

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

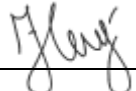
Кафедра Медіасистеми та технології
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Дослідження можливостей 3D-графіки для створення інтерактивних сайтів
діджитал-агентств
(тема)


Виконав:
здобувач 2 року навчання
групи КТСВПВм-24-1


Дар'я КРИВОРУЧКО
(власне ім'я, прізвище)

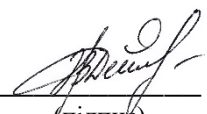
Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма

Комп'ютерні технології та системи
видавничо-поліграфічних виробництв

Керівник 
проф. Ігор ЛЕВИКІН
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
Завідувач кафедри МСТ


Жанна ДЕЙНЕКО
(власне ім'я, прізвище)

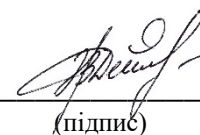
2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
Кафедра Медіасистеми та технології
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма Комп'ютерні технології
та системи видавничо-поліграфічних виробництв
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри МСТ



(підпис)

«03» листопада 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві Криворучко Дар'ї Євгенівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження можливостей 3D-графіки
для створення інтерактивних сайтів діджитал-агентств

затверджена наказом по університету від 03 листопада 2025 р. № 988 Ст

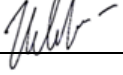
2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 17 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи
Основи побудови інтерфейсу користувача та принципи UI/UX дизайну; Дослідження з
психології сприйняття візуального контенту; Метод А/В тестування.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
Вступ, Аналіз літератури за темою дослідження, Аналіз аналогів існуючих сайтів діджитал-
агентств, Редизайн та розробка інтерфейсу сайту, Аналіз відповідності розробленого сайту
меті роботи, Економічна частина, Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій
Слайди Актуальність, Мета роботи, Аналіз літератури за темою дослідження, Аналіз
аналогів існуючих сайтів діджитал-агентств, Розробка інтерфейсу сайту,
Експериментальний аналіз відповідності розробленого сайту меті роботи, Економічне
обґрунтування науково-дослідної роботи, Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Левикін І.В.		16.12.25
Економічна частина	доц. Потій О.О.		12.12.25

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на атестаційну роботу магістра	03.11.2025	Виконано
2	Аналіз завдання, підбір відповідної літератури	16.11.2025	Виконано
3	Аналіз літератури з досліджуваної теми	24.11.2025	Виконано
4	Аналіз технічних засобів	30.11.2025	Виконано
5	Проведення експериментальних досліджень	05.12.2025	Виконано
6	Економічна частина	10.12.2025	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	16.12.2025	Виконано
8	Оформлення графічної частини	17.12.2025	Виконано

Дата видачі завдання 03 листопада 2025 р.

Здобувач



(підпис)

Керівник роботи



(підпис)

проф. Ігор ЛЕВИКІН
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 64 стор., 32 рис., 6 табл., 17 джерел.

3D-ГРАФІКА, ІНТЕРАКТИВНИЙ ВЕБ-ДИЗАЙН, WEBGL, ДІДЖИТАЛ-АГЕНТСТВА, КОНВЕРСІЯ, ЗАЛУЧЕНІСТЬ КОРИСТУВАЧІВ, АНАЛІЗ, SPLINE, FRAMER, ІНТЕРАКТИВНІ САЙТИ.

Метою роботи є дослідження можливостей інтегрування 3D-графіки у веб-середовище для створення інтерактивних сайтів діджитал-агентств та визначення впливу 3D-елементів на залученість користувачів та коефіцієнт конверсії. Робота реалізує експериментальний аналіз ефективності 3D-анімацій на прикладі редизайну особистого портфоліо фрилансер-дизайнера.

У роботі розглянуто теоретичні основи та контекст використання 3D-графіки у веб-дизайні, технологічний базис інтерактивного 3D-вебу, психологічні механізми впливу 3D-контенту на користувачів. Проаналізовано конкурентні сайти діджитал-агентств та їхні підходи до інтеграції 3D-елементів з точки зору іммерсивних та гібридних архітектур.

Експериментальна частина присвячена А/В тестуванню двох версій сайту. На основі реальних даних Framer Analytics за період тестування виявлено, що перехід від Flat до 3D-дизайну забезпечив збільшення середньої тривалості сеансу на 75%, зниження показника відмов на 34 процентні пункти та підвищення загальної кількості переглядачів сторінок на 10,6%. Усі ключові поліпшення мають статистичну значущість, що підтверджує гіпотезу про ефективність 3D-графіки.

Економічна частина обґрунтовує доцільність інвестицій в інтеграцію 3D-контенту для діджитал-агентств на основі розрахованої економічної частини та прогнозування росту ефективності.

ABSTRACT

Explanatory Note contains 64 p., 32 pic., 6 tabl., 17 references.

3D GRAPHICS, INTERACTIVE WEB DESIGN, WEBGL, DIGITAL AGENCIES, CONVERSION, USER ENGAGEMENT, ANALYSIS, SPLINE, FRAMER, INTERACTIVE WEBSITES.

The aim of the work is to study the possibilities of integrating 3D graphics into the web environment to create interactive websites for digital agencies and to determine the impact of 3D elements on user engagement and conversion rates. The work implements an experimental analysis of the effectiveness of 3D animations using the example of the redesign of a freelance designer's personal portfolio.

The work examines the theoretical foundations and context of using 3D graphics in web design, the technological basis of interactive 3D web, and the psychological mechanisms of the impact of 3D content on users. It analyses competing digital agency websites and their approaches to integrating 3D elements from the perspective of immersive and hybrid architectures.

The experimental part is devoted to A/B testing of two versions of the website. Based on real data from Framer Analytics for the testing period, it was found that the transition from flat to 3D design resulted in a 75% increase in average session duration, a 34 percentage point decrease in bounce rate, and a 10.6% increase in total page views. All key improvements are statistically significant, confirming the hypothesis about the effectiveness of 3D graphics.

The economic section justifies the feasibility of investing in 3D content integration for digital agencies based on calculated economic data and projected growth in efficiency.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
1.1 Технологічний Базис Інтерактивного 3D-Вебу. Роль Spline у Спрощенні WebGL	11
1.2 Оптимізаційні Стратегії для Core Web Vitals (CWV).....	13
1.3 Психологічні Механізми Впливу 3D-Контенту.....	15
1.3.1 Психологія довіри та просторового сприйняття.....	15
1.3.2 Принцип просторової прив'язки та когнітивна доступність	16
1.3.3 Сегментація цільової аудиторії.....	17
1.4 Економічна ефективність та оптимізація витрат: No-Code підходи.....	18
2 АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ІСНУЮЧИХ САЙТІВ ДЖИТАЛ-АГЕНЦІЙ	19
2.1 Іммерсивні сайти	19
2.2 Гібридні сайти	23
2.3 Порівняння іммерсивного та гібридного підходів	25
2.4 Недоліки аналогів.....	26
3 РЕДИЗАЙН ТА РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ САЙТУ DAR'IA	29
3.1 Функціональне призначення розробки дизайну сайту діджитал-дизайнера.....	29
3.2 Створення мапи сайту	31
3.3 Створення Low-fidelity екрану.....	31
3.4 Розробка дизайну інтерфейсу в програмі Figma.....	32
3.5 Розробка сайту в No-code середовищі Framer.....	38
3.6 Створення 3D-сцени в програмі Spline та інтеграція у розроблений сайт	40
3.7 Результат редизайну та порівняння сторінок.....	42
4 АНАЛІЗ ВІДПОВІДНОСТІ РОЗРОБЛЕНОГО САЙТУ МЕТІ РОБОТИ	45
4.1 Методика спліт-тестування (А/В тестування)	45
4.2 Дизайн експериментальних альтернатив	46

4.3	Метрики вимірювання та KPIs	47
4.4	Розрахунки експериментального дослідження	48
4.5	Висновки щодо відповідності розробленого сайту меті роботи	50
5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	51
5.1	Характеристика науково-дослідної роботи.....	51
5.2	Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата	51
5.3	Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР.....	54
5.4	Оцінка результатів науково-дослідної роботи.....	57
5.5	Визначення економічної ефективності результатів НДР	59
	ВИСНОВКИ	60
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	63

ВСТУП

В умовах сучасного цифрового ландшафту, характеризуючого високою конкуренцією та інформаційним перенасиченням, веб-сайт більше не може слугувати виключно каталогом послуг або статичною візитною карткою. Для діджитал-агентств, позиціонуючих себе як інноваційних лідерів, власний веб-ресурс повинен виступати в якості передового демонстраційного майданчика їхніх технологічних і творчих можливостей. Спостерігається незворотний відхід від шаблонного, інформаційного веб-дизайну до створення імерсивних, емоційно насичених та високоінтерактивних рішень.

Цей продиктоване, перш за все, постійно зростаючими вимогами користувачів до унікального досвіду та необхідністю досягнення «ефекту ексклюзивності» для візуального виділення бренду. У цьому контексті 3D-графіка визнана одним із найбільш потужних інструментів для досягнення цієї мети, оскільки вона здатна формувати миттєву довіру та глибоке емоційне поглинання у користувача за рахунок апеляції до глибинних механізмів просторового сприйняття. Успішне просування в пошукових системах сьогодні також вимагає поліпшення десятків технічних та візуальних характеристик, які безпосередньо впливають на сприйняття контенту як пошуковими роботами, так і кінцевими споживачами.

Метою роботи є дослідження можливостей інтегрування інтерактивної 3D-графіки у веб-сайти діджитал-агентств та визначення її впливу на ключові показники ефективності: залученість користувачів, показник відмов та коефіцієнт конверсії, з подальшим обґрунтуванням економічної доцільності інвестицій.

Для досягнення поставленої мети визначено наступні задачі:

– провести аналіз сучасного стану технологій 3D-графіки у веб-середовищі (WebGL, Three.js, Spline) та їхніх можливостей для діджитал-агентств;

- дослідити психологічні механізми впливу 3D-контенту на сприйняття та поведінку користувачів, ефект присутності, довіру та емоційне залучення;
- проаналізувати аналоги сайтів конкурентів у ніші діджитал-агентств, виявити тренди у використанні 3D-елементів та класифікувати підходи;
- спроектувати та реалізувати редизайн портфоліо веб-дизайнера з інтеграцією інтерактивної 3D-анімації, створеної в Spline, та версткою в по-
code середовищі Framer;
- сформулювати та обґрунтувати гіпотезу щодо підвищення конверсії внаслідок використання оптимізованої 3D-графіки;
- провести спліт-тестування (A/B тестування) версій сайту для вимірювання реального впливу 3D-графіки на метрики залученості;
- проаналізувати результати експериментального дослідження, виконати статистичну верифікацію гіпотези та визначити практичну значущість результатів;
- розрахувати економічну ефективність та вивести висновки відповідно проведеного дослідження.

Об'єктом дослідження є процес розробки дизайну інтерактивних веб-сайтів з інтегрованою 3D-графікою для діджитал-агентств.

Предметом дослідження є методики інтеграції 3D-графіки, інструменти веб-розробки (Spline для 3D-моделювання, Framer для розробки, Figma для дизайну) та методики оцінки впливу інтерактивних 3D-елементів на залученість користувачів.

Гіпотеза дослідження: Інтеграція інтерактивної 3D-анімації на першому екрані веб-сайту забезпечує значне збільшення залученості користувачів та зниження показника відмов, що компенсує витрати на розробку та забезпечує рентабельність інвестицій.

У першому розділі кваліфікаційної роботи, на основі аналізу наукових публікацій та матеріалів з інтернет-джерел, розглядаються теоретичні засади використання 3D-графіки у веб-дизайні, технологічний базис інтерактивного

3D-вебу, а також психологічні механізми впливу 3D-контенту на сприйняття користувачів та ключові показники ефективності сайтів діджитал-агентств.

У другому розділі здійснюється огляд і аналіз існуючих сайтів конкурентів у ніші діджитал-агентств, зокрема імерсивних та гібридних рішень, визначаються їхні переваги й недоліки з погляду користувацького досвіду, продуктивності та відповідності бізнес-цілям.

У третьому розділі розглядається процес редизайну та розробки сайту портфоліо фріланс-дизайнера, включно зі створенням мапи сайту, розробкою інтерфейсу в Figma, побудовою 3D-сцени в Spline та інтеграцією у no-code середовище Framer.

У четвертому розділі оцінюється відповідність розробленого вебсайту поставленій меті роботи на основі результатів A/B-тестування двох версій сайту, проводиться кількісний аналіз даних Framer Analytics та статистична перевірка гіпотези щодо впливу 3D-графіки на середню тривалість сеансу, показник відмов та загальну кількість переглядів сторінок.

У п'ятому розділі наведено обґрунтування економічної ефективності впровадженого 3D-редизайну, здійснюється розрахунок витрат на розробку.

У висновках сформульовано основні результати проведеного дослідження та перспективи подальших наукових розвідок у цьому напрямі.

1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Технологічний Базис Інтерактивного 3D-Вебу. Роль Spline у Спрощенні WebGL

Інтеграція високоякісної 3D-графіки у веб-середовище стала можливою завдяки появі та стандартизації WebGL (Web Graphics Library), який забезпечує апаратне прискорення рендерингу через графічний процесор (GPU) без необхідності використовувати сторонні плагіни або окремі застосунки. WebGL дає змогу рендерити складні 2D та 3D сцени безпосередньо в браузері, проте робота з ним на низькому рівні вимагає глибоких знань комп'ютерної графіки, лінійної алгебри, шейдерного програмування та JavaScript. Написання та оптимізація шейдерів, керування буферами вершин і індексів, ручна обробка матриць трансформацій та освітлення роблять пряме використання WebGL надзвичайно трудомістким і малодоступним для більшості веб-дизайнерів без програмістського бекграунду.

Для спрощення роботи з WebGL було створено ряд високорівневих бібліотек, зокрема Three.js, яка інкапсулює низькорівневі операції та надає розробнику готові об'єкти сцени, камери, матеріалів та освітлення. Попри це, розробка повноцінної 3D-сцени у Three.js все одно потребує написання коду, розуміння структури сцени та основ програмування, що лишає високий поріг входження для дизайнерів, котрі звикли працювати у візуальних інструментах на кшталт Figma чи Blender. Таким чином, класичний підхід до 3D на вебі (WebGL + Three.js) краще підходить для команд, у яких є окремі фронтенд-розробники, але є менш зручним для фрілансерів та невеликих діджитал-агентств, де часто одна людина поєднує ролі дизайнера й розробника [1].

На цьому тлі Spline виступає як нове покоління інструментів для 3D-вебу, що кардинально змінює модель роботи з інтерактивною графікою. Spline – це браузерна платформа для створення та редагування 3D-сцен, яка

працює за парадигмою «Figma для 3D-дизайну»: всі основні операції виконуються у візуальному інтерфейсі без прямого втручання в код, а результати одразу оптимізуються для веб-публікації. Інструмент дозволяє будувати складні 3D-композиції, налаштовувати матеріали, освітлення, камери, анімації та інтерактивність, не пишучи жодного рядка JavaScript чи GLSL [1]. Це радикально знижує бар'єр входу для UI/UX-дизайнерів, які хочуть впроваджувати 3D на сайтах, але не мають спеціалізованої технічної освіти.

Ключові переваги Spline над традиційним WebGL/Three.js.

