

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРАВА «КРОК»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА
КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра комп'ютерних наук
ПРОЄКТ ДРУГОГО РІВНЯ

НАЗВА:
«РОЗРОБКА ВЕБСАЙТУ «3DPRINTLAB KROK»

Ступінь вищої освіти – бакалавр
Спеціальність – 122 «Комп'ютерні науки»
Освітня програма «Комп'ютерні науки»

ЗВІТ З ПРОЄКТУ

Команда проєкту:
Анастасія ЗАСТЕЛА
Данило ЄГОРЕЙЧЕНКО
Янін КОСТЯНТИН
Олег АБСАЛЯМОВ
Анна РАНГ

Керівники проєкту:
Катерина ТИМОФЄЄВА
Олег МУШИНСЬКИЙ

м. Київ – 2025 рік

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРАВА «КРОК»»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри комп'ютерних наук
_____Сергій МІЧКІВСЬКИЙ
«28» квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТ ДРУГОГО РІВНЯ

Назва проекту	Вебсайт «3DPrintLab KROK»
Мета проекту	Метою проекту є створення вебсайту лабораторії «3D&AeroVision технологій» для замовлень 3D-друку
Опис проекту	Проект вирішує проблему неструктурованого та неавтоматизованого прийому замовлень на послугу 3D-друку
Очікувані результати	Працюючий вебсайт із можливістю подання замовлення на 3D-друк
Ролі та відповідальність виконавців	<p><u>Командний проєкт:</u></p> <p>Анастасія Застела - backend developer - відповідає за серверну логіку, розробку бази даних, авторизацію користувачів і зберігання 3D-файлів;</p> <p>Єгорейченко Данило - frontend developer - відповідає за розробку інтерфейсу користувача та інтерактивних елементів.</p> <p>Ранг Анна - дизайнер вебсайту - розробляє візуальний стиль інтерфейсу;</p> <p>Янін Костянтин - frontend developer, technical writer - реалізує окремі компоненти інтерфейсу та готує технічну документацію до продукту.</p> <p>Абсалямів Олег - backend developer, QA - допомагає в розробці серверної частини,</p>

	проводить тестування функціоналу та виправляє помилки.
Критерії успішності проекту	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повноцінний вебсайт із можливістю прийому 3D-замовлень; 2. Реалізований особистий кабінет користувача; 3. Адміністративний інтерфейс для лабораторії; 4. Працюючий калькулятор вартості 3D-друку; 5. Наявність хмарного зберігання та Google-авторизації; 6. Задokumentований і протестований продукт.
Технологічний стек, що використовується, та його обґрунтування	
Технологія/Інструмент	React, TypeScript, GoLang, PostgreSQL, Firebase Storage, Google Auth.
Опис	React - розробка інтерфейсу користувача (front-end). TypeScript - типізація на фронтенді, зменшення кількості помилок. GoLang - серверна логіка (back-end), обробка замовлень, інтеграція з базою даних. PostgreSQL - база даних для зберігання інформації про користувачів, замовлення та історію. Firebase Storage – хмарне зберігання 3D-файлів (.stl, .obj). Google Auth – авторизація користувачів через акаунт Google.
Причини вибору	Технологічний стек було обрано через лояльні умови для безкоштовного використання та відповідності вимогам для виконання поставлених завдань.

Дата видачі завдання 28 квітня 2025 р.

Керівник команди

Анастасія ЗАСТЕЛА

Керівник проекту

Олег МУШИНСЬКИЙ

Керівник проекту

Катерина ТИМОФЄЄВА

АНОТАЦІЯ

Вебсайт «3DPrintLab KROK» для замовлень 3D-друку (командна робота).

Звіт з проєкту (другого рівня) за спеціальністю 122 – Комп’ютерні науки (освітня програма – Комп’ютерні науки) СО Бакалавр. – ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», навчально-науковий інститут інформаційних та комунікаційних технологій, кафедра комп’ютерних наук, Київ, 2025.

У роботі розроблено вебсайт для замовлень 3D-друку для лабораторії «3D&AeroVision технологій» Університету «КРОК». Проєкт включає особистий кабінет користувача, інтерактивний калькулятор вартості та систему відстеження статусу замовлень в режимі реального часу. Розробка програмного продукту спрямована на автоматизацію процесів замовлення та обробки заявок для послуг 3D друку.

Ключові слова: 3D-друк, вебсайт, особистий кабінет, калькулятор вартості, автоматизація замовлень.

ABSTRACT

Website «3DPrintLab KROK» for 3D printing orders (team work)

Project report (second level) in specialty 122 - Computer Science (educational program - Computer Science), Bachelor's degree - University of Economics and Law “KROK”, Educational and Research Institute of Information and Communication Technologies, Department of Computer Science, Kyiv, 2025.

The paper develops a website for 3D printing orders for the 3D & AeroVision Technologies laboratory of KROK University. The project includes a personal user account, an interactive cost calculator, and a real-time order status tracking system. The development of the software product is aimed at automating the ordering and processing of applications for 3D printing services.

Keywords: 3D printing, website, personal account, cost calculator, order automation.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. КОНЦЕПТУАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКТУ	8
1.1 Опис ідеї продукту	8
1.2 Аналіз предметної області та конкурентів	8
1.3 Опис продукту	13
2. ПРОЄКТУВАННЯ ПРОДУКТУ	15
2.1 Моделювання поведінки продукту	15
2.2 Моделювання структури продукту	16
2.3 Дизайн продукту	18
3. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКТУ	21
3.1 . Особливості реалізації	21
3.2 Тестування	22
3.3 Документація продукту	23
ВИСНОВКИ	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	32
Додаток А	33
Додаток Б	38

ВСТУП

Актуальність теми. Зі зростанням популярності технологій цифрового виробництва 3D-друк з часом починає набувати все більшу популярність завдяки універсальності та практичності цієї ідеї, проекти, створені у вигляді 3D-моделей використовуються у багатьох сферах, наприклад, таких як інженерія, мистецтво, медицина, архітектура тощо.

В Університеті «КРОК» за останні роки спостерігається підвищений інтерес студентів і викладачів до інженерних, архітектурних, дизайнерських і наукових проєктів, які вимагають виготовлення фізичних моделей. Лабораторія «3D & AeroVision технологій» активно підтримує ці ініціативи, однак процес прийому замовлень досі залишається ручним. Через це тема створення вебсайту, яка дозволить користувачам оформлювати замовлення, отримувати зворотний зв'язок, відстежувати статуси й взаємодіяти з лабораторією в єдиному цифровому середовищі є актуальною.

Мета проєкту полягає у створенні вебсайту «3DPrintLab KROK», що забезпечить обробку заявок на 3D-друк, включаючи прикріплення моделей, вибір параметрів, автоматизований розрахунок вартості, моніторинг статусу замовлення та комунікацію з персоналом лабораторії.

Об'єктом дослідження є сфера електронної комерції з продажу тривимірного друку.

Предметом дослідження є процес розробки вебсайту для замовлення та адміністрування послуг 3D друку

Завдання дослідження:

1. проаналізувати наявні українські вебплатформи з надання послуг 3D-друку та виділити їх сильні й слабкі сторони;
2. визначити вимоги до вебсайту «3DPrintLab KROK»;
3. розробити архітектуру вебсайту, спроектувати структуру бази даних, реалізувати основний функціонал із використанням обраного технологічного стеку;

4. забезпечити інтеграцію систем авторизації, зберігання 3D-файлів та онлайн-калькулятора вартості друку;
5. провести тестування вебсайту та оцінити його функціональність з точки зору кінцевих користувачів;
6. оформити документацію до розробленого програмного продукту.

Практична цінність проєкту полягає у створенні першого внутрішнього цифрового ресурсу для замовлення полуг 3D-друку в Університеті «КРОК», що сприяє популяризації лабораторії серед студентів і викладачів, покращує комунікацію та підвищує ефективність використання обладнання лабораторії.

1. КОНЦЕПТУАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКТУ

1.1 Опис ідеї продукту

Ідея створення вебсайту «3DPrintLab KROK» виникла як відповідь на зростаючі потреби університетської спільноти у зручному сервісі для взаємодії з лабораторією «3D & AeroVision технологій». З розвитком ініціатив в Університеті «КРОК», значно зросла зацікавленість у використанні сучасних засобів цифрового виробництва, зокрема 3D-друку, що створило передумови для цифровізації процесу подання, обробки та супроводу замовлень на друк.

На етапі розробки вебсайту замовлення подаються через особисту комунікацію або за допомогою соціальної мережі Instagram (@krok_printables). Такий формат ускладнює адміністрування, затримує обробку запитів та створює ризики втрати інформації. У відповідь на проблему було запропоновано створення вебсайту, який забезпечить обробку замовлень та підвищить ефективність взаємодії між користувачами та лабораторією.

