

А. Р. Валов^{1✉}, Н. С. Головачев¹

Разработка прототипа симулятора эвакуации и поведения в чрезвычайных ситуациях на основе 3DGS-моделей реальных учебных помещений

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: Valovanryuha@yandex.kz

Аннотация. В статье представлены результаты начального этапа разработки симулятора, предназначенного для обучения действиям при чрезвычайных ситуациях. В основе симулятора лежат 3DGS-модели реальных учебных помещений, что обеспечивает высокую степень визуального реализма и пространственной достоверности. На данный момент реализован один уровень, моделирующий террористическое нападение, а также набор последовательных действий для обеспечения безопасности. Проект разрабатывается на платформе Unreal Engine 5. В статье описаны выбранные методы и технологии, логика работы симулятора, а также результаты пилотного тестирования.

Ключевые слова: симулятор ЧС, 3D Gaussian Splatting, Unreal Engine 5, эвакуация, террористическое нападение, виртуальный тренажер

A. R. Valov^{1✉}, N. S. Golovachev¹

Development of a prototype of an evacuation and emergency behavior simulator based on 3DGS models of real educational facilities

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: Valovanryuha@yandex.kz

Abstract. The article presents the results of the initial stage of the simulator development, designed for emergency training. The simulator is based on 3DGS models of real classrooms, which provides a high degree of visual realism and spatial reliability. At the moment, one level has been implemented that simulates a terrorist attack, as well as a set of sequential actions to ensure security. The project is being developed on the Unreal Engine 5 platform. The article describes the selected methods and technologies, the architecture of the simulator, as well as the results of the pilot testing.

Keywords: emergency simulator, 3D Gaussian Splatting, Unreal Engine 5, evacuation, terrorist attack, virtual simulator

Введение

Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера, включая угрозы террористического характера, предъявляют повышенные требования к уровню подготовленности обучающихся, сотрудников и иных лиц, находящихся в зданиях образовательных организаций. Эффективность действий в подобных условиях определяется не только знанием нормативных инструкций, но и сформированностью практических навыков поведения в условиях дефицита времени, ограниченной видимости, стресса и неопределенности.

Проведение регулярных тренировок в реальной среде связано с организационными ограничениями, значительными временными затратами и невозможностью безопасного воспроизведения ряда опасных факторов. В связи с этим актуальным направлением является разработка виртуальных симуляторов, позволяющих отрабатывать алгоритмы действий в контролируемой цифровой среде.

Традиционные подходы к созданию виртуальных сцен ЧС часто используют полностью синтетические 3D-модели, что снижает чувство присутствия и достоверность. В данной работе предлагается использование технологии 3D Gaussian Splatting (3DGS) [1], позволяющей создавать фотореалистичные модели реальных учебных помещений на основе небольшого набора фотографий. Это может повысить иммерсивность обучения и позволит обучаемому узнавать реальное пространство.

Цель проекта состоит в разработке рабочего прототипа интерактивного симулятора эвакуации и защитного поведения при чрезвычайных ситуациях, интегрированного с 3DGS-моделями реальных учебных помещений и реализованного в среде Unreal Engine 5.

Исследование предметной области

ЧС природного и техногенного характера остаются одной из наиболее острых угроз для населения Российской Федерации. Как показывает официальная статистика МЧС России, в любой момент времени существует вероятность возникновения ЧС самого разного характера – от техногенных аварий и пожаров до опасных гидрологических явлений и природных катастроф. Так, согласно Государственному докладу о состоянии защиты населения и территорий РФ за 2024 год, на территории страны произошло 272 чрезвычайные ситуации, из которых 171 (63 %) носила техногенный характер, а 101 (37 %) – природный. Последствия этих событий оказались крайне тяжелыми: общее число погибших составило 494 человека, причем наибольшее количество жертв (474 человека, или 96 %) пришлось именно на техногенные ЧС. Количество пострадавших достигло 696 464 человек, а общий материальный ущерб превысил 70,6 млрд рублей.