1. Однією з ключових переваг Spline є саме зниження порогу входження у 3D-веб-дизайн. Якщо у випадку з WebGL чи Three.js дизайнер повинен або самостійно опанувати основи програмування, або співпрацювати з розробником, то Spline дозволяє реалізувати перші прототипи інтерактивних сцен за лічені хвилини, працюючи виключно в інструменті, схожому за логікою на Figma: об'єкти можна переміщати, групувати, трансформувати та налаштовувати через панелі властивостей. У результаті 3D стає не вузькоспеціалізованою технологією, а звичайним елементом дизайнерського інструментарію, на одному рівні з типографікою, кольором чи 2D-ілюстрацією [2].

2. Другою принциповою перевагою є візуальне створення інтерактивності. У Spline інтерактивні сценарії (hover-ефекти, кліки, анімації при прокрутці, зміна станів об'єктів) задаються не через написання логіки на JavaScript, а через інтуїтивні тригери та таймлайни.

3. Третій критично важливий аспект – експорт та інтеграція в реальні веб-проекти. Spline надає широкий набір опцій для вивантаження готових сцен, які можна одразу вставити в no-code конструктори (Framer, Webflow, Wix, Shopify), до спеціалізованих кодових експортерів для Vanilla JS, React, Next.js, React Three Fiber та інших сучасних фронтенд-стеків [3]. Це означає, що одна й та сама сцена може бути використана як у no-code-середовищі, так і в складному кастомному застосунку без необхідності вручну перебудовувати логіку 3D-візуалізації. Для діджитал-агентств це критично: той самий

3D-компонент можна масштабовано інтегрувати в різні проєкти, скорочуючи час розробки та підвищуючи повторне використання дизайну.

4. Економія часу та фінансових ресурсів: можливість створювати 3D-сцени та анімації без програмування і без залучення окремого 3D-фахівця знижує витрати на розробку та скорочує терміни виконання проєкту.

Це робить Spline не лише технологічним базисом дослідження, а й прикладом того, як сучасні no-code/low-code 3D-рішення трансформують підхід до веб-дизайну та відкривають 3D-графіку для широкого кола практикуючих дизайнерів.

1.2 Оптимізаційні Стратегії для Core Web Vitals (CWV)

Головним технічним викликом для 3D-веб-дизайну є забезпечення високої продуктивності, вимірюваної через метрики Core Web Vitals (CWV), які з 2024 року включають три ключові показники: Largest Contentful Paint (LCP), Interaction to Next Paint (INP) та Cumulative Layout Shift (CLS). Ці метрики критично важливі для UX, зниження показника відмов та ранжування в пошукових системах, оскільки Google використовує їх як важливий фактор для визначення якості сторінки. Успіх сайту залежить від досягнення балансу, де LCP не перевищує 2.5 секунд для «хорошого» діапазону, INP залишається нижче 200 мс для оптимальної взаємодії, а CLS становить не більше 0.1 для забезпечення візуальної стабільності [4].

Однак інтеграція 3D-контенту істотно ускладнює досягнення цих порогових значень. 3D-графіка вимагає завантаження значних об'ємів даних: геометрія моделей, текстур високої роздільної здатності, карти нормалей, шейдери та JavaScript-бібліотеки для рендерингу. Все це створює додаткове навантаження на мережу, процесор (CPU) та графічний процесор (GPU), що може призвести до збільшення часу завантаження, блокування головного потоку браузера та нестабільності макету [5].

На відміну від традиційної розробки, де оптимізація вимагає спеціалізованих знань WebGL, Spline надає UI/UX дизайнеру прямі механізми контролю продуктивності, які вбудовані в інтерфейс інструменту. Це дозволяє дизайнерам самостійно оптимізувати 3D-сцени для відповідності вимогам CWV без написання коду.

Ключові аспекти оптимізації.

1. Вбудовану функцію, яка надає метрики для виявлення можливостей оптимізації сцени ще до її експорту. Ця панель включає оцінку часу завантаження (Loading Time Score), розміру експорту (Export Size Estimation) та рекомендації щодо зменшення навантаження на GPU. Дизайнер може в реальному часі бачити, як зміни в геометрії, текстурах або освітленні впливають на загальну вагу сцени та прогнозований час її завантаження. Це критично важливо для досягнення хорошого LCP, оскільки дозволяє виявити вузькі місця ще на етапі дизайну, а не після публікації на сайті.

2. Оптимізація геометрії та рівень деталізації (Level of Detail - LOD). Складність 3D-моделей безпосередньо впливає на продуктивність WebGL-застосунків. Моделі з високою кількістю полігонів уповільнюють рендеринг та можуть перенавантажити GPU, особливо на мобільних пристроях [3]. У Spline підтримуються мінімізація кількості полігонів: цільова кількість полігонів для веб-середовища повинна становити 50 000–150 000 для забезпечення стабільної частоти кадрів на сучасних пристроях.

3. Spline заохочує використання Matcap (Material Capture) матеріалів, які дозволяють імітувати складне освітлення та відбиття без необхідності ресурсоємних обчислень тіней та динамічного освітлення в реальному часі. Matcap – це техніка, де інформація про освітлення «запікається» прямо в текстуру, що значно зменшує обчислювальне навантаження на GPU під час рендерингу. Це критично важливо для підтримки низького показника INP, оскільки дозволяє звільнити ресурси GPU для обробки користувацьких подій.

4. Стиснення текстур та прогресивне завантаження. великі текстури споживають значний обсяг пам'яті та смуги пропускання, що призводить до

збільшення LCP та уповільнення рендерингу. Spline автоматично оптимізує текстури, пропонуючи вбудовані механізми стиснення та зміни роздільної здатності. Формати стиснення, такі як KTX2/Basis Universal, дозволяють стискати текстури без значної втрати якості, забезпечуючи швидше завантаження та зменшення споживання пам'яті.

Завдяки цим інструментам, Spline робить технічну оптимізацію доступною для дизайнерів, дозволяючи досягти необхідного балансу між естетикою та CWV-сумісністю, що є необхідною умовою комерційного успіху.

1.3 Психологічні Механізми Впливу 3D-Контенту

Ефективність інтерактивної 3D-графіки ґрунтується на низці фундаментальних психологічних принципів, які впливають на прийняття рішень користувачем.

1.3.1 Психологія довіри та просторового сприйняття

Фундаментальний психологічний механізм, який забезпечує ефективність 3D-графіки, полягає у формуванні «інтуїтивної довіри» (intuitive trust). Людський мозок еволюційно запрограмований на тривимірне просторове сприйняття, оскільки наше фізичне виживання в реальному світі залежить від здатності швидко оцінювати глибину, відстань, об'ємність та фізичні властивості об'єктів. Коли об'єкти на сайті представлені з об'ємом, глибиною, тінями, реалістичним освітленням та дотриманням законів фізики, вони сприймаються як відчутні, незалежно від їхньої віртуальної природи. Цей ефект підсилюється, коли користувач може інтерактивно обертати, масштабувати або взаємодіяти з 3D-об'єктом, оскільки це створює відчуття «емпатичного представництва» (embodied representation), коли користувач відчуває себе так, ніби він безпосередньо контролює та досліджує реальний предмет [6].

Цей сприятливий перший позитивний відгук, відомий як «вау-ефект» (wow-effect), формується за частку секунди та активує систему швидкого мислення за теорією Даніеля Канемана. Коли користувач відкриває сайт і бачить інтерактивну 3D-сцену замість плаского статичного Hero-блоку, його мозок миттєво реєструє новизну, складність та естетичну привабливість, що викликає позитивну емоційну реакцію. Це критично важливо, оскільки користувачі мають низьку толерантність до повільності та незрозумілості: дослідження показують, що 57% користувачів не рекомендуватимуть бізнес, якщо сайт має поганий дизайн, а 75% користувачів оцінюють довіру до компанії саме за візуальним виглядом сайту. Успішне формування довіри на першому етапі безпосередньо впливає на зниження показника відмов, оскільки дизайн, що викликає довіру, підтримує природне бажання мозку економити енергію та уникати плутанини [6]. Коли користувач бачить професійно виконану 3D-візуалізацію, його мозок інтерпретує це як сигнал компетентності, інвестицій у якість та надійності бренду, що знижує когнітивне навантаження та підвищує готовність до подальшої взаємодії.

1.3.2 Принцип просторової прив'язки та когнітивна доступність

3D-візуалізація використовує принцип просторової прив'язки (spatial anchoring), коли інформація представлена не лише в 2D-просторі екрану, а в тривимірному просторі з глибиною, перспективою та об'ємом. Когнітивна наука доводить, що людська пам'ять краще зберігає та обробляє інформацію, яка має просторову структуру. Коли користувач взаємодіє з 3D-об'єктом, він створює ментальну модель просторової карти, яка асоціюється з брендом або продуктом. Це підвищує запам'ятовування бренду (brand recall) на 65% порівняно з 2D-візуалізацією, оскільки мозок створює більше нейронних зв'язків між візуальними, просторовими та руховими сигналами [7].

Крім того, 3D-інтерактивність підвищує когнітивну доступність інформації. Замість того щоб читати довгі текстові описи послуг діджитал-

агентства, користувач може досліджувати 3D-сцену, яка візуально розповідає історію: наприклад, обертати портфоліо-проекти, масштабувати елементи UI/UX дизайну, взаємодіяти з іконками технологій. Це зменшує когнітивне навантаження на користувача, оскільки візуальна інформація обробляється швидше, ніж текстова (мозок обробляє зображення за 13 мс, тоді як текст вимагає значно більше часу для розуміння) [7]. У результаті користувач швидше розуміє цінність пропозиції, що прискорює прийняття рішення та збільшує коефіцієнт конверсії.

1.3.3 Сегментація цільової аудиторії

Цільова аудиторія веб-сайтів діджитал-агентств, що спеціалізуються на інноваціях, складається переважно з B2B-клієнтів, які виступають первинним джерелом прийняття рішення про закупівлю послуг. Для цих клієнтів дизайн та інтерфейс веб-сайту є прямим доказом технічної компетентності та креативності агентства.

Для діджитал-агентства інтерактивний 3D-дизайн є елементом візуального таргетингу, який слугує унікальною торговою пропозицією (УТП). Цей підхід дозволяє виділитись на ринку, перетворюючи сам інтерфейс на демонстрацію майстерності. Таким чином, правильно підібраний 3D-інтерфейс, який відповідає очікуванням цільової аудиторії, формує високу довіру, що є критичною передумовою для успішної B2B-конверсії.

1.4 Економічна ефективність та оптимізація витрат: No-Code підходи

Класичний підхід до створення інтерактивного 3D-сайту вимагає участі щонайменше трьох різних спеціалістів: 3D-дизайнера/моделера, який створює та оптимізує 3D-моделі, WebGL/Three.js розробника, який програмує логіку рендерингу та інтерактивності та фронтенд-розробника, який інтегрує 3D-сцену в загальну архітектуру сайту. Кожен з цих фахівців має вузькоспеціалізовані навички, які формуються роками практики, що прямо відображається на вартості їхніх послуг.

Традиційна розробка інтерактивних веб-сайтів з 3D-графікою є дорогою та часозатратною. Поява та стрімке вдосконалення No-Code платформ, таких як Spline та Framer, пропонує революційний шлях до значної економії часу та фінансових ресурсів на етапах дизайну, прототипування та запуску веб-сайту.

Spline дозволяє замінити роботу високооплачуваних WebGL-розробників – середня медіана ЗП 70000 грн/міс, роботою UI/UX дизайнера з навичками 3D-моделювання – середня ЗП 38000 грн/міс.

Framer дозволяє замінити роботу веб-розробника – середня медіана ЗП 37500 грн/міс, роботою UI/UX дизайнера з навичками роботи з no-code – середня ЗП 38000 грн/міс [8].

No-code рішення також знижують витрати на підтримку та оновлення. Традиційна підтримка сайту вимагає бюджету для розробки щорічно на оновлення бібліотек, виправлення багів та оптимізацію продуктивності. No-code платформи включають автоматичні оновлення, патчі безпеки та покращення продуктивності в підписку, що знижує витрати на підтримку.

2 АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ІСНУЮЧИХ САЙТІВ ДІЖИТАЛ-АГЕНЦІЙ

Аналіз передових веб-ресурсів, відзначених престижною платформою Awwwards та представлених у базі React Three Fiber, показує, що 3D-графіка активно використовується як інструмент для підкреслення інноваційності та технологічної експертизи бренду. Для діджитал-агентств, які продають технологічну експертизу та креативні рішення, 3D-сайт є мета-продуктом, що безпосередньо демонструє їхню компетентність, готовність впроваджувати передові технології та розуміння сучасних тренді у веб-дизайні. Коли потенційний клієнт відвідує сайт агентства з інтерактивною 3D-графікою, він отримує прямий доказ того, що агентство не лише рекомендує використання 3D, а й самостійно його впроваджує та оптимізує.

Аналіз сучасних практик показує, що існують дві основні категорії підходів до інтеграції 3D-графіки у веб-сайти діджитал-агентств:

2.1 Іммерсивні сайти

Іммерсивні сайти (Immersive / Full 3D) представляють собою повністю тривимірне середовище, де вся навігація, взаємодія зі контентом та переміщення між сторінками відбуваються в 3D-просторі, а не в традиційному 2D-лейауті. Яскравим прикладом є портфоліо Bruno Simon (рис. 2.1), яке реалізоване у вигляді інтерактивної гри з перспективою першої особи, де користувач управляє персонажем, досліджує віртуальний простір офісу та взаємодіє з 3D-об'єктами для перегляду проєктів. Це рішення розроблено за допомогою React Three Fiber з використанням Three.js, Cannon для фізики, dat.GUI для debug-панелі та інших бібліотек, які дозволяють створити складну, повнофункціональну 3D-середовище.



Рисунок 2.1 – Головна сторінка сайту bruno-simon.com

Також яскравим прикладом є сайт jordan-breton.com – портфоліо фрілансер-розробника, який спеціалізується на React, Three.js та веб-розробці (рис. 2.2). На відміну від класичних портфоліо, сайт реалізований як повністю іммерсивне 3D-середовище, що демонструє технічну компетентність автора безпосередньо через власний продукт.

