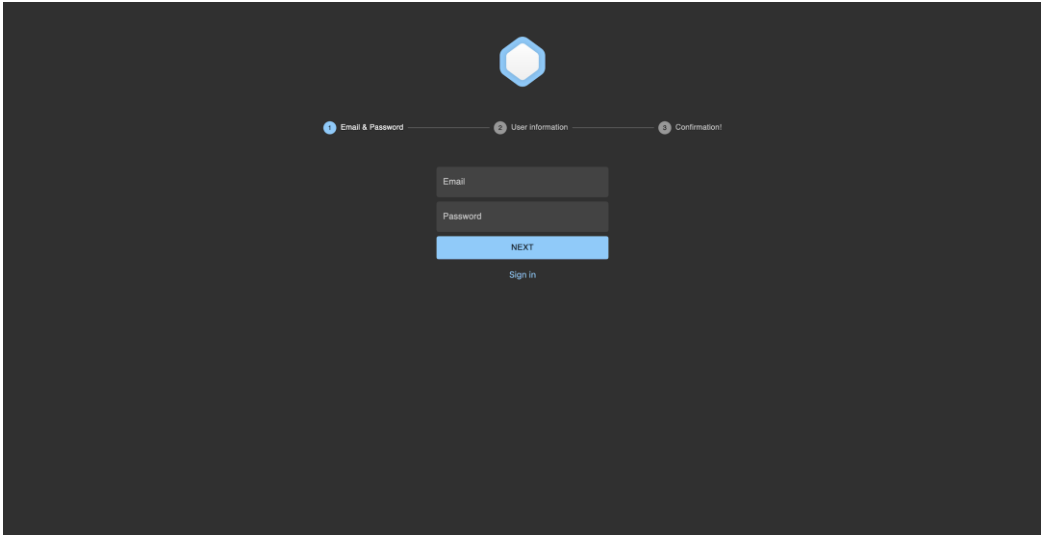


Рисунок 3.2 – Інтерфейс першого етапу на сторінці “Реєстрації”

Другий етап зображено на рисунку 3.3.

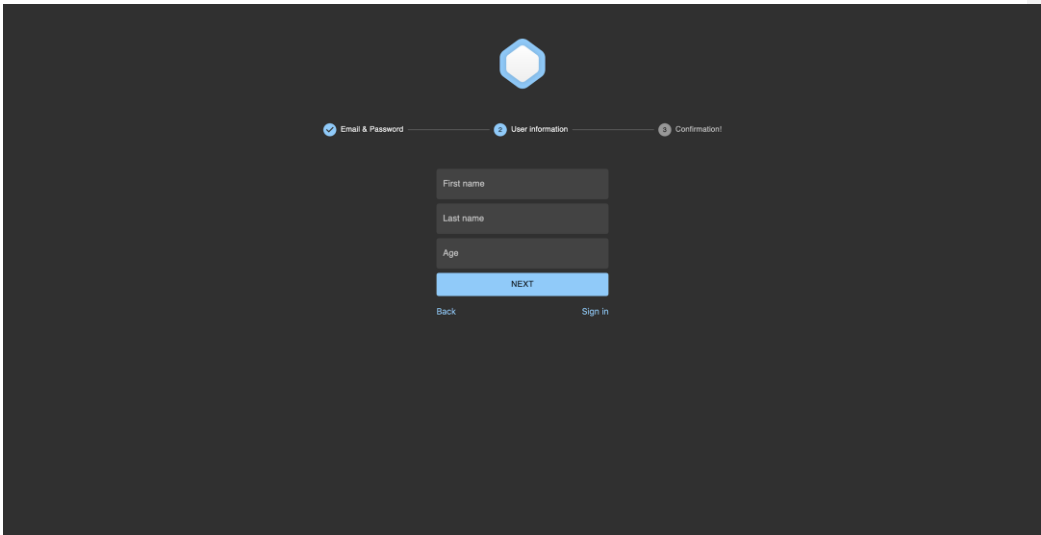


Рисунок 3.3 – Інтерфейс другого етапу на сторінці “Реєстрації”

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 34   |

Інтерфейс третього етапу зображено на рисунку 3.4.

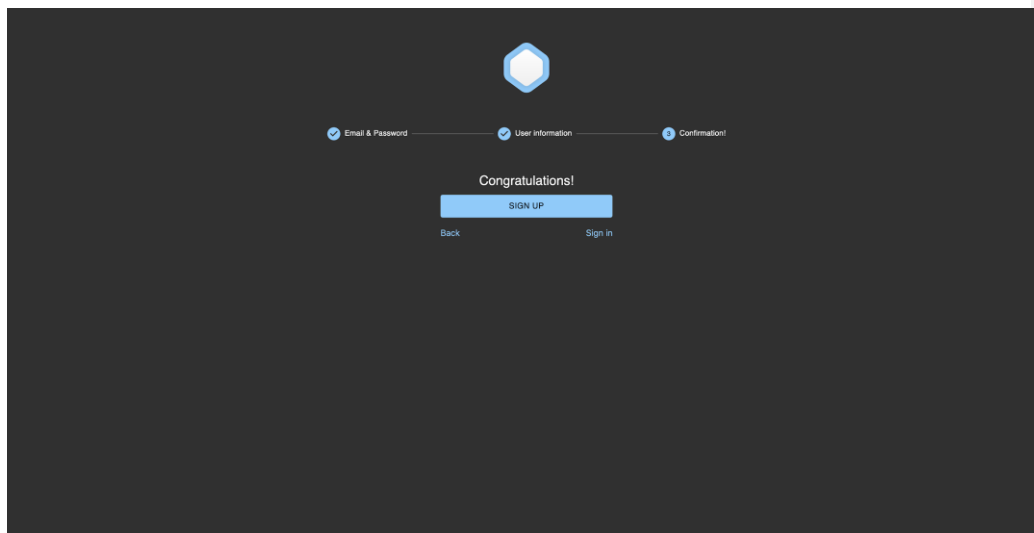


Рисунок 3.4 – Інтерфейс третього етапу реєстрації

Після авторизації користувача буде автоматично переведено на його власний профіль. Там будуть виведені: ім'я та прізвище. Поряд з цією інформацією розміщено два лічильники підписників та підписок. Вони є клікабельними, тобто якщо натиснути на будь-який з них, відкриється діалогове вікно з додатковою інформацією. Дані кожного користувача міститимуться в окремих блоках. В них розташовані ім'я та прізвище, а сам блок є клікабельним і при натиску відбувається перехід на сторінку користувача. Нижче знаходиться інформація про кількість проектів та кнопка для створення нового проекту. Дані подаються у вигляді таблиці яка містить назву проекту та одночасно посиланням на його редагування, дату створення та кнопку видалення.

Також у профілі користувача виводиться інформація про проекти інших користувачів до яких було надано доступ.

Інтерфейс профілю зображено на рисунку 3.5.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 35   |

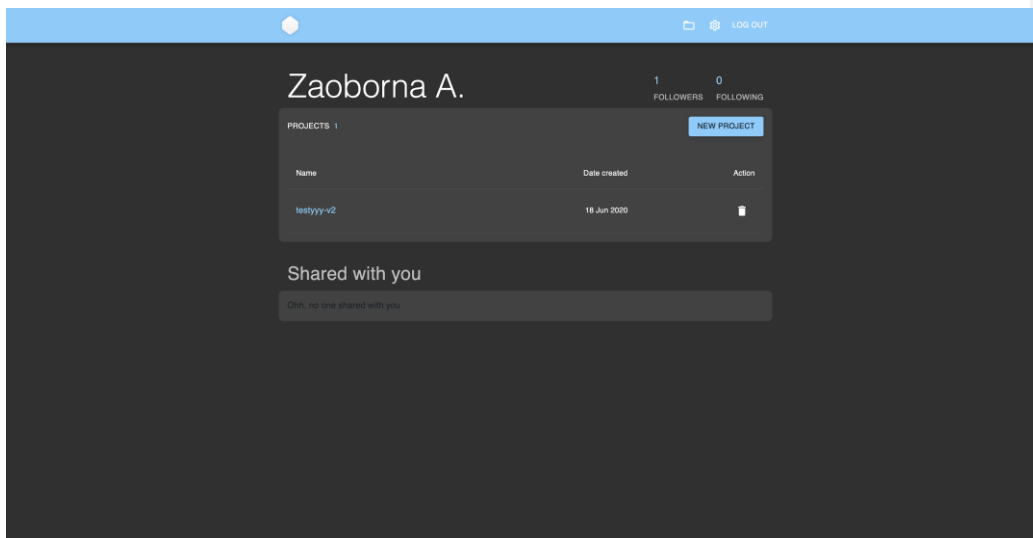


Рисунок 3.5 – Інтерфейс профілю користувача

Інтерфейс вікна зі списком підписок зображено на рисунку 3.6.

