

Ломакіна Ірина Миколаївна
 учитель вищої категорії, старший учитель, кафедра інформатики
Лицей № 241 «Голосіївський» міста Києва
Височинський Тимофій Олексійович
 учень 10 класу
Лицей № 241 «Голосіївський» міста Києва

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ 3D-МОДЕЛЕЙ НА САЙТАХ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ЇХ РОЗМІЩЕННЯ У ВЕБ-ПРОСТОРИ

Анотація. Останнім часом все більшої популярності набувають сайти з 3D-моделями. Однак, створення або додавання 3D-моделей на сайт вимагає від розробників відповідних знань і навичок, що збільшує вартість розробки та підтримки сайту. Також, є певні вимоги до потужності пристроїв користувачів, а деталізовані 3D-моделі довше завантажуються на сайт. У деяких випадках, використання 3D-моделей на сайті може бути зайвим і заважати цільовій аудиторії сприймати контент сайту. Але сфера 3D-дизайну сайтів постійно розширюється, як і удосконалюються інструменти розміщення моделей. Тому, залишається актуальним питання доцільності додавання 3D-моделей на веб-сайт, а переваги їх використання потребують постійного перегляду. В даній статті, в результаті дослідження, доповнені і уточнені переваги сайтів з 3D-моделями, наведені власні приклади. Друге розглянуте питання – велика кількість інформації і відсутність систематизації інструментів додавання моделей на сайт, в залежності від цілі розробника. У статті запропонована класифікація інструментів розміщення 3D-моделей у веб-просторі.

Ключові слова: 3D-модель, веб-простір, WebGL, Three.js, JavaScript-фреймворк, Babylon.js.

Iryna Lomakina
 Teacher of the Highest Category, Senior Teacher, Department of Informatics
Lyceum No. 241 "Holosiivskyi" of Kyiv
Tymofii Vysochynskyi
 student
Lyceum No. 241 "Holosiivskyi" of Kyiv

ADVANTAGES OF USING 3D MODELS ON WEBSITES AND RESEARCH INTO TOOLS FOR THEIR PLACEMENT IN THE WEB SPACE

Summary. In recent years, websites with 3D models have become increasingly popular due to their numerous advantages over traditional websites. However, creating or adding 3D models to the web environment requires certain skills and experience from developers, which increases the cost of development and maintenance. Additionally, 3D models require users to have an appropriate device performance, and detailed models take longer to load. In some cases, the use of 3D models may be unnecessary and even distract the target audience from the main content of the website. Despite these problems, the 3D web design industry is growing rapidly, and tools for adding 3D models to websites are becoming more accessible and efficient. As a result, the question of whether to include 3D models on websites remains very relevant, and the benefits of using such models, as well as the tools for adding them to websites, need to be constantly reviewed. Therefore, the first question of this article is to analyze the advantages of websites with 3D models, supported by practical examples. When creating websites with 3D models, developers often face difficulties caused by the lack of organized information about tools and methods for adding models based on specific goals. To solve this problem, this paper presents a classification of tools for integrating 3D models into the web environment, helping developers make informed decisions. Based on the analysis of tools for placing 3D models on a website, three main ways of adding a 3D model to a website have been identified: 1) Direct model creation in the browser using the WebGL framework, which supports point-to-point model creation. The disadvantage of this method is that it requires knowledge of geometry and matrix algebra in addition to programming. The advantage is that models are lightweight and do not require additional plug-ins. 2) More complex models are added to the website using one of the JavaScript frameworks. The most popular of them are Three.js (in first place) and Babylon.JS (in second place). 3) Ready-made windows where you can drag and drop a model and copy the ready-made code that the developer can paste into his code. This classification not only simplifies the choice of tools, but also provides an understanding of their suitability for different types of projects.

Keywords: 3D model, web environment, WebGL, Three.js, Babylon.js, JavaScript framework.

Постановка проблеми. Цифрова сфера і можливості програмування – напрямки, що швидко реагують на виклики та запити сучасного суспільства і дають змогу веб-дизайнерам використовувати не тільки інтерактивні 3D-моделі, але і їх анімацію, роблячи контент більш цікавим і наближеним до реального життя.