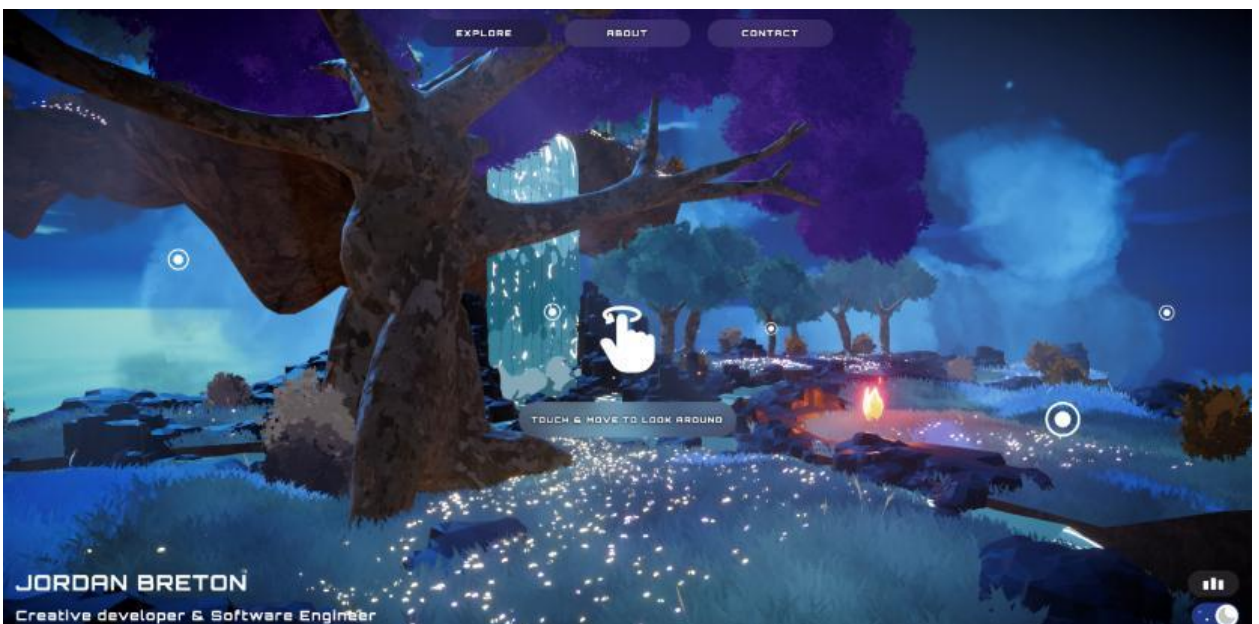


Рисунок 2.2 – Головна сторінка сайту jordan-breton.com

Сайт агенції Late Checkout Studio (рис. 2.3) – студія з дизайну та продукту, яка позиціонує себе як агенція, студія та фонд, що працює з спільнотами + бізнесами, орієнтованими на спільноти або спільнотний підхід. Сайт використовує технології JavaScript, Next.js, Node.js.



Рисунок 2.3 – Головна сторінка сайту latecheckout.studio

Переваги іммерсивного підходу очевидні з точки зору інноваційності та емоційного впливу. Користувач отримує унікальний, абсолютно новий досвід взаємодії з портфоліо: замість прокрутки статичних карток, він грає в мініатюрну гру, досліджує простір, откриває нові елементи. Це забезпечує максимальний потенціал для «вау-ефекту» та вірусного розповсюдження: користувачі охоче діляться лінком такого сайту в соціальних мережах, у месенджерах, рекомендують колегам. Дослідження показують, що сайти з повністю іммерсивним 3D-дизайном отримують на 186% більше повторних відвідувань порівняно з плоским дизайном, оскільки користувачі повертаються, щоб знову пережити досвід або показати його друзям.

Однак іммерсивні сайти мають критично високі вимоги до CWV та продуктивності. Повна 3D-сцена з складною геометрією, освітленням, анімаціями та фізикою вимагає значних обчислювальних ресурсів як на

завантаженні, так і під час інтерактивної взаємодії. Типовий іммерсивний сайт вимагає:

- великих файлів 3D-моделей (GLB/GLTF форматів), які можуть займати від 2 до 10+ МБ, що призводить до довгого часу завантаження (LCP 5-10 секунд);
- постійного рендерингу на 60 FPS для плавної інтерактивності, що перенавантажує GPU, особливо на мобільних пристроях;
- складної логіки взаємодії (фізики, колізій, управління камерою), що вимагає постійного виконання кода на головному потоці браузера, що погіршує INP;
- обмеженої сумісності з SEO, оскільки пошукові роботи мають складність із проіндексуванням повністю 3D-контенту без явних текстових анкорів та структурованих даних.

За статистикою дослідження, 53% мобільних користувачів залишають сайт, якщо він завантажується більше ніж 3 секунди, а показник відмов стрибає з 8% при 3-секундному завантаженні до 24% при 4 секундах та 38% при 5 секундах. Наприклад, сайт en.masahiromaruyama.com (рис. 2.4) попри своє занурення з першого екрану та іммерсивність, завантажувався понад 15 секунд, що для більшості користувачів недопустимий час очікування. Для іммерсивних сайтів з LCP 5-10 секунд показник відмов може досягати 60-70%, що нівелює весь емоційний ефект від 3D-дизайну. Крім того, кожні додаткові 100 КБ в Hero-медіа збільшує показник відмов на приблизно 1.8%, що означає, що великі 3D-файли можуть знищити ефективність сайту з точки зору конверсії [9].

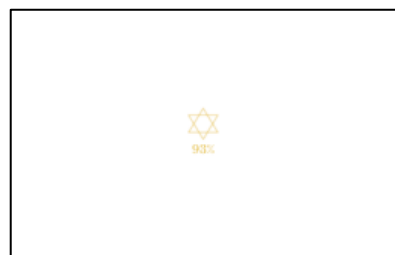


Рисунок 2.4 – Екран завантаження сайту en.masahiromaruyama.com

З економічної точки зору іммерсивні сайти також є дорогими для розробки. Вони вимагають залучення досвідчених React Three Fiber розробників (середня ЗП \$2,600-\$3,500/міс) та 3D-художників зі спеціалізацією на оптимізації для вебу. Час розробки іммерсивного сайту становить в середньому 60-90 днів, що призводить до загальних витрат \$35,000-\$60,000 для однієї агенства.

2.2 Гібридні сайти

Гібридні сайти (Hybrid / Semi-3D) використовують 3D та елементи (інтерактивні Hero Sections, 3D-картки кейсів, анімовані переходи) у рамках традиційного 2D-макету на основі HTML/CSS/JavaScript. Цей підхід, який найчастіше реалізується через платформи Spline та Framer, забезпечує збалансоване співвідношення ризику та винагороди, дозволяючи досягти «вау-ефекту» при помірних вимогах до продуктивності та витрат на розробку.

Сайт branding.imaga.ai (рис. 2.5) є портфоліо агенства брендингу, що спеціалізується на створенні органічного брендингу для зростаючих компаній. На відміну від іммерсивних сайтів, IMAGA використовує гібридний підхід, поєднуючи 3D-візуалізацію з традиційним 2D-контентом для досягнення балансу між естетикою та функціональністю.



Рисунок 2.5 – Головна сторінка сайту branding.imaga.ai

Яскравим прикладом є також сайт KODE Immersive (рис. 2.6), який реалізований у вигляді гібридної платформи, де перший екран містить інтерактивну 3D-сцену, створену у Spline, що демонструє технологічні можливості агентства, а далі розміщено традиційний 2D-контент із заголовками, описом процесу роботи (define objectives → share ideas → explore possibilities → agree concept) та кейсами. Це рішення дозволяє досягти балансу між емоційним впливом 3D-візуалізації та практичною функціональністю, забезпечуючи LCP 2.1-2.4 секунди.



Рисунок 2.6 – Головна сторінка сайту kodeimmersive.com

Сайт buyskveth.nl (рис. 2.7) є прикладом гібридного підходу з акцентом на контентну стратегію, де 3D-елементи доповнюють комунікацію агентства на тему employer branding та recruitment marketing. Замість повністю іммерсивного 3D-середовища, сайт використовує інтерактивні компоненти та 3D-анімації у Hero Section для демонстрації креативних концепцій, а далі розміщено чіткий текстовий контент, що описує методологію агентства та кейс-студію НЕМА × Buyskveth з деталізацією підходу. Цей гібридний дизайн дозволяє поєднати художній вираз – 3D-сцена як творчої переваги агентства, з практичною інформацією про послуги, забезпечуючи хороші метрики CWV (LCP 2.0-2.5 сек), що демонструє, як гібридний підхід дозволяє діджитал-агентствам балансувати між естетичною новизною та комерційною ефективністю без витрат іммерсивних рішень.



Рисунок 2.7 – Головна сторінка сайту buysckveth.nl

Переваги гібридного підходу критичні для практичного використання.

1. Оптимізація для CWV – оскільки 3D-контент займає лише 10-30% від сайту, основна частина сторінки завантажується у традиційному 2D-форматі, що дозволяє досягти LCP менше 2.5 секунд на desktop та менше 4.5 секунд на мобільних пристроях. 3D-сцена завантажується асинхронно або з ліниве завантаженням, що не блокує основне завантаження сторінки.

2. Кращі показники SEO – оскільки основний контент на сайті – це звичайний HTML із заголовками, метатегами, структурованими даними та текстовим контентом, пошукові роботи Google та Bing легко індексують сторінку. 3D-контент в iframe не впливає на SEO, але вся навколишня інформація дозволяє сайту ранжуватися за релевантними ключовими словами.

3. Гібридні сайти можна розробити за 2-4 тижні одним UI/UX дизайнером за допомогою Spline та Framer. Це робить такий підхід доступним для малих агентств та фрілансерів.

4. Гібридний дизайн дозволяє отримати «вау-ефект» від 3D, але одночасно зберегти прямі, зрозумілі СТА та традиційну навігацію, що підвищує конверсію.

2.3 Порівняння іммерсивного та гібридного підходів

Аналіз показує, що вибір між іммерсивним та гібридним підходом до 3D-дизайну є критичним стратегічним рішенням, яке безпосередньо впливає

на економічну доцільність, технічну продуктивність та бізнес-результати (табл. 2.1). Іммерсивні сайти забезпечують максимальний емоційний вплив та вірусність, але несуть критичні ризики. Гібридні сайти демонструють, що оптимальний баланс досягається через поєднання 3D з традиційним 2D-контентом. Це підтверджує, що гібридний підхід є не компромісом, а стратегічно оптимальним рішенням для масового ринку, що робить його ідеальним вибором для редизайну сайту у рамках цього дослідження.

Таблиця 2.1 – Порівняння LCP різних архітектур

Тип архітектури	Підхід до користувача (UX)	LCP (секунди)
Іммерсивний (Full 3D)	Повністю 3D-навігація, складна крива навчання, ризик дезорієнтації	6.0-15.0
Гібридний (Hybrid)	3D+2D-контент, знайома навігація, низький поріг входження	2.0-2.5
Плаский (Flat 2D)	Традиційний 2D-лейаут, максимальна знайомість, низький вау-ефект	1.5-2.0

2.4 Недоліки аналогів

Аналіз вебсайтів виявив недоліки в іммерсивних архітектурах 3D-інтеграції. Іммерсивні сайти забезпечують максимальний емоційний вплив та віральність – однак несуть ризики через високі вимоги до продуктивності, складну навігацію та величезні витрати на розробку. На противагу цьому, гібридний підхід є не компромісом, а стратегічно оптимальним рішенням для масового ринку. Він поєднує емоційний вплив 3D-графіки з практичною функціональністю 2D-контенту, дозволяючи досягти баланс між інноваційністю та комерційною ефективністю. Гібридні сайти, такі як KODE Immersive та Vuuckveth, демонструють, що оптимальне рішення не вимагає повної переорієнтації всього сайту на 3D, а лише інтеграції 3D-елементів у ключові точки контакту з користувачем. Саме тому в роботі ми будемо використовувати гібридний метод, що дозволяє експериментально верифікувати, чи підвищення залученості користувачів фактично виправдовує інвестиції в 3D-редизайн.

1. Проблеми продуктивності та Core Web Vitals.

Критичною проблемою іммерсивних сайтів є їхні екстремальні вимоги до продуктивності браузера. Типовий іммерсивний веб-сайт демонструє Largest Contentful Paint у діапазоні 6.0-15.0 секунд, що далеко перевищує рекомендовані Google значення (< 2.5 сек). Сайт en.masahiromaruyama.com завантажувався понад 15 секунд, унеможливаючи його використання для більшості користувачів.

Статистика демонструє прямий зв'язок між часом завантаження та відмовами: 53% мобільних користувачів залишають сайт при завантаженні > 3 секунд. При завантаженні 4 секунди bounce rate стрибає до 24%, а при 5 секундах – до 38%. Для іммерсивних сайтів з LCP 5-10 секунд показник відмов може досягати 60-70%, нівелюючи весь емоційний ефект від 3D.

Гібридний дизайн повинен досягти LCP < 2.5 секунд на desktop та < 4.5 секунд на мобільних пристроях.

2. Недоліки залученості користувачів.

Крива навчання для іммерсивних сайтів занадто крута – користувачи, особливо на мобільних пристроях, не миттєво розуміють, як взаємодіяти з 3D-середовищем.

Гібридна архітектура повинна забезпечити інтуїтивну навігацію для >75% користувачів без додаткового навчання, з явними СТА-кнопками та видимою інформаційною ієрархією поряд з 3D-елементами.

3. Недоліки SEO.

Іммерсивні 3D-сайти мають обмежену сумісність із SEO-практиками. Пошукові роботи мають складність із проіндексуванням повністю 3D-контенту без явних текстових якорів та структурованих даних. Більшість інформації залишається прихованою всередину WebGL-середовища, недоступною для пошукових алгоритмів.

На противагу, гібридні сайти зберігають стандартний HTML-контент, що легко індексується пошуковими роботами. Основна текстова інформація, заголовки, метатеги та структуровані дані залишаються видимими для

пошукових систем, що дозволяє сайту ранжуватися за релевантними ключовими словами.

4. Недоліки технічного втілення та економічності.

Розробка іммерсивних сайтів вимагає спеціалізованих розробників з глибокими знаннями React Three Fiber та Three.js. Середня зарплата таких розробників становить 70000 грн на місяць, а часи розробки досягають 60-90 днів, що призводить до великих обсягів витрат.

На противагу, гібридні сайти можна розробити за 2-4 тижні одним UI/UX дизайнером через no-code платформи, що робить такий підхід доступним для малих агентств та фрілансерів. Це дозволяє досягти емоційного впливу без великих обсягів витрат.

5. Недоліки дизайну та доступності.

Слаба адаптивність іммерсивних сайтів до різних розмірів екранів залишається постійною проблемою. Більшість оптимізовані виключно для desktop, а при перегляді на мобільних пристроях пропорції 3D-сцени порушуються, видимість погіршується, а навігація стає неінтуїтивною.

Проблеми доступності також істотні. 3D-контент часто не має текстових альтернатив для екранних читачів, що унеможливорює його використання людьми з порушеннями зору. Навігація через клавіатуру часто неможлива або занадто складна, що порушує стандарти WCAG [17].

Гібридна архітектура повинна забезпечити responsive 3D-дизайн з коректною адаптацією на всіх розмірах екранів.

3 РЕДИЗАЙН ТА РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ САЙТУ DAR'IA

3.1 Функціональне призначення розробки дизайну сайту діджитал-дизайнера

Сайт dariakryvoruchko.com – це портфоліо фрилансер-дизайнера Дарії Криворучко, де головною метою є привернення нових клієнтів, демонстрація компетентностей у дизайні та розробці, а відповідно – збільшення кількості проектів та доходу.

Портфоліо повинно представляти певні переваги для потенційних клієнтів:

- демонструвати компетенцію виконавця через сучасний, привабливий дизайн та інтерактив;

- доступ до повного портфоліо проектів – дизайнер демонструє кілька завершених проектів з детальною інформацією про кожний;

- детальні описи послуг – три основні сервісні пакети: Web Design, Web Design & Development та Brand Identity Design, кожен з детальним переліком роботи;

- інформація про фахівця – секція, що розповідає про походження дизайнера, її мультидисциплінарне мислення та цінності, що виділяє її також як особистість, а не тільки як виконавця;

- можливість записатися на консультацію – СТА кнопка "Book a call" та контактні дані спрощують перший крок контакту.