Особую тревогу вызывает тот факт, что значительная часть ЧС происходит в местах массового пребывания людей, включая образовательные учреждения. При этом, как показано в докладе МЧС, традиционные формы подготовки населения – инструктажи, лекции и плановые учения – не всегда позволяют сформировать устойчивые навыки поведения в реальной кризисной ситуации, особенно в условиях стресса и ограниченного времени на принятие решений [1].

На российском рынке присутствует ряд программных решений для моделирования чрезвычайных ситуаций, однако в большинстве из них используются абстрактные 3D-сцены, не соответствующие реальной архитектуре и планировке конкретных зданий. Это снижает эффект переноса навыков: обучающийся, оказавшись в реальной чрезвычайной ситуации в родном вузе, может не узнать пространство и растеряться.

На фоне имеющихся разработок использование 3DGS модели в качестве основы для создания симулятора обладает рядом преимуществ:

- потенциальное снижение затрат времени на разработку;
- фотореалистичная и достоверная модель;
- соответствия реальным метрическим характеристикам помещения.

Обучение студентов и преподавателей на виртуальных копиях реальной архитектуры ВУЗа позволит им в безопасной среде отработать алгоритмы действий при пожаре, террористическом нападении или другой угрозе. В случае возникновения реальной ЧС это даст возможность быстрее сориентироваться в знакомом пространстве, правильно выбрать пути эвакуации и укрытия, что напрямую повышает шансы на сохранение жизни и здоровья.

Методы и технологии

Разработку симулятора поведения в чрезвычайных ситуациях было решено вести на базе игрового движка Unreal Engine 5, который зарекомендовал себя как одна из ведущих платформ для создания фотореалистичных интерактивных сред в реальном времени. Выбор данного движка обусловлен его ключевыми преимуществами для задач виртуальной подготовки к ЧС.

К преимуществам Unreal Engine 5 можно отнести следующие моменты:

- готовность Unreal Engine к интеграции и отображению 3DGS моделей;
- наличие технологии Nanite для дополнения 3DGS моделей высокодетализированными 3D моделями различных деталей реальных помещений без значительной потери производительности, автоматически управляя уровнем детализации в зависимости от расстояния до камеры [2];
- визуальная система программирования Blueprints дает возможность разработчикам быстрее реализовывать сложную интерактивную логику;
- библиотека Quixel Megascans предоставляет доступ к обширной коллекции фотореалистичных материалов и 3D-ассетов, позволяя быстро создать убедительное окружение (дым, огонь, разрушения, элементы интерьера), повышающее уровень иммерсивности обучения.

Для воссоздания реалистичной трехмерной модели реального учебного помещения была применена технология 3D Gaussian Splatting (3DGS) [3]. В отличие от традиционного полигонального моделирования, 3DGS позволяет получить фотореалистичную копию пространства на основе большого набора фотографий и облака точек, полученных при помощи SLAM сканера.

В рамках проекта исходные пространственные данные собираются с использованием SLAM-сканера Lixel L2 Pro, после чего выполняется подготовка 3DGS-модели в LCC Studio [4, 5]. Полученная модель сохраняется в формате LCC, предназначенном для дальнейшей работы с 3DGS-контентом (рис. 1).

