

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>  
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2024, Том 11, № 1 / 2024, Vol. 11, Iss. 1 <https://resources.today/issue-1-2024.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/10INOR124.pdf>

DOI: 10.15862/10INOR124 (<https://doi.org/10.15862/10INOR124>)

2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Левошин, Д. А. Алгоритмы совершенствования визуализации графического пользовательского интерфейса средствами дополненной реальности / Д. А. Левошин, Е. И. Горожанина // Отходы и ресурсы. — 2024. — Т. 11. — № 1. — URL: <https://resources.today/PDF/10INOR124.pdf> DOI: 10.15862/10INOR124

**For citation:**

Levoshin D.A., Gorozhanina E.I. Algorithms for improving the visualization of a graphical user interface using augmented reality. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2024; 11(1): 10INOR124. Available at: <https://resources.today/PDF/10INOR124.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/10INOR124

**УДК 004.94**

**Левошин Данила Алексеевич**

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», Самара, Россия  
E-mail: [anachronix1@mail.ru](mailto:anachronix1@mail.ru)

**Горожанина Евгения Ивановна**

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», Самара, Россия  
Доцент  
Кандидат технических наук  
E-mail: [zhdanova63@gmail.com](mailto:zhdanova63@gmail.com)

## **Алгоритмы совершенствования визуализации графического пользовательского интерфейса средствами дополненной реальности**

**Аннотация.** В статье представлены методики и алгоритмы совершенствования визуализации графического пользовательского интерфейса средствами дополненной реальности в сфере образования. Представлена общая схема структуры приложения, включающая модули: графический интерфейс пользователя, веб-приложение, блок визуализации. На схеме отображен объект «камера», он позволяет получить изображение реальной среды, которое отправляется в блок визуализации и блок обработки изображения.

Рассмотрены внутренние методики, которые использует мобильное приложение для визуализации дополненной реальности: визуализация объекта в соответствии с ракурсом, совмещение объекта с изображением реальной среды. Совмещение объекта с изображением реальной среды позволяет студентам наблюдать трехмерные объекты или модели и проводить интерактивные эксперименты, улучшая процесс обучения. Разрабатываемое приложение основано на применении техник рассеянного освещения, зеркального отражения, преломления и других аспектов физического освещения. Это позволяет создать визуально привлекательные сцены с учетом сложных взаимодействий света с поверхностью объектов.

Рассмотрены функции блока графического интерфейса пользователя, а именно вход в систему, загрузка новых объектов, манипуляция с объектами в пространстве. Выделены группы пользователей и доступные им функции. Группы пользователей приложения: преподаватель (права доступа: просмотр информации, управление курсами, обратная связь, просмотр работ);

студент (права доступа: просмотр информации, подача работ). Выделены и описаны модули и компоненты веб-приложения: сервер приложения, форма действий, компоненты модели данных, база данных.

Сделаны выводы о перспективности интеграции технологий дополненной реальности в графический интерфейс пользователя в сфере образования.

**Ключевые слова:** веб-приложение; веб-технологии; дополненная реальность; AR-приложения; сфера образования; графический интерфейс пользователя; интеграция

## Введение

Информационные технологии с каждым годом все более глубоко проникают во все сферы деятельности человека. На сегодняшний день происходит активное становление новой системы образования, которое ориентировано на вхождение в мировое информационно-образовательное пространство. Исследования показали, что существует значительная разница в знаниях людей, обучаемых при наличии компьютера, и людей, процесс обучения которых проходил без наличия информационной технологии. Компьютеризация и информационные технологии становятся не дополнением в обучении, а неотъемлемой частью образовательного процесса. Все большее внимание уделяется важности и перспективам веб-приложений, их роли в повышении эффективности обучения, доступности знаний и создании инновационных образовательных сред [1–3].