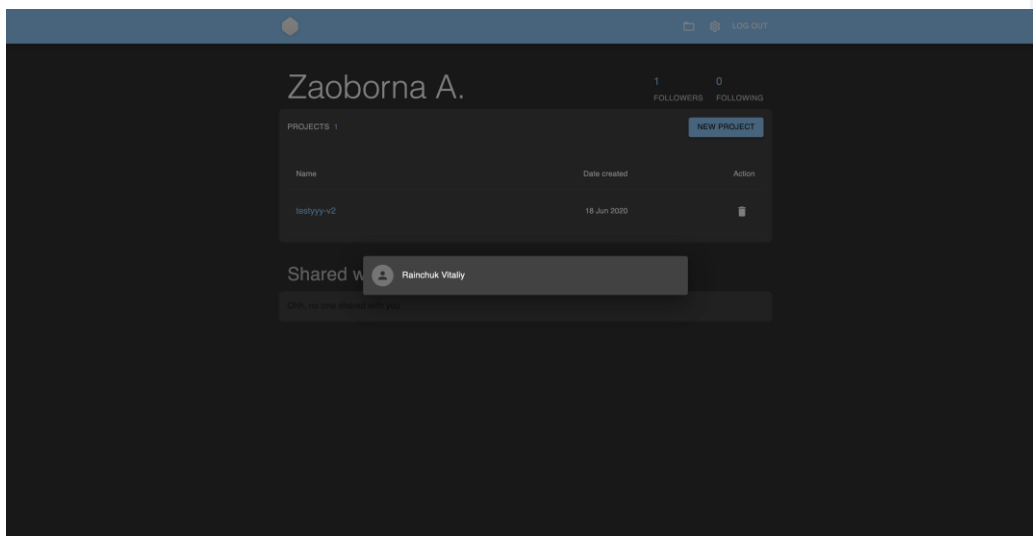


Рисунок 3.6 – Інтерфейс вікна підписок

Інтерфейс додавання нового проекту зображено на рисунку 3.7.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 36   |

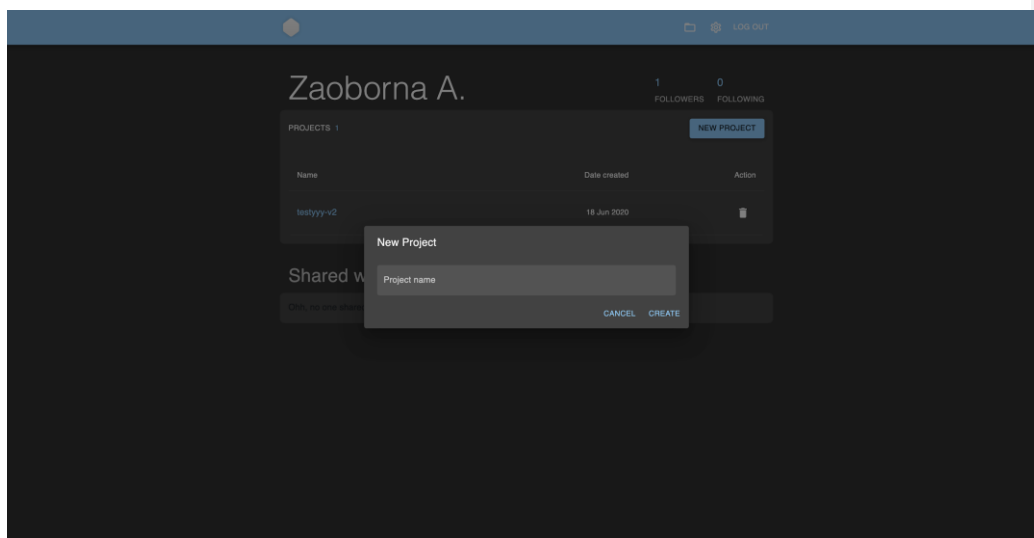


Рисунок 3.7 – Інтерфейс додавання нового проекту

Також передбачена сторінка для пошуку інших користувачів. На ній реалізовано поле для введення імені та фамілії, кнопка для підтвердження. Нижче розташований список який містить інформацію надану сервером. Реалізація подібна до діалогових вікон у профілі користувача. Кожен блок є клікабельним і при натиску переводить на відповідну сторінку. Інтерфейс пошуку зображено на рисунку 3.8.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
|      |      |          |        |      |              | 37   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              |      |

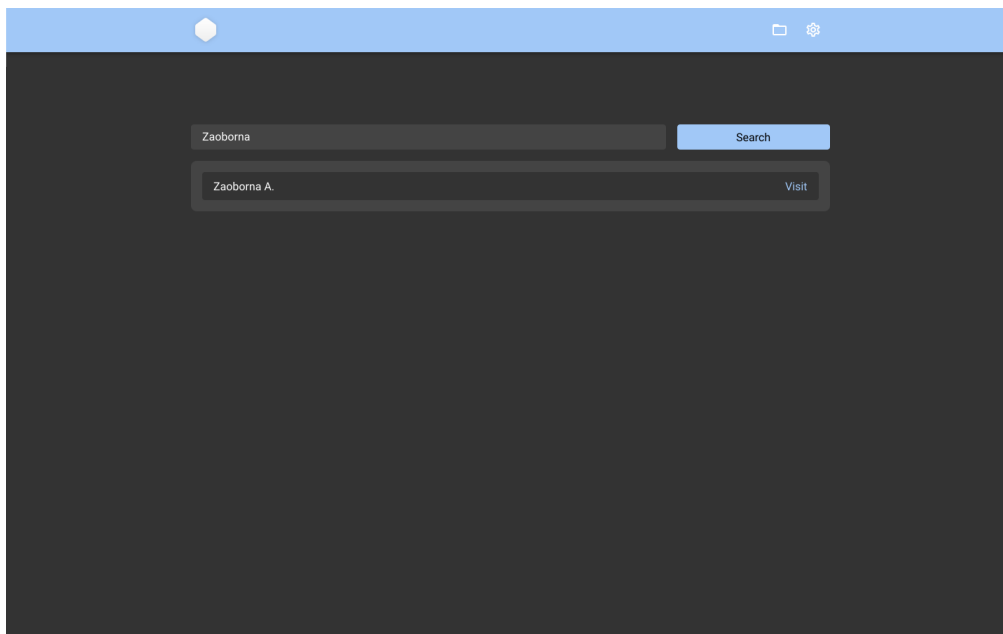


Рисунок 3.8 – Інтерфейс пошуку

Найважливішою частиною додатку є редактор. Для його зручності, розташування і функціонал всіх об'єктів довго обдумувалися. Для прикладу, зверху розташовано меню, з його допомогою можна виконати більшість дій. Також у верхній частині сайту розташовані посилання на профіль та налаштування, а також кнопка яка відкриває вікно для поширення доступу до проекту.. Інтерфейс меню зображено на рисунку 3.9.



