

металла в кристаллизаторе, и, как следствие, качество конечной продукции.

Ключевые слова: МНЛЗ, слиток, кристаллизация, вторичное охлаждение, система автоматизированного управления, инвариантность, компьютерное моделирование.

Cherevko O. O., Shcherbakov S. V., Shapovalov A. I.

INVARIANT SYSTEM OF AUTOMATIC REGULATION OF THE METAL LEVEL IN THE CCM CRYSTALLIZER

The operation of the automatic control system (ACS) of the metal level in the continuous casting crystallizer has a significant impact on the surface quality of the ingot. Breaks in the stream of metal entering the crystallizer, as well as level fluctuations lead to the formation of surface defects of the ingot. Large deviations from the set level can lead to emergencies.

The analysis of the operation of the existing ACS metal level in the crystallizer has done. It has been established that the main disturbance in the load, which leads to level fluctuations, is a change in the ingot pulling speed that occurs when changing the bucket and the pouring nozzle, when switching to the second bucket stopper, when the breakout warning system is triggered, and for other reasons.

To increase the dynamic accuracy of stabilization of the metal level, a block diagram of a combined ACS is proposed, using the principles of control for deviation and perturbation. Corresponding proposals have been made to improve the system.

The functioning of the control system is tested on models. It is proved that the developed ACS is absolutely invariant to load disturbance.

Research have shown that the proposed innovations can significantly improve the conditions of the secondary cooling of the ingot, improve the quality of stabilization of the metal level in the crystallize, and, as a result, the quality of the final product.

Keywords: continuous casting machine, ingot, crystallization, secondary cooling, automated control system, invariance, computer simulation

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Воротнікова З. Є.

Стаття надійшла

УДК 004.92

Ясінська Т. А., Федотова Н. А., Вашенко С. М.

ВЕБ-РЕСУРС ВІЗУАЛІЗАЦІЇ 3D-МОДЕЛЕЙ

Стаття присвячена вирішенню актуальної практичної задачі візуалізації 3D-моделей різних форматів без спеціалізованого програмного забезпечення. Проведено аналіз сучасного стану питання, технологій реалізації та ресурсів-аналогів. Згідно сучасних тенденцій розвитку інформаційних технологій реалізацію виконано у форматі веб-ресурсу. Базовою технологією реалізації висунутих функціональних вимог обрано WebGL.

Даний вид технологій застосовується на веб-сторінках Інтернет-магазинів, різних фірм, в системі дистанційного навчання. Причиною даного явища є те, що за рахунок

додавання тривимірних елементів в структуру веб-сторінки розробники сайтів отримують особливий ефект у дизайні.

Структура ресурсу веб-сторінки була розроблена шляхом прототипування за допомогою програмного продукту Adobe Photoshop. Даний етап дозволив узгодити з замовником розміщенні основних блоків та встановити загальну кольорову гамму.

Засобами мов HTML та CSS було виконано розмітку та подальше форматування веб-сторінки у відповідності до фінального вигляду прототипу.

За допомогою функцій та методів мови програмування JavaScript до пульту керування були додані функції, що відповідають за коректну реакцію на дії користувача, а саме - зміна кольору моделі, налаштування чотирьох джерел світла за моделлю освітлення Фонга, вибір бажаного проєкційного виду для перегляду моделі, масштабування сцени.

Стаття містить опис практичної реалізації проекту: прототипування та макетування веб-сторінки, опис реакцій на дії користувача, розробку функцій маніпуляцій з моделлю.

Веб-ресурс реалізовано у вигляді одинарної веб-сторінки, клієнтська частина якої є панель з реалізованими елементами керування (кнопки, check-box, list та інші) та забезпечує виконання функціональних можливостей.

Результатом проведеної роботи є розроблений веб-ресурс, який виконує всі встановлені вимоги. Розробка може використовуватися як в професійній діяльності ІТ-фахівця з 3D-моделювання, так і в навчальному процесі закладів освіти на спеціальностях напрямів інженерія/3D-моделювання.

