



РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ UNIGINE

Лаврененко И. С., Литвинов Л. Ю.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Московский политехнический университет», Москва, Российская Федерация,
e-mail: litvinov.lj@mail.ru*

В условиях активной цифровизации образования возрастает потребность в эффективных инструментах практико-ориентированного обучения, способных воспроизводить сложные и потенциально опасные производственные процессы в безопасной среде. Интерактивные тренажеры с реалистичной визуализацией и моделью физического поведения объектов становятся ключевым решением данной проблемы. Целью работы является анализ опыта применения интерактивных тренажеров в различных отраслях и разработка универсальной структуры их создания на отечественной платформе Unigine, а также демонстрация практической реализации данной структуры на примере конкретного промышленного оборудования. В статье рассматриваются области применения интерактивных тренажеров, включая промышленность, энергетику и подготовку операторов беспилотных систем. Проводится обзор отечественной платформы Unigine как альтернативы зарубежным решениям и анализируются примеры ее использования в крупных российских компаниях. На основе изучения существующих проектов предложена многоуровневая структура разработки интерактивного тренажера, обеспечивающая модульность, снижение связности компонентов и возможность независимой модификации отдельных частей системы. Подробно описаны этапы проектирования, начиная со сбора и подготовки данных и заканчивая созданием пользовательского интерфейса и элементов геймификации. Практическая применимость предложенного подхода показана на примере разработки тренажера для промышленного принтера, с поэтапным разбором процесса реализации. В заключение сделан вывод о том, что предложенная структура разработки интерактивных тренажеров обеспечивает гибкость, масштабируемость и высокую реалистичность обучения. Использование отечественной платформы позволяет повысить технологическую независимость, качество подготовки специалистов и отвечает современным требованиям развития профессионального образования.

Ключевые слова: цифровизация образования, интерактивные тренажеры, Unigine, импортозамещение, моделирование, обучение

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR DESIGNING INTERACTIVE SIMULATORS BASED ON THE UNIGINE GRAPHICS PLATFORM

Lavrenenko I. S., Litvinov L. Yu.

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
“Moscow Polytechnic University”, Moscow, Russian Federation,
e-mail: litvinov.lj@mail.ru*

With the rapid digitalization of education, there is a growing need for effective practice-oriented learning tools capable of reproducing complex and potentially dangerous production processes in a safe environment. Interactive simulators with realistic visualization and physics are becoming the key solution to this problem. The purpose of this article is to analyze the experience of using interactive simulators in various industries and to develop a universal structure for their creation on the domestic Unigine platform, as well as to demonstrate the practical implementation of this structure using the example of specific industrial equipment. The article discusses the areas of application of interactive simulators, including industry, energy, and the training of unmanned system operators. It provides an overview of the domestic Unigine platform as an alternative to foreign solutions and analyzes examples of its use in large Russian companies. Based on a study of existing projects, a multi-level structure for the development of an interactive simulator is proposed, ensuring modularity, reduced component connectivity, and the possibility of independent modification of individual parts of the system. The design stages are described in detail, from data collection and preparation to the creation of a user interface and gamification elements. The practical applicability of the proposed approach is demonstrated by the example of developing a simulator for an industrial printer, with a step-by-step analysis of the implementation process. The conclusion is that the proposed structure for developing interactive simulators provides flexibility, scalability, and a high degree of realism in training. The use of a domestic platform increases technological independence and the quality of specialist training, and meets modern requirements for the development of professional education.

Keywords: education digitalization, interactive simulators, Unigine, import substitution, modeling, training

Введение

За последнее десятилетие цифровизацию в образовании ощутили многие группы населения России – от школьников

до военных. Сегодня технологии позволяют не только проходить тесты или смотреть лекции не выходя из дома, но и запускать на домашних компьютерах обучающие про-

граммы с правдоподобной моделью физического поведения объектов, реалистичным окружением и цифровыми двойниками [1–3]. Интерактивные тренажеры используются в сферах, где применяется специфическое дорогое оборудование, а воссоздание реальных условий сложно, дорого или вообще невозможно [4].