Приклад 3.9 – Меню редактора

Інтерфейс поширення доступу зображено на рисунку 3.10.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 38   |

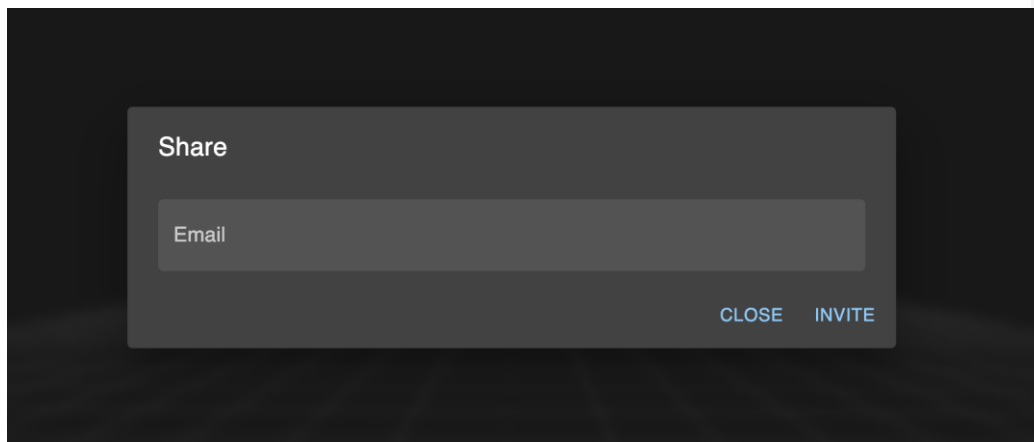


Рисунок 3.10 – Інтерфейс поширення доступу

У лівій частині сторінки розташоване дерево сцени, в якому міститься коротка інформація про всі об'єкти. Реалізовано зміна імені та видалення моделі. При потребі це дерево можливо відкрити або закрити, нажавши відповідну кнопку або в будь-яку частину вікна. Інтерфейс зображено на рисунку 3.11.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 39   |

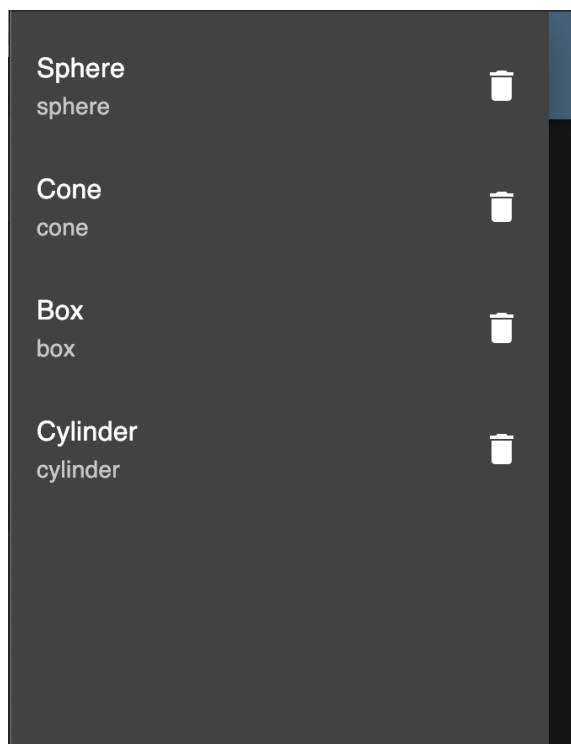


Рисунок 3.11 – Інтерфейс дерева

У правій частині сторінки розташований блок для налаштування об'єкта. Він містить поле для зміни імені об'єкта, кнопку для відкриття вікна “Вибір текстури”, кнопки для поєднання об'єктів та повзунки для зміни координат, повороту та масштабування. Зображено на рисунку 3.12.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 40   |





Рисунок 3.12 – Інтерфейс блоку налаштування об'єкта

Інтерфейс вікна для зміни текстури зображено на рисунку 3.13.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 41   |

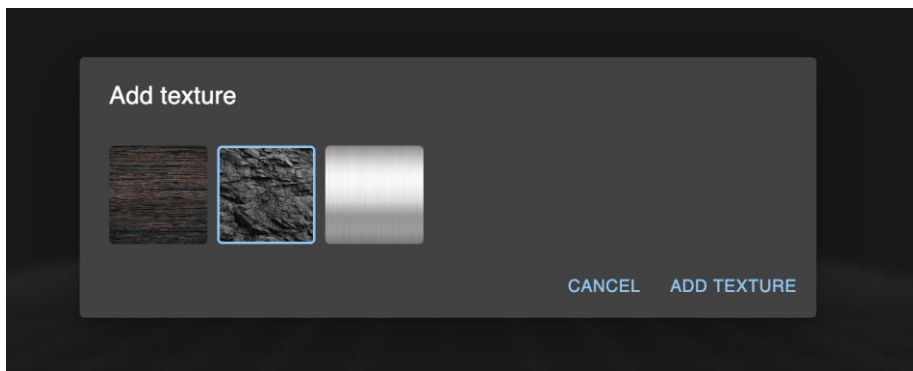


Рисунок 3.13 – Вікно зміни текстури

Також внизу сторінки розташований перемикач режиму редагування. Він дає змогу перемикати режими зміни: координат, повороту, масштабування, а також, коли обраний певний об'єкт з'являється кнопка "Unselect". Вона знімає виділення. Компоненту зображено на рисунку 3.14.

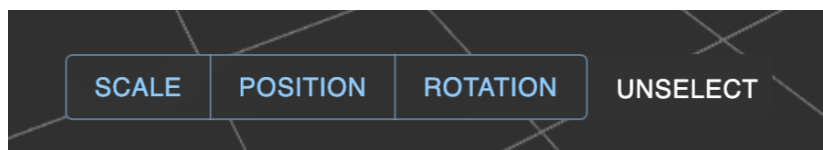


Рисунок 3.14 – Перемикач режиму та кнопка для зняття виділення

Загальний інтерфейс зображено на рисунку 3.15.

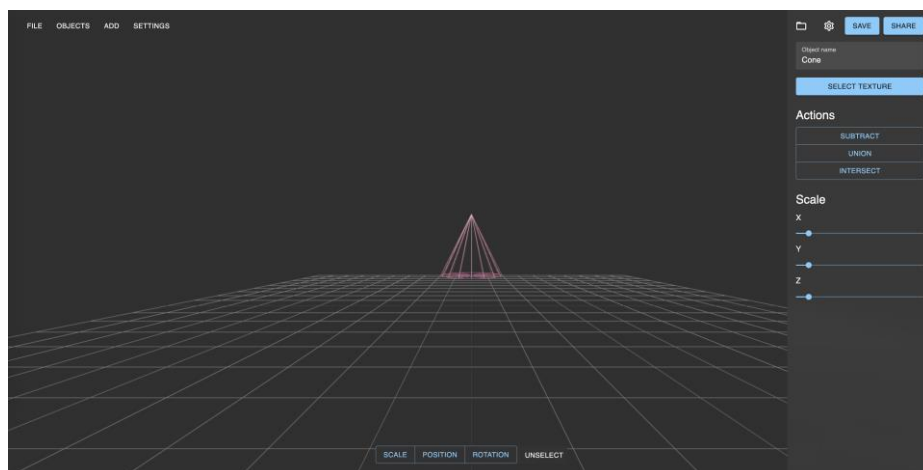


Рисунок 3.15 – Загальний інтерфейс редактора

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 42   |

Також для зміни даних користувача реалізовано сторінку “Налаштування”. На ній розміщені всі основні поля. Інтерфейс сторінки зображено на рисунку 3.16.

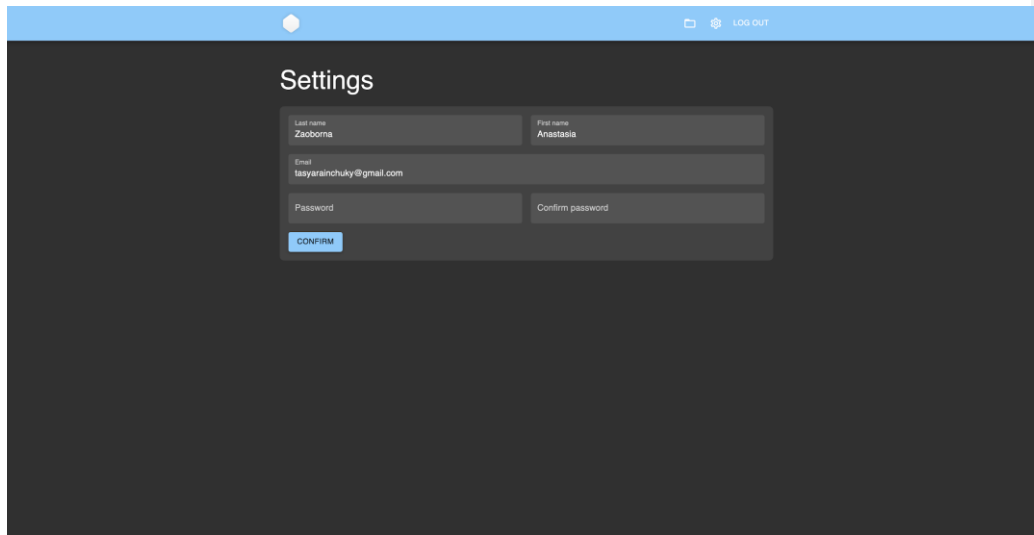


Рисунок 3.16 – Інтерфейс сторінки “Налаштування”

Все реалізовано доволі просто, щоб користувач початкового рівню міг з легкістю увійти у цю сферу.