Однак, використання 3D-моделей вимагає від розробників – відповідних знань і навичок, що

збільшує вартість розробки та підтримки сайту. Також, є певні вимоги до потужності пристроїв користувачів, деталізовані 3D-моделі довго завантажуються на сайт, що не сприяє їх широкому використанню у веб-дизайні. У деяких випадках, використання 3D-моделей на сайтах (особливо анімованих) може бути зайвим і не тільки не додавати цінності, але і заважати цільовій аудиторії сприймати контент сайту. Тому, є розхо-

дження у поглядах як науковців так і фахівців-розробників з питання доцільності використання 3D-моделей у сфері веб-дизайну.

Таким чином, необхідно з'ясувати, суттєві переваги використання 3D-моделей на сайтах, щоб оцінити доцільність їх використання.

Друга проблема, яка досліджується у статті – це відсутність класифікації інструментів, а тому і способів, додавання 3D-моделей на сайт. Вирішення цієї проблеми має наукове і практичне значення і буде сприяти більш швидкому вибору засобів розробки сайту розробниками.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розглянемо переваги, які вже були визначені в науковій та спеціальній літературі.

У своїй статті Віктор Саламаха, фахівець в галузі IT 13 років, виділяє наступні переваги: реалістичність, гнучкість, покращена пошукова оптимізація, універсальність [1].

Питаннями дослідження засобів для розробки сайтів з 3D-елементами займалися Ткачук В.В., Семеріков С.О., Єчкало Ю.В., Маркова О.М., Мінтій М.М. [2, с. 159-167]. Сучасні інструменти, які дозволяють впроваджувати 3D-графіку на веб-сторінках розглянув у своїй статті Проценко І.Ю. [3, с. 23-27]. Особливості графічних бібліотек WebGL, Three.JS та Babylon.JS досліджували у своїх роботах Денисюк Я.В. [4] і Кучеренко А.О. [5].

Агенція креативної практики, Lazarev-agency, на своєму сайті зазначає: 3D-моделі привертають увагу до продукту, не бояться змін, підвищують рівень залученості та утримання покупців, мінімізують повернення товару, мотивують клієнтів натиснути кнопку «Замовити» [6].

Автори статті «Переваги та недоліки 3D-графіки» зазначають, що сайти з 3D-дизайном несуть більшу інформативність; складні геометричні об'єкти можна побачити з усіх боків; виділяють можливість обертати об'єкт, можливість бачити реальні пропорції [7].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. На погляд авторів, не всі переваги використання 3D-графіки у веб-просторі можна побачити у розглянутих джерелах, а деякі з вказаних потребують прикладів і уточнення для розуміння, чи потрібні 3D-моделі на конкретному сайті.

Тему класифікації інструментів розміщення 3D-моделей на сайті окремо не висвітлено у наукових і фахових джерелах. Вирішення цієї проблеми має наукове і практичне значення, тому що допоможе фахівцям не виконувати зайвої роботи.

Мета статті – доповнення і уточнення переваг використання 3D-моделей на сайтах та класифікація інструментів їх розміщення у веб-просторі.

У зв'язку з ціллю треба виконати наступні задачі: 1) дослідити переваги, які вже були визначені в науковій та спеціальній літературі; 2) уточнити список переваг, доповнивши їх власними прикладами; 3) дослідити найбільш популярні інструменти додавання 3D-моделей на сайт; 4) класифікувати інструменти за способом додавання моделей.

Виклад основного матеріалу дослідження. В результаті аналізу літературних джерел, визначені наступні переваги сайтів з 3D-елементами:

1. Реалістичність контенту (перевага вказана багатьма авторами). 3D-ігри, реклама з 3D-ефектами, 3D-фільми та ін. є невід'ємними атрибутами нашого життя. Тому, досконалість рендеру 3D-моделі, в порівнянні з фото реального об'єкта, привертає більшу увагу користувачів. Наприклад, у рекламі використано рендер моделі блюда, а не фото самого блюда, рендер моделі прикраси, а не фото реальної прикраси [8].