Цель исследования – анализ опыта применения интерактивных тренажеров в различных отраслях и разработка универсальной структуры их создания на отечественной платформе Unigine, а также демонстрация практической реализации данной структуры на примере конкретного промышленного оборудования.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе анализа отечественного и зарубежного опыта разработки интерактивных тренажеров. Использовались открытые источники, публикации компаний-разработчиков и материалы реализованных проектов на платформе Unigine.

В качестве основного инструмента разработки предложенной структуры использовалась отечественная графическая платформа Unigine.

Методика исследования включала: сравнительный анализ существующих платформ для создания интерактивных тренажеров; анализ этапов разработки интерактивного тренажера; моделирование и проектирование универсальной структуры создания тренажера; практическую реализацию разработанной структуры на примере интерактивной инструкции принтера Farsoon FS273M.

Результаты исследования и их обсуждение

Ключевыми платформами для создания интерактивных тренажеров остаются Unity и Unreal Engine [5–7]. При этом мировые гиганты не скупятся на создание собственных платформ. Так, например, Waymo – дочерняя компания Google и лидер беспилотного такси в Соединенных Штатах Америки (США) разработала Waymo Sim – виртуальный тренажер с использованием искусственного интеллекта, на котором обучаются их собственные беспилотные автомобили.

В качестве примера успешного использования интерактивных тренажеров, созданных на популярных платформах, можно привести SimCentric – компанию, специализирующуюся на разработке программного обеспечения (ПО) для военной и тактической симуляции. Тренажеры создаются на Unreal Engine и используются армиями США, Австралии, Великобри-

тании и других стран для обучения тактическому взаимодействию, планированию операций и управлению огнем. Это говорит о том, что интерактивные тренажеры с использованием искусственного интеллекта, дополненной и виртуальной реальности уже глубоко интегрированы в образование, а создание и применение интерактивных тренажеров становится необходимым условием для конкурентоспособности России на мировой арене.

Если обратиться к национальному рынку в поисках платформы для создания интерактивных тренажеров, можно выделить Unigine [8, 9]. Компания основана в России, а ее продукт входит в реестр отечественного ПО и является успешным аналогом всемирно известных Unity и Unreal Engine.

Так, на Unigine был создан виртуальный тренажер установки дозирования химических реагентов, применяемый на объектах нефтепереработки «Газпром нефти». В интерактивной среде пользователь осваивает управление оборудованием, выявляет неисправности и учится предотвращать аварийные ситуации. Реалистичная визуализация и модели физического поведения объектов делают обучение максимально приближенным к реальной работе на производстве.

В рамках программы импортозамещения «Росатом» внедряет виртуальные тренажеры для подготовки персонала атомных электростанций, созданные на российском ПО Unigine. Один из таких тренажеров моделирует работу комплектного распределительного устройства, позволяя сотрудникам отрабатывать навыки эксплуатации и действий в нештатных ситуациях в безопасной цифровой среде. Использование отечественной платформы обеспечивает независимость от зарубежных решений.

Компания по обучению управлению полетом дронов UAVProf использует платформу Unigine для обучения операторов беспилотных авиационных систем. Решение применяется в учебных заведениях и центрах подготовки операторов дронов по всей России, позволяя безопасно отрабатывать навыки пилотирования и реагирования в экстренных ситуациях. Также с использованием отечественной программы был разработан тренажер управления электропоездом «Иволга» [10].

Проанализировав публичную информацию об уже созданных тренажерах [11–13], была разработана общая структура создания интерактивного тренажера на Unigine. Разделение процесса создания на этапы позволяет объединить однотипные классы задач и тем самым снизить связанность модулей, что в дальнейшем позволит менять

части проекта независимо друг от друга, будь то добавление новых уровней в тренажер или адаптация проекта под новую операционную систему. Кроме того, разделение на уровни изолирует менее стабильные части, такие как меняющиеся инструкции и контент миров, от более стабильных. Общая структура создания тренажера на Unigine приведена на рис. 1. Рассмотрим каждый уровень подробнее.