### 3.2 Реалізація редактора

Для реалізації спрощеної версії 3D-редактора було обрано бібліотеку Three.js. Вона дозволяє відображати 3D-моделі, а також створювати примітивні об’єкти.

Для редагування об’єктів було реалізовано конструктивну блокову геометрію, адже Three.js не надає такої можливості. Це технологія, яка використовується при моделюванні твердих тіл. З допомогою бітових операцій є можливим створення складних об’єктів або сцен. Це реалізується комбінуванням інших об’єктів. Дана реалізація суттєво спрощує процес математичного опису. Також в ролі об’єкту для комбінування не завжди

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 43   |

використовуються лише прості тіла. Доволі часто її використовують для моделювання в тривимірній графіці. Так, часто за допомогою конструктивної блокової геометрії представляють моделі або поверхні, які лише виглядають складними, а насправді, вони являють собою більш хитро скомбіновані або декомбіновані прості об'єкти. В деяких випадках конструктивна блокова геометрія використовує полігональні сітки і може бути процедурною та/або параметричною.

Всього існує три вида на даній технології:

- булеве об'єднання – злиття двох об'єктів в один
- булева різниця – віднімання одного об'єкта від іншого
- булів перетин – загальна частина обох об'єктів

Результати подано на наступних рисунках. Приклад булевого об'єднання зображено на рисунку 3.17.

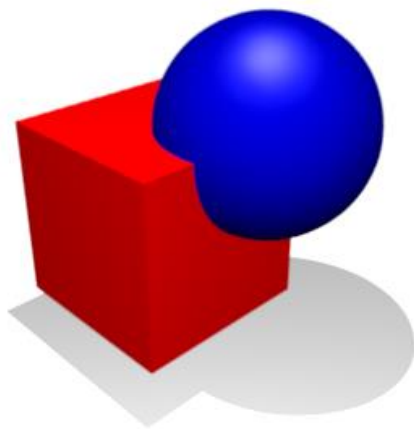


Рисунок 3.17 – Приклад булевого об'єднання

Приклад булевої різниці зображено на рисунку 3.18.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 44   |

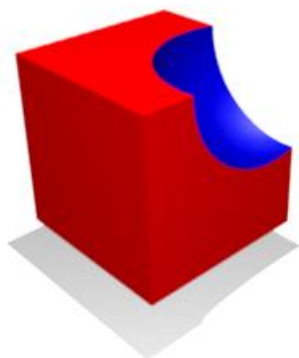


Рисунок 3.18 – Приклад булевої різниці

Приклад булевого перетину зображено на рисунку 3.19.

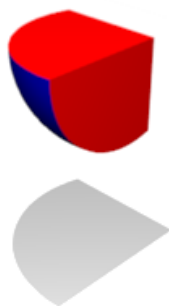


Рисунок 3.19 – Приклад булевого перетину

Існує три реалізації цієї технології:

- Quadtrees
- Octrees

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 45   |

- BSP Trees.

Для реалізації додатку було обрано BSP Trees так як вона є простою у відтворенні. Бінарне розбиття простору – метод рекурсивного розбиття простору на множини за допомогою гіперплощин. Об'єкти подаються у вигляді деревоподібної структури – BSP-дерево. На кожному кроці площина ділиться на 2 половини. Кожна половина може мати будь-яке положення та орієнтацію. Це зменшує глибину дерева та час пошуку порівняно з Octrees.

Алгоритм побудови BSP-дерева:

- Закінчити процес якщо полігони відсутні;
- Вибрати площину S, яка буде розбиваючою;
- Розділити всі полігони, що перетинаються з S;
- Віднести всі полігони, що знаходяться з фронтального боку S, до фронтального піддерева F, а всі полігони, що знаходяться із зворотного боку S, до оборотного піддерева B;
- Виконати алгоритм рекурсивно для множини полігонів фронтального піддерева F;
- Виконати алгоритм рекурсивно для множини полігонів оборотного піддерева B.

Приклад алгоритму зображено на рисунку 3.20.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 46   |

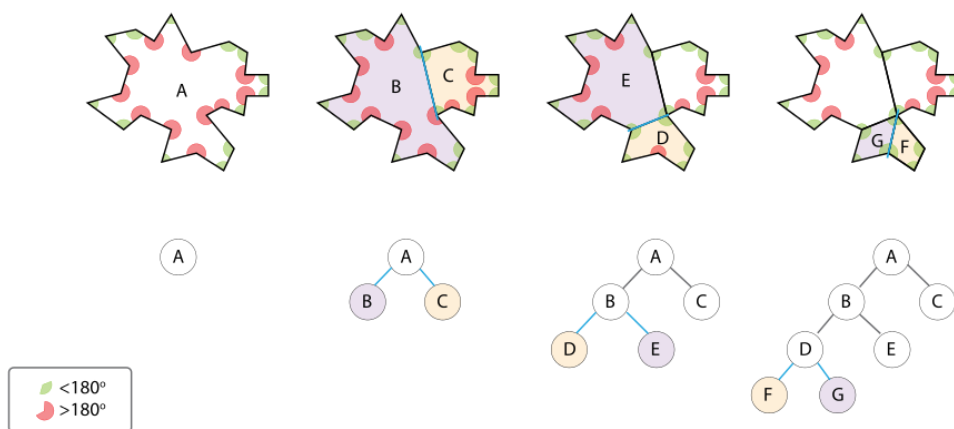


Рисунок 3.20 – Приклад побудови дерева

Код алгоритму знаходиться у Додатку А.

### 3.3 Тестування

При відвідуванні веб-сайту, якщо користувач не авторизований його буде перенаправлено на сторінку “Авторизації”. В іншому випадку відбудеться перехід на “Профіль”. Отже, почнемо з сторінки “Авторизації”. На ній заповнимо всі поля, та натиснемо кнопку “Sign in”. Якщо все введено вірно, користувача переведе в його профіль, в іншому випадку прийде сповіщення про некоректність даних (рисунок 3.21).

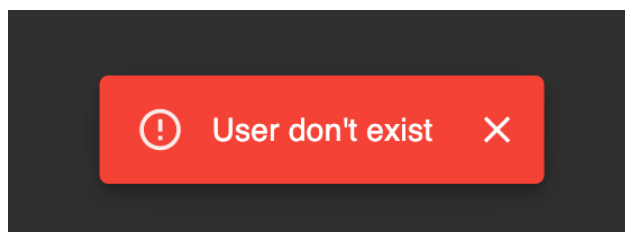


Рисунок 3.21 – Приклад сповіщення про некоректність даних

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 47   |

Натиснувши посилання “Sign up” на сторінці “Авторизації” користувача буде переадресовано на сторінку “Реєстрації”.

Заповнимо всі поля на сторінці “Реєстрації”, якщо все введено вірно, користувача буде переадресовано на сторінку “Авторизації”, в іншому випадку буде виведене сповіщення про некоректність даних. Також на сторінці знаходиться посилання “Sign up”. Натиснувши на нього, користувача буде переадресовано на сторінку “Авторизації”.

Після авторизації користувач попадає в профіль. У верхньому меню доступні дві кнопки (рисунок 3.22).



Рисунок 3.22 – Кнопки меню

Натиснувши на кнопку з іконкою “папка” користувача буде переведено до його проєктів. Якщо ж клікнути на іконку “налаштування” відбудеться переадресація на сторінку налаштувань. Нижче присутня інформація про кількість підписників та підписок, подана у вигляді кнопок (рисунок 3.23).