Ключові слова: WEBGL, веб-ресурс, технології, візуалізація, 3D-модель, JSON.

Постановка проблеми.

В сучасному світі неможливо уявити комфортну діяльність користувача без використання веб-технологій: веб-додатків, веб-ресурсів, веб-сайтів тощо. Створення даних технологій є актуальним питанням, адже такі ресурси дають можливість сформувати інформацію у доступному форматі для користувача в глобальному масштабі та є апаратно-незалежними та крос-платформними.

Також поряд з розвитком веб-технологій популярність набирає 3D-моделювання. Розробники веб-браузерів майже щодня оновлюють версії своїх продуктів, тому сучасні веб-браузери отримують можливість відображення тривимірної графіки в Інтернеті. З використанням даних технологій користувач може не лише переглядати статичне зображення, а й власноруч керувати тривимірними об'єктами (обертати, масштабувати, переміщувати модель та вивчати її структуру) [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Традиційно підтримка відображення 3D моделей обмежена використанням високопродуктивних персональних комп'ютерів або спеціалізованими ігровими консолями, а програмування відповідних модулів вимагає застосування складних обчислювальних алгоритмів для реалізації даного процесу. Проте завдяки стрімкому розвитку потужностей комп'ютерної техніки та розширення функціональних можливостей веб-браузерів, створення та відображення тривимірної графіки з використанням веб-технологій стали можливими і набувають актуальності [2, 3].

На сьогоднішній день технологій для завантаження тривимірних елементів на веб-сторінку існує невелика кількість [3]. Згідно [4] найбільш популярні: Adobe Flash, Silverlight

та WebGL (табл.1). Більшість з них на сьогодні лише розвивається і набуває популярності. Наприклад, технологія WebGL [2] з'явилась на ринку сайтобудування наприкінці 2014 року і на даний час перебуває у стані стрімкого розвитку та набуття популярності.

Таблиця 1

Критерій	Adobe Flash	Microsoft Silverlight	WebGL
Крос-платформність	+	-	+
Захист коду від копіювання	+	+	-
Підтримка мобільних пристроїв	+android -ios	-	+android +ios
Інсталювання додаткового плагіну	+	+	-

Головною перевагою WebGL є побудова 3D-моделей безпосередньо при формуванні веб-сторінки, що не вимагає встановлення додаткових розширень або підключення додаткових бібліотек з боку користувача [5].

Це дозволяє програмному коду WebGL успішно виконуватися практично на будь-якому пристрої та легко інтегруватися з іншими веб-серверами та соціальними мережами [2, 6].

Було проведено аналіз найбільш популярних веб-ресурсів, які забезпечують можливість інтеграції 3D-моделей у веб-сторінки. У табл. 2 наведено критерії та результати аналізу.

Таблиця 2

Назва критерію	Назва ресурсу			
	Sketchfab	Blend4Web	Modelo.io	VERGE3D
1. Використання ресурсу без реєстрації	-	-	-	-
2. Можливість завантаження моделі з розширенням .obj	-	-	-	-
3. Можливість роботи без інсталяції ресурсу	+	-	+	-
4. Використання повного функціоналу при наявності безкоштовного профілю	-	+	+	-
5. Можливість поширення моделі на власний сайт	-	+	-	+

Мета (завдання) дослідження.

З розвитком 3D моделювання з'являються нові плагіни для комфортної роботи зі складними моделями, роблячи їх максимально наближеними до об'єкту-оригіналу. В роботі фахівця даної галузі можлива ситуація, коли потрібно продемонструвати/переглянути модель за умови відсутності відповідного програмного забезпечення.

Тому виникає необхідність у розробці спеціального програмного забезпечення, яке вирішило цю проблему та було б максимально платформонезалежним.

Тому метою роботи є розробка веб-ресурсу, який повинен надати можливість завантаження, перегляду та виконання базових маніпуляцій з властивостями як самого об'єкта, так і сцени. Такий ресурс має бути універсальним для всіх можливих форматів 3D моделей. В якості базової технології прийнято рішення використовувати WebGL.