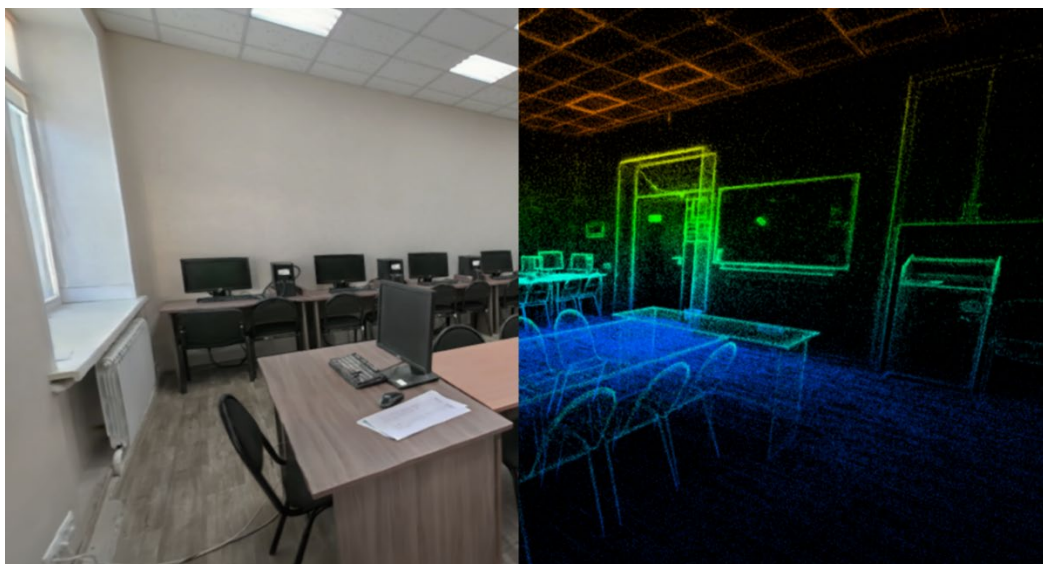


Рис. 1. Пример исходных 3DGS данных отображаемых в Unreal Engine 5

Результаты

В тестовом уровне реализован сценарий поведения пользователя при угрозе нападения на образовательное учреждение. После поступления сигнала тревоги пользователь должен выполнить последовательность защитных действий: закрыть помещение, забаррикадировать вход и занять безопасное положение внутри аудитории. Выполнение действий ограничено по времени, после чего система автоматически проверяет корректность прохождения сценария.

Логика уровня предусматривает анализ состояния интерактивных объектов и положения пользователя в пространстве помещения. В зависимости от выполненных действий система начисляет или снижает условное количество баллов, а также фиксирует ошибки пользователя. Дополнительно реализована проверка нахождения пользователя в безопасных или опасных зонах помещения, что позволяет оценивать не только факт выполнения сценария, но и правильность принятия решений в условиях чрезвычайной ситуации (рис. 2).



Рис. 2. Тестовый уровень учебной аудитории в Unreal Engine 5

Заключение

В результате выполнения работы был разработан действующий прототип симулятора чрезвычайных ситуаций, интегрированный с фотореалистичной моделью реальной учебной аудитории СГУГиТ. Реализованный пилотный уровень позволяет пользователю в безопасной виртуальной среде отработать алгоритм реагирования при угрозе, используя понятные инструменты взаимодействия с окружением. Разработанный сценарий включает последовательность защитных действий. Все вышеперечисленные функции направлены на формирование устойчивых навыков поведения в чрезвычайной ситуации, что критически повышает шансы на сохранение жизни и здоровья при реальном происшествии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году / МЧС России. – Москва : МЧС Медиа, 2025. – 272 с. – URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2025-05-30/de7fb2c0ea6561054f6b74e2db4cb150.pdf> (дата обращения: 14.05.2026). – Текст : электронный.
2. Epic Games. Unreal Engine 5 Documentation. – Режим доступа: <https://docs.unrealengine.com/5.3/> (дата обращения: 14.05.2026).
3. Kerbl, B. 3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering / B. Kerbl, G. Kopanas, T. Leimkühler, G. Drettakis // ACM Transactions on Graphics. – 2023. – Vol. 42, № 4. – P. 1–14. – URL: <https://repo-sam.inria.fr/fungraph/3d-gaussian-splatting/> (дата обращения: 14.05.2026).
4. XGRIDS. LCC Studio. – URL: <https://www.xgrids.com/support/download?page=LCCStudio> (дата обращения: 15.05.2026).
5. GraphDECO-INRIA. Gaussian Splatting: official implementation. – URL: <https://github.com/graphdeco-inria/gaussian-splatting> (дата обращения: 19.05.2026).

© А. Р. Валов, Н. С. Головачев, 2026