Рисунок 3.23 – Інформація про підписки

Натиснувши на одну з них, буде відкрито діалогове вікно з відповідною інформацією. Натиснувши на одного з підписників користувача буде переадресовано на певний профіль. Ще нижче знаходиться список

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 48   |



проектів. Кожен елемент цього списку є клікабельним і містить посилання на редагування або перегляд сцени (рисунок 3.24).

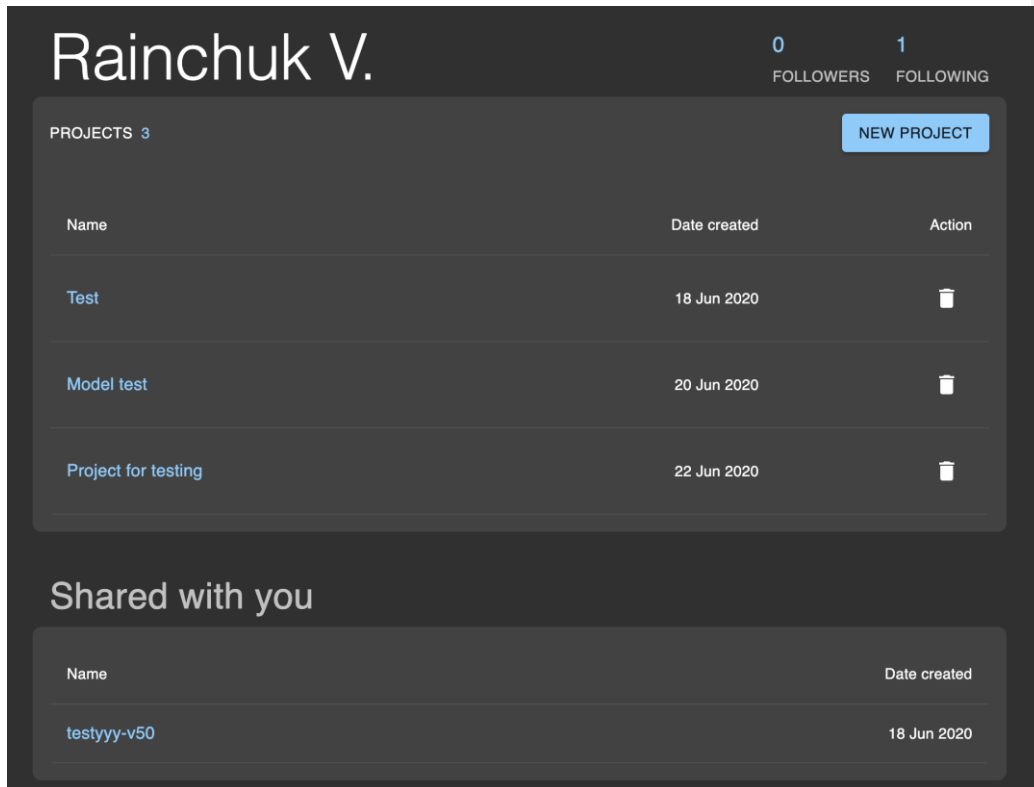


Рисунок 3.24 – Інформація про проекти

При перегляді профілю іншого користувача, все є відповідним до власного крім кнопки “Підписатися”/”Відписатися” (рисунок 3.25).

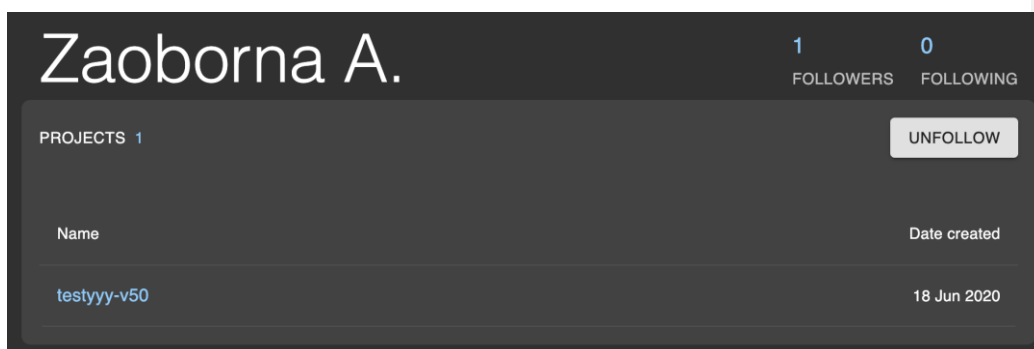


Рисунок 3.25 – Профіль іншого користувача

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 49   |

На сторінці пошуку можна ввести ім'я і фамілію користувача. В разі знаходження подібних осіб їх буде відображено у списку нижче (рисунок 3.26).

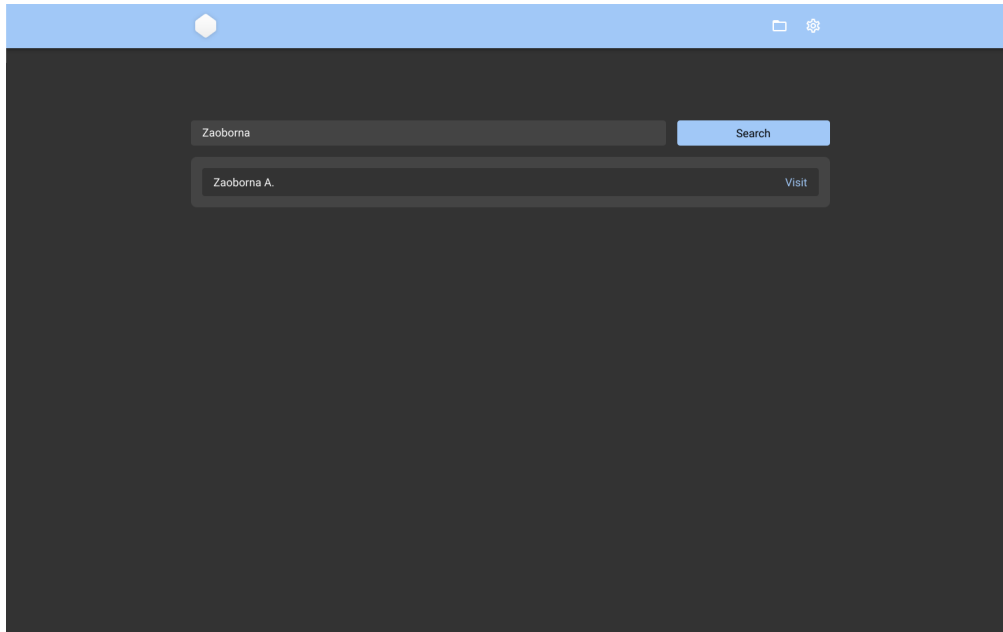


Рисунок 3.26 – Приклад пошуку користувача

В іншому випадку буде повідомлено про відсутність відповідних записів (рисунок 3.27).

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 50   |

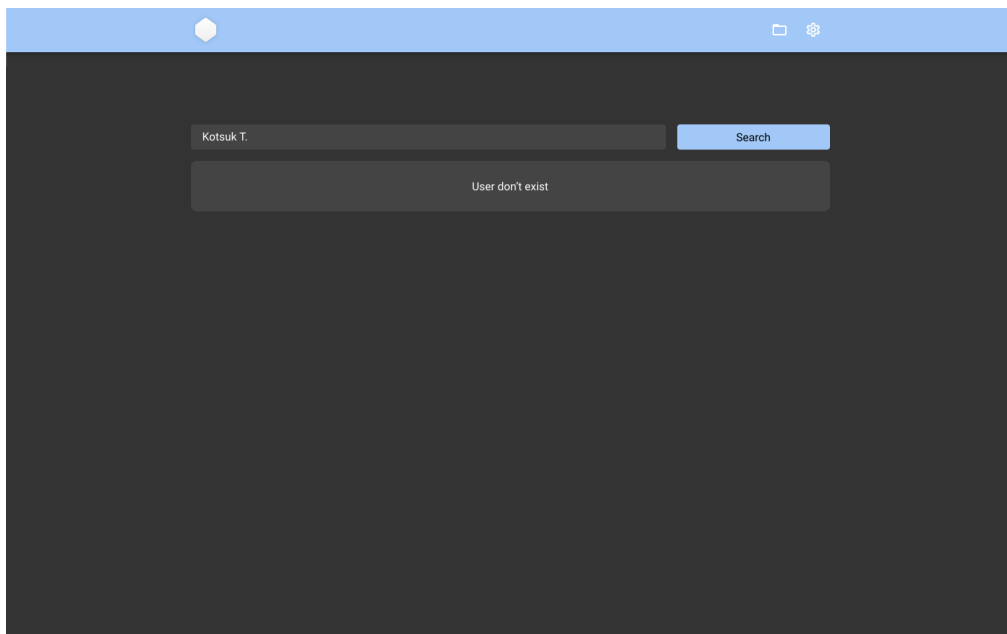


Рисунок 3.27 – Приклад відсутності користувача при пошуку

На сторінці налаштувань знаходять поля для редагування даних користувача. Можливо змінити будь-який параметр якщо він пройде валідацію. Приклад оповіщення при введенні некоректних даних зображено на рисунку 3.28.