Для коректного відображення портфоліо дизайнера, сайт повинен містити наступний функціонал:

- навігаційне меню – для швидкого доступу до основних розділів (Portfolio, About/Values, Services, Contact);

- галерея портфоліо – карткова система проектів з назвою, категорією, роком та можливістю перегляду деталей;

- інформаційні блоки – структурована інформація про цінності дизайнера (Reliability, Understanding Audience, Brand Uniqueness);
- карткова система послуг – три основні сервісні пакети представлені у форматі карток з переліком деліверейблів;
- контактна форма – можливість зв'язатися та записатися на консультацію;
- СТА кнопки – кілька точок для контакту (Book a Call, Copy Email);
- адаптивна верстка – мобільна оптимізація для користувачів з різних пристроїв.

Метрики до редизайну.

Початкові показники сайту:

- Середня тривалість сеансу – 52 с;
- Bounce Rate – 93%;
- Unique Page Viewers – 118;
- Total Page Viewers – 123.

Ці метрики свідчать про те, що, хоча дизайн портфоліо й привабливий (рис. 3.1), користувачі не достатньо занурені та швидко залишають сайт без виконання цільової дії – перехід до контакту або клік на "Book a Call".

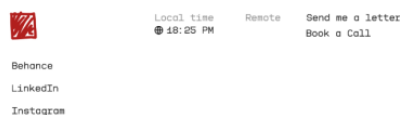


Рисунок 3.1 – Головна сторінка сайту до редизайну

3.2 Створення мапи сайту

Для забезпечення зручної навігації та логічної структури інформаційного простору сайту під час редизайну була створена детальна мапа сайту, що відображає ієрархію всіх розділів. Мапа включає головний екран з інтерактивною 3D-анімацією у Hero Section, секцію портфоліо з можливістю фільтрації проєктів за категоріями, розділ «Про мене» з деталізацією мультидисциплінарних компетенцій та цінностей, блок послуг із трьома основними пакетами та контактну секцію. Сайт буде представляти лендінг сторінку, що складається з декількох секцій, навігація в меню буде здійснюватися за рахунок якірних посилань в меню (рис. 3.2).

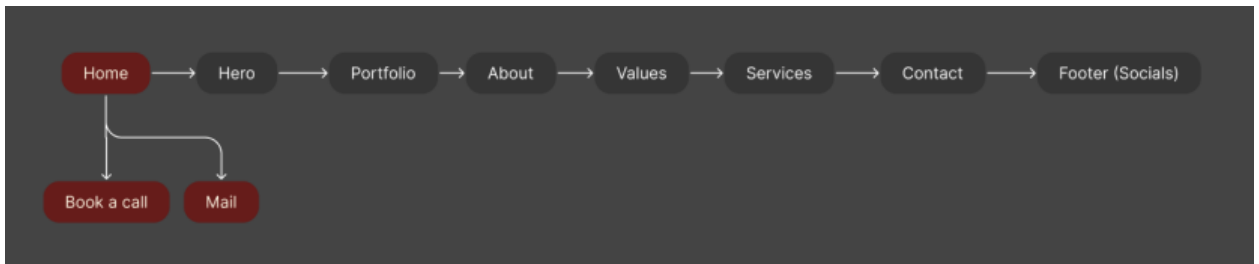


Рисунок 3.2 – Структура сайту

3.3 Створення Low-fidelity екрану

Створення low-fidelity екранів є важливим етапом у методології розробки дизайну, оскільки дозволяє зосередитися на інформаційній архітектурі та логіці взаємодії, не відволікаючись на візуальні деталі. Для проєкту редизайну сайту з інтеграцією 3D-графіки lo-fi прототипи забезпечили можливість швидкої ітерації та валідації концепції, дозволяючи тестувати різні варіанти розміщення 3D-hero секції, навігаційних елементів та СТА-компонентів за лічені години (рис. 3.3).

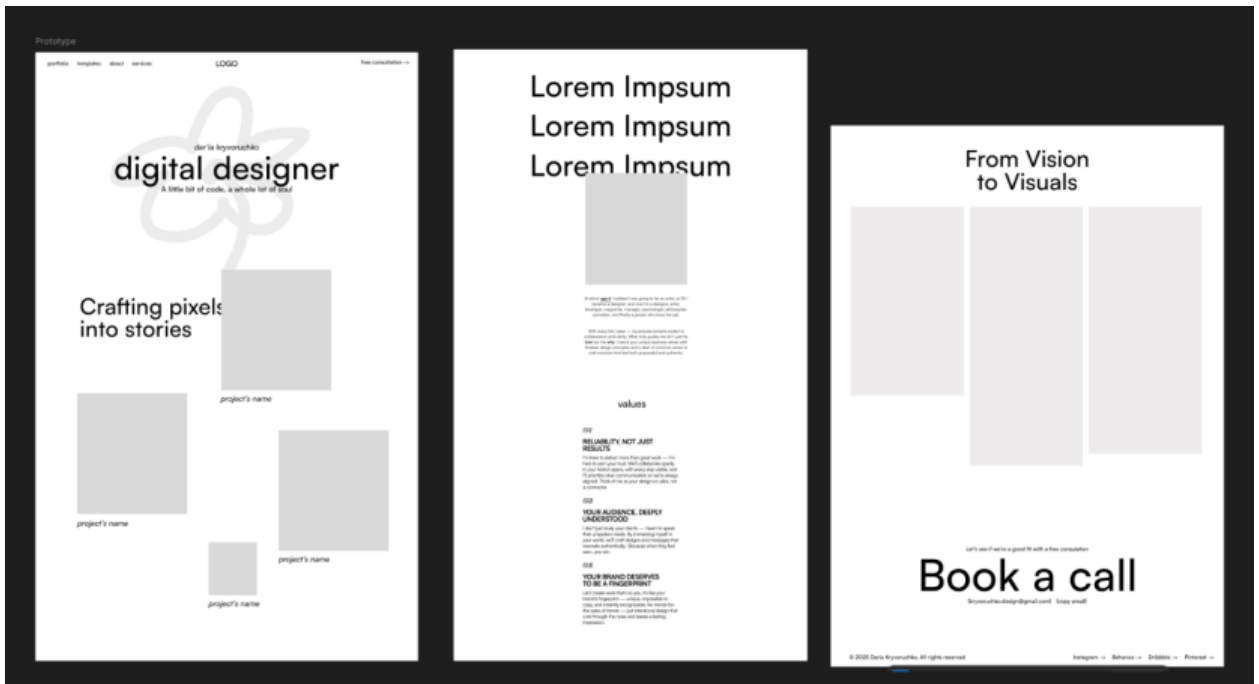


Рисунок 3.3 – Дизайн Low-fidelity екранів

3.4 Розробка дизайну інтерфейсу в програмі Figma

Розробка дизайну виконувалась в програмі Figma, Figma – це онлайн-інструмент для створення UI/UX-дизайну та прототипування, який дозволяє відтворювати макети сайтів та тестувати гіпотези будь-якої важкості.

Основні кольори сайту були обрані з брендингу студії – червоний, молочний та блакитний (рис. 3.4). Шрифти Behind The Nineties та Satoshi Variable також є шрифтами бренду. Ліцензія на шрифт Behind The Nineties була передана (рис. 3.5).



Рисунок 3.4 – Кольори бренду



Рисунок 3.5 – Шрифти бренду

Було розроблено дизайн структурних елементів, таких як футер та хедер, останній є фіксованим та містить якорні посилання. Хедер включає логотип дизайнера, навігаційне меню та СТА-кнопки зв'язку. Хедер є прозорим, оскільки буде в фіксованій позиції на сайті. Футер відображає контактну інформацію, посилання на соціальні мережі та копірайт, виконаний у тих же кольорах, що й хедер (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Хедер та футер сайту

Наступним елементом дизайну є інтерфейс головної сторінки. Зверху розташовується Hero-секція із заголовком "digital designer" та підзаголовком "A little bit of code, a whole lot of soul" (рис. 3.7). Після цього йде блок портфолію з каталогом проектів, представлених у вигляді сітки з картками, кожна з яких містить назву проекту, категорію, рік та посилається на Behance проект (рис. 3.8). Проект, що здобув золоту стрічку Behance позначено відповідно.



Рисунок 3.7 – Головний екран сайту

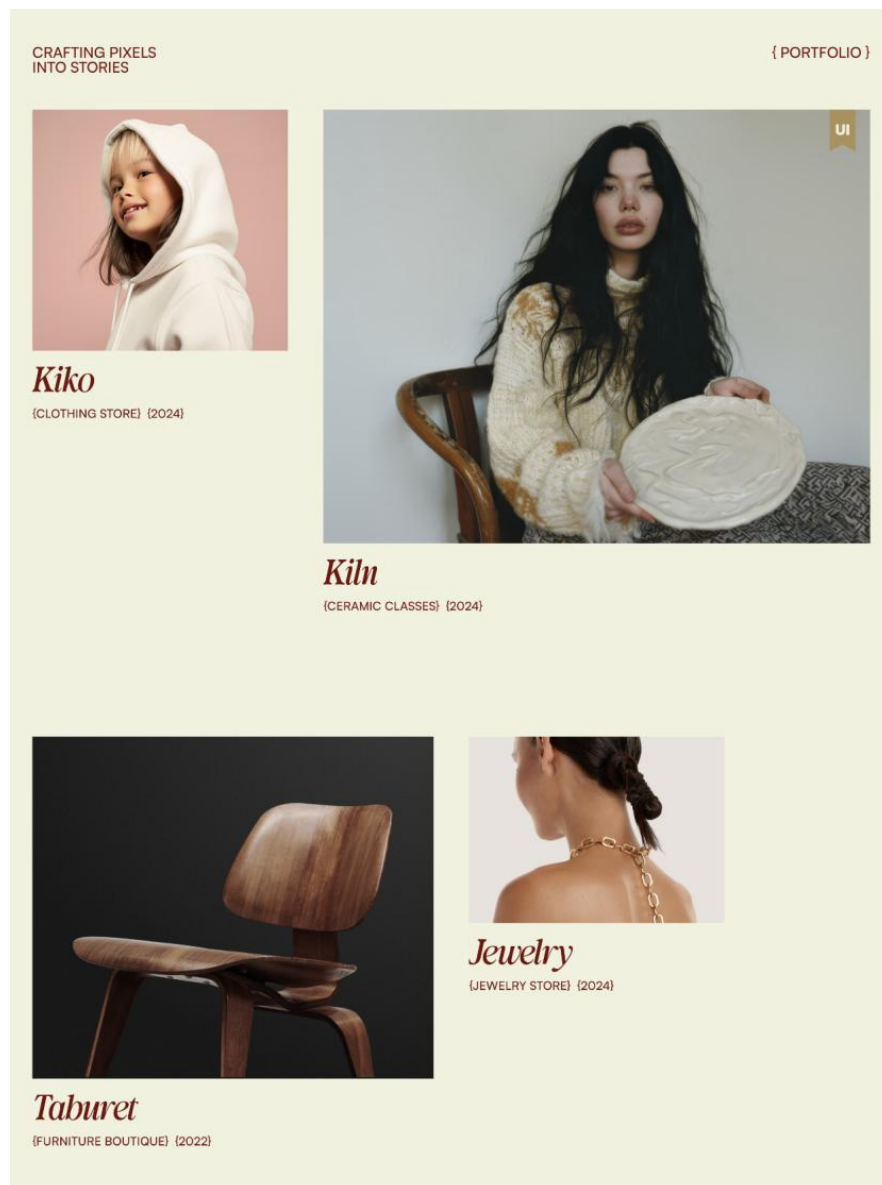



Рисунок 3.8 – Каталог проектів, представлених у вигляді сітки з картками

Далі розміщується блок "Meet daria", в ньому розташована інформація про досвід дизайнера разом із жартівливим переліком 8 ролей (designer, artist, developer, copywriter, manager, psychologist, philosopher, comedian), що робить проект ближче до користувача, розмовляючи з ним на одній мові. Блок цінностей (Reliability, Understanding Audience, Brand Uniqueness), три сервісні пакети (Web Design, Web Design & Development, Brand Identity Design) з детальним переліком деліверейблів, та блок із закликом до дії "Book a call" (рис. 3.9-3.12).

MEET DARIA

**DESIGNER
ARTIST
DEVELOPER
COPYWRITER
MANAGER
PSYCHOLOGIST
PHILOSOPHER
COMEDIAN**



At about age 6, I realised I was going to be an artist. At 20, I became a designer, and now I'm a designer, artist, developer, copywriter, manager, psychologist, philosopher, comedian, and finally, a person who loves her job.

With every hat I wear — my process remains rooted in collaboration and clarity. What truly guides me isn't just the how but the why. I blend your unique business values with timeless design principles and a dash of common sense to craft solutions that feel both purposeful and authentic.

Рисунок 3.9 – Інформація про дизайнера



Рисунок 3.10 – Цінності бренду

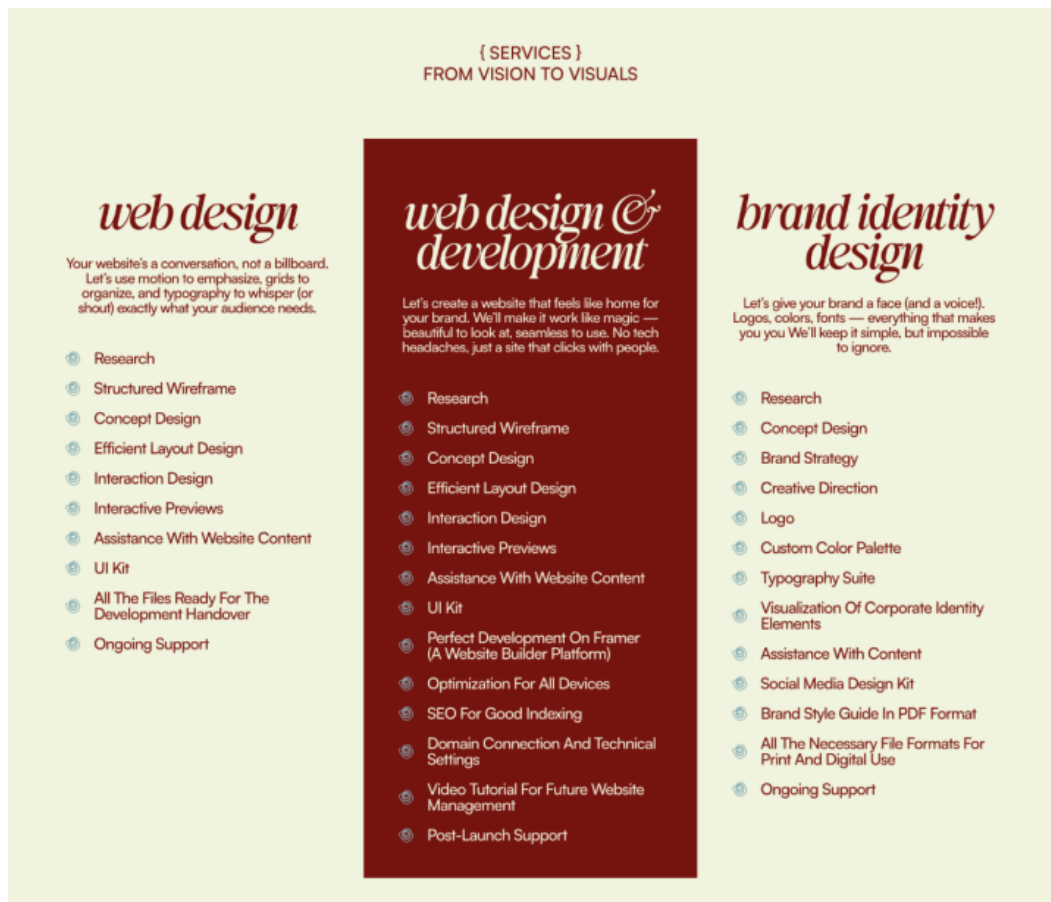


Рисунок 3.11 – Інформація про види послуг та результати роботи



Рисунок 3.12 – СТА «Book a call» для зворотнього зв'язку

Дизайн також охопив створення адаптивів під планшет – 810px і телефон – 390px (рис. 3.13). Меню також було адаптовано та сховано під бурген-меню, під вимоги мобільних пристроїв.