2. Гнучкість до змін. Однією із найвагоміших переваг сайтів з 3D-моделями є те, що їх контент можна досить легко модифікувати або взагалі замінити.

Розглянемо на прикладах:

1) Можливість модифікації. Розглянемо ситуацію: розроблено нову версію певного продукту і треба переробити відео із ним. Якби це був відеозапис, то прийшлося б його перезнімати. Це пов'язано з приміщенням-студією, професійною командою, апаратурою, декораціями [9].

На відміну від цього, із 3D-моделлю модифікація відбувається у спеціальному редакторі, для чого достатньо лише одного вмілого розробника моделей.

2) Можливість швидко замінити один візуальний контент іншим. Часто є просто неможливим зібрати (або замінити) складові сцени в одному приміщенні (замінити меблі в кімнаті, декор на стелі, освітлення та ін.) тільки для того, щоб сфотографувати, наприклад, для реклами. Тому, 3D-моделі в цій сфері широко використовуються на сайтах.

3) Мобільність. Ще одна перевага в тому, що 3D-проект поміщається у ноутбук, на відміну від автомобілів, побутової техніки та ін. Можливість «переносити» модель інтернет-мережею на будь-якій стадії готовності, незалежно від габаритів і фізичних властивостей реальних об'єктів, є безумовною перевагою.

3. Інтерактивність (перевага вказана багатьма авторами). Люди бачать реальний світ тривимірним, а основна частина веб-сторінок є «пласкими». Прагнути доторкнутися до об'єкта, що зацікавив, для людини властиво на рівні інстинктів. Тому тривимірний контент, який можна оглянути під різними кутами, «піднести ближче до очей», сприймається, як такий, якому можна довіряти [10].

4. Можливість використання тривимірної анімації [11].

У випадку наявності тривимірної анімації, користувачі мають можливість дослідити складові частини об'єкта, або дослідити, як рухаються персонажі, що зацікавлює користувачів у контенті сайту.

5. Можливість використання ігрового компонента і керувати об'єктами з клавіатури, як на сайті cartier.com [22].

6. Можливість використання віртуальної та доповненої реальності [8].

Таким чином, наявність 3D-моделей є безумовною перевагою на сучасному сайті.

Наступним кроком розглянемо інструменти розміщення 3D-моделей у веб-просторі.

1. Першим серед них треба виділити інструмент, який передбачає створення 3D-моделі «з нуля» – з точки (вершини).

Мова про WebGL (Web Graphics Library) – програмна бібліотека JavaScript, яка дозволяє створювати 3D-графіку, функціонуючу в браузері. WebGL Базується на OpenGL, який, в свою чергу, використовує мову програмування шейдерів – GLSL і має C-подібний синтаксис. WebGL цікавий тим, що код моделюється безпосередньо у браузері. Для цього він використовує об'єкт canvas, який був введений у HTML5. При роботі з GLSL-шейдерами треба описати кожен точку, лінію, грань. Це достатньо складний процес, що потребує знання геометрії та алгебри матриць. Приклад створення графічних об'єктів, їх текстуровання та анімації за допомогою WebGL описано у онлайн посібнику – «WebGLFundamentals» [12].

2. Далі розглянемо найбільш популярні JavaScript-фреймворки, за допомогою яких можна не тільки створити, але і додати вже готову модель на сайт, анімувати її.

Одним з таких інструментів є бібліотека JavaScript – Three.js [13]. Three.js – та інтерфейс прикладного програмування (API). Використовується для створення та відображення анімованої 3D-комп'ютерної графіки у веб-браузері. Three.js, на відміну від WebGL, вже має 3D-примітиви. Написання програми на Three.js починається з завантаження бібліотеки і підключення її у JS файлі. Далі створюється Canvas, до якого додаються нові об'єкти: Renderer, Scene, Camera, Mesh (або завантажуються готовий 3D-об'єкт). В подальшому прописують функції анімації, якщо цього потребує задум [14].

Всі етапи додавання на сайт готової 3D-моделі розглянуті у п'ятихвилинних відео «Adding a 3D model to a website using THREE.JS» і «Add 3D Model to WebSite in 5 Minutes – Three.js» [15; 16].