В разработке веб-приложений для образовательных процессов используются современные тренды и подходы. Целью этих технологий в образовательном процессе является: повышение качества обучения, повышение активности обучаемых к познавательной деятельности, оптимизация поиска необходимой информации, развитие мышления, освоение навыков работы с информацией и различными программными продуктами. Применяя современные технологии в сфере образования, мы не только расширяем горизонты учебного процесса, но и способствуем более глубокому пониманию влияния веб-приложений на формирование знаний и развитие образовательных процессов.

Цель исследования: рассмотреть ключевые аспекты интеграции технологии дополненной реальности в графические пользовательские интерфейсы в сфере образования.

## Визуализация средствами дополненной реальности

Алгоритмы и методики совершенствования визуализации графического пользовательского интерфейса средствами дополненной реальности представлены на рисунке 1.

Принцип работы мобильного приложения с элементами дополненной реальности заключается в наведении камеры на маркеры, которые загружены в память веб-приложения. Наводя камеру на них, приложение подтягивает 3D изображение, что позволяет студенту видеть на экране мобильного устройства объемное изображение. Так же благодаря камере он получает изображение реальной среды, которое отправляется в блок визуализации и блок обработки изображения.

Главной частью этого механизма выступает обработка изображения, она передает в блок визуализации ракурс с камеры, который в дальнейшем необходим для определения визуальной составляющей объекта.

Рассмотрим внутренние методики, которые использует мобильное приложение для визуализации дополненной реальности.

Блок визуализации состоит из двух компонентов и четырех методик:

1. Визуализация объекта в соответствии с ракурсом.

Для того чтобы представить объект с разных точек зрения необходима визуализация объекта в соответствии с его ракурсом. При рассмотрении объекта угол играет решающую роль в определении того, как объект выглядит и как воспринимаются его особенности [4; 5].

Эффект визуализации объекта в дополненной реальности под разными углами может быть достигнут путем наложения виртуального материала на изображение реального мира. Приложения дополненной реальности могут использовать камеру устройства для съемки физической среды, а затем накладывать виртуальные объекты или аннотации на видеопоток в реальном времени.

В целом, визуализация объекта в соответствии с углом обзора обеспечивает мощный инструмент для изучения, анализа и осмысления объектов или сцен с разных точек зрения, что приводит к более полному пониманию и совершенствованию процессов принятия решений.