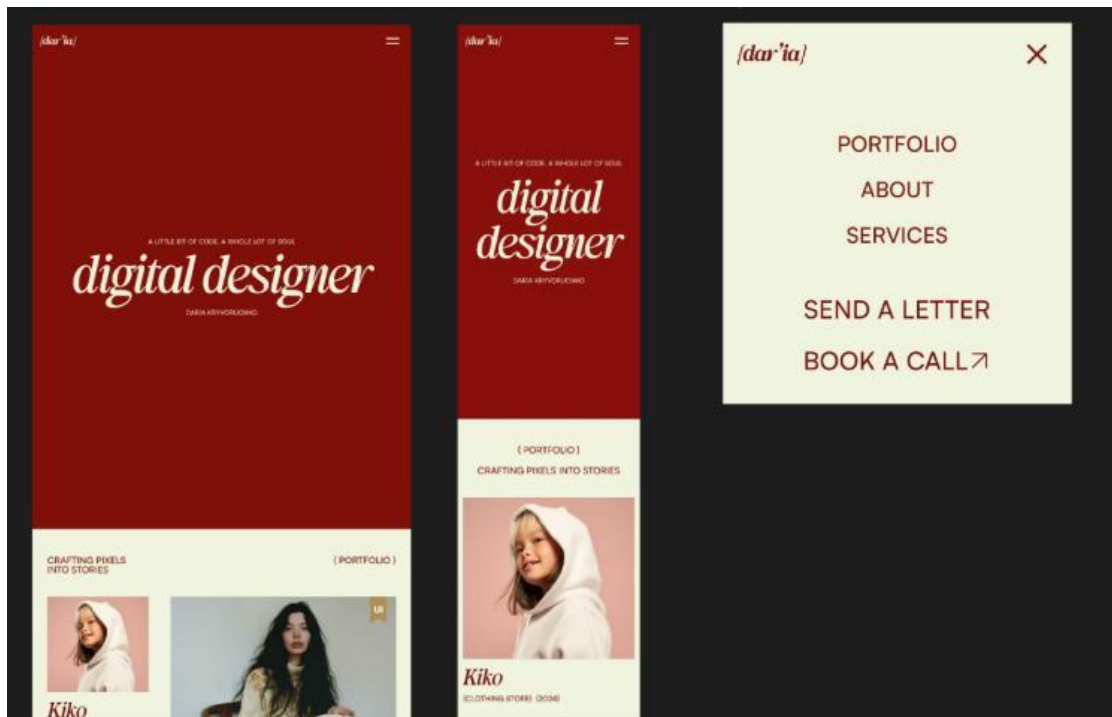


Рисунок 3.13 – Дизайн адаптивних екранів і меню

3.5 Розробка сайту в No-code середовищі Framer

Розробка сайту портфоліо була виконана в no-code середовищі Framer, що дало змогу поєднати високу швидкість розробки з гнучкістю сучасного фронтенд-стеку без написання коду. Вибір Framer обґрунтований тим, що платформа орієнтована саме на дизайнерів, забезпечує прямий імпорт макетів із Figma, підтримує адаптивні сітки, автолейаут та потужні інструменти анімації, а також має вбудований хостинг, SEO-налаштування та інтеграцію з аналітикою. Завдяки цьому вся логіка побудови сторінок – від структури секцій до поведінки компонентів при ховері, скролі чи кліку – може бути реалізована візуально, що скорочує трудомісткість проєкту та мінімізує кількість технічних помилок на етапі верстки.

Процес розробки сайту розпочався з перенесення затверджених Figma-макетів у вигляді компонентної структури. Для кожного типу блоку (Hero-секція з 3D- або motion-ефектом, картки портфоліо, секції «meet daria», «my values», сервісні пакети, блок «book a call») були створені окремі компоненти з можливістю повторного використання та редагування через систему компонентів (рис. 3.14).

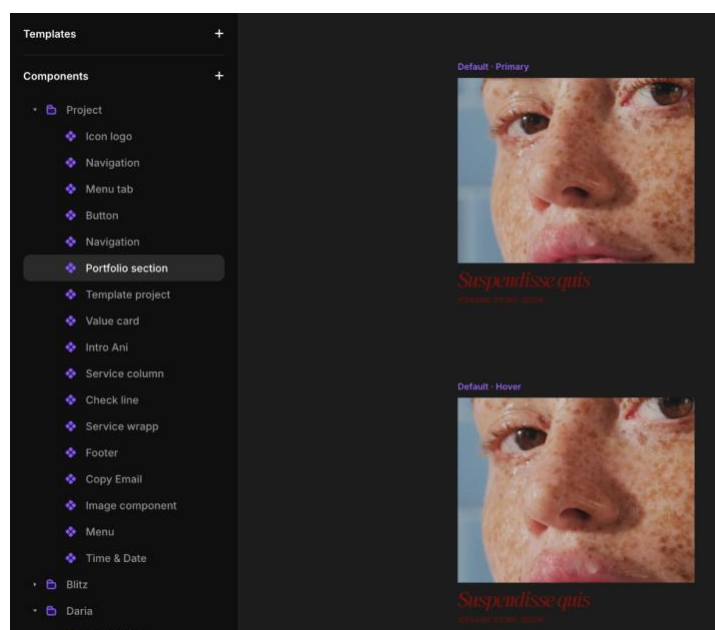


Рисунок 3.14 – Створення компонентів в Framer

Адаптивність реалізована за допомогою вбудованих breakpoint-ів: для десктопної версії використовується широка сітка з декількома колонками, тоді як на планшетах і смартфонах компоненти автоматично перебудовуються у вертикальні стеки, зберігаючи ієрархію контенту та читаємість. Додатково було додано ще один breakpoint – «Phone mini», що має розмір 389px та менше, за допомогою нього навіть на найменших екранах мобільних пристроїв дизайн буде виглядати коректно (рис. 3.15) Також були налаштовані плавні анімації появи блоків при скролі та мікровзаємодії (hover), які підсилюють відчуття цілісного, «живого» інтерфейсу без перевантаження користувача.

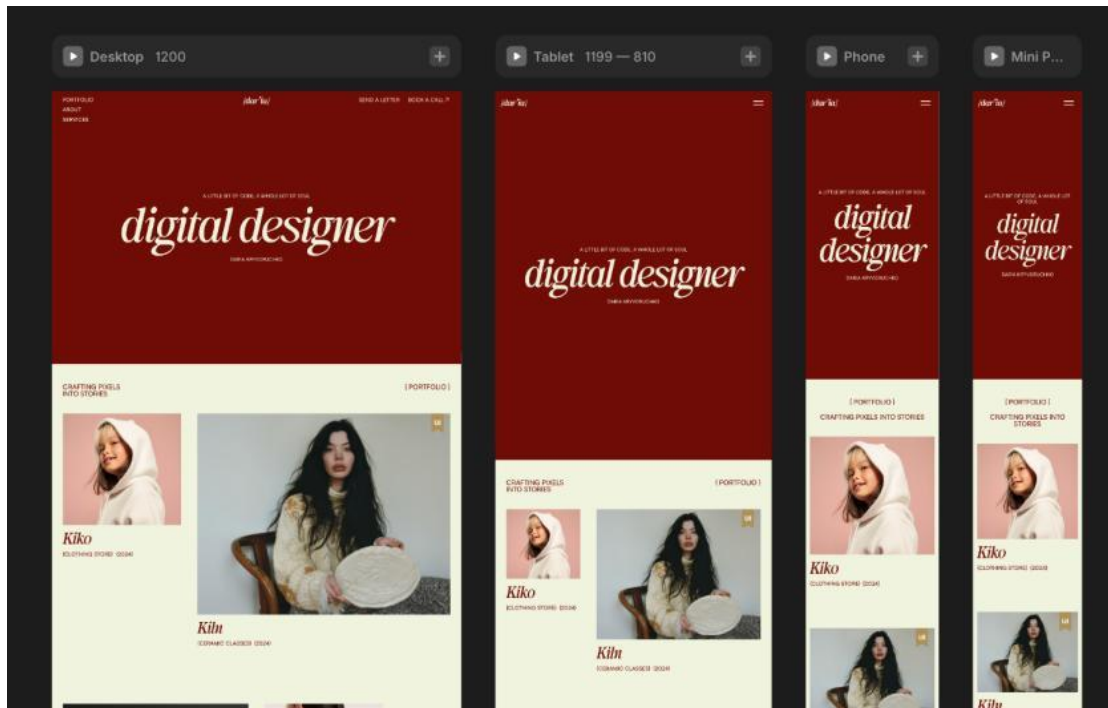


Рисунок 3.15 – Створення адаптивів та додаткового розміру «Mini Phone»

У Framer були налаштовані коректна структура заголовків h1–h3 для SEO, підключено Framer Analytics для відстеження ключових метрик, а також реалізовано інтеграцію контактних сценаріїв: кнопка «book a call» прив’язана до зовнішнього календаря (рис. 3.16), а кнопка «copy email» – до нативної функції копіювання адреси в буфер обміну. Завдяки no-code підходу саме дизайнер може оперативнo вносити правки в тексти, структуру або анімації

без залучення розробника, що робить підтримку та розвиток сайту значно дешевшим і гнучкішим у порівнянні з традиційною кодовою розробкою.

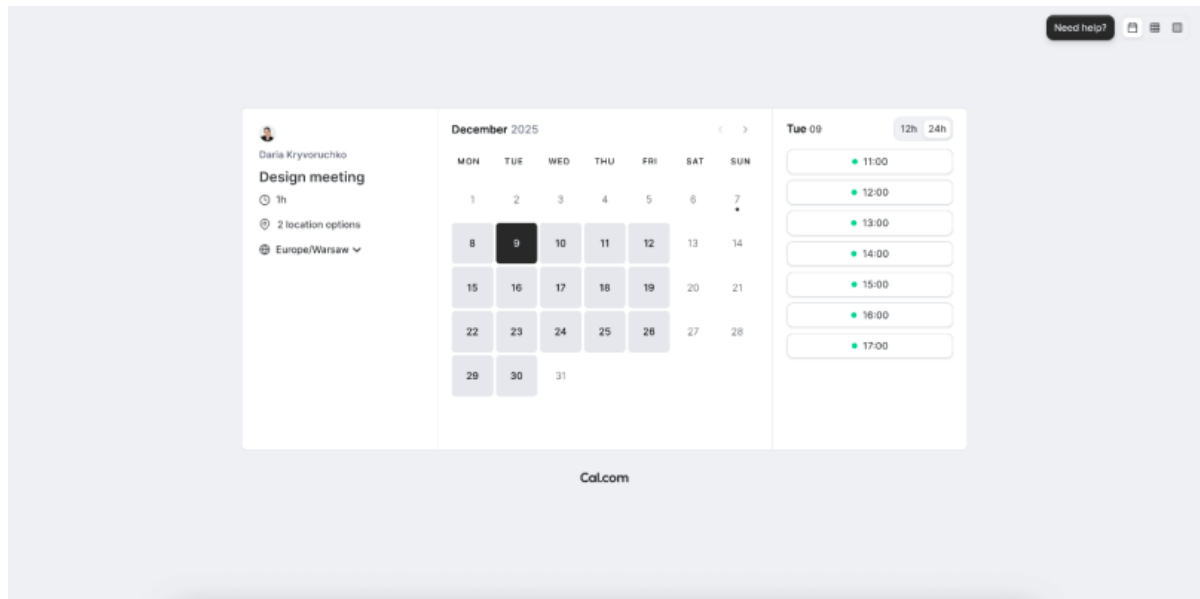


Рисунок 3.16 – Онлайн календар Cal.com

3.6 Створення 3D-сцени в програмі Spline та інтеграція у розроблений сайт

Створення інтерактивної 3D-сцени для Hero-секції було виконано у веб-орієнтованому редакторі Spline. На відміну від традиційного 3D-моделювання в Blender чи Cinema 4D, Spline дозволяє створювати, анімувати та одразу оптимізувати сцени для веб-публікації в рамках одного інструменту, що скорочує цикл розробки. Концепція 3D-сцени для сайту базувалася на метафорі «квіткового саду» – «digital garden», що створює у своїх роботах дизайнер. Центральний 3D-об'єкт у вигляді букету квітів, що випускає світло та реагує на рух курсора, що має підсилити ефект природності, присутності та залученості користувача (рис. 3.17).

Для матеріалів застосовувалися Matcap-шейдери, що дозволяють імітувати складне освітлення та відбиття без ресурсоємних обчислень тіней у реальному часі, що критично важливо для підтримки низького показника INP. Анімація включала реакцію камери на mouse-move, що дозволяє користувачеві

відчути контроль над сценою. Інтерактивність була налаштована через візуальні тригери Spline без написання JavaScript, що підтверджує ефективність no-code підходу для дизайнерів.

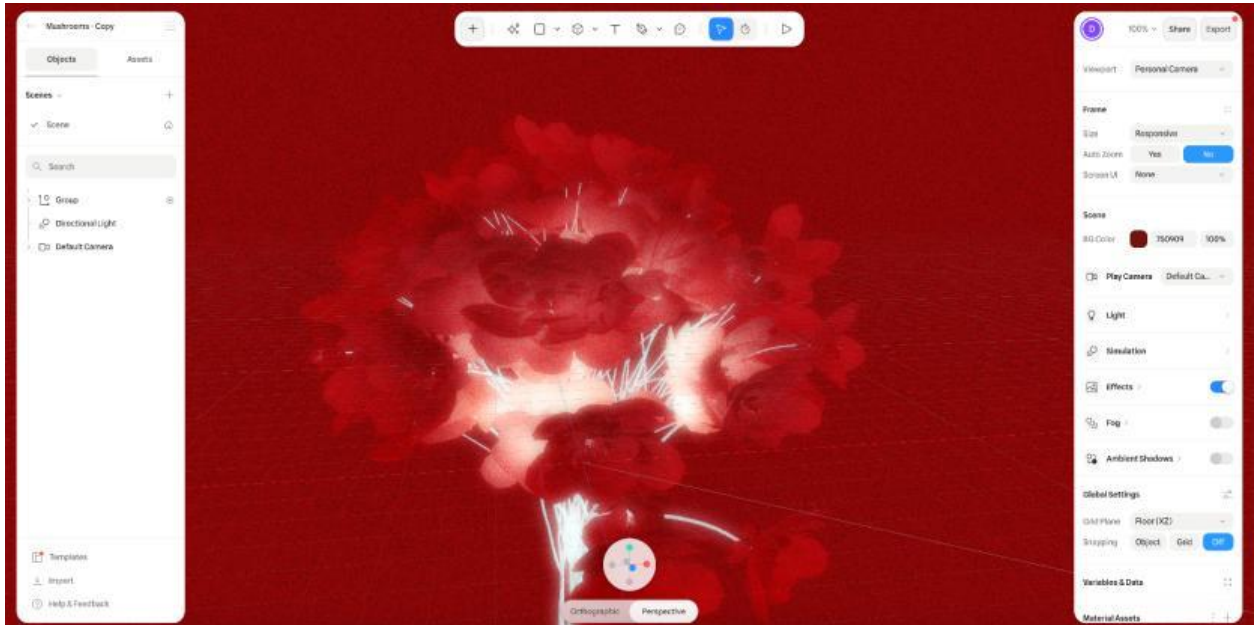


Рисунок 3.17 – 3D-сцена в програмі Spline

Після завершення сцени в Spline, її було експортовано у форматі Spline Viewer – оптимізований embed-код, який можна вставити безпосередньо в Framer. Процес інтеграції включав копіювання embed-коду з панелі Share в Spline та вставку його в HTML-компонент Framer (рис. 3.18). Важливо, що Spline Viewer та Framer підтримують лінійне завантаження за замовчуванням, що дозволяє основному контенту сайту завантажуватися першим, а 3D-сцена – асинхронно, що критично для досягнення хорошого LCP (<2.5 секунд).