Ідея програмного продукту полягає у розробці та реалізації вебсайту, що дозволить користувачам подавати замовлення на послуги 3D-друку, завантажувати власні моделі, обирати необхідний тип матеріалу, заповнення моделі, переглядати приблизний розрахунок вартості, а також відслідковувати статус своїх замовлень. Вебсайт дозволить студентам, науковим працівникам та зовнішнім клієнтам замовляти 3D-друк у кілька етапів: від завантаження моделі до отримання готового виробу.

1.2 Аналіз предметної області та конкурентів

У ході розробки вебсайту «3DPrintLab KROK» проведено комплексний аналіз предметної області 3D-друку, що включав вивчення сучасних технологій, особливостей ринку та конкурентного середовища. Предметна область охоплює послуги тривимірного друку з використанням різних методів, таких як FDM, SLA, SLS, а також супутні сервіси - 3D-сканування, моделювання, постобробка та продаж матеріалів і обладнання.

Аналіз конкурентів здійснювався на основі відкритих джерел, зокрема вебсайтів компаній та даних сервісу SimilarWeb за травень 2025 року, а також

активності у соціальних мережах. Розглянуто чотири основні гравці ринку, які пропонують широкий спектр послуг у сфері 3D-друку в Україні, а саме: «EASY3DPRINT», «3Ddevice», «3DREAMS» та «3DWAY». Детальний аналіз перелічених конкурентів наведений у таблиці 1.1.

Усі зазначені компанії позиціонують себе як комплексні постачальники 3D-рішень, однак між ними існують відмінності як у функціональних можливостях сервісів, так і в рівні доступності, зручності користування, технічній підтримці та представленості в цифровому середовищі. Наприклад, компанія «EASY3DPRINT», з однієї сторони, вирізняється широким спектром технологій друку та супутніх послуг - від моделювання до постобробки й продажу обладнання. З іншої сторони, складність інтерфейсу може створювати бар'єр для нових користувачів.

«3Ddevice» демонструє найвищий рівень онлайн-трафіку серед розглянутих конкурентів, що свідчить про високу впізнаваність бренду та ефективну цифрову присутність. Платформа охоплює всі основні технології друку, активно комунікує з клієнтами через соціальні мережі. Проте складна навігація через велику кількість категорій і повільне завантаження окремих сторінок знижують ефективність взаємодії користувачів із сайтом.

Вебсайт «3DREAMS» відзначається зручністю інтерфейсу та наявністю онлайн-калькулятора вартості друку, що є перевагою для користувача. Але до недоліків розглянутого конкуренту можна віднести обмежений набір технологій (наприклад, SLS-друку), а також мінімальний обсяг додаткових сервісів, таких як постобробка чи інженерна підтримка.

Компанія «3DWAY» вирізняється фокусом на інноваційні й творчі напрями 3D-друку, пропонуючи рідкісні послуги на ринку, як силіконове лиття або реверс-інжиніринг. Активна присутність у візуально орієнтованих соціальних медіа, зокрема TikTok, YouTube та Behance, дозволяє залучати аудиторію. Проте під час аналізу було виявлено технічні недоліки як низьку адаптивність сайту до мобільних пристроїв, складну структуру меню та брак інформації про ціни.

Таблиця 1.1 – Аналіз конкурентів

Конкуренти	Назва компанії та посилання	Ключові функції	Кількість вебплатформи трафіку / травень 2025 р. (SimilarWeb)	Присутність у соціальних мережах (залінкувати, якщо такі є)	Переваги продукту	Недоліки продукту
Конкурент 1	EASY3DPRINT https://easy3dprint.com.ua	FDM, SLA/DLP, SLS, 3D-сканування, моделювання, лиття, постобробка, продаж принтерів та пластиків	21288 відвідувань	Facebook , Instagram	широкий вибір технологій друку, комплексні послуги (від моделювання до постобробки), продаж матеріалів	інтерфейс сайту складний для швидкого пошуку едостатня кількості прикладів робіт ідсутність інтерактивних калькуляторів вартості
Конкурент 2	3Ddevice https://3ddevice.com.ua	FDM/SLA/Full-color/SLS, мед/ювелірний друк, 3D-сканування, моделювання, продаж принтерів та матеріалів	34380 відвідувань	Facebook , Instagram , Twitter , YouTube	великий вибір технологій, включно з кольоровим друком, широкий асортимент послуг	складна навігація через велику кількість категорій, довга процедура оформлення замовлення, деякі сторінки завантажуються повільно
Конкурент 3	3DREAMS https://3dreams.com.ua	FDM та SLA-друк, продаж принтерів (Prusa, MakerBot), матеріалів, онлайн-калькулятор вартості	25765 відвідувань	Instagram , Facebook , YouTube	зручний онлайн-калькулятор вартості; популярні бренди принтерів, простий і зрозумілий дизайн сайту	обмежена кількість технологій друку (немає SLS); мінімум додаткових сервісів, відсутність детальної інформації про матеріали
Конкурент 4	3DWAY https://3dway.com.ua	3D-друк (FDM, SLA/DLP), 3D-сканування, моделювання, реверс-інжиніринг, постобробка, силіконове лиття	2919 відвідувань	Instagram , YouTube , TikTok , Behance , Facebook	унікальні послуги (силіконове лиття), широкий спектр 3D-послуг, акцент на творчі проекти	низький трафік, сайт не адаптований для мобільних пристроїв, недостатньо інформації про ціни, складна структура меню

Вебсайт «3DPrintLabKROK» має низку унікальних особливостей, які підсилюють його конкурентні переваги, зокрема прозорість процесу замовлення, особистий кабінет користувача, інтерактивний калькулятор вартості та можливість онлайн-відстеження замовлень. Переваги продукту визначають його конкурентоспроможність і відкривають нові можливості для розвитку. Водночас існують загрози та слабкі сторони, які потребують уваги. Для комплексного оцінювання проєкту було проведено SWOT-аналіз, результати якого наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – SWOT-аналіз

SWOT-аналіз	
Сильні сторони	Слабкі сторони
<ol style="list-style-type: none"> 1. Калькулятор вартості дозволяє попередньо оцінити вартість послуг; 2. Наявність особистого кабінету користувача; 3. Високий рівень довіри завдяки приналежності до університету; 4. Можливість відстеження стану замовлення онлайн. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обмежена інформація про технології друку (типи пластиків, точність, розміри моделей); 2. Обмежений бюджет; 3. Відсутність багатомовної версії сайту.
Можливості	Загрози
<ol style="list-style-type: none"> 1. Розширення партнерств із кафедрами, гуртками; 2. Додавання освітнього контенту як гід по технологіях друку, сертифікаційні курси; 3. Масштабування, обслуговування зовнішніх клієнтів. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зміна політики університету/лабораторії; 2. Можливі затримки в обробці замовлень через обмежену кількість персоналу або 3D принтерів; 3. Висока конкуренція на ринку.

Для розробки бізнес-моделі вебсайту «3DPrintLab KROK» було обрано Lean Canvas - інструмент, адаптований для стартапів, який зосереджений на вирішенні проблем, пошуку ефективних рішень та створенні унікальної ціннісної пропозиції. Його структура дозволяє швидко візуалізувати ключові елементи проєкту, а також гнучко адаптувати модель до змін потреб користувачів і ринку [6]. Роблений Lean Canvas Business Model для вебсайту зображений на рис 1.1.



Рисунок 1.1 – Lean Canvas Business Model

Джерело: розроблено авторами

1.3 Опис продукту

Основною метою створення вебсайту «3DPrintLab KROK» є автоматизація процесу прийому та обробки замовлень на послуги тривимірного друку в межах діяльності лабораторії «3D & AeroVision технологій» Університету «КРОК». Продукт орієнтований на студентську та науково-педагогічну спільноту, а також на зовнішніх клієнтів, зацікавлених у виготовленні фізичних моделей на основі 3D-моделей.

Розроблений вебсайт має відповідати наступним вимогам:

- зручну та доступну форму оформлення замовлень із можливістю завантаження 3D-моделей у форматах .stl або .obj;
- інтерактивний калькулятор вартості друку із динамічною зміною ціни відповідно до параметрів (матеріал, щільність заповнення, точність друку тощо);
- функціонал персонального кабінету користувача із можливістю перегляду статусів замовлень, історії взаємодії та отриманих моделей;
- адміністративний інтерфейс для представників лабораторії з можливістю перегляду, фільтрації та зміни статусів замовлень;
- механізм авторизації користувачів із використанням облікових записів Google (OAuth 2.0);
- захищене зберігання 3D-файлів у хмарному середовищі (Firebase Storage).