Процес додавання моделі та анімації можна дослідити на прикладі українського сайту «AERO 3D» [17].

Другий за популярністю фреймворк JavaScript та ігровий рушій – Babylon.JS. Це проект з відкритим кодом, що надає прості інструменти, які допомагають користувачам створювати 3D-ігри та веб-додатки. Він має багато функцій налаштувань і підтримує кросплатформну розробку [18]. Редактор включає в себе віддалене редагування коду і ярлики для швидкого доступу до файлів сценаріїв.

3. Наступні два інструменти дозволяють використовувати готовий код для додавання анімованої 3D-моделі на сайт.

Перший – провідна веб-платформа з 3D-моделями «Sketchfab» [19], на якій можна публікувати, ділитися, знаходити, купувати та продавати контент 3D, VR та AR.

Для розміщення 3D-моделі на своєму сайті за допомогою «Sketchfab» потрібно перейти на офіційний сайт і зареєструватися, після чого натиснути на кнопку «Embed» і виставити потрібні значення (розмір вікна, тему, підписи, автора

моделі, водяний знак тощо). Далі, скопіювавши HTML-код із вікна, що відкрилося, потрібно лише перенести код в документ, де розробляється проект.

Не менш популярний сервіс з використанням готового коду - Modelviewer – Easily display interactive 3D models on the web & in AR [20].

Переходимо на сайт, натискаємо «Editor». Відкривається «Model-viewer Editor» [21]. Перетягуємо модель в область вікна сайту. Лівою кнопкою мишки ми можемо обертати модель, правою – змінювати локацію. Затиснуте колесо мишки відповідає за рух камери: наближення, віддалення, огляд під іншим кутом.

Далі треба вказати першу локацію моделі, з якої ми хочемо почати. Для цього натискаємо на позначку камера (праворуч зверху) і кнопку SAVE CURRENT AS INITIAL. Тепер ця позиція, за умовчанням, буде відображена у коді.

Копіюємо отриманий код і вставляємо його у `<body></body>`.

Важливо зазначити, що файл .glb повинен бути в одній папці з html-файлом (стежити за шляхом в посиланні коду).

Далі підключається скрипт, який обробляє цей код. Його беремо на офіційному сайті [20] і розміщаємо перед закриттям: `</head>`.

На основі аналізу інструментів розміщення 3D-моделей на сайті можна підвести наступні підсумки:

1. Якщо розробнику треба додавати 3D-моделі близькі до базових геометричних форм, то краще використовувати WebGL, за допомогою якого моделі можна створювати безпосередньо у браузері. Там же її можна анімувати. Недолік цього метода – крім програмування, потребує знань математики. Найбільш відомим сайтом з використанням WebGL є портфоліо веб-розробника Бруно Саймона [21].

2. У випадку, коли моделі, що додаються, деталізовані і потребують створення у окремих графічних 3D-редакторах, це можна зробити за допомогою одного з JavaScript-фреймворків. Найбільш популярні з них Three.js (на першому місці) і Babylon.JS (на другому). Код додавання на сайт готової моделі можна відстежити на прикладі банера головної сторінки українського сайту «AERO 3D» [17].

3. І останній вид інструментів – готові вікна, в яких можна перетягнути модель і скопіювати готовий код, який розробник може вставити у свій код. Найбільш популярними з таких інструментів є Model-viewer і Sketchfab. Їх ціль – забезпечити можливість додавання 3D-моделей на сайт без розуміння складних технологій.

Висновки. Відповідно до цілі написання статті, першим було розглянуто питання переваг веб-сайтів із 3D-моделями, які були проаналізовані, уточнені і доповнені з підкріпленням практичними прикладами. Серед основних переваг використання 3D-моделей на сайті виділені наступні: реалістичність контенту; гнучкість до змін (можливість модифікації, можливість швидко замінити один візуальний контент іншим, мобільність); інтерактивність; можливість використання тривимірної анімації; можливість використання ігрового компонента; мож-

ливість використання доповненої і віртуальної реальності.