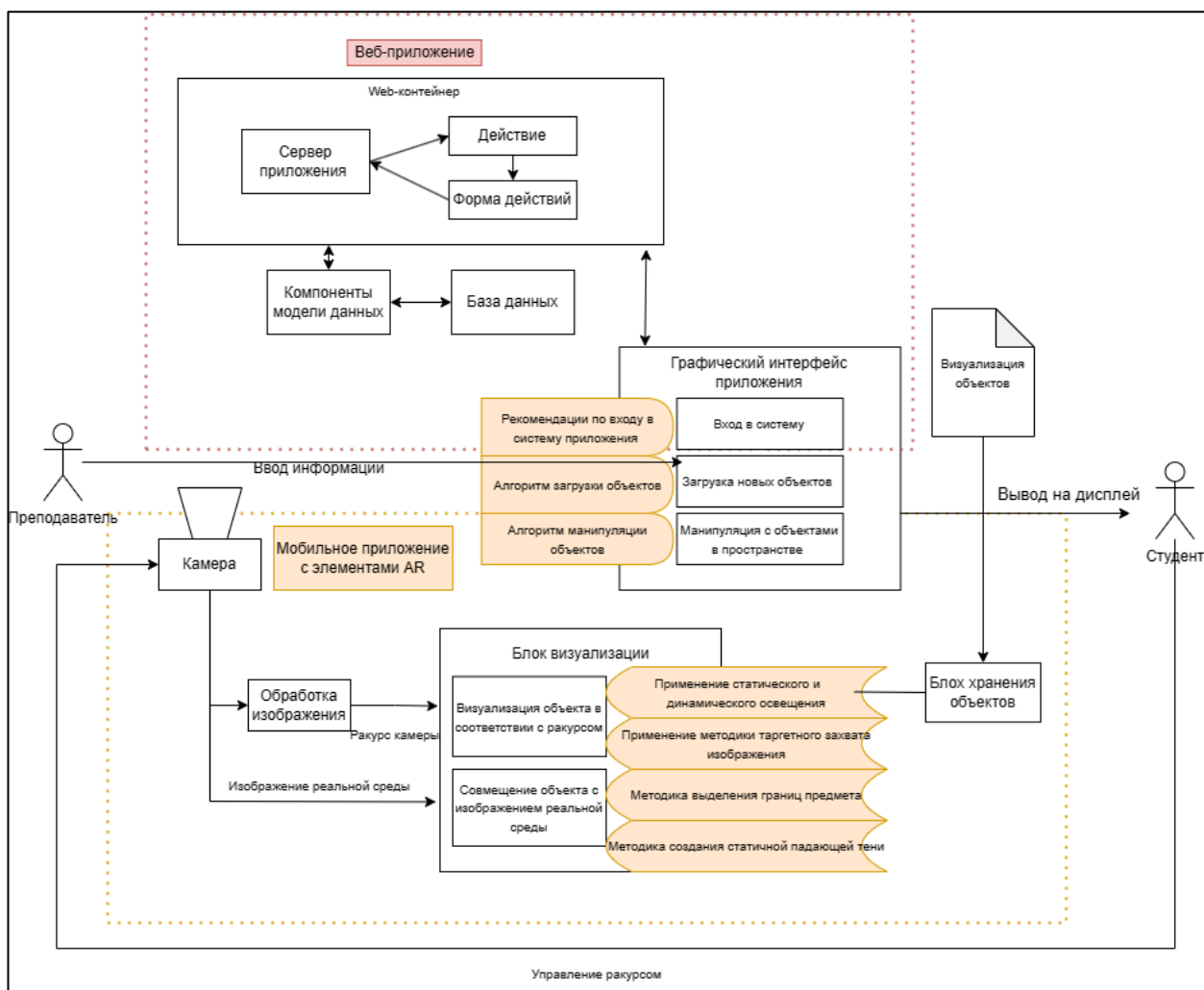


Рисунок 1. Общая схема структуры приложения (составлено авторами)

2. Совмещение объекта с изображением реальной среды.

Совмещение объекта с изображением реальной среды относится к процессу встраивания виртуальных объектов или информации в реальное окружение. Эта технология позволяет наложить или совместить сформированные элементы или данные на видеопоток реального мира, создавая эффект объединения виртуального и реального.

Совмещение объекта с изображением реальной среды нашло применение в образовательных целях. Оно позволяет студентам видеть абстрактные концепции, наблюдать трехмерные объекты или модели в реальных масштабах и проводить интерактивные эксперименты, улучшая процесс обучения и понимание сложных материалов [6–8].

Рассмотрим методы, которые применяются для визуализации объектов.

1. Применение статического и динамического освещения.
2. Исследование различных моделей освещения, таких как модель Фонга или модель Ламберта, и их применение для достижения реалистичных эффектов освещения.
3. Анализ и реализация техник рассеянного освещения, зеркального отражения, преломления и других аспектов физического освещения.
4. Разработка алгоритмов для создания динамического освещения, учитывающих изменение источников света и их воздействие на объекты в реальном времени.

Разрабатываемое приложение объединяет современные методы визуализации, включая исследование разнообразных моделей освещения, таких как модель Фонга и модель Ламберта. Эти модели обеспечивают достижение высоко реалистичных эффектов освещения на трехмерных изображениях, отображаемых на экране монитора.

В рамках приложения происходит анализ и внедрение техник рассеянного освещения, зеркального отражения, преломления и других аспектов физического освещения. Это позволяет создавать визуально привлекательные сцены с учетом сложных взаимодействий света с поверхностью объектов.