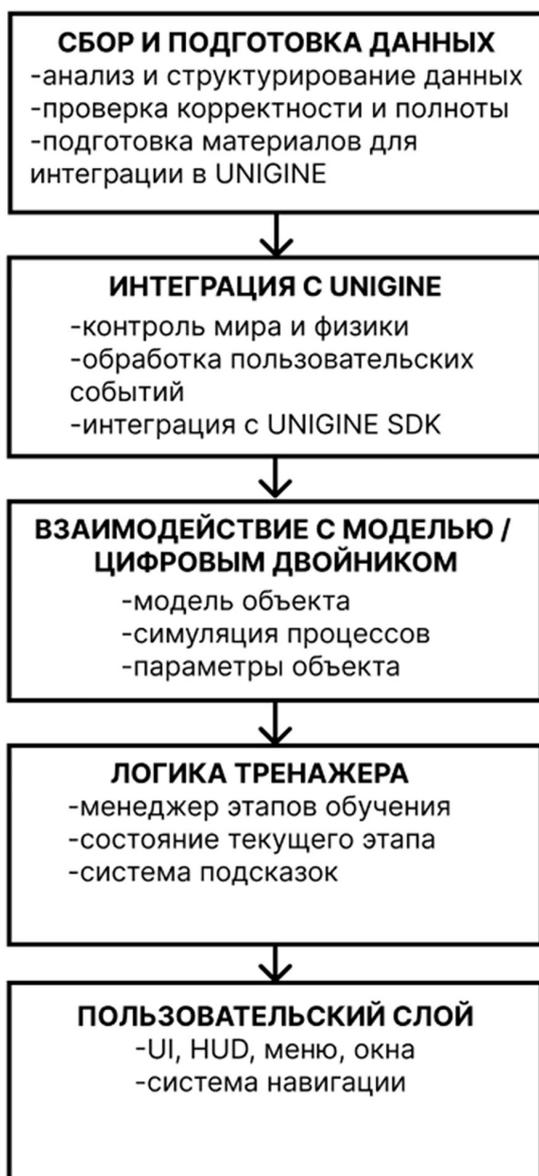


Рис. 1. Общая структура создания тренажера на Unigine
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

На первом уровне происходит сбор данных, на основе которых будут созданы интерактивные инструкции. После этого

данные проверяются, систематизируются и нормализуются. Эта часть больше всего будет подвержена изменениям, а ее изоляция позволит обновлять контент без перекомпиляции симуляции.

В блоке интеграции с Unigine происходит загрузка подготовленных данных и их связь со сценой, объектами и логикой работы программы. Также на этом шаге происходит запись информации о том, что происходит в системе. Эти данные бывают весьма полезными для аналитики обучения. Данный уровень позволяет изменять версию Software Development Kit (SDK), не затрагивая логику тренажера.

На третьем уровне происходит правдоподобное воссоздание поведения моделей. Именно здесь настраивается модель физического поведения объектов. Автономность данного блока позволяет тестировать физические модели без привязки к конкретному интерфейсу и изменять физические модели и интерфейс независимо друг от друга.

Четвертый уровень – уровень логики непосредственно тренажера. Здесь создаются уровни, отслеживается прогресс пользователя, сверяются действия пользователя с критериями тестов, здесь же возможна реализация режимов сложности и прочие виды геймификации. Причины изоляции аналогичны предыдущему блоку – возможность изменять и добавлять логику сценариев отдельно от логики физических моделей.

Наконец, последний, пятый уровень обеспечивает дружественный интерфейс и максимальную схожесть с реальным оборудованием. С одной стороны, интерактивные тренажеры разрабатываются для множества сфер, представители которых далеко не всегда будут уверенными пользователями компьютера, а с другой стороны, чем больше тренажер будет схож с реальным оборудованием, тем проще будет человеку приступить к работе сразу после прохождения обучения.

Описанную выше схему можно адаптировать под Unity и Unreal Engine. Однако преимущество и особенность Unigine в том, что это платформа для тренажеров, на которой можно создавать игры, тогда как два упомянутых выше программных решения изначально разработаны для создания игр. В частности, Unity имеет много упрощений для более быстрой разработки игровых механик.

Рассмотрев общую структуру создания тренажера на Unigine, обратимся к более подробной схеме, разработанной уже под конкретный проект – принтер Farsoon FS273M. Схема представлена на рис. 2.