Розробка повинна бути реалізована у вигляді веб-ресурсу, клієнтська частина якої є панель, реалізована елементами керування (кнопки, check-box, list та інші) та забезпечує виконання таких маніпуляцій з моделлю:

- зміна кольору моделі;
- налаштування чотирьох джерел світла за моделлю освітлення Фонга;
- вибір бажаного проєкційного виду для перегляду моделі;
- масштабування сцени.

Основний матеріал дослідження.

Для забезпечення ефективності розробки на етапі проектування розроблено сценарій роботи користувача з майбутнім ресурсом, виділено всі можливі варіанти використання. Результат такого дослідження викладено у Use-case діаграмі (рис. 1).

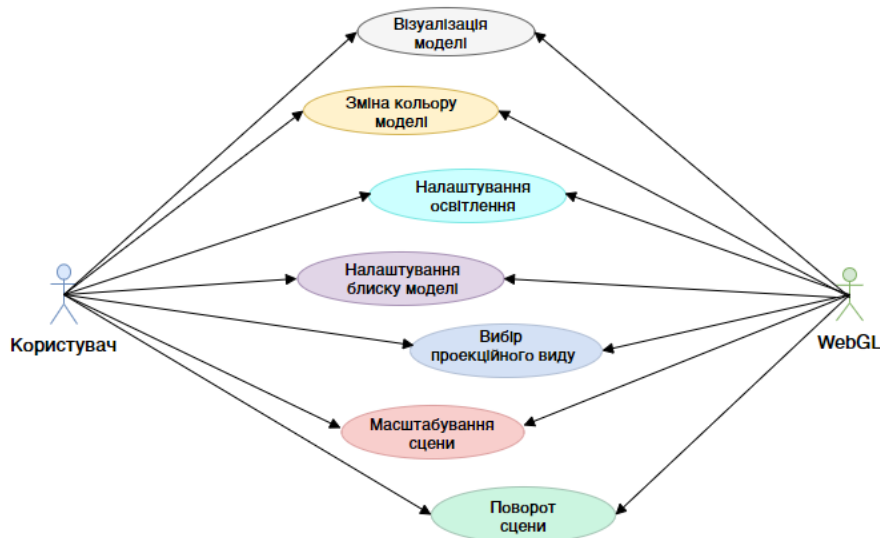


Рисунок 1 – Діаграма варіантів використання

Перш ніж виконувати формування веб-сторінки необхідно виконати прототипування майбутнього ресурсу. Під час виконання даного процесу визначено розміщення та кількість основних блоків (рис. 2).

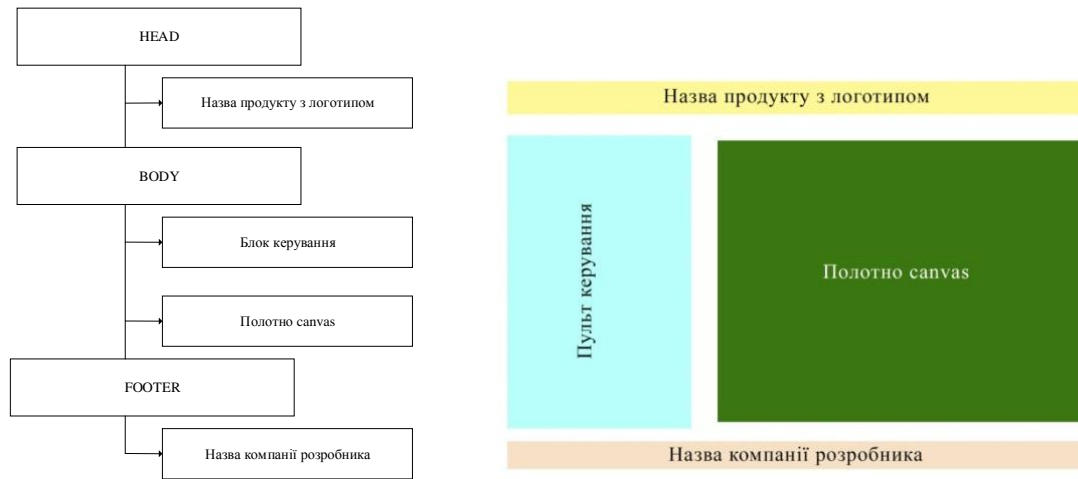


Рисунок 2 – Схематичний вміст сторінки

Взаємодія користувача зі сторінкою реалізується засобами блоку «пульт керування» в макеті. Прототип цього блоку передбачає наявність елементів керування для реалізації можливих варіантів використання веб-ресурсу (рис. 3, виділено пунктиром).