Кроме того, в разработке учтены динамические аспекты освещения. Разрабатываемые алгоритмы обеспечивают возможность создания динамического освещения, которое учитывает изменения источников света и их воздействие на объекты в реальном времени. Это обеспечивает более реалистичное и динамичное восприятие сцен, где световые условия могут меняться в зависимости от внешних факторов и настроек пользователя.

### 3. Методика таргетного захвата изображения:

- Разработка алгоритмов для выявления и отслеживания целевых объектов на изображении или в видеопотоке с использованием компьютерного зрения и машинного обучения.
- Реализация алгоритмов детектирования и отслеживания целевых маркеров или паттернов, которые могут быть использованы для определения положения и ориентации объектов в пространстве.
- Исследование и применение методов распознавания и классификации объектов на изображении с целью точного и надежного захвата интересующих объектов.

Особое внимание уделяется реализации алгоритмов, способных обнаруживать и отслеживать целевые маркеры или паттерны. Эти методы интегрируются для определения расположения объектов с учетом их уникальных визуальных характеристик.

В ходе разработки также проводится исследование и применение методов распознавания и классификации объектов на изображении. Это обеспечивает точный и надежный захват интересующих объектов, делая приложение мощным инструментом для анализа и обработки визуальных данных.

#### 4. Методика выделения границ предмета:

- Изучение и реализация алгоритмов обработки изображений для выделения границ объектов, таких как алгоритмы Кэнни, Собеля или операторы градиента.
- Применение методов сегментации изображений, таких как пороговая сегментация, региональная сегментация или сегментация на основе графов, для выделения контуров и границ объектов.
- Исследование и применение методов компьютерного зрения и машинного обучения для автоматического выделения границ объектов на изображении с использованием нейронных сетей или алгоритмов обнаружения объектов.

Разрабатываемое приложение использует операторы градиента для реализации глубины и текстур элементов интерфейса, также с помощью этих операторов можно использовать для оформления тем приложения и выделения важных активных элементов.

#### 5. Методика создания статичной падающей тени:

- Исследование физических основ формирования теней и алгоритмов их моделирования.
- Разработка методов для оценки и моделирования статичных падающих теней на объектах в виртуальной среде.
- Применение алгоритмов трассировки лучей и расчета освещения для реалистичного отображения статичных падающих теней на поверхностях объектов.

Разрабатываемое приложение успешно интегрирует указанные алгоритмы, что обеспечивает высокий уровень реализма в отображении статичных падающих теней на объектах в виртуальной среде.

Данные методики являются важными инструментами в области компьютерного зрения и компьютерной графики. Они позволяют создавать реалистичные и привлекательные визуальные эффекты, точно определять и извлекать объекты изображений, а также добавлять глубину и реалистичность визуальным сценам. Эти методы имеют широкий спектр применений, от создания визуальных эффектов в фильмах и играх до анализа и обработки изображений в медицине и научных исследованиях [9; 10].

В приложении объекты часто хранятся в блоках памяти, которые представляют собой определенную структуру данных. Блок хранения объектов может быть массивом, списком, хэш-таблицей или любой другой структурой данных, которая обеспечивает эффективное хранение и доступ к объектам в приложении. Блоки хранения объектов позволяют приложению организовывать данные и обеспечивать эффективный доступ к ним. Они могут использоваться для хранения и управления объектами различных типов, таких как пользователи, продукты, заказы и другие сущности, которые приложение обрабатывает. При разработке приложения важно выбрать подходящую структуру блока хранения объектов, учитывая требования приложения по скорости доступа, масштабируемости, безопасности и другим факторам. Кроме того, блоки хранения объектов могут быть организованы в иерархическую или связанную структуру, чтобы обеспечить эффективное управление и взаимодействие между объектами.

В конечном итоге, блок хранения объектов в приложении обеспечивает удобный и эффективный способ хранения и управления данными объектами, что является важной частью процесса разработки программного обеспечения.