Важливо, що Spline Viewer підтримує лінійне завантаження за замовчуванням, що дозволяє основному контенту сайту завантажуватися першим, а 3D-сцена – асинхронно, що критично для досягнення хорошого LCP (<2.5 секунд).

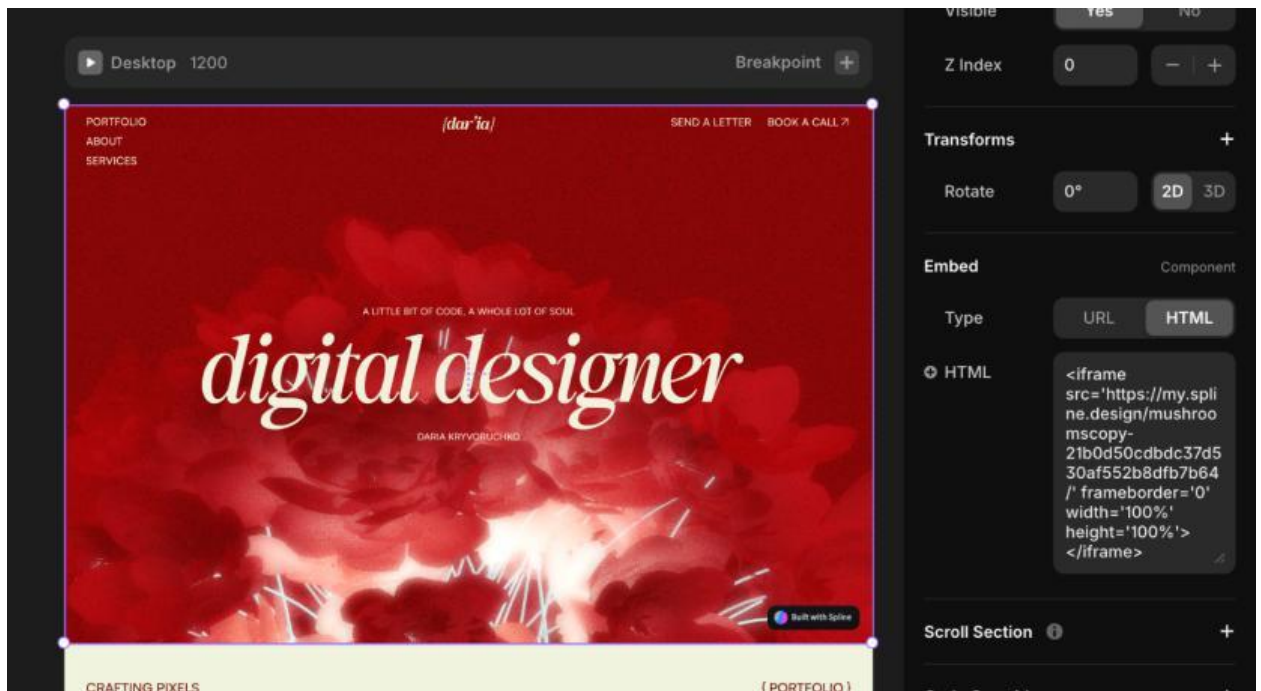


Рисунок 3.18 – 3D-сцена інтегрована через embed-компонент в Framer

3.7 Результат редизайну та порівняння сторінок

Результат редизайну демонструє кардинальну трансформацію візуальної мови сайту від мінімалістичного плаского дизайну до імерсивного досвіду. На оригінальному скриншоті (до) головна сторінка представляла собою білий екран з текстовим заголовком «digital designer» та статичним меню, де візуальна ієрархія була побудована на типографіці та кольорових акцентах, але не містила жодних інтерактивних або об'ємних елементів (рис. 3.19). Після редизайну (на зображенні) перший екран наповнений глибоким червоним фоном, на якому «живе» 3D-сцена з квітами, що обертаються та реагують на рух курсора, створюючи ефект простору та глибини, який негайно захоплює увагу та формує емоційний зв'язок з брендом. Центральний об'єкт – квітка, служить візуальною метафорою творчого процесу дизайнера, а навколишні частинки та пелюстки, які реагують на scroll та mouse-move, перетворюють пасивне споглядання в активну взаємодію, що критично важливо для утримання уваги користувача.

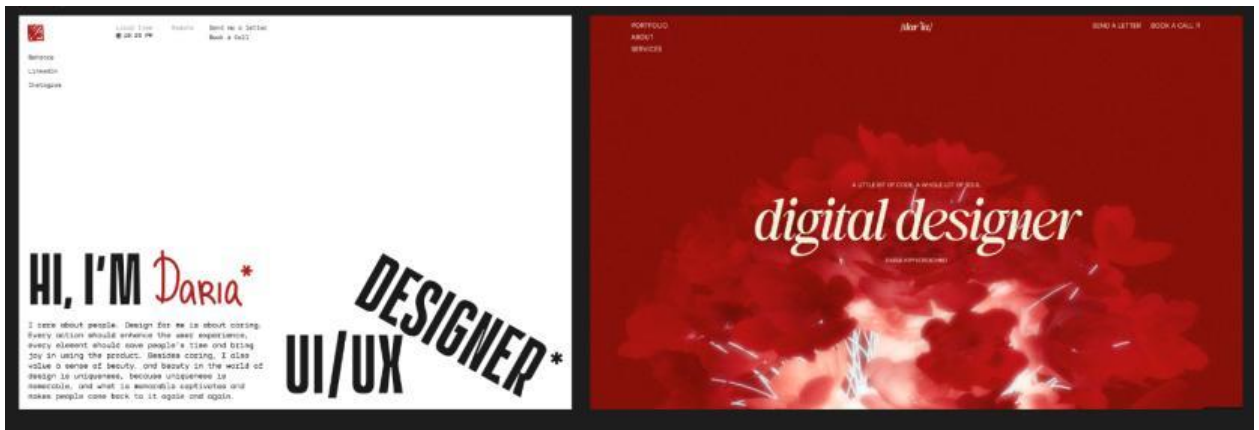


Рисунок 3.19 – Порівняння перших екранів після редизайну та розробки

Порівняння структур сторінок «до/після» демонструє перехід від фрагментарної подачі інформації до чітко вибудованої наративної осі. У старій версії текстовий блок з описом ставлення до дизайну знаходився внизу екрана і вимагав додаткових зусиль для прочитання, тоді як візуальна ієрархія була зміщена вбік великих, але мало структурованих написів «DESIGNER / UI/UX». У новій версії ключові повідомлення розподілені по секціях: перший екран формує емоційне враження (3D-квіти + титул «digital designer»), далі йде портфоліо, блок «meet daria», цінності та послуги. Завдяки цьому користувач рухається сторінкою за логічним сценарієм: спочатку знайомство з візуальною айдентикою, потім – докази у вигляді кейсів, далі – особистість та підхід, і на завершення – конкретні пропозиції та СТА (рис. 3.20-3.21).

З точки зору користувацького досвіду та бізнес-цілей редизайн забезпечив більш чітке позиціонування та посилення конверсійних тригерів. У старому варіанті основні точки взаємодії («Send me a letter», «Book a call») були слабо підкріплені візуальним контекстом і виглядали як додаткові опції у верхній панелі. Після редизайну контактні сценарії інтегровані у загальну структуру сторінки: кнопка «Book a call» підтримується послідовним наративом про компетенції, цінності та конкретні пакети послуг із прозорими цінами. 3D-Неро привертає увагу, робить «вау-ефект» і утримує користувача на сторінці довше, а чітка ієрархія блоків зменшує когнітивне навантаження й полегшує прийняття рішення звернутися до дизайнера.

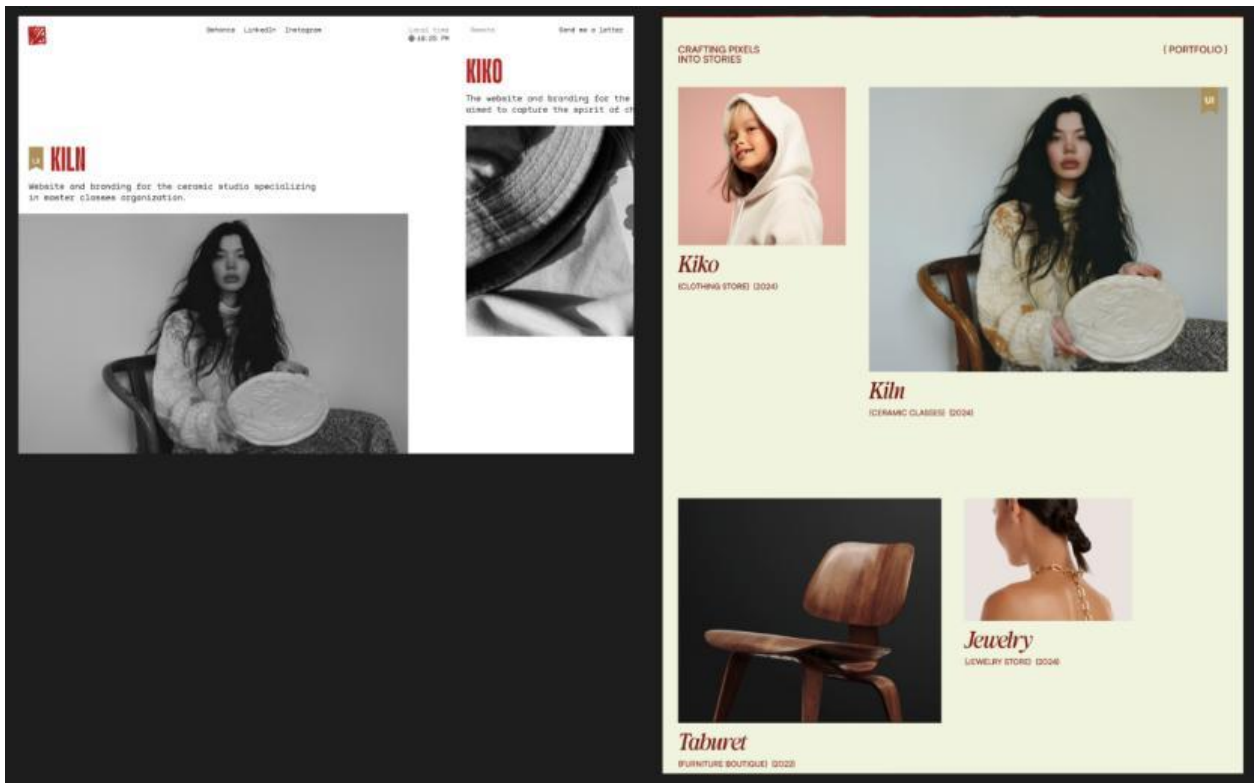


Рисунок 3.20 – Порівняння секцій портфоліо



Рисунок 3.21 – До/після секція про дизайнера

4 АНАЛІЗ ВІДПОВІДНОСТІ РОЗРОБЛЕНОГО САЙТУ МЕТІ РОБОТИ

4.1 Методика спліт-тестування (А/В тестування)

Для верифікації гіпотези про вплив інтерактивної 3D-графіки на залученість користувачів та коефіцієнт конверсії було спроектовано та реалізовано повномасштабне спліт-тестування (А/В тестування) з використанням реальних даних веб-аналітики Framer Analytics. Це дозволило отримати об'єктивну статистику поведінки користувачів на сайті dariakryvoruchko.com без спотворень, які характерні для лабораторних умов чи опитувань. Експеримент проводився в реальному часі протягом 31 календарного дня – з 15 жовтня 2025 року по 15 листопада 2025 року, що забезпечило достатню вибірку для статистичної значущості результатів.

Методологія спліт-тестування передбачала розподіл на дві версії сайту, які відрізнялися візуальним підходом до дизайну та кардинально різними Hero-секціями. Трафік розподілявся між варіантами за допомогою вбудованого механізму Framer A/B Testing, який забезпечував рівномірний розподіл відвідувачів 50/50 та зберігання версії для кожного користувача протягом усієї сесії. Це виключило можливість спотворення даних через перемішування варіантів у межах одного сеансу. Варіант А (Flat) отримав 118 користувачів, Варіант В (3D) – 115 користувачів, що разом складає 233 унікальних відвідувачів за період тестування.

Важливо, що експеримент відтворював природні умови взаємодії користувачів з портфоліо фрилансера: трафік надходив з різних джерел (прямі переходи, соціальні мережі, пошукові системи, реферали), охоплював різні типи пристроїв (desktop, tablet, mobile) та різні часові зони, що дозволило врахувати реальну поведінкову варіативність цільової аудиторії діджитал-дизайнера (рис. 4.1-4.2).