Рисунок 3.28 – Сповіщення про некоректність даних

Перейдемо до головної частини сайту. Зверху розташоване меню яке дає доступ до всього основного функціоналу редактора (рисунок 3.29).



Рисунок 2.29 – Меню редактора

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 51   |

Для прикладу натиснувши на кнопку “Add” відкриється меню з переліком простих об’єктів (рисунок 3.30).

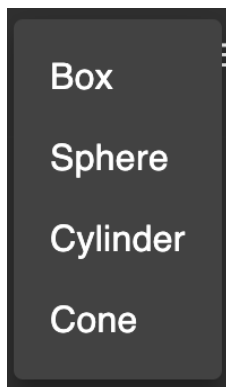


Рисунок 3.31 – Меню з переліком простих об’єктів

Праворуч знаходиться меню. З його допомогою користувач може повернутися у власний профіль, перейти на сторінку налаштувань, зберегти сцену та поділитись проектом з другом.

По лівій стороні сторінки розташований блок з деревом сцени. В ньому відображені все об’єкти. Їх можливо видалити або зміни ім’я. Приклад елемента дерева зображено на рисунку 3.31.



Рисунок 3.31 – Елемент дерева

По правій стороні сторінки розташований блок для налаштування виділеного об’єкта (рисунок 3.32).

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 52   |

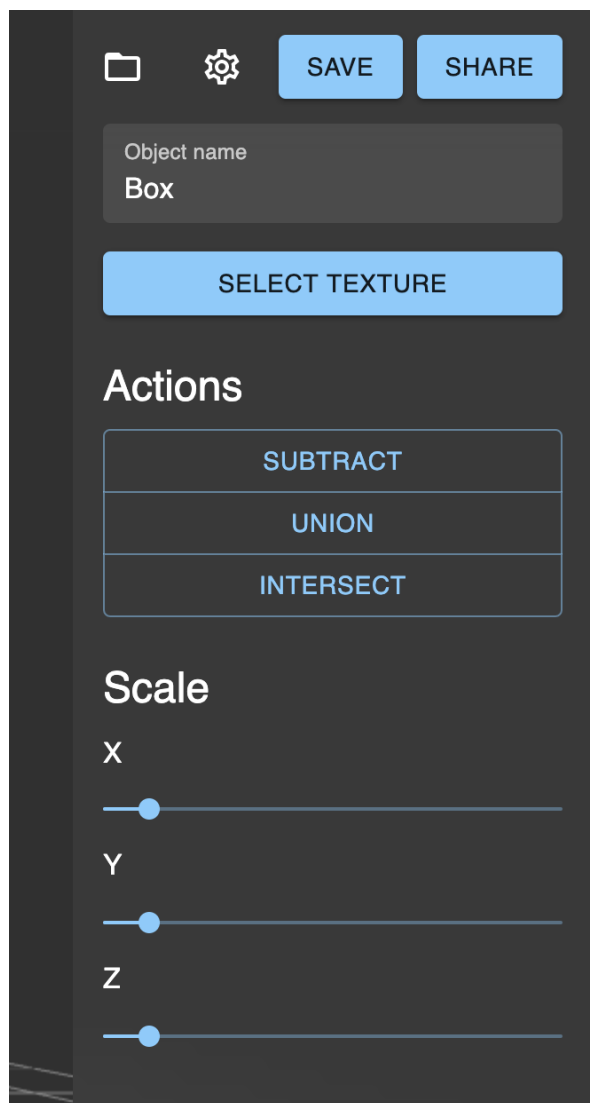


Рисунок 3.32 – Меню налаштування об'єкта

Змінивши будь-який параметр, зміни застосовуються одразу. Також є функціонал який потребує виділення двох об'єктів, що можна зробити комбінацією Shift + ЛКМ (рисунок 3.33).

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 53   |

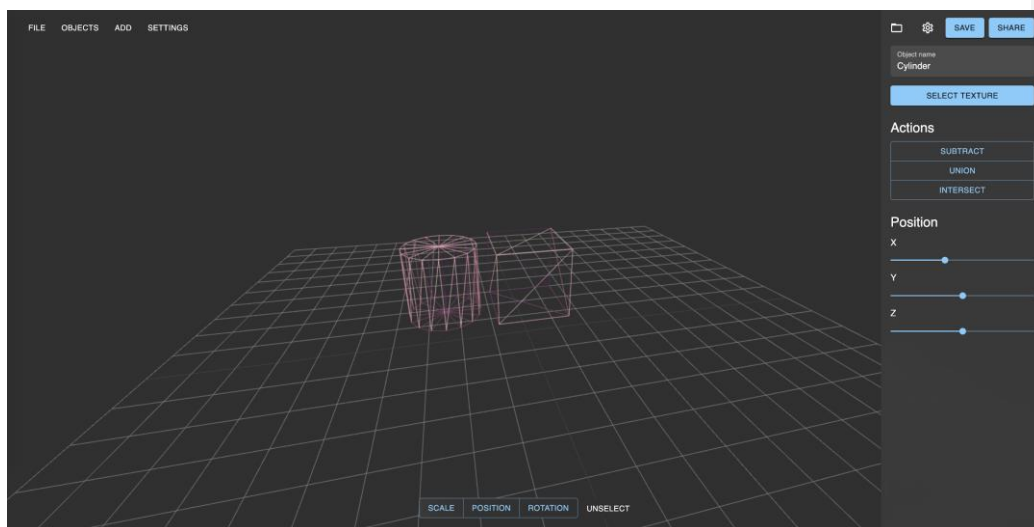


Рисунок 3.33 – Приклад виділення двох об’єктів

В нижній частині сайту знаходиться перемикач режимів налаштування об’єкту (рисунок 3.34). При виборі будь-якого з них буде змінено режим у меню налаштування об’єкта.



Рисунок 3.34 – Меню режимів

Всього є три режима:

- Scale (Масштаб)
- Rotation (Поворот)
- Position (Позиція)

У ході активного тестування додатку знайдено слабкі місця та баги. Все це було виправлено та по мірі користування застосунком більше не помічалось. Весь запланований функціонал успішно реалізовано.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 54   |

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### 1. Аналіз ринку

На сьогоднішній день існує велика кількість областей, де використовується тривимірне моделювання та анімація.

Однією з таких областей є реклама і маркетинг, у яких тривимірна графіка є незамінною у презентації майбутнього продукту. Для початку виробництва необхідно намалювати, потім створити 3D-модель об'єкту, і на базі цього за допомогою технологій швидкого прототипування складається реалістичний зразок майбутнього виробу.

Іншою областю є міське планування. За допомогою тривимірної графіки може досягтись максимально реалістичне моделювання архітектури з мінімальними витратами. Візуалізація дає змогу інвесторам і архітекторам відчувати ефект присутності в спроектованому просторі.

Далі йде промисловість, у якій з появою 3D-технологій виробники отримали можливість економії матеріалів і витрат на інженерне планування. За допомогою цієї методики дизайнери створюють тривимірні зображення деталей і об'єктів, які в подальшому можна використовувати для створення пресс-форм та прототипів.

Однією з найпопулярніших областей є комп'ютерні ігри, у яких 3D-технології використовуються вже понад десяти років. В професійних програмах досвідчені фахівці можуть вручну промальовувати тривимірні ландшафти, моделі героїв та анімують створені об'єкти.