Веб-приложение и мобильное приложение имеют систему средств для взаимодействия пользователя с электронными устройствами, основанную на представлении доступных пользователю системных объектов и функций в виде графических компонентов экрана, то есть *графический интерфейс пользователя (ГИП)*.

Рассмотрим компоненты и методики, входящие в блок ГИП:

Вход в систему представляет собой процедуру проверки подлинности пользователя, предоставляющую доступ к определенным ресурсам или возможностям. После успешного входа в систему пользователь обычно имеет доступ к определенным функциям или данным в зависимости от своих прав и разрешений.

1. Группы пользователей приложения:

- преподаватель (права доступа: просмотр информации, управление курсами, обратная связь, просмотр работ);
- студент (права доступа: просмотр информации, подача работ).

Рекомендации по входу в приложение могут включать следующие пункты:

- убедитесь, что вы используете правильное имя пользователя и пароль;
- проверьте, что ваша учетная запись активна и не заблокирована;
- если вы забыли свой пароль, попробуйте восстановить его с помощью адреса электронной почты или номера телефона, связанных с вашей учетной записью;
- в случае проблем со входом, свяжитесь с технической поддержкой приложения;
- регулярно проверяйте свою электронную почту на наличие уведомлений от приложения о новых функциях, обновлениях или изменениях в политике конфиденциальности.

2. Загрузка объектов — это процесс передачи данных с одного устройства или места на другое. Может включать в себя передачу файлов, изображений, видео, аудио и других типов данных. Загрузка объектов обычно происходит через интернет, электронную почту, облачные хранилища или другие формы передачи данных.

3. Манипуляция с объектами в дополненной реальности — это процесс создания и управления виртуальными объектами в реальном мире с помощью специальных устройств или программ. Это позволяет пользователям взаимодействовать с виртуальными объектами, как если бы они были реальными, и выполнять различные действия с ними. Манипуляция с объектами в дополненной реальности используется в различных сферах, таких как дизайн, архитектура, образование и развлечения.

*Веб-приложение* состоит из *базы данных, компонентов модели данных и веб-контейнера* со своими компонентами.

*Веб-контейнер* обычно относится к среде выполнения, предоставляющей инфраструктуру для упаковки, переноса и запуска приложений в контейнерах. Он обеспечивает изоляцию приложений и их зависимостей, что делает их портативными и легко развертываемыми. Веб-контейнер состоит из трех компонентов: сервер приложений, действия, формы действий.

*Серверы приложений* — это программное обеспечение, которое обеспечивает среду выполнения для веб-приложения. Сервер приложений отвечает за обработку запросов от клиентов, выполнение бизнес-логики и взаимодействие с базой данных. Примеры серверов приложений включают Apache Tomcat, Nginx, WildFly и другие.

*Действия* представляют собой блоки функциональности в веб-приложении. Они могут обрабатывать запросы от клиентов, взаимодействовать с базой данных, проводить бизнес-логику и возвращать результаты. Действия могут быть реализованы в виде сервлетов (в контексте Java), контроллеров (в контексте MVC-архитектуры) или в виде маршрутов в более современных веб-фреймворках.

*Формы действий* — это формы, которые используются для передачи данных между клиентом и сервером. Они могут содержать данные, введенные пользователем на веб-странице, которые затем отправляются на сервер для обработки. Формы могут быть использованы для валидации данных и передачи их в действия для дальнейшей обработки.

### Выводы

Внедрение технологии дополненной реальности AR (Augmented Reality) в образовательные технологии открывает новые перспективы в создании более вовлекающих и интерактивных учебных сценариев.