Ключові функціональні можливості вебсайту повинні включати:

- подання замовлення на друк із вибором параметрів (тип матеріалу, колір, рівень заповнення моделі, точність);
- автоматичне обчислення вартості друку на основі заданих параметрів;
- інтерактивне відображення статусу кожного замовлення з можливістю отримання повідомлень про зміну етапу виконання;
- можливість комунікації з оператором лабораторії через спеціальне поле або форму зворотного зв'язку;
- збереження історії виконаних замовлень у профілі користувача.

Для забезпечення стабільної роботи та відповідності вимогам проєкту передбачено використання сучасних технологічних рішень:

- front-end: розробка інтерфейсу за допомогою React з TypeScript, що гарантує адаптивність, швидкість та надійність клієнтської частини;
- back-end: використання мови Golang для реалізації серверної логіки, що дозволяє ефективно опрацьовувати численні запити та забезпечує масштабованість;
- база даних: PostgreSQL забезпечить надійне збереження даних, підтримку складних транзакцій та високу продуктивність;
- авторизація: Google OAuth 2.0 використовується для безпечного та зручного входу користувачів;
- файлове сховище: Firebase Storage забезпечить безпечне та масштабоване зберігання 3D-моделей;
- інфраструктура: розгортання на платформі Fly.io з підтримкою CI/CD для безперервної інтеграції та доставки.

2. ПРОЄКТУВАННЯ ПРОДУКТУ

2.1 Моделювання поведінки продукту

Поведінкове моделювання продукту надане через Use Case діаграму, що дозволяє відобразити логіку взаємодії основних учасників із системою – клієнта та менеджера.

Use Case діаграма для клієнта зображена на рис. 2.1. Для клієнта передбачено наступні функції:

- створення нового замовлення на 3D-друк;
- завантаження власної 3D-моделі (.stl або .obj);
- розрахунок вартості послуги відповідно до заданих параметрів;
- реєстрація або авторизація через Google-акаунт;
- надсилання заповненого замовлення до лабораторії;
- перегляд поточного статусу обробки замовлення.

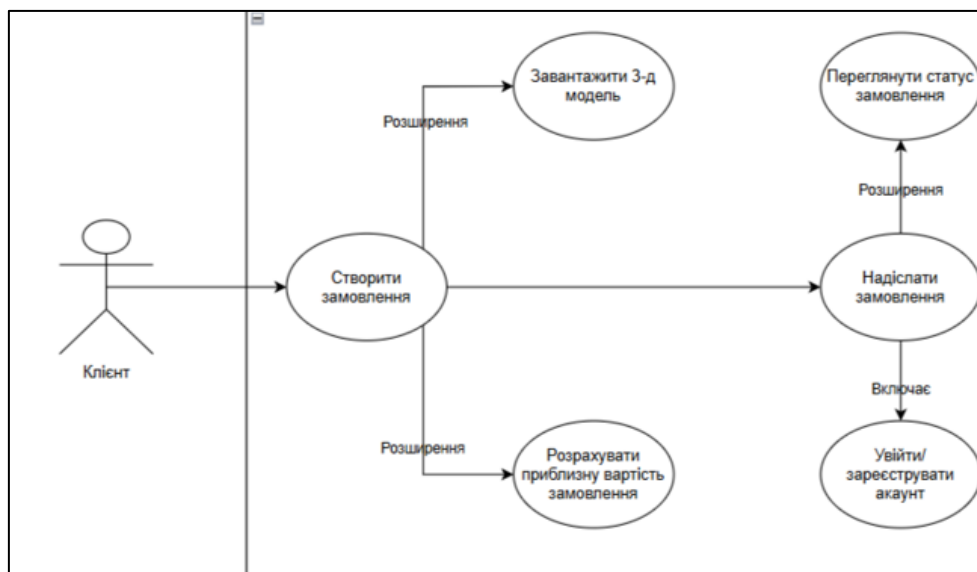


Рисунок 2.1 – Use Case діаграма для клієнта

Джерело: розроблено автором

Use Case діаграма для менеджера зображена на рис. 2.2. Для менеджера лабораторії визначено такі дії:

- перегляд і обробка отриманих замовлень;

- зміна статусу замовлення відповідно до етапів виконання;
- завантаження підготовлених моделей у внутрішню систему 3D-друку.

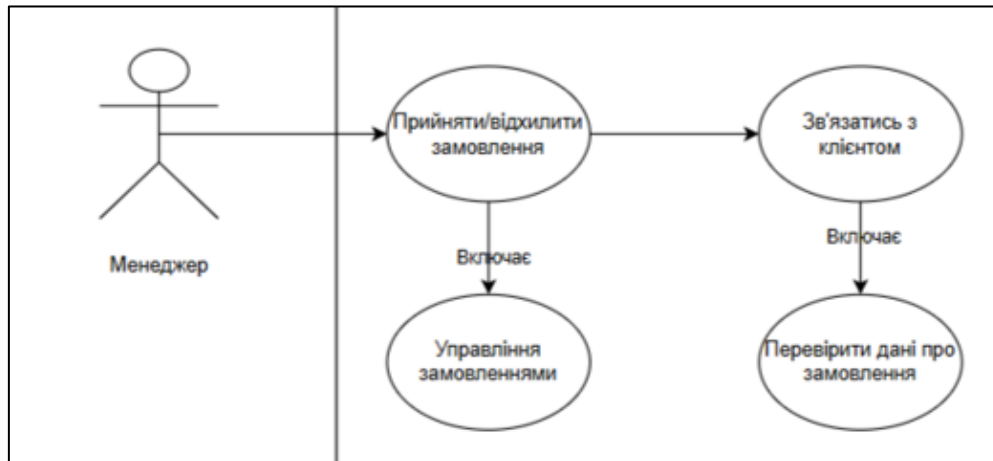


Рисунок 2.2 – Use Case діаграма для менеджера

Джерело: розроблено автором

2.2 Моделювання структури продукту

Для зберігання та обробки даних вебсайту було використано реляційну базу даних PostgreSQL. Архітектура бази даних побудована з урахуванням підтримки цілісності даних та можливості масштабування. Схема бази даних представлена на рис 2.3.

Таблиця `users` зберігає ключову інформацію про зареєстрованих користувачів системи, включно з контактними даними, ідентифікатором Google (у разі авторизації через OAuth), аватаром, статусом адміністратора, а також метаданими про створення та оновлення запису.

Таблиця `orders` відображає структуру замовлень, створених користувачами. Вона включає дані про тип матеріалу, кількість, параметри друку, кольори, контактну інформацію, спосіб комунікації, а також службові коментарі та статус виконання замовлення. Кожне замовлення має посилання на відповідного користувача через зовнішній ключ.

Зв'язок між таблицями реалізовано за допомогою відношення «один до багатьох» - один користувач може мати багато замовлень.

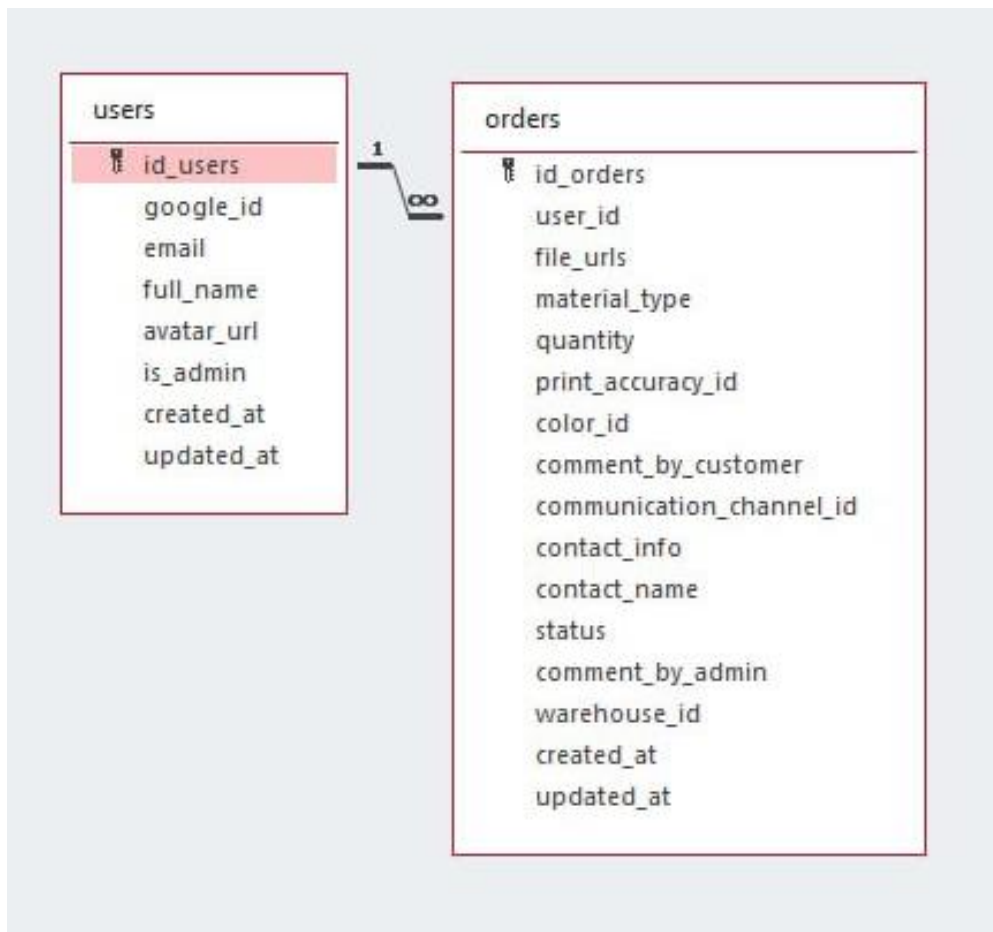


Рисунок 2.3 – База даних вебсайту «3DPrintLab KROK»