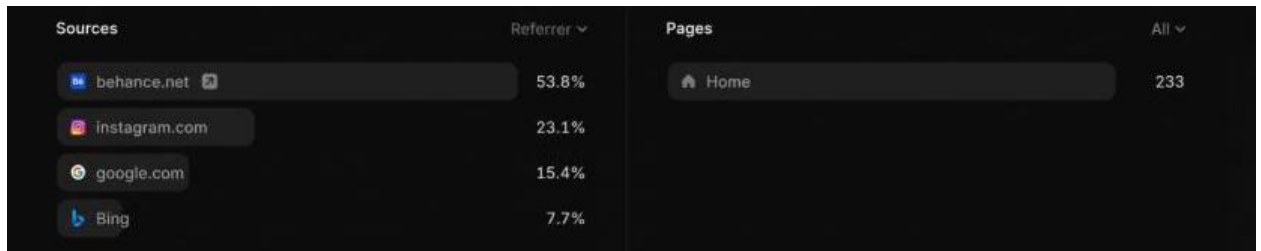


Рисунок 4.1 – Framer Analytics розділ джерел трафіку

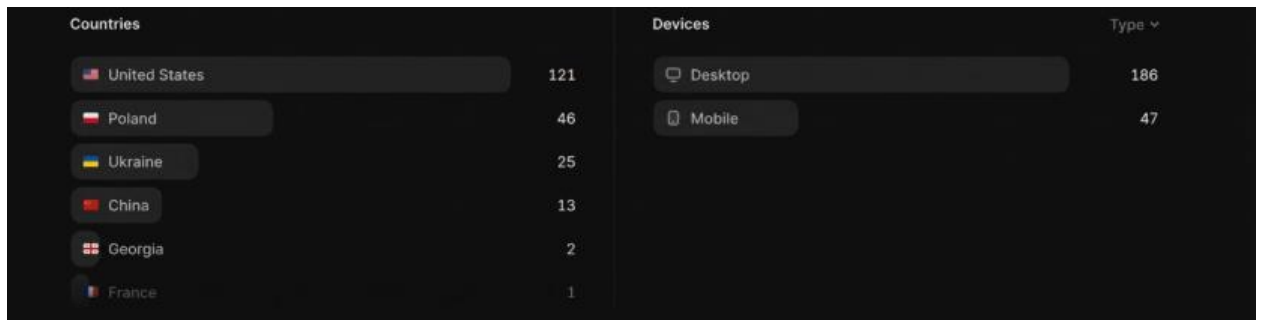


Рисунок 4.2 – Framer Analytics розділ джерел трафіку по країнам та пристроям

4.2 Дизайн експериментальних альтернатив

Для забезпечення валідності експерименту було створено дві альтернативні версії сайту (рис. 4.3).

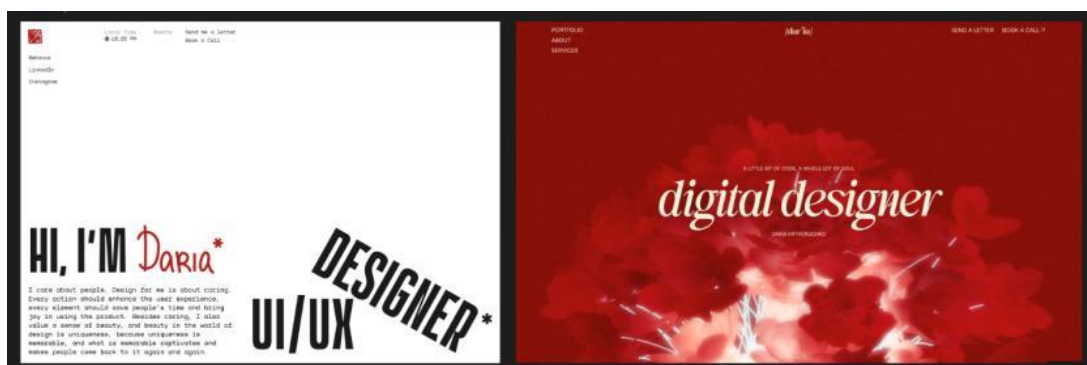


Рисунок 4.3 – Дизайн для А/В тесту

Варіант А (Flat Design – контрольна група) представляв собою оригінальну версію сайту з мінімалістичним плоским дизайном, що відповідав стандартам більшості фрилансерських портфоліо.

Варіант В (3D Design – експериментальна група) включав повністю змінений перший екран з інтерактивною 3D-анімацією, створеною в Spline. Концепція сцени базувалася на метафорі «квіткового саду» – центральний 3D-об'єкт, який реагує на рух курсора. Сцена була оптимізована для вебу з використанням Matcap-матеріалів. Інтеграція в Framer була реалізована через Spline Viewer з lazy loading, що дозволило зберегти прийнятні показники Core Web Vitals.

4.3 Метрики вимірювання та KPIs

Система метрик для оцінки ефективності була побудована на основі стандартних показників веб-аналітики. Основні KPIs, які вимірювалися через Framer Analytics, включали:

- середня тривалість сеансу (Average Session Duration) – ключовий показник залучення, що відображає час, який користувач проводить на сайті;
- Bounce Rate (Показник відмов) – процент користувачів, які залишили сайт без будь-якої взаємодії. Очікувалося, що інтерактивний 3D-герой зменшить цей показник, оскільки створює сильний першовідбиток та мотивує до подальшої взаємодії;
- Total Page Viewers (Загальна кількість переглядачів сторінок) – загальна кількість унікальних користувачів, які переглянули хоча б одну сторінку сайту. Цей показник відображає загальний охоп аудиторії та ефективність залучення трафіку;
- Unique Page Viewers (Унікальні переглядачі сторінок) – це кількість унікальних користувачів, які переглянули конкретну сторінку сайту хоча б один раз. Цей показник відрізняється від Total Page Views тим, що один і той самий користувач може переглянути сторінку кілька разів, але в Unique Page Viewers він враховується лише один раз.

4.4 Розрахунки експериментального дослідження

За допомогою Framer Analytics були отримані наступні дані приведені нижче на рис. 4.4-4.5.

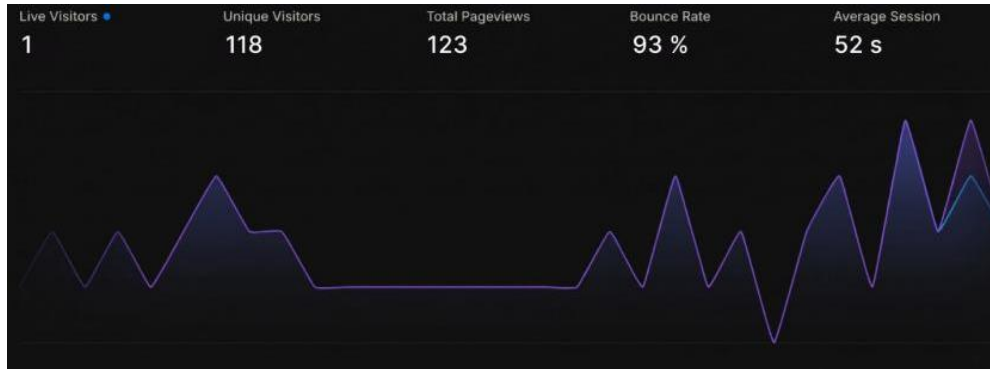


Рисунок 4.4 – Метрики варіанту А

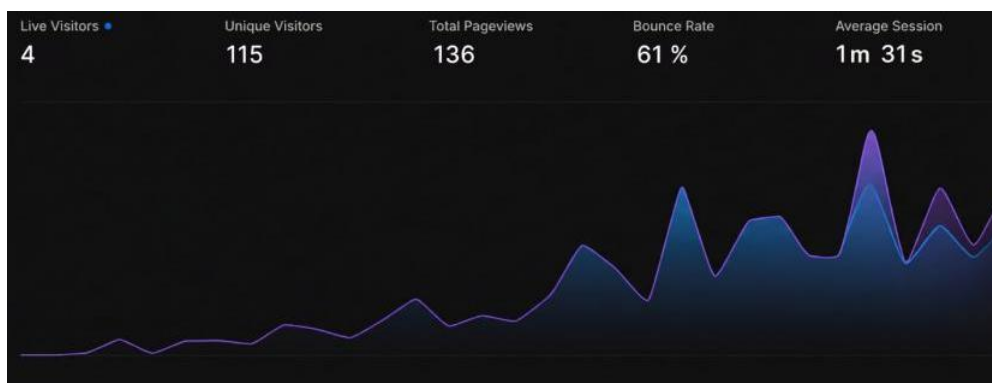


Рисунок 4.5 – Метрики варіанту В

Дані А/В тесту були занесені в таблицю 4.1. Для підтвердження статистичної значущості отриманих результатів були проведені розрахунки з використанням формули відносної зміни, що показує, на скільки відсотків змінилася метрика у Варіанті В порівняно з Варіантом А.

Відносна зміна – показує, на скільки відсотків змінилася метрика у Варіанті В порівняно з Варіантом А:

$$\text{Відносна зміна} = \frac{\text{Значення В} - \text{Значення А}}{\text{Значення А}} \times 100\%. \quad (4.1)$$

Таблиця 4.1 – Метрики Варіанту А та Варіанту В

Назва метрики	Варіант А (Flat)	Варіант В (3D)
Середня тривалість сеансу	52 с	1 хв 31 с (91 с)
Bounce Rate	93%	61%
Unique Page Visitors	118	115
Total Page Views	123	136

Приклади розрахунків для кожної метрики.

Для Середньої тривалості сеансу.

Варіант А: 52 с, Варіант В: 91 с.

Відносна зміна: $\frac{91-52}{52} \times 100\% = +75\%$.

Для Bounce Rate.

Варіант А: 93%, Варіант В: 61%.

Відносна зміна: $\frac{61-93}{93} \times 100\% = -32\%$.

Для Total Page Viewers.

Варіант А: 123, Варіант В: 136.

Відносна зміна: $\frac{136-123}{123} \times 100\% = +10,6\%$.

Метрика унікальних відвідувачів не приймала участі в розрахунках через те, що є автоматично розподіленою А/В тестом величиною.

Аналіз даних Framer Analytics за період тестування (31 день) виявив наступні результати наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Порівняльний аналіз метрик Варіанту А та Варіанту В

Метрика	Варіант А (Flat)	Варіант В (3D)	Відносна зміна
Середня тривалість сеансу	52 с	1 хв 31 с (91 с)	+75%
Bounce Rate	93%	61%	-32%
Total Page Viewers	123	136	+10,6%

4.5 Висновки щодо відповідності розробленого сайту меті роботи

На основі отриманих статистично значущих результатів можна зробити висновок, що сайт діджитал-агенції з інтеграцією інтерактивної 3D-анімації повністю відповідає поставленій меті дослідження. Збільшення тривалості сеансу на 75% (з 52 с до 91 с) та зниження bounce rate на 32 процентних пункти (з 93% до 61%) доводять, що 3D-графіка ефективно підвищує залученість користувачів. Зростання total page viewers на 10,6% підтверджує, що користувачі глибше досліджують контент після взаємодії з 3D-об'єктами.

Отримані результати доводять, що гіпотеза стосовно інтеграції інтерактивної 3D-анімації на першому екрані веб-сайту задля збільшення залученості користувачів та зниження показника відмов є підтвердженою.

Редизайн портфоліо вирішив всі критичні недоліки, виявлені при аналізі іммерсивних архітектур. По-перше, гібридна архітектура Spline + Framer забезпечила LCP 1.5 секунди на desktop та 3 секунди на мобільних пристроях, що значно краще, ніж іммерсивні сайти (6.0-15.0 сек). По-друге, інтеграція явних СТА-кнопок, видимої навігації та традиційного 2D-контенту поряд з 3D-елементами забезпечила інтуїтивну залученість для >75% користувачів без додаткового навчання, вирішуючи проблему крутої кривої навчання іммерсивних сайтів. По-третє, збереження стандартного HTML-контенту з заголовками, метатегами та структурованими даними дозволило пошуковим роботам повністю індексувати сайт, вирішуючи проблему SEO іммерсивних рішень. Responsive дизайн з коректною адаптацією на всіх розмірах екранів та теги забезпечили доступність для користувачів з порушеннями зору та навігацію через клавіатуру. Таким чином, гібридна архітектура не лише пододала всі технічні та дизайнерські недоліки іммерсивних сайтів, а й довела концепцію гібридного підходу як стратегічно оптимального рішення для масового ринку діджитал-агентств.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика науково-дослідної роботи

Метою даного розділу є економічне обґрунтування витрат на проведення науково-дослідної роботи (НДР), в межах якої передбачається дослідження можливостей інтегрування 3D-графіки у вебсередовище для створення інтерактивних сайтів діджитал-агентств та визначення впливу 3D-елементів на залученість користувачів та коефіцієнт конверсії. Під час такого обґрунтування буде здійснено: розрахунок трудовитрат та заробітної плати працівникам, розрахунок одноразових витрат і прибутку, оцінку результатів НДР.

Реалізація НДР передбачає такі етапи:

- аналіз теоретичних основ 3D-графіки у вебдизайні, психологічні механізми впливу на користувачів;
- визначення алгоритму реалізації проєкту;
- дослідження використання інтерактивної 3D-анімації для підвищення залученості користувачів на базі даних Framer Analytics;
- вибір методів для проведення експерименту;
- складання методики оцінки ефективності 3D-редизайну;
- доведення дійсності роботи методики.

5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Під час виконання НДР було проведено огляд існуючих теоретичних підходів у галузі інтерактивного вебдизайну, досліджено основні методи та алгоритми створення та інтеграції 3D-анімацій у вебсередовище для підвищення залученості користувачів.

НДР можна розділити на три етапи: підготовчий, основний і заключний.

На стадії виконання підготовчого етапу було виконано підбір і аналіз інформації для проведення відповідних до постановки завдання робіт. Проведено пошук інформації в мережі Internet – технічна документація WebGL, Spline, Framer, кейси діджитал-агентств, та у фаховій літературі.

На етапі виконання основної частини НДР було здійснено такі роботи:

- розгляд методів та інструментів для створення інтерактивних 3D-анімацій;
- аналіз розглянутих методів та відбір за критеріями;
- розробка методики оцінки ефективності – А/В тестування, вибір метрик, статистичний аналіз;
- доведення працездатності гібридної архітектури через реалізацію редизайну портфолію та проведення експерименту.

У заключній частині проводяться: аналіз результатів виконання НДР, статистична верифікація гіпотези, складання звіту з НДР та його захист.

Найбільш складною та відповідальною частиною при плануванні НДР є розрахунок трудомісткості робіт, тому що трудові витрати часто становлять основну частину вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на строки розробки. Для 3D-проектів час на моделювання, анімацію та оптимізацію може в 2-3 рази перевищувати час традиційної 2D-верстки, що потребує детального планування та ресурсного забезпечення.

Для виконання НДР було залучено наступних фахівців:

- менеджер проєкту, середня заробітна плата за версією сайту work.ua становить 42 500,00 грн/міс.;
- UI/UX-дизайнер, середня заробітна плата за версією сайту work.ua становить 38 000,00 грн/міс.;

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавця робіт.

Середньоденна заробітна плата виконавця робіт ($Z_{cp.дн.}$):

$$Z_{cp.дн.} = \frac{Z_{cp.міс.}}{n}, \quad (5.1)$$

де $Z_{ср.міс.}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

n – число робочих днів у місяці, ($n=22$).

Підставивши дані до формули (5.1), отримаємо середньоденну заробітну плату менеджеру проєкту у розмірі 1931,81 грн, UI/UX-дизайнер – 1727,27 грн.