Современные технологии AR открывают двери в виртуальные миры, где учебные материалы преобразуются в трехмерные модели, а ученики и студенты могут взаимодействовать с информацией в реальном времени. В этой последовательности веб-приложения становятся не только средством передачи знаний, но и платформой для создания инновационных образовательных сценариев, способствующих более глубокому и запоминающемуся усвоению учебного материала. Совместное применение технологии дополненной реальности и графических пользовательских интерфейсов представляется актуальной темой для дальнейших исследований и разработок.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Горожанина Е.И. Перспективы использования приложения с элементами дополненной реальности / Е.И. Горожанина, Д.А. Левашин // Материалы XXX Российской научно-технической конференции «Актуальные проблемы информатики, радиотехники и связи». ПГУТИ: Самара. — 2023. — С. 198–199.
2. Кравцов А.А. Исследование и разработка методик и алгоритмов интерактивной визуализации средствами дополненной реальности / А.А. Кравцов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2015. — № 113. — С. 1737–1754.
3. Кравцов А.А. Совершенствование пользовательского интерфейса визуализации трехмерных объектов при помощи технологии дополненной реальности / А.А. Кравцов, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 100. — С. 431–445.
4. Шапиро Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман; пер. с англ. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. — 2006. — 752 с.

5. Гиенко А.А. Визуализация объемных изображений методом пространственной селекции ракурсов. 3D монитор / А.А. Гиенко // ГЕО-Сибирь. — 2010. — Т. 5. № 2. — С. 14–17.
6. Бижанов Е.Г. Технологии дополненной реальности в образовательной сфере / Е.Г. Бижанов // Молодой ученый. — 2020. — № 31(321). — С. 10–12.
7. Иванько А.Ф. Дополненная и виртуальная реальность в образовании / А.Ф. Иванько // Молодой ученый. — 2018. — № 37(223). — С. 11–17.
8. Горожанина Е.И. Анализ и выбор инструментов для разработки приложения с элементами дополненной реальности в сфере образования / Е.И. Горожанина, Д.А. Лешин // Инфокоммуникационные технологии. — 2022. — Т. 20. № 4. — С. 103–108.
9. Щепилов Е.В. Особенности обработки изображений в информационных системах / Е.В. Щепилов, Ю.В. Валенбахова, Н.П. Гончарова // Наука и современность. — 2011. — № 8-2. — С. 209–212.
10. Жавлиева А.И. Обработка изображений в информационных системах / А.И. Жавлиева // Вестник Воронежского института высоких технологий. — 2015. — № 14. — С. 124–126.



**Levoshin Danila Alekseevich**

Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russia  
E-mail: anachronix1@mail.ru

**Gorozhanina Evgeniya Ivanovna**

Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russia  
E-mail: zhdanova63@gmail.com

## **Algorithms for improving the visualization of a graphical user interface using augmented reality**

**Abstract.** The article presents methods and algorithms for improving the visualization of a graphical user interface using augmented reality in the field of education. A general diagram of the application structure is presented, including modules: graphical user interface, web application, visualization block. The diagram shows the «camera» object; it allows you to obtain an image of the real environment, which is sent to the visualization unit and the image processing unit.

The internal techniques used by the mobile application for visualizing augmented reality are considered: visualization of an object in accordance with the angle, combination of the object with the image of the real environment. Combining an object with a real-world environment allows students to observe 3D objects or models and conduct interactive experiments, enhancing learning. The application being developed is based on the use of diffuse lighting techniques, specular reflection, refraction and other aspects of physical lighting. This allows you to create visually appealing scenes that take into account the complex interactions of light with the surface of objects.

The functions of the graphical user interface block are considered, namely logging into the system, loading new objects, manipulating objects in space. User groups and the functions available to them are highlighted. Application user groups: teacher (access rights: viewing information, managing courses, feedback, viewing work); student (access rights: viewing information, submitting work). The modules and components of the web application are identified and described: application server, action form, data model components, database.

Conclusions are drawn about the prospects of integrating augmented reality technologies into the graphical user interface in the field of education.

**Keywords:** web application; web technologies; augmented reality; AR applications; education; graphical user interface; integration