Джерело: розроблено автором

Розшифровка структури бази даних у вигляді двох таблиць orders та users, представлена у табличному вигляді з поясненням кожного поля у табл 2.1 та табл 2.2.

Таблиця 2.1 – Таблиця users (користувачі)

Поле	Тип даних	Опис
id_users	UUID	унікальний ідентифікатор користувача (первинний ключ)
google_id	TEXT	ідентифікатор google-акаунту для авторизації через oauth
email	TEXT	електронна адреса користувача (унікальна)
full_name	TEXT	повне ім'я користувача
avatar_url	TEXT	url-адреса зображення (аватару) користувача
is_admin	BOOLEAN	ознака адміністративного доступу (true - адміністратор)
created_at	TIMESTAMP	дата та час створення облікового запису

Таблиця 2.2 – Таблиця orders (замовлення)

Поле	Тип даних	Опис
id_orders	UUID	унікальний ідентифікатор замовлення (первинний ключ)
user_id	UUID	зовнішній ключ - пов'язаний користувач (users.id_users)
file_urls	TEXT	посилання на завантажені 3d-моделі (одне або кілька)
material_type	TEXT	тип матеріалу для друку (наприклад, pla, petg тощо)
quantity	INTEGER	кількість копій, які необхідно надрукувати.
print_accuracy_id	INTEGER	ідентифікатор точності друку (може посилатись на іншу таблицю)
color_id	INTEGER	ідентифікатор кольору друку
comment_by_customer	TEXT	коментар користувача до замовлення
communication_channel_id	INTEGER	канал зв'язку (наприклад, telegram, email тощо)
contact_info	TEXT	контактна інформація (телефон, email тощо)
contact_name	TEXT	ім'я особи, з якою можна зв'язатись
status	TEXT	поточний статус замовлення (напр., "нове", "виконано", "скасовано")
comment_by_admin	TEXT	коментар адміністратора щодо замовлення
warehouse_id	INTEGER	ідентифікатор складу або локації друку
created_at	TIMESTAMP	дата та час створення замовлення

2.3 Дизайн продукту

Під час розробки інтерфейсу веб-продукту було дотримано принципів корпоративного стилю, визначених у брендбуці Університету КРОК [8]. Зовнішній вигляд сайту спрямований на створення впізнаваного, лаконічного та зручного в користуванні інтерфейсу, що відповідає візуальній ідентичності закладу.

У дизайні використовувалися фірмові кольори Університету КРОК, зокрема: насичений синій (#1D4289) – як основний колір для заголовків, кнопок та елементів навігації, білий (#FFFFFF) - як фоновий колір для створення чистого й легкого сприйняття контенту; додаткові акценти у відтінках сірого та блакитного - для розділення блоків, повідомлень і візуального балансу. (рис 2.4)

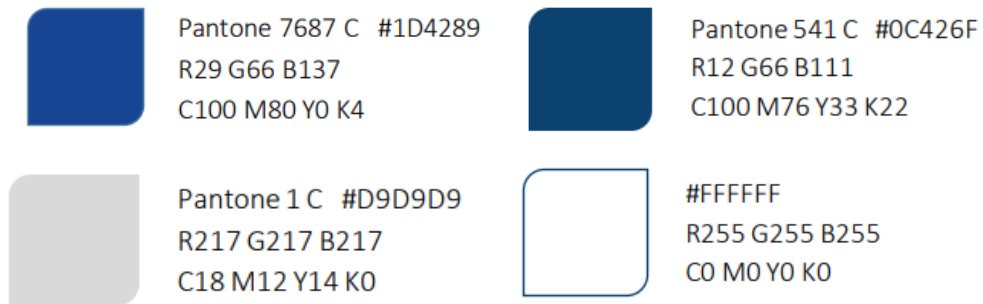


Рисунок 2.4 – Фірмові кольори Університету КРОК

Джерело: брендбук університету КРОК [7]

На етапі початкового планування було розроблено низькоякісний прототип, який дозволив окреслити загальну структуру сторінок, логіку розміщення елементів і взаємодію користувача з інтерфейсом. Розроблений прототип став основою для подальшої деталізації дизайну та технічної реалізації. Низькоякісний прототип зображений на рис 2.5.

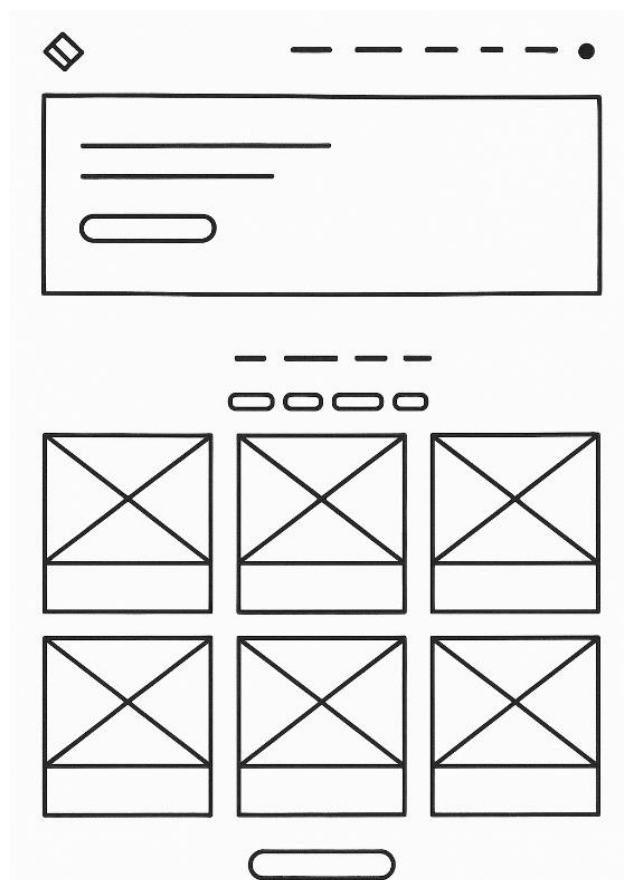


Рисунок 2.5 – Низькоякісний прототип вебсайту «3DPrintLab KROK»

Джерело: розроблено автором

На останньому етапі розробки було вирішено використати шрифт «Inter» як для заголовків та панелей так і для звичайного тексту, змінюючи жирність та розміри шрифту відповідно від призначення тексту.

Шрифт Inter є проєктом з відкритим кодом (open source), що дозволяє вільне використання без обмежень у комерційних і некомерційних проєктах. Це знижує залежність від платних шрифтів і спрощує юридичні аспекти впровадження.

Геометрична чіткість і стриманий дизайн шрифту відповідає сучасним тенденціям UI/UX-дизайну, гармонійно поєднуючись з мінімалістичними інтерфейсами. Шрифт не привертає надмірної уваги, натомість підсилює загальну цілісність стилю продукту.

3. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОДУКТУ

3.1. Особливості реалізації

Розробка вебсайту «3DPrintLab KROK» здійснювалася з використанням сучасного технологічного стеку.

На клієнтському боці (front-end) використано бібліотеку React, яка забезпечує компонентну структуру інтерфейсу та підтримку односторінкової архітектури (SPA). Це дозволяє користувачеві взаємодіяти з вебсайтом у реальному часі без постійного перезавантаження сторінок. Для підвищення надійності програмного коду використано TypeScript, що забезпечує статичну типізацію та знижує ймовірність помилок на етапі виконання.