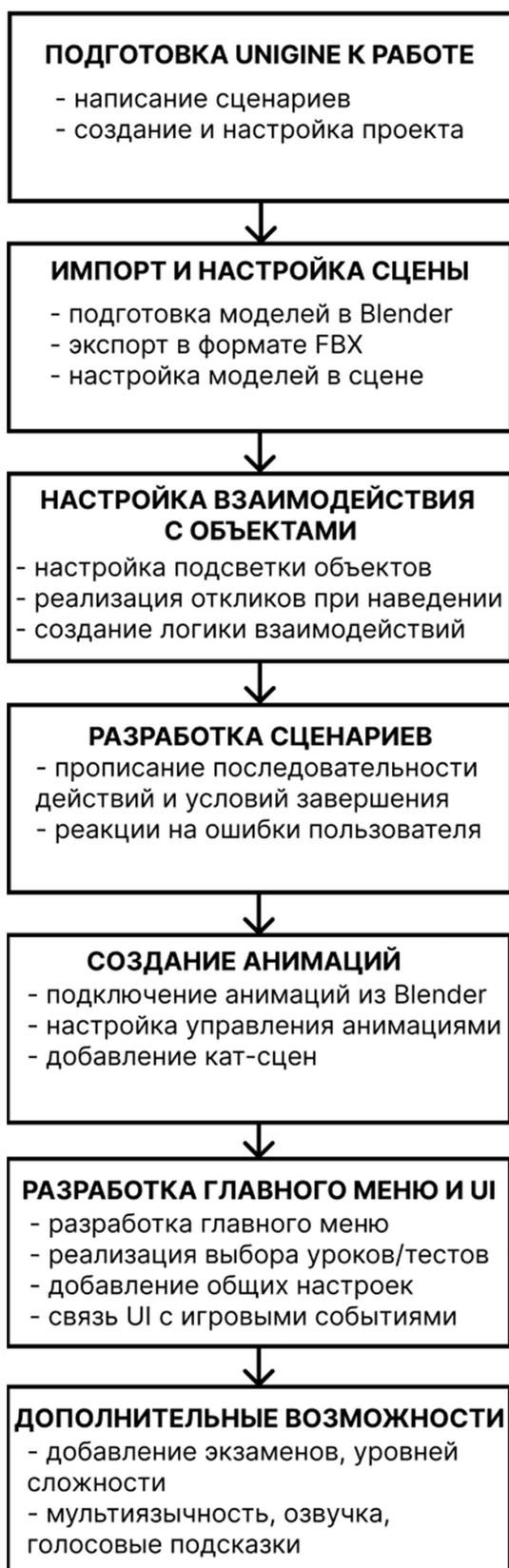


Рис. 2. Схема для интерактивной инструкции принтера Farsoon FS273M
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Первый этап – на основе анализа инструкций по работе принтера прописываются конкретные сценарии, которые в дальнейшем будут реализованы в Unigine. Например, для принтера Farsoon FS273M был прописан сценарий замены подвижного картриджа. Также на этом шаге происходит базовая настройка Unigine проекта.

Следующий этап – импорт и настройка сцены. Перед экспортом модель предварительно подготавливается: объектам возвращаются единичные масштабы, упаковываются текстуры и материалы. Экспорт подготовленных объектов будет выполняться в формате Filmbox (FBX). После успешного импорта настраиваются типы камер и их поведение. Одновременно проводится оформление сцены и производится оптимизация [14, 15]. Цель – добиться приятного и информативного визуального восприятия, максимально приближенного к реальному помещению, в котором размещен принтер на предприятии. Готовая модель принтера Farsoon FS273M представлена на рис. 3.

На третьем шаге создается система, позволяющая пользователю взаимодействовать с элементами сцены. Настраивается механизм выбора объектов в сцене и визуальные отклики. Реализуется логика взаимодействий – например, открытие створок, перемещение объектов. Для этого в сцене определяется, какие объекты доступны для взаимодействия и какие реакции они вызывают.