Важливим етапом виконання розробки є макетування сторінки згідно розроблених прототипів та її дизайнерське оформлення засобами мов HTML та CSS. Згідно макета тіло сторінки було розбито на окремі блоки. Формування userfriendly інтерфейсу та комфортне сприйняття інформації користувачем забезпечується використанням власної колекції стилів.

Загальний вигляд веб-ресурсу представлений на рис. 3.

Останнім етапом виконання розробки є програмування логіки роботи ресурсу. Перш ніж перейти безпосередньо до розробки функцій маніпуляцій над 3D-моделлю, базуючись на методах та атрибутах технології WebGL, було додано до пульта керування та полотна canvas обробники подій реакцій на дії користувача. Даний функціонал реалізовано за допомогою засобів мови JavaScript.

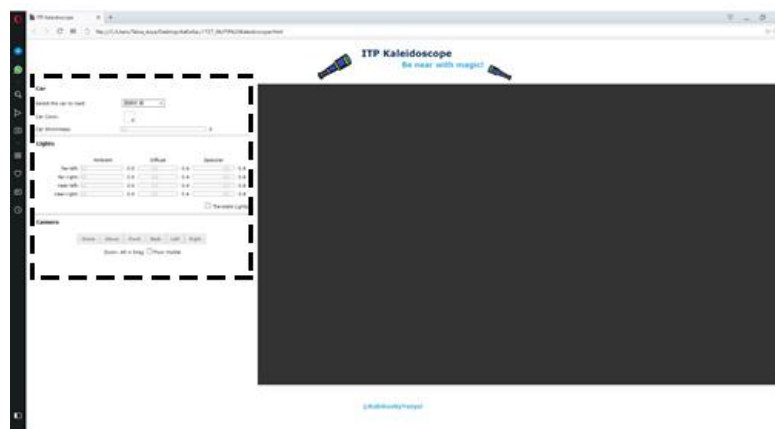


Рисунок 3 – Сторінка веб-ресурсу

Після цього виконувалася безпосередня розробка функціоналу веб-ресурсу щодо реалізації маніпуляцій з 3D-моделлю, використовуючи засоби технології WebGL.

Розробка кожної операції маніпуляції над моделлю реалізовувалась на прикладі роботи з примітивними моделями.

Першою операцією з моделлю, яку буде виконувати користувач, є завантаження файлу та візуалізація цієї моделі.

Оскільки WebGL не надає методи API для передачі незалежних даних вершин моделі в конвеєр рендеринга, тому перш за все необхідно записати всі вершини в масив JavaScript, а потім створити буфер вершин WebGL з цим масивом. При цьому також формується масив індексів вершин, який містить інформацію про порядок з'єднання вершини для формування поверхні. Такий підхід є трудомістким. При такому підході легко реалізувати процес візуалізації примітивів, наприклад, кубу чи піраміди на полотні canvas.

Проте, якщо говорити про візуалізацію повноцінної та складної моделі, існує велика ймовірність того, що індекси будуть записані з порушенням порядку слідування, що призведе до некоректного відображення моделі. Тому було прийнято рішення використовувати файли формату *.json, що передбачено парадигмою технології WebGL. Окремим аргументом цього вибору став також той факт, що JSON є підмножиною об'єктної літеральної нотації JavaScript, а це, в свою чергу, спрощує роботу з ним на веб-сторінці.