Серверна частина (back-end) реалізована за допомогою мови програмування Go (Golang). Цей інструмент обрано через його здатність ефективно обробляти одночасні запити, що є важливим для забезпечення швидкої реакції системи при великій кількості користувачів. Сервер відповідає за обробку бізнес-логіки, маршрутизацію запитів, інтеграцію з базою даних і файловим сховищем.

У якості системи керування базами даних використовується PostgreSQL. База даних містить інформацію про користувачів, замовлення, історію взаємодії та параметри друку.

Для зберігання 3D-моделей обрано Firebase Storage, що дозволяє надійно зберігати великі файли у форматах .stl та .obj. Зв'язок із бекендом реалізований через REST API.

Авторизація користувачів здійснюється з використанням Google OAuth 2.0, що дозволяє безпечно здійснювати вхід через облікові записи Google. Таких підхід забезпечує як захист персональних даних, так і зручність для користувача.

Інфраструктура проекту базується на платформі Fly.io, що дозволяє швидко розгортати нові версії вебсайту, забезпечуючи стабільну роботу сервісу.

Обрані технології були зумовлені не лише їх технічними характеристиками, а й можливістю безкоштовного використання в межах

академічного проєкту. Стек інструментів є оптимальним для забезпечення всіх вимог до функціональності та стабільності вебсайту.

Структура реалізації вебсайту побудована за принципом клієнт-серверної взаємодії з RESTful API. Основні компоненти реалізовані наступним чином:

- інтерфейс користувача створений як SPA, який включає форми для подання замовлень, особистий кабінет, сторінку входу та панель адміністратора;
- серверна логіка містить маршрути API, які відповідають за отримання та обробку запитів (створення замовлення, завантаження файлів, зміна статусу, авторизація тощо);
- база даних побудована за принципами нормалізації, з розділенням таблиць на users, orders, що спрощує масштабування та аналітику;
- файлове сховище інтегровано через Firebase, що дозволяє створювати унікальні посилання на файли 3D-моделей із захистом доступу;
- система повідомлень реалізована у вигляді статус-трекінгу в особистому кабінеті: користувач бачить оновлення щодо поточного стану свого замовлення (нове, у друці, готове, видано).

Таким чином, вебсайт реалізовано як повноцінну систему, що охоплює весь цикл обробки замовлення на 3D-друк - від його подання до завершення обслуговування.

3.2 Тестування

Проведено комплексне функціональне тестування інтерфейсної частини сайту. Звіти з перевірки тестування викладені в Додатку А. Метою перевірки було оцінити якість реалізації графічного інтерфейсу, відповідність елементів дизайну стандартам юзабіліті, зручності використання та адаптивності, а також виявити можливі недоліки у доступності для користувачів із різними сценаріями взаємодії з сайтом.

Перевірка охоплювала двадцять ключових напрямів тестування, що включали аналіз структури сторінок, стан елементів управління, правильність відображення тексту та повідомлень, наявність і працездатність навігаційних

елементів, поведінку сайту на різних роздільних здатностях екрану та у різних браузерах. Зміст усіх сторінок перевірено на відповідність правилам граматики та орфографії. Грубих помилок чи опечаток не виявлено. Візуальне оформлення відповідає вимогам, шрифти читабельні, тексти вирівняні, відступи між блоками витримані, підказки та заголовки структуровані логічно.

Особливу увагу приділено стану інтерактивних елементів: поля введення мають коректне візуальне оформлення, неактивні поля позначені сірим кольором, кнопки уніфіковані за стилем і розташуванням. Перевірено адаптивність інтерфейсу на основних роздільних здатностях, зокрема: 800×600, 1280×720, 1920×1080, 2560×1440, а також на мобільному пристрої (iPhone 14 Pro). В усіх випадках відображення залишалось коректним, без перекриття блоків, збережено логіку побудови інтерфейсу. Сайт було протестовано в браузерах Chrome, Edge, Opera- відхилень у відображенні не зафіксовано.

У ході перевірки виявлено недоліки, пов'язані з доступністю, меню логіну/реєстрації не реагує на клавішу Tab, що унеможливує переміщення між його елементами за допомогою клавіатури. Це створює бар'єри для користувачів, які не використовують мишу. Решта елементів сайту доступні для клавіатурної навігації, проте вказане меню потребує доопрацювання. Скролінг реалізовано коректно - стандартна панель прокрутки з'являється лише за необхідності.

Загалом тестування показало, що інтерфейс сайту реалізовано якісно та з урахуванням основних вимог до вебдизайну. Сайт виглядає цілісно, логічно структурований, не перевантажений зайвими елементами.

3.3 Документація продукту

Посібник для користувача. Незареєстрований користувач одразу має доступ до всіх базових функцій, таких як перегляд портфоліо, ознайомлення з калькулятором розрахунку вартості замовлення і т.д., при першому відвідуванні сайту користувачу рекомендується ознайомитись із попередніми роботами, натиснув на відповідну кнопку «Портфоліо» на навігаційній панелі у верхній частині сайту. (рис 3.1 та рис 3.2)

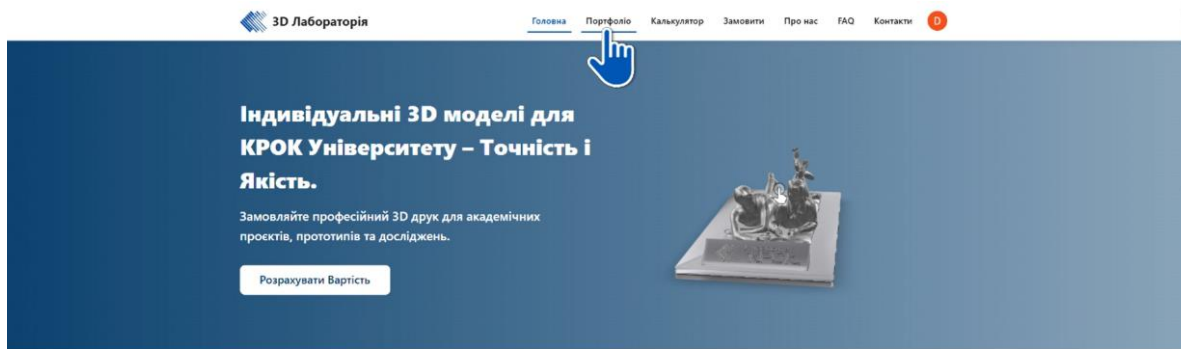


Рисунок 3.1 – Головна сторінка вебсайту

Джерело: розроблено авторами

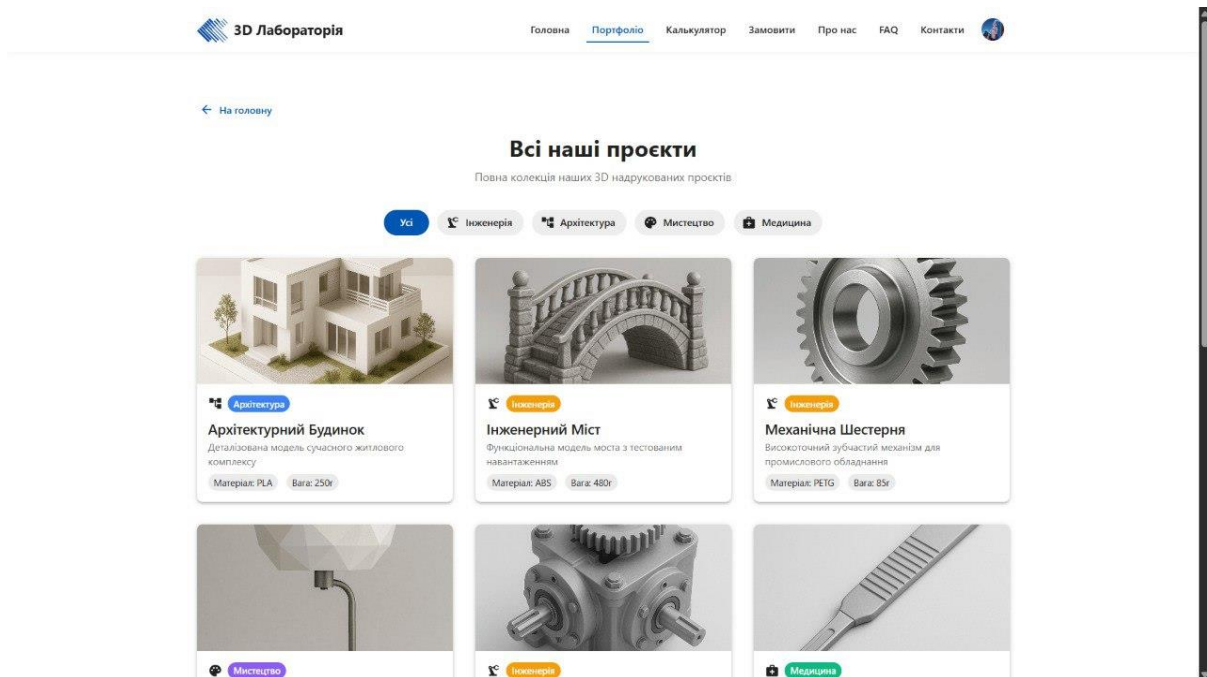


Рисунок 3.2 – Портфоліо

Джерело: розроблено авторами

Для того щоб розрахувати приблизну вартість свого замовлення у інтерактивному калькуляторі, на який він може потрапити завдяки тій ж самій навігаційній панелі, натиснув на кнопку «Калькулятор» (рис 3.3).