Уся сучасна кіноіндустрія орієнтується на кіно у форматі 3D, для зйомок яких використовуються спеціальні камери, що мають змогу знімати у такому форматі. Крім того, за допомогою тривимірної графіки, для цієї індустрії створюються окремі об'єкти і повноцінні ландшафти.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 55   |

За допомогою 3D-графіки можна створити анімованого персонажа, «змусити» його рухатись та, шляхом проектування складних анімаційних сцен, створити повноцінний анімований відеоролик.

## 2. Розрахунок витрат на проектування

Законом України від «Про Державний бюджет України на 2020 рік» встановлено мінімальну заробітну плату: у місячному розмірі з 1 січня - 4723 гривні; у погодинному розмірі з 1 січня – 28,31 гривні, прожитковий мінімум для працездатних осіб: з 1 січня 2020 року - 2102 гривні, з 1 липня - 2197 гривня, з 1 грудня - 2270 гривня. Податкова соціальна пільга становить у 2020 році для будь-якого платника 1051 грн. Граничний розмір зарплати, до якої застосовується податкова соціальна пільга, у 2020 році дорівнює 2940 грн.

За повний відпрацьований місяць фахівець №1 отримав 10963 грн. Оскільки заробітна плата більша за граничний розмір доходу, податкова соціальна пільга не застосовується.

– Розраховуємо податок на доходи фізичних осіб:  $10963 * 18\%$  (ставка податку на доходи фізичних осіб) = 1 973,34 грн.

– Розрахуємо військовий збір:  $10963 * 1,5\%$  (ставка військового збору) = 164,44 грн.

– Розрахуємо єдиний внесок:  $10963 * 22\%$  (ставка ЄСВ) = 2 411,86 грн.

– Утримання – 2 137,78 грн. (1973,34 грн. + 164,44 грн.)

– До виплати – 8 825,22 грн. (10963 грн. – 2137,78 грн.)

За повний відпрацьований місяць фахівець №2 отримав 26835 грн. Оскільки заробітна плата більша за граничний розмір доходу, податкова соціальна пільга не застосовується.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 56   |



– Розрахуємо податок на доходи фізичних осіб:  $26835 * 18\%$   
(ставка податку на доходи фізичних осіб) = 4 830,3 грн.

– Розрахуємо військовий збір:  $26835 * 1,5\%$  (ставка військового збору) = 402,52 грн.

– Розрахуємо єдиний внесок:  $26835 * 22 \%$  (ставка ЄСВ) = 5 903,7 грн.

– Утримання – 5 205,82 грн. (4830,3 грн. + 402,52 грн.)

– До виплати – 21 629,17 грн. (26835 грн. – 5205,82 грн.)

За повний відпрацьований місяць фахівець №3 отримав 14759 грн.  
Оскільки заробітна плата більша за граничний розмір доходу, податкова соціальна пільга не застосовується.

– Розрахуємо податок на доходи фізичних осіб:  $14759 * 18\%$   
(ставка податку на доходи фізичних осіб) = 2 656,62 грн.

– Розрахуємо військовий збір:  $14759 * 1,5\%$  (ставка військового збору) = 221,38 грн.

– Розрахуємо єдиний внесок:  $14759 * 22 \%$  (ставка ЄСВ) = 3 246,98 грн.

– Утримання – 2 878 грн. (2656,62 грн. + 221,38 грн.)

– До виплати – 11 881 грн. (14759 грн. – 2878 грн.)

За повний відпрацьований місяць фахівець №4 отримав 16771 грн.  
Оскільки заробітна плата більша за граничний розмір доходу, податкова соціальна пільга не застосовується.

– Розрахуємо податок на доходи фізичних осіб:  $16771 * 18\%$   
(ставка податку на доходи фізичних осіб) = 3 018,78 грн.

– Розрахуємо військовий збір:  $16771 * 1,5\%$  (ставка військового збору) = 251,56 грн.

– Розрахуємо єдиний внесок:  $16771 * 22 \%$  (ставка ЄСВ) = 3 689,62 грн.

– Утримання – 3 270,34 грн. (3018,78 грн. + 251,56 грн.)

Примечание [KW3]: Правильне маркування

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 57   |

– До виплати – 13 500,66 грн. (16771 грн. – 3 270,34 грн.)

Заробітна плата учасників проектування наведено у таблиці 4.1.

| N | Посада     | Оклад,           | Відрахування      | Кількість |        | Сума              |
|---|------------|------------------|-------------------|-----------|--------|-------------------|
| 1 | Дизайнер   | 10963 грн./міс.  | 2137,78 грн./міс. | 1 чол.    | 5 міс. | 44126,1           |
| 2 | Програміст | 26835 грн./міс.  | 5205,82 грн./міс. | 1 чол.    | 5 міс. | грн.<br>108145,98 |
| 3 | Тестер     | 14759 грн./міс.  | 2878,62 грн./міс. | 1 чол.    | 5 міс. | грн.<br>59405,76  |
| 4 | SEO        | 16771 грн./міс.  | 3270,32 грн./міс. | 1 чол.    | 5 міс. | грн.<br>67503,3   |
|   |            | Усього зарплати: |                   |           |        | 279181,14<br>грн. |

Таблиця 4.1 – Розрахування заробітної плати

Оскільки співробітники не були у відрядженні, витрат на нього немає. Інші прямі витрати становлять – 125631,51 грн. (279181,14 \* 45%). Усього прямих витрат 404812,65 грн. (279181,14 грн.+ 125631,51 грн.)

Накладні витрати становлять 121443,79 грн. (404812,65 грн. \* 30%). Планові накопичення становлять 105251,28 грн. ((404812,65 грн. + 121443,79 грн.) \* 20%). Усього кошторисна вартість проекту 631507,44 грн. (404812,65 грн. + 121443,79 грн. + 105251,28 грн.). Податок на додану вартість становить 126301,48 грн. (631507,44 грн. \* 20%). Договірна ціна становить 757808,92 грн (631507,44 грн. + 126301,48 грн.)

Загальний кошторис витрат протягом усього проектування та по його завершенні наведено у таблиці 4.2.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 58   |

| Найменування статей витрат              | Сума, грн |
|---|-----------|
| 1. Зарплата проєктувальників.           | 279181,14 |
| 2. Відрахування на соціальні потреби.   | 0         |
| 3. Контрагентські роботи і послуги.     | 0         |
| 4. Витрати на відрядження.              | 0         |
| 5. Інші прямі витрати.                  | 125631,51 |
| 6. Усього прямих витрат.                | 404812,65 |
| 7. Накладні витрати.                    | 121443,79 |
| 8. Планові накопичення.                 | 105251,28 |
| 9. Усього, кошторисна вартість проєкту. | 631507,44 |
| 10. Податок на додану вартість.         | 126301,48 |
| 11. Загалом, договірна ціна розробки    | 757808,92 |

Таблиця 4.2 - Кошторис витрат на проєктування

### 3. Обґрунтування необхідності розробки

У кожного нового проєкту є певний корисний результат. Він може проявлятися у спрощенні праці, покращенні умов, в економії витрат та збільшенні прибутку.

Зазвичай підприємство виділяє разовий бюджет на створення нового продукту. Тому перед етапом розробки потрібно все розрахувати і визначити чи проєкт є економічно вигідним.

Створення системи 3D-модельовання є дуже важким процесом в плані написання коду, але так як таких проєктів майже не існує, то розповсюдження в маси не буде надто важким. Однією з переваг такого

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 59   |

продукту є те, що за правильної підтримки він зможе приносити прибуток протягом десятиліть, адже ця тема є добре розвиненою і з кожним днем набуває все більшої популярності.

Взявши до уваги всі переваги цього проекту, можна зробити висновок, що завдяки платній підписці та популярності теми, це є економічно вигідний та комерційно успішний продукт.

Для кращої ідентифікації та просування на ринку системи 3D-моделювання та проекції у доповненій реальності їй пропонується надати унікальне ім'я, яке в подальшому буде підґрунтям для захисту авторських прав відповідно до чинного законодавства. Після спілкування на форумах розробників програмних продуктів в якості унікального імені для системи, що проектується, було обрано назву "Rainchuk`s designing".