Четвертый этап отвечает за построение логики прохождения обучения. Каждый сценарий описывает последовательность действий пользователя – например, «Запуск печати», «Очистка платформ». На этом шаге создаются этапы сценария с описаниями, целями и условиями завершения. Прописывается последовательность: какие объекты нужно выбрать, какие действия выполнить, что должно произойти при ошибке.

Создание анимаций – настраиваются ранее созданные в стороннем ПО по работе с графикой анимации и создаются новые анимации в Unigine. Это как простые анимации, так и внутриигровое видео (кат-сцены). Например, анимацию открытия двери принтера проще сделать в Unigine, так как в программе есть простой встроенный инструмент для создания анимаций. Но анимации, предполагающие взаимодействие нескольких объектов, удобнее реализовывать в стороннем ПО. Также прописывается логика управления анимацией: запуск, пауза, повтор. Цель этапа – сделать обучение не только информативным, но и наглядным.



Рис. 3. Модель принтера Farsoon FS273M

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

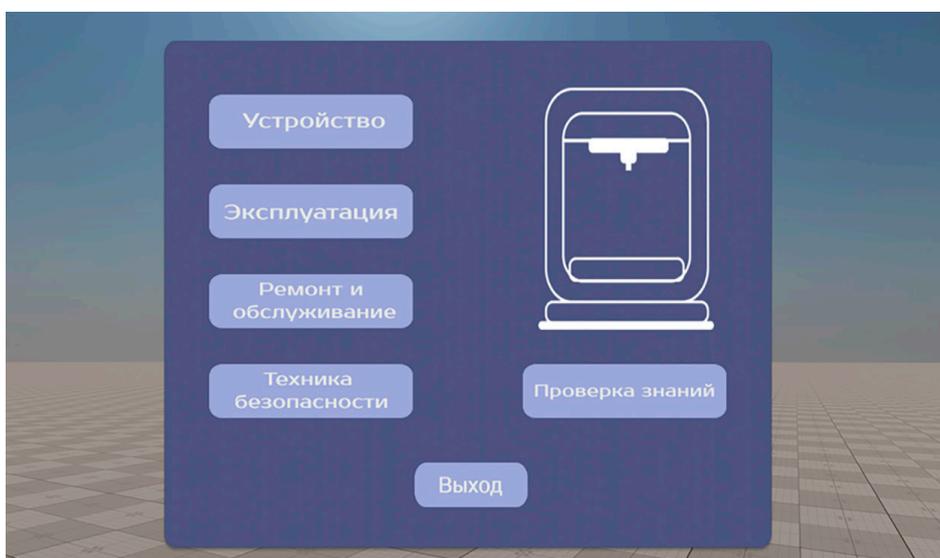


Рис. 4. Главное меню

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

На шестом шаге формируется связь между пользовательским интерфейсом и заранее прописанными сценариями. Настраивается центр навигации по интерактивной инструкции – главное меню. Из этой части программы пользователь будет иметь возможность отслеживать свой прогресс, проходить и перепроходить выбранные уроки, изменять общие настройки программы. Текущий вид главного меню представлен на рис. 4. Помимо технической реализации планируется уделить внимание геймификации, создать максимально простой для понимания интерфейс и поработать над дизайном.

На завершающем этапе рассматриваются опциональные улучшения. Например,

можно добавить режим экзамена, несколько уровней сложности, поддержку нескольких языков и голосовые подсказки. Это расширяет возможности проекта и делает его полноценным тренажером, а не просто визуальной инструкцией.

Приведенные выше схемы можно адаптировать и использовать для разработки интерактивных тренажеров на различных платформах, не ограничиваясь Unigine.

Заключение

Интерактивные тренажеры, созданные на отечественной платформе Unigine, демонстрируют современный, прагматичный подход к цифровизации образования, позво-

ляя объединить инженерную точность, реалистичную визуализацию и методическую последовательность обучения. Применение такой технологии обеспечивает безопасное и эффективное освоение сложных технических процессов, формирует устойчивые практические навыки и повышает качество подготовки специалистов. В условиях технологического суверенитета и растущего спроса на практико-ориентированное обучение такие инструменты становятся важнейшим элементом современной образовательной среды и основой для дальнейшего развития профессионального образования в России.