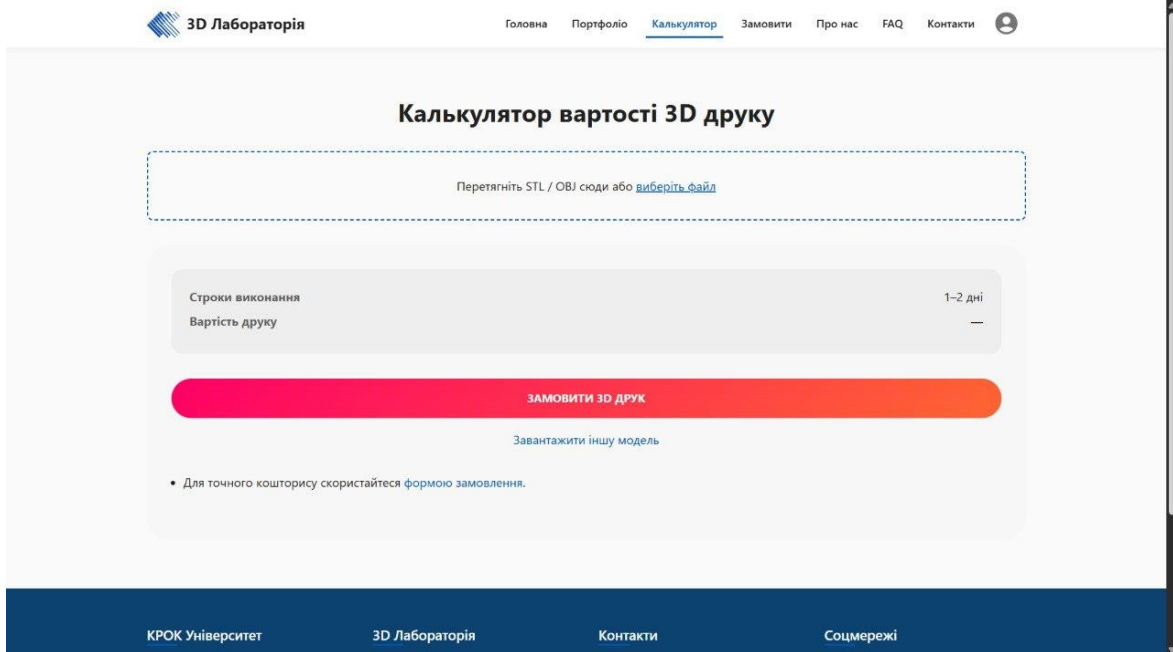


Рисунок 3.3 – Калькулятор вартості (завантажити файл)

Джерело: розроблено авторами

Калькулятор включає в себе можливість завантажити власну модель, обрати колір, товщину стінок та заповнення, після чого користувач може перейти у відділ «Замовити», де зможе більш детально обрати характеристики для друку, включно з точністю друку та типом матеріалу, від якого залежить якість майбутньої моделі. (рис 3.4 та рис. 3.5)

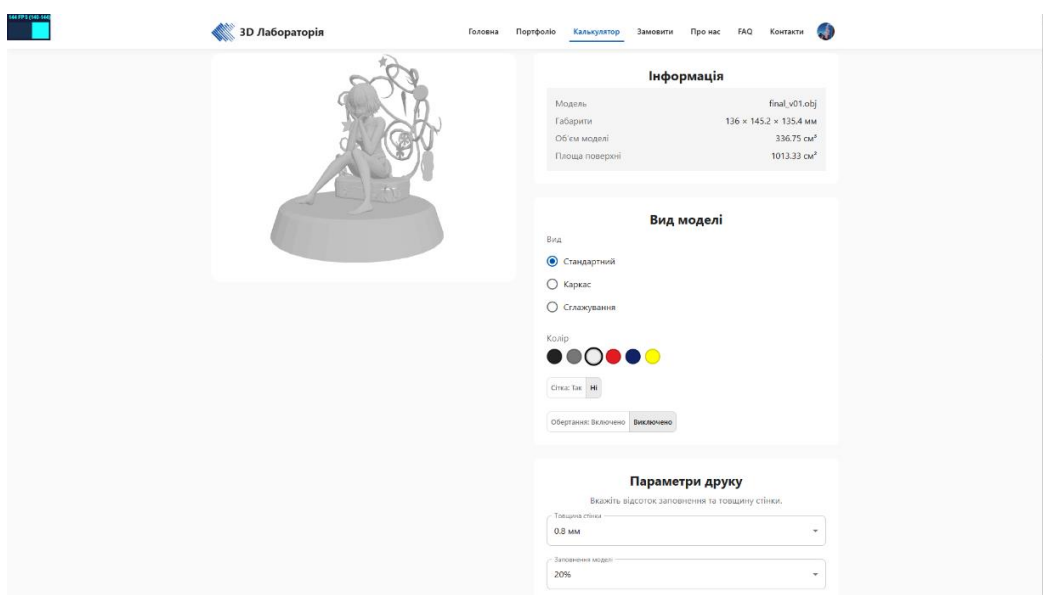


Рисунок 3.4 – Калькулятор вартості (завантажено файл)

Джерело: розроблено авторами

Рисунок 3.5– Калькулятор вартості (замовити друк)

Джерело: розроблено авторами

Для замовлення потрібно буде перейти далі та вписати у відповідні поля свої дані, після чого натиснути на відповідну кнопку «Надіслати». (рис 3.6. та рис 3.7)

Рисунок 3.6 – Форма замовлення 3D друку

Джерело: розроблено авторами

3D Лабораторія

Головна Портфоліо Калькулятор **Замовити** Про нас FAQ Контакти

Обрати файл

Обрати файл

Коментар до замовлення (за бажанням)

Адресу доставки НП (область/місто/відділення) на першому етапі замовлення можна додати за бажанням

Область
Івано-Франківська

Місто
Белів

Відділення Нової Пошти
Пункт приймання-віддачі (до 30 кг): вул. Центральна, 90

НАДІСЛАТИ

КРОК Університет
Інновації в 3D технології для освіти та досліджень.

3D Лабораторія
Послуги друку
Обладнання
Навантаження

Контакти
вул. Таборна, 30-32, м. Київ
3dlab@krok.edu.ua
+38 (046) 123-45-67
Пн-Пн 9:00 – 18:00

Соцмережі

© 2025 КРОК Університет. Всі права захищені. Умови використання Політика конфідційності

Рисунок 3.7 – Оформлення замовлення

Джерело: розроблено авторами

Якщо всі обов'язкові поля заповнені то замовлення успішно відправляється на обробку (рис 3.8).

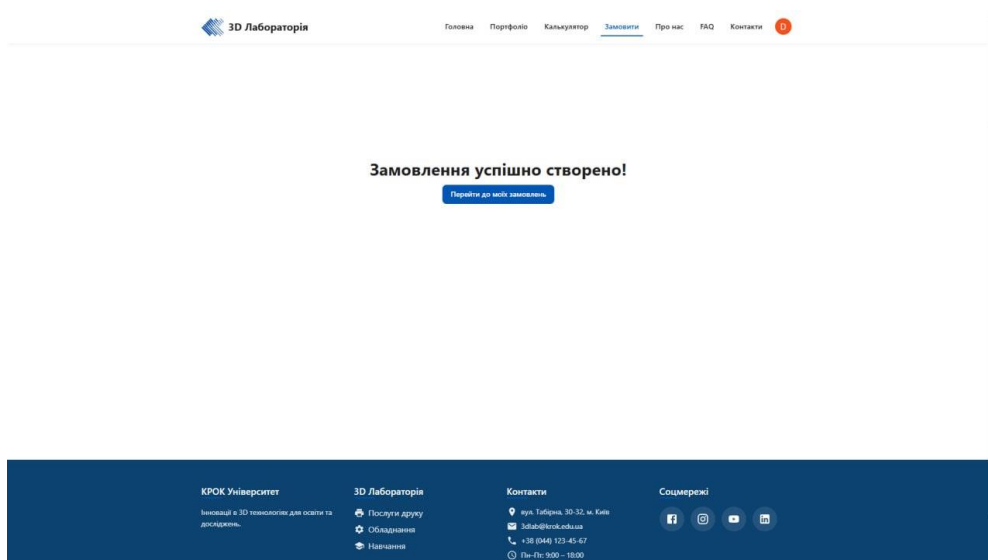


Рисунок 3.8 – Успішне оформлення замовлення

Джерело: розроблено авторами

При успішному оформленні замовлення користувач далі може переглянути статус замовлення в особистому кабінеті натиснувши «Мої замовлення» натиснувши на іконку користувача. (рис 3.9).