Стандартними засобами бібліотек технології WebGL виконано реалізацію базових операцій маніпуляції з моделлю. А саме: зміна забарвлення моделі, масштабування та поворот сцени за допомогою маніпулятора типу миша, налаштування чотирьох джерел освітлення за моделлю Фонга, механізми роботи з камерами на основі проєкційного перетворення. Копії екранів з демонстрацією виконання вказаних функцій наведено на рис. 4 та 5.

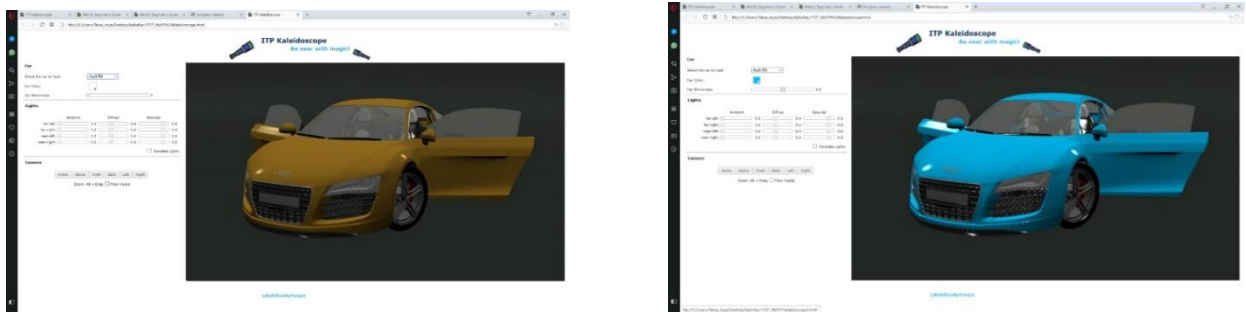


Рисунок 4 – Зміна кольору та додавання блиску

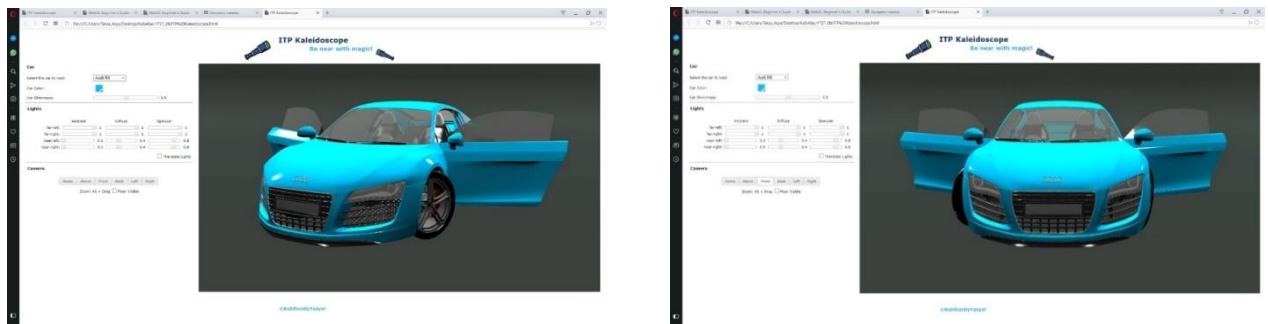


Рисунок 5 – Налаштування джерел світла та зміна проєкційного виду

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження питання використання 3D-моделей в практичній роботі показало, що часто виникає необхідність демонстрації та виконання базових маніпуляцій з моделлю за умови відсутності встановленого спеціалізованого програмного забезпечення. Для вирішення цієї проблеми розроблено веб-ресурс «ІТР Kaleidoscope», який дозволяє завантажувати, переглядати та виконувати маніпуляції з моделлю та сценою. Реалізований функціонал повністю відповідає заявленим вимогам. Забезпечується робота незалежно від платформи та формату моделі. Використання Інтернет-технологій робить запропонований ресурс доступним для користувача незалежно від часу та місця знаходження.

