

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КЛИЕНТСКИХ ВЕБ-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ 3D-ГРАФИКИ

*Панко П.А.,*

*магистрант 2 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь*  
Научный руководитель – Корчевская Е.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

В настоящее время веб-технологии активно применяются для отображения и обработки трёхмерной графики. Современные веб-браузеры предоставляют доступ к низкоуровневым графическим интерфейсам, таким как WebGL, что позволяет использовать аппаратное ускорение графики и создавать интерактивные 3D-приложения без установки дополнительного программного обеспечения. Это расширяет возможности применения браузерных решений в образовательных, научных и прикладных информационных системах.

Практика разработки браузерных 3D-приложений показывает, что даже при использовании готовых графических библиотек значительная часть логики приложения остаётся на стороне разработчика. К таким задачам относятся управление структурой сцены, организация жизненного цикла объектов, настройка камер и источников освещения, а также обработка пользовательского взаимодействия. Реализация указанных функций требует повторного проектирования сходных архитектурных решений в рамках каждого отдельного проекта, что приводит к усложнению программного кода и снижению его масштабируемости.

Таким образом, актуальность работы обусловлена необходимостью систематизации и централизованной реализации перечисленных функций управления в рамках специализированного клиентского 3D-движка, обеспечивающего единый архитектурный подход и более высокий уровень абстракции при разработке браузерных трёхмерных приложений.

Целью работы является исследование возможностей клиентских веб-технологий для обработки и визуализации 3D-графики, а также разработка клиентского 3D-движка, предназначенного для создания интерактивных приложений, функционирующих в среде веб-браузера.

**Материал и методы.** В процессе разработки программного обеспечения использовались клиентские веб-технологии, включая язык программирования TypeScript, графическую библиотеку Three.js и стандарт WebGL. Архитектура движка проектировалась на основе модульного подхода, обеспечивающего разделение функциональности на независимые и слабо связанные подсистемы. В качестве среды выполнения применялись современные веб-браузеры, поддерживающие аппаратное ускорение графики.

**Результаты и их обсуждение.** В ходе выполнения работы был разработан клиентский 3D-движок, обеспечивающий дополнительный уровень абстракции над низкоуровневыми средствами работы с трёхмерной графикой в веб-браузере. Основной задачей разработки являлась формализация и структурирование типовых операций управления трёхмерной сценой, которые при прямом использовании графических библиотек реализуются разработчиком вручную.

Архитектура движка построена на модульном принципе и включает следующие основные компоненты:

- ядро управления жизненным циклом приложения, отвечающее за инициализацию, обновление и завершение работы сцены;
- подсистему управления сценой, реализующую иерархическую организацию объектов и их взаимодействие;
- модуль камер, обеспечивающий настройку параметров проекции и управление положением наблюдателя;
- подсистему освещения, включающую механизмы конфигурирования источников света и расчёта визуальных характеристик объектов;
- модуль загрузки ресурсов, предназначенный для импорта и отображения трёхмерных моделей и вспомогательных данных.

Взаимодействие между компонентами организовано через унифицированный программный интерфейс, что обеспечивает слабую связность модулей и возможность их расширения без изменения базовой архитектуры.

Разработанный движок предоставляет высокоуровневый API для создания и управления объектами сцены, задания трансформаций (перемещение, вращение, масштабирование), настройки визуальных параметров и обработки пользовательского взаимодействия. Это позволяет существенно сократить объём прикладного кода и стандартизировать структуру 3D-приложений.

Для проверки практической применимости предложенного решения на базе движка было реализовано демонстрационное трёхмерное приложение, включающее динамическую сцену с управляемой камерой и системой освещения.

**Заключение.** В работе исследованы возможности клиентских веб-технологий для обработки и визуализации 3D-графики. Разработан клиентский 3D-движок, упрощающий процесс создания интерактивных трёхмерных приложений в браузере и демонстрирующий эффективность применения WebGL и современных веб-стандартов. Полученные результаты подтверждают перспективность использования браузерных технологий для разработки полнофункциональных 3D-систем, а также возможность дальнейшего расширения движка за счёт поддержки виртуальной реальности и других современных интерфейсов взаимодействия.

1 Ермоченко, С.А. Проектирование программного обеспечения: методические рекомендации / С.А. Ермоченко, Е.А. Корчевская; М-во образования Республики Беларусь, Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», Каф. прикладного и системного программирования. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2023. – 51 с. URL: <https://rep.vsu.by/handle/123456789/39662> (дата обращения: 10.02.2026).

2 Three.js Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://threejs.org/docs/> – Дата обращения: 10.02.2026.

3 WebGL Specification [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.khronos.org/webgl/> – Дата обращения: 12.02.2026.

## **РАЗРАБОТКА VR-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КРАНИОТОМИИ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY**

***Пастухов А.Ю.,***

*магистрант 1 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель – Шлапаков С.А., канд. физ.-мат. наук, доцент*

С развитием высокотехнологичной медицины планирование сложных нейрохирургических вмешательств, таких как краниотомия, требует максимальной точности и наглядности. Традиционные 2D-снимки МРТ и КТ не всегда дают полное представление о пространственном расположении опухолей и сосудов. В связи с этим актуальной является задача разработки VR-приложения, позволяющего хирургу проводить виртуальную «репетицию» краниотомии в иммерсивной среде.

Целью работы является разработка методики интеграции VR-технологий в процесс предоперационной подготовки для повышения точности хирургического планирования и снижения рисков при проведении краниотомии.

**Материал и методы.** Для разработки использовались следующие технологии:

- 3D Slicer: для сегментации медицинских данных формата DICOM и генерации первичных полигональных сеток.
- Blender: для репотологии, оптимизации сетки и текстурирования моделей с целью обеспечения высокой производительности в VR.
- Unity: в качестве основного игрового движка для сборки сцены и настройки взаимодействия.
- C#: для написания скриптов манипуляции инструментами и навигации в виртуальном пространстве.