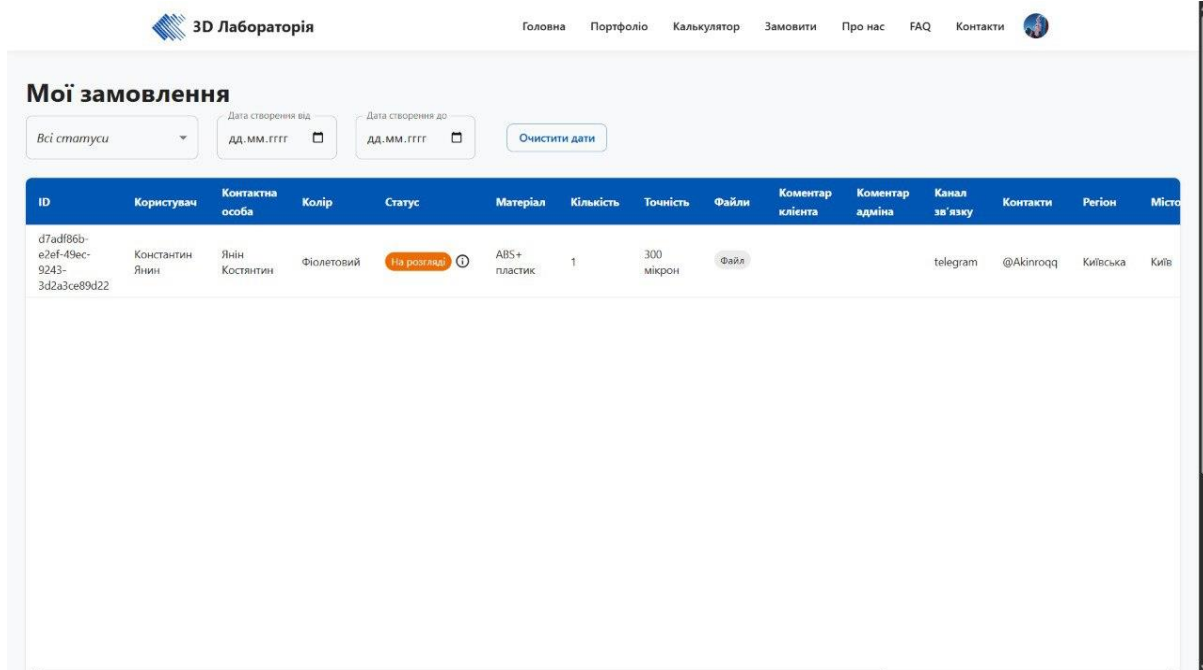


Рисунок 3.9 – «Мої замовлення»

Джерело: розроблено авторами

Додатково під час реалізації вебсайту для замовлень послуг 3д друку було реалізовано інтерфейс адміністратора, який дозволяє переглядати, редагувати та змінювати статус замовлення. (рис 3.10)

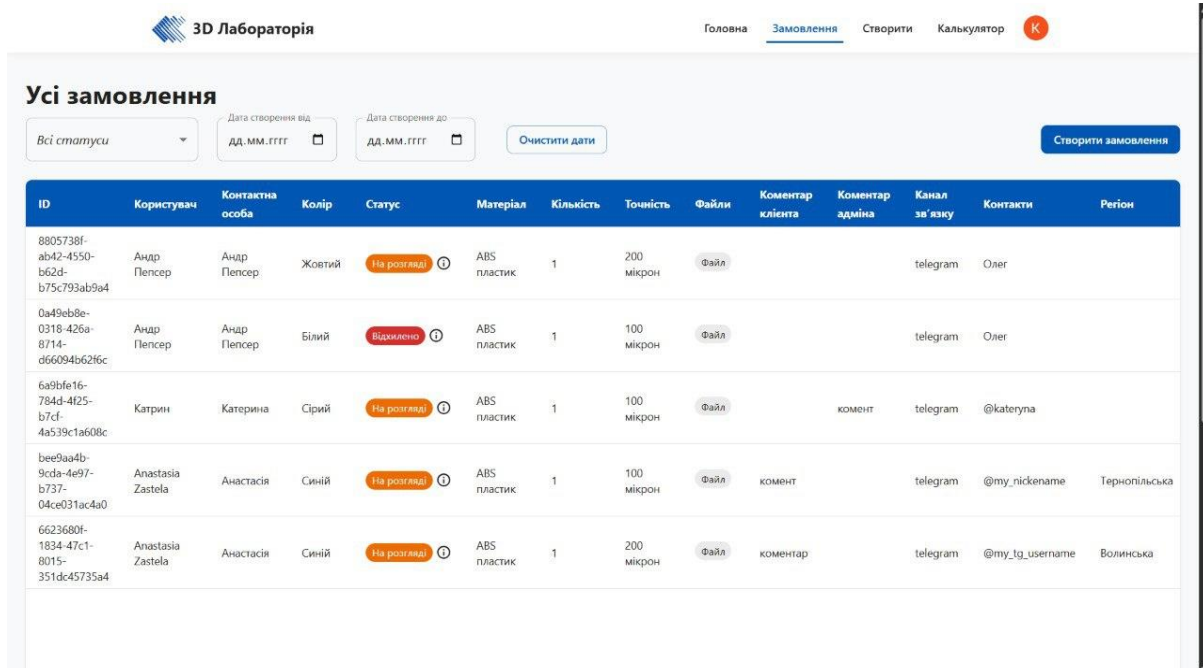


Рисунок 3.10 – Перегляд замовлень (адмін)

Джерело: розроблено автором

При відсутності власної 3D-моделі користувач також може замовити послуги друку, для цього необхідно перейти у вкладку «Замовити», зробити все таким ж чином та перейти до наступної сторінки не завантажуючи модель, у такому випадку менеджер зв'яжеться з користувачем завдяки залишеним контактним даним та більш детально дізнається про бажаний результат. (рис 3.11)

The screenshot shows the 'Контакти' (Contacts) page of the 3D Laboratory website. The page is divided into two main sections: contact information on the left and a message form on the right.

Contact Information:

- Адреса:** вул. Табірна 30-32, Київ, 03113
- Е-mail:** 3dlab@krok.edu.ua
- Телефон:** +380 44 455-57-57
- Графік:** Пн-Пт: 09:00-18:00

Message Form:

Залиште повідомлення

Ваше ім'я *

Е-mail *

Повідомлення *

Надіслати

Footer:

- КРОК Університет:** Інновації в 3D технологіях для освіти та досліджень.
- 3D Лабораторія:** Послуги друку, Обладнання, Матеріали.
- Контакти:** вул. Табірна, 30-32, м. Київ, 3dlab@krok.edu.ua, +38 (044) 123-45-67
- Соцмережі:** Facebook, Instagram, YouTube, LinkedIn

Рисунок 3.3.11 – форма зворотнього зв'язку

Джерело: розроблено автором

ВИСНОВКИ

В результаті виконання командного проєкту другого рівня було розроблено вебсайт «3DPrintLabKROK» для лабораторії «3D & AeroVision технологій» Університету «КРОК», який забезпечує автоматизацію процесу замовлень послуг 3D-друку.

Створений програмний продукт являє собою комплексну інформаційну систему, що включає фронтенд-частину, реалізовану з використанням React та TypeScript, та бекенд-частину, виконану на мові програмування Go (GoLang) із розгортанням на платформі Fly.io. Для збереження та обробки даних застосована реляційна база даних PostgreSQL, розміщена на сервісі Neon.tech. Авторизація користувачів реалізована через інтеграцію з Google OAuth, що забезпечує високий рівень безпеки та зручність використання. Для зберігання 3D-моделей у форматах .stl та .obj використовується Google Firebase Storage.

Розроблений вебсайт підтримує весь цикл обробки замовлення, від його подання до контролю статусу виконання, включно з інтерактивним розрахунком вартості послуг, персональним кабінетом користувача та адміністративним інтерфейсом для працівників лабораторії.