Проведене тестування готового продукту показало, що існують випадки некоректної візуалізації моделі на сцені, пов'язані з особливостями роботи конкретного веб-браузера. За результатами цього складено перелік рекомендованих до використання браузерів. Тому в подальшому заплановано розробку окремого модуля, який дозволить при завантаженні сторінки виконувати перевірку підтримки веб-браузером обраної технології.

Значимість виконаної розробки підтверджується використанням запропонованої розробки в навчальному процесі секції інформаційних технологій проектування кафедри комп'ютерних наук (Сумський державний університет) при проведенні лекційних занять з дисциплін «Комп'ютерна графіка» та «Технології комп'ютерного проектування». Це сприяє покращенню сприйняття матеріалу.

Список використаних джерел:

1. Бочков, А. Л. Графика и мультимедиа для Web / А. Л. Бочков, А. В. Меженин. – СПб. : СПбГИТМО(ТУ), 2002. – 44 с.
2. Трехмерная графика в вебе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bit.ly/2FRRw8X>
3. О будущем веб дизайна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cakelabs.com/blog/caketeam/webgl/>
4. Adobe Flash vs HTML5 vs Silverlight. Возможное мультимедийное будущее Интернета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yvision.kz/post/42077>
5. Создание веб-сервера для работы с 3D моделями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bit.ly/2OIBx1b>
6. WebGL-publisher [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.webgl-publisher.com>

Ясинская Т. А., Федотова Н. А., Ващенко С. М.

ВЕБ-РЕСУРС ВИЗУАЛИЗАЦИИ 3D-МОДЕЛЕЙ

Статья посвящена решению актуальной практической задачи визуализации 3D-моделей различных форматов без специализированного программного обеспечения. Проведен анализ современного состояния вопроса, технологий реализации и ресурсов-аналогов. Согласно современным тенденциям развития информационных технологий реализацию

выполнен в формате веб-ресурса. Базовой технологии реализации выдвинутых функциональных требований избран WebGL. Статья содержит описание практического выполнения проекта: прототипирования и макетирования веб-страницы, описание реакций на действия пользователя, разработку функций манипуляций с моделью. Результатом проведенной работы является разработанный веб-ресурс, который выполняет все установленные требования. Разработка может использоваться как в профессиональной деятельности IT-специалиста по 3D-моделированию, так и в учебном процессе по специальностям направлений инженерия / 3D-моделирование.

Ключевые слова: WEBGL, веб-ресурс, технологии, визуализация, 3D-модель, JSON.

Yasinska T. A., Fedotova N. A., Vashchenko S. M.

WEB RESOURCE FOR 3D-MODELS VISUALISATION

The paper is devoted to solving the actual practical task of 3D-models rendering in different formats without specialized software. Current state of the issue, implementation technologies and analog resources analyze was conducted. According to modern trends in information technology development, the implementation is done in the web resource format. WebGL was chosen as the basic technology for the implementation functional requirements.

This type of technology is used on the web pages of online stores, different companies, in the distance learning system. The reason of this fact, is that by adding three-dimensional elements to the structure of the web page, the site developers get a special effect on the design.

The structure of the web page resource was designed by prototyping, using Adobe Photoshop software. This phase made it possible to coordinate with the customer the placement of the main blocks and to establish a common color scheme.

By using HTML and CCS markup and formatting the webpage was made according to the final prototype.

Thanks to the functions and methods of the JavaScript programming language to the remote control functions responsible for correct reaction to user actions, namely, changing the color of the model, adjusting the four light sources for the Phong lighting model, selecting the desired projection to view the model, scaling the scene have been added.

The paper describes the practical project realize: prototyping and layout of the web page, description of reactions to user actions, development functions for manipulation with the model.

The web resource was made as a single web page, the client's section of which is a panel with implemented controls (buttons, check-box, list, etc.) and provides the performance of functional possibilities.

As a result, web resource was developed. This product fulfills all established requirements. The resource can be used both in the professional activity of an IT specialist in 3D-modeling, as well as in the educational process for specialties of engineering / 3D-modeling.

Keywords: WEBGL, web resource, technologies, visualization, 3D model, JSON

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Лавров Є. А.

Стаття надійшла 15.11.2019 р.