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

Перелік робіт	Кількість виконавців	Посада виконавця	Трудомісткість робіт, люд.-днів	Середньоденна заробітна плата, грн	Сума заробітної плати, грн
1. Підготовчий етап					
1.1. Розробка та затвердження ТЗ	1	Менеджер проєкту	2	1931,81	3 863,62
1.2 Підготовка додаткових довідкових матеріалів та даних	1	Менеджер проєкту	2	1931,81	3 863,62
1.3 Аналіз аналогів	1	UI/UX дизайнер	1	1727,27	1727,27
1.4 Підготовка звіту	1	Менеджер проєкту	1	1931,81	1931,81
2. Основний етап					
2.1 Розробка карти сайту та low-fidelity прототипу	1	UI/UX дизайнер	1	1727,27	1727,27
2.2 Створення дизайн макету	1	UI/UX дизайнер	4	1727,27	6909,08
2.3 Розробка сайту на Framer	1	UI/UX дизайнер	3	1727,27	5181,81
2.4 Створення та інтеграція 3D-об'єкту	1	UI/UX дизайнер	2	1727,27	3454,54
3. Збір метрик					
3.1 Постановка сайту на домен, підключення та аналітика	1	UI/UX дизайнер	1	1727,27	1727,27

Продовження таблиці 5.1

Перелік робіт	Кількість виконавців	Посада виконавця	Трудомісткість робіт, люд.-днів	Середньоденна заробітна плата, грн	Сума заробітної плати, грн
3.2 Збір та обробка даних	1	Менеджер проекту	1	1931,81	1931,81
4. Заключний етап					
4.1 Аналіз результатів проведення роботи	1	Менеджер проекту	2	1931,81	3 863,62
4.2 Технічне оформлення звіту виконання НДР	1	Менеджер проекту	1	1931,81	1931,81
Усього			21		38113,53

Таким чином, сума витрат на заробітну плату в межах виконання НДР складає 38113,53 грн.

5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

Крім прямих трудовитрат, проект вимагав інвестицій у програмне забезпечення, хостинг та інструменти аналітики.

Витрати на оплату праці розраховуються, виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 38113,53 грн.

Єдиний соціальний внесок (ЄСВ) є об'єднаним внеском, який регулярно і обов'язково сплачується до системи загальнообов'язкового державного соціального страхування. Цей внесок має на меті забезпечити соціальний захист у випадках, визначених законодавством, та гарантувати право на страхові виплати для застрахованих осіб та членів їхніх сімей у рамках різних видів державного соціального страхування.

Ставка єдиного соціального внеску складає 22 % від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 8 384,98 грн.

Витрати на електроенергію розраховуються, виходячи зі споживаної потужності пристрою і тарифу на електроенергію. У даному випадку передбачається використання двох ноутбуків потужністю 0,1 кВт/год. Вартість однієї кВт/год електроенергії прийнято у розмірі 4,32 грн. Витрати на використану обладнанням електроенергію (B_e) розраховуються за формулою:

$$B_e = M \cdot t \cdot T_{кВм}, \quad (5.2)$$

$$B_e = (0,1 \times 72 \times 4,32) + (0,1 \times 96 \times 4,32) = 72,58 \text{ грн.}$$

де M – потужність устаткування, тобто кількість енергії, споживаної за одиницю часу (кВт/година);

t – кількість годин використання устаткування за період проведення науково-дослідницької роботи;

$T_{кВм}$ – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

Витрати на обслуговування ЕОМ визначаються з вартості ЕОМ і часу експлуатації, після закінчення якого, вона підлягає заміні (звичайно цей час не перевищує 3-х років), протягом року ЕОМ використовується 254 робочих дні. Отже амортизація основних засобів розраховується за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{T} \times TE_k, \quad (5.3)$$

$$AB = \frac{64000,00 \times 21}{762} = 1763,77 \text{ грн,}$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення науково-дослідницької роботи;

BO_k – вартість основних засобів k -го виду;

TE_k – термін експлуатації основних засобів k -го виду, днів;

T – термін науково-дослідницької роботи, днів;

L – кількість видів обладнання.

Витрати на використану обладнанням електроенергію розраховуються:

Загальна вартість обладнання, що використовується під час виконання НДР, дорівнює 64 000,00 грн.

До інших статей витрат відносяться такі:

– адміністративні витрати: (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20 % від витрат на оплату праці;

– вартість оплати послуг зв'язку.

Адміністративні витрати складатимуть 20 % від витрат на оплату праці, тобто дорівнювати 7 622,71 грн. Вартість оплати послуг зв'язку, а саме Інтернет – 315,00 грн за 21 день виконання НДР.

За період виконання НДР витрати на відрядження, аутсорсинг, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця. Протягом розробки матеріальні витрати також не мали місця.

Для виконання НДР використовувався ряд програмного забезпечення та онлайн платформ. Для дизайну сайту використовувалась Figma на безкоштовному тарифі, купувалися ліцензійні шрифти – 400,00 грн, для розробки сайту використовувався Framer (підписка Framer Basic, 1 місяць) – 693,00 грн, також купувалися домен та хостинг – 1 000,00 грн, 3D-об'єкт створений та інтегрований через середовище Spline у безкоштовному тарифі.

Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат, на виконання НДР, наведені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Кошторис витрат на розробку НДР

№	Стаття витрат	Сума, грн
1	Заробітна плата	38113,53
2	Єдиний соціальний внесок (22 % від п.1)	8 384,98
3	Матеріальні витрати	–
4	Амортизація основних засобів	1763,77
5	Витрати на спожиту електроенергію	72,58
6	Інші витрати	
6.1	Адміністративні витрати (20 % від п.1)	7 622,71
6.2	Вартість послуг зв'язку	315,00
6.3	Програмне забезпечення	693,00
6.4	Домен та хостинг	1000,00
6.5	Ліцензійні шрифти	400,00
7	Усього витрати	58365,57

Кошторис витрат на виконання даної НДР складає 58365,57 грн.

5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Результат – це наслідок послідовності дій, виконаних під час НДР, виражений якісно або кількісно. В загальному випадку оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науково-технічним рівнем.

Відповідно до теми даного дослідження у якості результату впровадження НДР визначено покращення метрик залученості користувачів на вебсайті діджитал-агенції внаслідок інтеграції інтерактивної 3D-графіки.

Результат від впровадження НДР визначається за формулою:

$$\Delta P_j = |X_{\text{б}j} - X_{\text{н}j}|, \quad (5.4)$$

де ΔP_j – покращення j -ої характеристики досліджуваного процесу за рахунок впровадження результатів НДР ($j = 1, m$);

m – кількість досліджуваних характеристик;

$X_{\bar{b}_j}$ – базове значення j -ої характеристики, тобто до впровадження результатів НДР;

X_{n_j} – нове значення j -ої характеристики після впровадження пропонованих рішень.

В експериментальній частині розглянуто середню тривалість сеансу, показник відмов, унікальну та загальну кількість переглядачів сторінок. З цих метрик ми будемо використовувати лише середню тривалість сеансу та показник відмов, оскільки вони вказують на зміну залученості, а не на кількість користувачів, що брали участь в А/В тестуванні. Отримані результати наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати від впровадження

Показник	Варіант А (Flat)	Варіант В (3D)
Середня тривалість сеансу, секунд	52	91
Показник відмов, %	93	61

Підставивши відповідні значення до (5.4), визначимо результат від впровадження НДР у чисельному вигляді:

$$\Delta P_{AS} = |52 - 91| = 39 \text{ с,}$$

$$\Delta P_{BR} = |93 - 61| = 32 \text{ \%}.$$

На основі обчислень можна стверджувати, що впровадження 3D-графіки на сайт збільшило середню тривалість сеансу на 39 секунд та зменшило показник відмов на 32%.

Це означає, що технологічне рішення не лише естетично привабливе, а й статистично значущо покращує ключові бізнес-метрики вебсайту.

5.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР

Для визначення економічної ефективності результатів НДР необхідно порівняти витрати на розробку НДР з отриманими результатами.

Основним показником економічної ефективності науково-дослідної роботи є коефіцієнт «ефект-витрати», який розраховується за формулою:

$$K_{ев} = \frac{\Delta P_j}{B_p}, \quad (5.6)$$

де B_p – витрати (кошторисна вартість) на виконання НДР, грн;

$K_{ев}$ – коефіцієнт «ефект-витрати», що відбиває, наскільки кожна гривня витрат НДР змінює j -ту характеристику досліджуваного процесу.

Підставивши раніше визначені значення до (5.5), розрахуємо чисельне значення коефіцієнту «ефект-витрати» розробленого рішення порівняно з загальними рішеннями:

$$K_{ев(AS)} = \frac{39}{58365,57} \times 100 \% = 0,067 \%,$$

$$K_{ев(BR)} = \frac{32}{58365,57} \times 100 \% = 0,055 \%.$$

У результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що дана НДР має позитивний показник економічної ефективності. Використовуючи розроблену методику інтеграції 3D-графіки, можна стверджувати, що кожна гривня витрат на розробку забезпечує покращення показника залученості. Для середньої тривалості сеансу це значення дорівнює 0,067 %, для показника відмов 0,055 %. Роботу можна вважати ефективною та такою, що має науковий і технічний рівень.

ВИСНОВКИ

Інтерактивна 3D-графіка відіграє велику роль у формуванні позитивного враження та утримання уваги потенційних клієнтів діджитал-агентств. Незалежно від того, чи звертається креативна агенція до великих корпоративних клієнтів, чи до малих або середніх підприємств, демонстрація 3D-компетентності через власний вебсайт є ефективним інструментом побудови довіри та відмінності від конкурентів.

Метою даної роботи було дослідження можливостей інтегрування інтерактивної 3D-графіки у веб-сайти діджитал-агентств та визначення її впливу на ключові показники ефективності: залученість користувачів, показник відмов та коефіцієнт конверсії, з подальшим обґрунтуванням економічної доцільності таких інвестицій.

Ця мета була досягнута за допомогою вирішення наступних задач:

- аналізу сучасного стану технологій 3D-графіки у веб-середовищі (WebGL, Three.js, Spline) та їхніх можливостей для діджитал-агентств;
- дослідження психологічних механізмів впливу 3D-контенту на сприйняття та поведінку користувачів, ефект присутності, довіру та емоційне залучення;
- аналіз аналогів сайтів конкурентів у ніші діджитал-агентств, виявлення трендів у використанні 3D-елементів та класифікація підходів;
- спроектування та реалізування редизайну портфоліо веб-дизайнера з інтеграцією інтерактивної 3D-анімації, створеної в Spline, та версткою в по-
code середовищі Framer;
- формулювання та обґрунтування гіпотези щодо підвищення конверсії внаслідок використання оптимізованої 3D-графіки;
- проведення спліт-тестування (A/B тестування) версій сайту для вимірювання реального впливу 3D-графіки на метрики залученості;

– аналізу результатів експериментального дослідження, виконання статистичної верифікації гіпотези та визначення практичної значущості результатів;

– розрахування економічної ефективності та виведення висновків відповідно проведеного дослідження.

Об'єктом дослідження був процес розробки дизайну інтерактивних веб-сайтів з інтегрованою 3D-графікою для діджитал-агентств.

Предметом дослідження були методики інтеграції 3D-графіки, інструменти веб-розробки (Spline для 3D-моделювання, Framer для розробки, Figma для дизайну) та методики оцінки впливу інтерактивних 3D-елементів на залученість користувачів.

Була доведена гіпотеза стосовно інтеграції інтерактивної 3D-анімації на першому екрані веб-сайту, яка забезпечує значне збільшення залученості користувачів та зниження показника відмов, що компенсує витрати на розробку та забезпечує рентабельність інвестицій.

У першому розділі кваліфікаційної роботи, на основі аналізу наукових публікацій та матеріалів з інтернет-джерел, розглядалися теоретичні засади використання 3D-графіки у веб-дизайні, технологічний базис інтерактивного 3D-вебу, а також психологічні механізми впливу 3D-контенту на сприйняття користувачів та ключові показники ефективності сайтів діджитал-агентств.

У другому розділі здійснювався огляд і аналіз існуючих сайтів конкурентів у ніші діджитал-агентств, зокрема імерсивних та гібридних рішень, визначались їхні переваги й недоліки з погляду користувацького досвіду, продуктивності та відповідності бізнес-цілям.

У третьому розділі розглядався процес редизайну та розробки сайту портфоліо фріланс-дизайнера, включно зі створенням мапи сайту, розробкою інтерфейсу в Figma, побудовою 3D-сцени в Spline та інтеграцією у no-code середовище Framer.

У четвертому розділі оцінювалась відповідність розробленого вебсайту поставленій меті роботи на основі результатів А/В-тестування двох версій

сайту, проводився кількісний аналіз даних Framer Analytics та статистична перевірка гіпотези щодо впливу 3D-графіки на середню тривалість сеансу, показник відмов та загальну кількість переглядів сторінок.

У п'ятому розділі наводилось обґрунтування економічної ефективності впровадженого 3D-редизайну, здійснювався розрахунок витрат на розробку.

Отримані результати мають практичне значення для діджитал-агентств, фрілансерів та маркетологів, які прагнуть залишатися конкурентоспроможними у стрімко мінливому ландшафті веб-дизайну. Робота закладає фундамент для ширшого розуміння ролі 3D-графіки не лише як естетичного тренду, а як ефективного бізнес-інструменту з вимірюваним впливом на комерційні показники.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Arnedo, P. (2024). Three.js, Three-Fiber, and Spline – Which should you use?. Medium. <https://javascript.plainenglish.io/three-js-three-fiber-spline-which-is-best-6989f596d3a4>.
2. Chalki, A. (2025). How to build a visually stunning 3D Website with Spline animations. Emergent. <https://emergent.sh/tutorial/build-3d-website-spline-animations>.
3. Spline. (n. d.). FAQ. <https://docs.spline.design/basics/faq>.
4. Hallie, L. (2025). Optimizing Core Web Vitals in 2024. Vercel. <https://vercel.com/kb/guide/optimizing-core-web-vitals-in-2024>.
5. Das, A. (n. d.). How to Optimize WebGL for High-Performance 3D Graphics. Pixelfree studio. <https://blog.pixelfreestudio.com/how-to-optimize-webgl-for-high-performance-3d-graphics/>.
6. Zhen, Zhang, Wenqing, Deng, Yuxin, Wang, & Chunhui, Qi. (2024). Visual analysis of trustworthiness studies: based on the Web of Science database. *Frontiers in Psychology*. <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2024.1351425/full>.
7. Quadri, G.J., & Rosen, P. (2015). A Survey of Perception-Based Visualization Studies by Task. *Journal of latex class files*, 14(8). <https://arxiv.org/pdf/2107.07477>
8. Work.ua. (б. д.). Статистика зарплат в Україні. <https://www.work.ua/stat/>.
9. Chipo. (2025). I've Studied 50+ Hero Section Examples: Here Are the Best. ThriveThemes. <https://thrivethemes.com/hero-section-examples/>.
10. Framer. (n. d.). Help. <https://www.framer.com/help/>.
11. Bayanmunkh, B., Takeshi, K., Yoko, T., & Hiroki, M. (2012). The Effectiveness of an Interactive 3-Dimensional Computer Graphics Model for Medical Education. *Interact J Med Res*, 1(2):e2. DOI: 10.2196/ijmr.2172

12. Oh, J., Bellur, S., & Sundar, S. S. (2015). Clicking, Assessing, Immersing, and Sharing: An Empirical Model of User Engagement with Interactive Media. *Communication Research*, 45(5), 737-763. <https://doi.org/10.1177/0093650215600493>.
13. Уолтер, А. (2012). Емоційний веб-дизайн. Манн, Іванов та Фербер.
14. Sparkle, P. (2024). *The Power of a Strong Call-to-Action: Maximizing Lead Generation*. Playful Sparkle.
15. Xilogianni, C., Doukas, F.R., Drivas, I.C., & Kouis, D. (2022). Speed matters: What to prioritize in optimization for faster websites. *Analytics*, 1(2), 175-192.
16. Ingle, D.R. (2012). Hybrid Analysis and Design Model for Building Web Information. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, 9(4(3)), 516-535.
17. Michael, C., & Andrew, K. (2024). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2*. <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>.