Таким чином, реалізований проєкт не лише виконує технічні завдання з автоматизації прийому та обробки замовлень, а й сприяє підвищенню цифрової університетської інфраструктури. Завдяки інтеграції сучасних вебтехнологій та хмарних сервісів, вебсайт «3DPrintLab KROK» створює ефективний канал взаємодії між студентами, викладачами, дослідниками та працівниками лабораторії, сприяючи популяризації 3D-друку як інструменту навчання, досліджень і практичного прототипування.

Отримані результати мають потенціал для подальшого масштабування та інтеграції з іншими цифровими сервісами Університету «КРОК», а також для впровадження в навчальний процес як приклад сучасного IT-продукту, розробленого відповідно до актуальних вимог індустрії. У майбутньому платформа може розширюватися шляхом додавання нових функцій, зокрема,

системи онлайн-редагування 3D-моделей, підтримки багатомовного інтерфейсу, платіжної інтеграції та мобільної версії, що дозволить ще більше підвищити рівень її доступності та зручності для користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. SimilarWeb [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.similarweb.com/website/3ddevice.com.ua> (дата звернення 23.03.2025);
2. EASY3DPRINT [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://easy3dprint.com.ua> (дата звернення 23.03.2025);
3. 3Ddevice [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://3ddevice.com.ua> (дата звернення 23.03.2025);
4. 3DREAMS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://3dreams.com.ua> (дата звернення 23.03.2025);
5. 3DWAY [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://3dway.com.ua> (дата звернення 23.03.2025);
6. Lean Canvas vs. Business Model Canvas [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://miro.com/strategic-planning/lean-canvas-vs-business-model-canvas/> (дата звернення 01.04.2025)
7. Рекомендації щодо використання фірмового стилю (бренд-бук) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.krok.edu.ua/ua/pro-krok/korporatsiya/brand-book> (дата звернення 23.03.2025)

Додаток А

Звіт про проведення перевірки інтерфейсу сайту

Було проведено функціональне тестування інтерфейсних елементів сайту відповідно до 20 пунктів перевірки. Результати:

- вміст сторінок коректний, граматичних та орфографічних помилок не виявлено;
- шрифти, вирівнювання текстів, відступи між елементами, заголовки, підказки та повідомлення про помилки відповідають вимогам;
- всі елементи (поля, кнопки, повідомлення) візуально та функціонально оформлені згідно стандартів: вирівняні, мають достатні відступи, неактивні поля – сірого кольору, кнопки – однакового формату;
- посилання на домашню сторінку наявне на всіх сторінках, битих посилань чи зображень не виявлено;
- повідомлення про помилки з'являються коректно при відправці форм, біля обов'язкових полів;
- інтерфейс перевірено на роздільних здатностях 800x600, 1280x720, 1920x1080, 2560x1440 та на iPhone 14 Pro – відображення адаптивне, без критичних збоїв, перевірено в браузерях: Chrome, Edge, Opera, Safari (на телефоні);
- сайт зручний у використанні, роздратування не викликав;
- проблеми виявлено в доступності: випадаюче меню логіну/реєстрації не працює з клавіатурою та не реагує на Tab;
- також Tab не працює для навігації по елементах у цьому ж меню, що ускладнює повноцінне використання без миші;
- панель скролу – стандартна браузерна, з'являється за необхідності.

Загалом, інтерфейс реалізовано якісно, з незначними недоліками в частині доступності клавіатурою.

Звіт про проведення функціонального тестування

Було проведено функціональне тестування сайту відповідно до 24 пунктів перевірки, що охоплюють валідацію форм, поведінку полів введення, роботу з помилками, відображення даних, завантаження файлів, роботу пошти, підтримку різних браузерів і вплив змін у середовищі користувача.

Основні результати:

- обов'язкові поля валідовані коректно, але позначка зірочки у полях присутня не всюди;
- введення даних працює належним чином: числові поля не приймають літери, автоматично встановлюється значення 0; від'ємні значення заборонені. Ділення на нуль у калькуляторі не обробляється – функціонал у розробці;
- всі поля приймають спецсимволи, дані не обрізаються, обмеження по кількості символів не супроводжується відповідним спливаючим повідомленням;
- підтвердження операцій оновлення та видалення реалізоване. Значення вартості відображаються у правильній валюті. Завантаження та скачування STL/OBJ-файлів працює коректно, інші формати не підтримуються;
- сортування реалізоване в кабінеті замовлень (по датах, статусах) та у портфоліо (за категоріями). Всі кнопки функціональні – не зафіксовано жодної неактивної;
- поштові повідомлення надсилаються коректно. JavaScript протестовано в популярних браузерах (Chrome, Firefox, Safari, Opera, IE) – проблем не виявлено;
- розділ із питаннями присутній, умови використання – відсутні. При видаленні cookies (як під час перебування на сайті, так і після) користувач виходить із системи після оновлення сторінки;
- функціонал тайм-ауту не реалізовано. Поведінка системи при критичних збоях не перевірялась;
- дані у випадючих списках структуровані та впорядковані логічно, обрізання інформації не виявлено.

Звіт про проведення перевірки сумісності сайту

Було проведено тестування сумісності сайту в різних браузерах та перевірено коректність відображення основних елементів (HTML, зображення, шрифти, скрипти).

Основні результати:

- сайт протестовано у браузерах Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari, Opera та Internet Explorer. У всіх випадках сайт відображається коректно, без критичних відхилень чи збоїв;
- HTML-код повністю сумісний із версіями браузерів, у яких проводилося тестування;
- зображення та шрифти коректно завантажуються та відображаються в усіх протестованих браузерах;
- JavaScript працює стабільно – основні інтерактивні елементи функціонують відповідно до очікувань;
- анімовані GIF-файли на сайті відсутні – перевірка не проводилась.

Звіт про перевірку бази даних сайту

Тестування бази даних – перевіряються бекенд-записи, введені через web-додаток або десктоп-додаток. Дані, які відображаються у додатку, повинні збігатися з даними, що зберігаються в базі даних.

Було проведено загальне тестування бази даних на відповідність технічним вимогам та коректність основних операцій.

Основні результати:

- базу даних налаштовано коректно: назва, структура таблиць, колонки, типи даних та значення за замовчуванням відповідають специфікації. Первинні та зовнішні ключі визначено для всіх необхідних зв'язків;
- процедури зберігання функціонують стабільно: назви процедур, параметри, типи та кількість аргументів відповідають очікуванням. Запити до процедур обробляються коректно, включаючи тестові дані, видалення

параметрів та використання простих SQL-запитів. Усі процедури повертають очікувані значення;

- дані зберігаються та оновлюються у БД належним чином. Цілісність даних не порушується: навіть при ручному введенні невалідних значень перевірки обробляються коректно. Довжини полів на фронтенді та бекенді збігаються;

- тригери, якщо застосовуються, працюють стабільно. Дані, що відображаються на сайті, повністю відповідають тим, що зберігаються в базі даних;

- розмір бази даних не викликає затримок у відповіді, продуктивність на належному рівні. Зашифровані дані (де передбачено) зберігаються відповідно до вимог безпеки.

Звіт про результати тестування безпеки веб-додатку

Було проведено аналіз безпеки додатку відповідно до запропонованих сценаріїв тестування.

Основні результати:

- сторінки із важливою інформацією (паролі, номери карток) відсутні на сайті;

- введення важливої інформації користувачами не передбачено;

- реєстрація та логін здійснюються через Gmail, введення паролів на сайті відсутнє, тому правила створення паролів та контроль за зміною пароля не застосовуються;

- повідомлення про помилки не містять введених користувачем даних;

- після виходу з системи користувач може переглядати сайт, проте функціонал замовлення та доступ до кабінету замовлень заблокований;

- доступ до відкритих сторінок є, а до закритих сторінок (кабінет із замовленнями) – відсутній без авторизації;

- перевірка опції перегляду початкового коду не проведена через відсутність необхідних інструментів;

- через використання авторизації через Gmail введення паролів і відповідні функції безпеки не застосовуються;
- частина пунктів, що стосуються внутрішніх механізмів безпеки (логування, шифрування сесій і куки, захист від SQL-ін'єкцій, контроль ролей, стійкість до брутфорс-атак), не перевірялися.

Додаток Б

З міркувань безпеки та захисту конфіденційної інформації, відкриття репозиторію для загального доступу наразі є неможливим. Натомість, для забезпечення прозорості та можливості перевірки, було запропоновано додати посилання на окремі закриті репозиторії фронтенд- та бекенд-частин. У разі необхідності, доступ до зазначених репозиторіїв може бути наданий окремим особам за запитом.

FE - <https://github.com/anastasia-zastela/3d-druk-krok-fe>

BE - <https://github.com/anastasia-zastela/3d-druk-krok-be>