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 60   |

## ВИСНОВКИ

Метою даного дипломного проекту було створення системи моделювання 3D об'єктів з проекцією у доповненій реальності. Під час проектування та реалізації були поставлені і виконані наступні завдання:

- реалізовано реєстрацію та авторизацію;
- створено мобільну версію додатку;
- поставлені певні стандарти;
- продумана та розроблена спрощена версія редактора;
- реалізовано можливість переглядати та\або редагувати сцену.

Примечание [KW4]: Може дотримано певних стандартів??

Примечание [KW5]: Символ маркування

Дипломний проект реалізовано відповідно до визначених вимог та цілей. У найближчому майбутньому передбачено доопрацювання та розширення існуючого функціоналу системи. Завантаження проекту можливе на платформи Google Play і App Store, звідки його можна завантажити на обраний пристрій. Передбачається доступність реєстрації у браузері, у мобільному додатку лише авторизація.

Створений 3D-редактор отримав назву "Rainchuk's Designing" - унікальне ім'я, яке в подальшому буде підґрунтям для захисту авторських прав відповідно до чинного законодавства.

Моделювання 3D об'єктів з проекцією у доповненій реальності за допомогою даного програмного продукту підходить як новачкам у цій сфері, так і людям, які довго займаються дизайном. Додаток є простим у використанні, за рахунок наявності спрощеного функціоналу системи, тобто відсутності глибоких налаштувань, які присутні у професійному програмному забезпеченні.

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 61   |

### ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Constructive Solid-Geometry Methods. *MIT Computer Science & Artificial Intelligence* *Lab*: веб-сайт. URL: <http://groups.csail.mit.edu/graphics/classes/6.837/F98/talecture/> (дата звернення – 13.02.2020).
2. All the fundamental React.js concepts, jammed into this single Medium article. *Medium*: веб-сайт. URL: <https://medium.com/edge-coders/all-the-fundamental-react-js-concepts-jammed-into-this-single-medium-article-c83f9b53eac2> (дата звернення – 20.03.2020).
3. Meet Material-UI — your new favorite user interface library. *Medium*: веб-сайт. URL: <https://medium.com/free-code-camp/meet-your-material-ui-your-new-favorite-user-interface-library-6349a1c88a8c> (дата звернення – 20.03.2020).
4. What exactly is Node.js?. *Medium*: веб-сайт. URL: <https://medium.com/free-code-camp/what-exactly-is-node-js-ae36e97449f5> (дата звернення – 02.01.2020).
5. Introduction to Mongoose for MongoDB. *Medium*: веб-сайт. URL: <https://medium.com/free-code-camp/introduction-to-mongoose-for-mongodb-d2a7aa593c57> (дата звернення – 03.03.2020).
6. Going out to eat and understanding the basics of Express.js. *Medium*: веб-сайт. URL: <https://medium.com/free-code-camp/going-out-to-eat-and-understanding-the-basics-of-express-js-f034a029fb66> (дата звернення – 15.02.2020).
7. So what's this GraphQL thing I keep hearing about?. *Medium*: веб-сайт. URL: <https://medium.com/free-code-camp/so-whats-this-graphql-thing-i-keep-hearing-about-baf4d36c20cf> (дата звернення – 16.02.2020).
8. Securing Node.js APIs with JSON Web Tokens. *Medium*: веб-сайт. URL: <https://medium.com/free-code-camp/securing-node-js-restful-apis-with-json-web-tokens-9f811a92bb52> (дата звернення – 20.03.2020).

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 62   |

## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### Алгоритм CSG

```
point_classify( v, p )
    if v is a leaf
        return leaf's value ("in" or "out")
    else
        if p is on negative side of plane( v )
            return point_classify( v.left, p )
        else
            if p is on positive side of plane( v )
                return point_classify( v.right, p )
            else (p is on the plane)
                l = point_classify( p, v.left )
                r = point_classify( p, v.right )
                if l = r
                    return r
                else
                    return "on"
```

|      |      |          |        |      |              |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------|------|
|      |      |          |        |      | 20.418.9.000 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |              | 63   |

**РЕЦЕНЗІЯ**  
на дипломний проект  
студента відділення комп'ютерних та видавничих технологій  
Галицького коледжу імені В'ячеслава Чорновола

студента IV курсу групи К-47

Раїска Віталі  
(прізвище та ініціали)

Спеціальність 122 „Комп'ютерні науки та інформаційні технології”

Обсяг дипломного проекту: 57 стор.

Кількість аркушів креслень 7 арк.

Кількість сторінок записки: 57 стор.

Тема: Система моделювання 3D-об'єктів з  
проекцією у двовимірній реальності.

1. Актуальність теми: Використання системи моделювання  
3D-об'єктів з проекцією у двовимірній реальності  
завжди розширює можливості представлення  
майбутніх об'єктів у реальній обстановці.

2. Практична або теоретична цінність опрацьованих питань   
Вибрано питання 3D-моделювання об'єктів  
та проведено огляд програмних засобів для її  
реалізації, спроектовано та реалізовано власну  
систему.

3. Недоліки роботи  суттєвих недоліків не виявлено

4. Загальний висновок Робота виконана на належному  
рівні з дотриманням поставлених вимог  
та характеризує на високу оцінку.

Рецензент Павлюк В.П.

(прізвище та ініціали рецензента)

«25» 06 2020 р.

(підпис)



# ВІДГУК

на дипломний проєкт  
студента відділення комп'ютерних технологій  
Галицького коледжу імені В'ячеслава Чорновола

IV курсу групи К-47

Раїнчука В.В.  
(прізвище та ініціали)

Спеціальність 122., *Комп'ютерні науки та інформаційні технології*

Керівник ДП \_\_\_\_\_ Посвятовська О.Б. \_\_\_\_\_

Тема: «Система моделювання 3d об'єктів з проекцією у доповненій реальності»

1. Загальна характеристика студента \_\_\_\_\_

У процесі роботи над дипломним проєктом студент глибоко розібрався у предметній області, проаналізував сучасні технології реалізації завдання. Зарекомендував себе як висококваліфікований спеціаліст у галузі розробки програмного забезпечення, всі поставлені завдання виконував самостійно, з урахуванням сучасних вимог та зауважень керівника.

2. Практична або теоретична цінність опрацьованих питань \_\_\_\_\_

Дипломний проєкт присвячений вирішенню – одній з найперспективніших сфер для застосування сучасних інформаційних систем - програмному забезпеченню 3d моделювання, найбільш затребуваним серед якого є таке, що реалізує функції доповненої реальності.

В дипломному проєкті визначено актуальність реалізації системи, проаналізовано доцільність її створення. У процесі роботи над дипломним проєктом автор ґрунтовно вивчив предметну область, дослідив шляхи та способи реалізації завдання. Для реалізації системи студент проаналізував наявні зразки подібних рішень, спроектував систему в цілому та алгоритм її роботи, проаналізував способи реалізації, обґрунтував доцільність використання інструментальних засобів, які дозволяють реалізувати функціонал системи та передбачають можливість подальшої модернізації системи; реалізував її та провів ґрунтовне тестування.

3. Недоліки роботи \_\_\_\_\_

Суттєвих недоліків не виявлено

4. Загальний висновок \_\_\_\_\_

дипломний проєкт виконаний відповідно до поставленого завдання з дотриманням вимог при виконанні та оформленні і заслуговує на високу оцінку

Керівник дипломного проєкту \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Посвятовська О.Б.

Ім'я користувача:  
Наталя Кульчинська

Дата перевірки:  
18.06.2020 10:38:16 EEST

Дата звіту:  
16.02.2021 10:15:54 EET

ID перевірки:  
1004114022

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

ID користувача:  
100004382

Назва документа: ДП\_Раїнчук\_K47\_перевірка

Кількість сторінок: 41 Кількість слів: 5264 Кількість символів: 38220 Розмір файлу: 3.77 MB ID файлу: 1004126827

## 4.73% Схожість

Найбільша схожість: 1.22% з Інтернет-джерелом (<https://uk.wikipedia.org/wiki/3D-%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D>)

4.73% Джерела з Інтернету

27

Сторінка 43

0.28% Джерела з Бібліотеки

1

Сторінка 43

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

## 3.38% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

1.79% Вилучення з Інтернету

52

Сторінка 44

3.38% Вилученого тексту з Бібліотеки

10

Сторінка 44

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

2