Далі, на основі аналізу інструментів розміщення 3D-моделей на сайті, було виявлено три основних способи додавання 3D-моделі на сайт:

– Безпосереднє створення моделі у браузері за допомогою фреймворку WebGL, який підтримує створення моделі з точки. Недолік цього метода – крім програмування, потребує знань геометрії та алгебри матриць. Перевага – моделі мають малу вагу і не потребують використання додаткових плагінів.

– Більш складні моделі додаються на сайт за допомогою одного з JavaScript-фреймворків. Найбільш популярні з них Three.js (на першому місці) і Babylon.JS (на другому).

– Готові вікна, в які можна перетягнути модель і скопіювати готовий код, який розробник може вставити у свій код. Найбільш популярні з них Model-viewer і Sketchfab.

Дана класифікація не тільки має ціль спростити вибір інструментів для веб-розробників, але й забезпечити розуміння щодо їх придатності для різних типів проектів.

Список літератури:

1. DIGITAL BUNNY. URL: <https://digital-bunny.com/3d/>
2. Ткачук В.В., Семеріков С.О., Єчкало Ю.В., Маркова О.М., Мінтій М.М. Засоби розробки доповненої реальності для Web: порівняльний аналіз. *Фізико-математична освіта*. 2020. Випуск 2(24). С. 159–167.
3. Проценко І.Ю., Оникієнко Ю.О. Застосування 3D-графіки в мережних технологіях для вирішення практичних завдань. *Електронна та Акустична Інженерія : науково-технічний журнал*. 2020. Т. 3, № 4. С. 23.
4. Денисюк Я.В. Інтерактивна система візуалізації 3d об'єктів : дипломний проект бакалавра : 123 Комп'ютерна інженерія. Київ, 2022. 79 с.
5. Кучеренко А.О. Особливості застосування графічних бібліотек сучасних браузерів : магістерська дис. : 171 Електроніка. Київ, 2019. 125 с.
6. П'ять причин, чому 3D-дизайн потрібен онлайн-бізнесу. URL: <https://cases.media/article/5-prichin-chomu-3d-dizain-potriben-onlain-biznesu>
7. Переваги та недоліки 3D-графіки. URL: <https://www.mukachevo.net/ua/news/view/1714877>
8. Доповнена реальність – взаємодія з Вашим бізнесом. URL: <https://aestar.com.ua/uk/ar-prymirka-juvelirnyh-pykras-v-dopovneniy-realnosti/>
9. MOROZOV. Власний відеопродакшн у складі рекламного агентства. URL: <https://morozov.agency/video-production>
10. Гейміфікація на сайті: що це таке й навіщо потрібно? URL: <https://webstudio2u.net/ua/design-web/915-geymifikatsiya-na-saite-dlya-biznesa>
11. Доповнена реальність у промисловості. Редуктор циліндричний. URL: <https://aestar.com.ua/wp-content/plugins/webar/model-viewer.php?model=Редуктор+циліндричний&lang=uk>
12. WEBGL: Fundamentals. URL: <https://webglfundamentals.org/webgl/lessons/>
13. Офіційний сайт Three.js. URL: <https://threejs.org/>
14. Three.js: Fundamentals. URL: <https://threejs.org/manual/#en/fundamentals> (дата звернення: 01.09.2023)
15. Add 3D Model to Web Site in 5 Minutes – Three.js Tutorial. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=1TeMXIWRrqE>
16. Adding a 3D model to a website using THREE.JS. URL: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=IGokKxJ8D2c>
17. Переносимо реальний світ у віртуальний. URL: <https://aero3d.ua/>
18. Редактор Babylon.js. URL: <https://editor.babylonjs.com/>
19. The leading platform for 3D & AR on the web. URL: <https://sketchfab.com/features/free-3d-models>
20. Easily display interactive 3D models on the web & in AR. URL: <https://modelviewer.dev/>
21. Modelviewer Editor. URL: <https://modelviewer.dev/editor/>
22. The Fabulous Cartier Journey URL: <https://www.cartier.com/en-gr/thefabulouscartierjourney>

References:

1. DIGITAL BUNNY. Available at: <https://digital-bunny.com/3d/>
2. Tkachuk V.V., Semerikov S.O., Yeckalo Yu.V., Markova O.M., Mintiy M.M. (2020). Zasoby rozrobky dopovnenoyi realnosti dlya Web: porivnyal'nyy analiz [Development Tools for Augmented Reality for the Web: A Comparative Analysis]. *Fiziko-matematichna osvita* [Physical and Mathematical Education]. Issue 2(24), pp. 159–167.
3. Protsenko I.Yu., Onikiyenko Yu.O. (2020). Zastosuvannya 3D-hrafiky v merezhnykh tekhnolohiyakh dlya vyreshennya praktychnykh zavdan' [Application of 3D Graphics in Network Technologies for Practical Tasks]. *Elektronna ta Akustychna Inzheneriya* [Electronic and Acoustic Engineering]: Scientific and Technical Journal. Vol. 3, No 4, p. 23.
4. Denysyuk Ya.V. (2022). Interaktyvna systema vizualizatsiyi 3D ob'yektiv [Interactive System for 3D Object Visualization]: Bachelor Thesis: 123 Computer Engineering. Kyiv, 79 p.
5. Kucherenko A.O. (2019) Osoblyvosti zastosuvannya hrafichnykh bibliotek suchasnykh brauzeriv [Features of Using Graphic Libraries of Modern Browsers]: Master's Thesis: 171 Electronics. Kyiv, 125 p.
6. Pyat' prychyn, chomu 3D-dyzayn potriben onlayn-biznesu [Five Reasons Why 3D Design Is Necessary for Online Business]. Available at: <https://cases.media/article/5-prichin-chomu-3d-dizain-potriben-onlain-biznesu>
7. Perevahy ta nedoliky 3D-hrafiky [Advantages and Disadvantages of 3D Graphics]. Available at: <https://www.mukachevo.net/ua/news/view/1714877>
8. Dopovnena real'nist' – vzayemodiya z Vashym biznesom [Augmented Reality – Interaction with Your Business]. Available at: <https://aestar.com.ua/uk/ar-prymirka-juvelirnyh-pykras-v-dopovneniy-realnosti/>
9. MOROZOV. Vlasnyy videoprodakshn u skladi reklamnoho ahenstva [In-House Video Production within an Advertising Agency]. Available at: <https://morozov.agency/video-production>
10. Heymifikatsiya na sayti: shcho tse take y navishcho potribno? [Gamification on the Website: What Is It and Why Is It Needed?]. Available at: <https://webstudio2u.net/ua/design-web/915-geymifikatsiya-na-saite-dlya-biznesa>

11. Dopovnena real'nist' u promyslovosti. Reduktor tsylindrychnyy [Augmented Reality in Industry. Cylindrical Gearbox]. Available at: <https://aestar.com.ua/wp-content/plugins/webar/model-viewer.php?model=Редуктор+циліндричний&lang=uk>
12. WEBGL: Fundamentals. Available at: <https://webglfundamentals.org/webgl/lessons/>
13. Official Three.js Website. Available at: <https://threejs.org/>
14. Three.js: Fundamentals. Available at: <https://threejs.org/manual/#en/fundamentals>
15. Add 3D Model to Website in 5 Minutes – Three.js Tutorial. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=1TeMXIWRrqE>
16. Adding a 3D model to a website using THREE.JS. Available at: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=lGokKxJ8D2c>
17. Perenosyamo real'nyy svit u virtual'nyy [Bringing the Real World into Virtual Reality]. Available at: <https://aero3d.ua/>
18. Babylon.js Editor. Available at: <https://editor.babylonjs.com/>
19. The leading platform for 3D & AR on the web. Available at: <https://sketchfab.com/features/free-3d-models>
20. Easily display interactive 3D models on the web & in AR. Available at: <https://modelviewer.dev/>
21. Modelviewer Editor. Available at: <https://modelviewer.dev/editor/>
22. The Fabulous Cartier Journey Available at: <https://www.cartier.com/en-gr/thefabulouscartierjourney>