Список литературы

1. Абдулов Д. Р., Губанов В. А. Разработка программного обеспечения для создания интерактивных технических руководств на основе графической платформы UNIGINE. Модуль управления видами и модуль аннотаций // СНК-2025: материалы LXXV международной студенческой научной конференции Московского Политеха (г. Москва, 17 марта – 23 апреля 2025 г.). М.: Издательство: Московский политехнический университет, 2025. С. 886–890. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82896414> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: CPZEXG.
2. Сорокин А. А., Яковлева Е. А. Графические движки как средство моделирования лабораторий // Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве: тезисы докладов I Международного форума (г. Санкт-Петербург, 10–11 ноября 2021 г.). СПб.: Издательство: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2021. С. 164–165. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48471432> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: TPPECX.
3. Сорокин А. А. Адаптация игровых механик к образовательному процессу // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XX Международной научно-практической конференции (г. Пенза, 15 августа 2021 г.). Пенза: Издательство: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2021. С. 56–58. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46435696> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: LDQVRO.
4. Попов В. Л., Шехтман Л. И., Лапин А. Н. Аналитический обзор функциональных инструментов современных игровых движков в контексте разработки интерактивных приложений // Информационные технологии. Проблемы и решения. 2025. № 1 (30). С. 90–96. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=84475230> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: IILQWZ.
5. Черный В. Г. Анализ возможностей портирования unity-приложения на движок UNIGINE // Научно-технический вестник Поволжья. 2025. № 3. С. 109–111. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80543120> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: NXSKXD.
6. Ермакова К. С. Обзор на отечественную платформу разработки игр unigine, возможности и функционал. Сравнение с европейским аналогом // Дневник науки. 2023. № 4 (76). Порядковый номер 35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54012975> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: KCYOKJ.
7. Овчинников И. А., Посягин А. Е. Российский 3D-движок UNIGINE. Применение, особенности, место в промышленности и игровой индустрии, перспективы развития // Цифровая трансформация общества и информационная безопасность: материалы III Всероссийской научно-практической конференции (г. Екатеринбург, 17 мая 2024 г.). Екатеринбург: Уральский государственный экономический университет, 2024. С. 74–78. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=69166326> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: FHVXNI.
8. Парина П. А., Дулепов П. К. Разработка виртуальных 3D-сцен для отработки навыков операторов по обращению с робототехническими комплексами // Технологии электромагнитной совместимости. 2023. № 2 (85). С. 57–64. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=73884645> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: TUMIDP.
9. Сорокин А. А. Перспективы перехода на отечественные игровые движки // Рынки капитала и конкурентоспособность экономики: материалы работы Международной научно-практической конференции (г. Ивановгород, 20 октября 2023 г.). СПб.: ООО «Скифия-принт», 2023. С. 173–176. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=60279103> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: RNJXOQ.
10. Киколиашвили Д. З. Создание интерактивного тренажера в виртуальной реальности управления электроподъемом «Иволга» с использованием графической платформы Unigine // СНК-2024: материалы LXXIV международной студенческой научной конференции Московского Политеха (г. Москва, 01–26 апреля 2024 г.). М.: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», 2024. С. 449–450. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=69151396> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: KMJLVN.
11. Никишин В. В., Багаев А. В. Моделирование алгоритмов управления автоматизированного модульного надводного аппарата в симуляционной среде unigine // Моря России: современные методы исследований и их практические применения: тезисы докладов VIII Всероссийской научной конференции (г. Севастополь, 23–27 сентября 2024 г.). Организаторы: Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт» РАН. 2024. С. 300–302. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=74512299> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: QCBJNF.
12. Басов И. В., Хуссин С. М., Суфиянов В. Г. Трехмерная визуализация движения гексакоптера в среде UNIGINE // Выставка инноваций – 2021 (весенняя сессия) (г. Ижевск, 23 марта – 22 апреля 2021 г.). Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, 2021. С. 3–8. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46425057> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: FKBBFO.
13. Басов И. В., Хуссин С. М., Суфиянов В. Г. Разработка и реализация математической модели движения гексакоптера и системы пространственной визуализации результатов вычислительного эксперимента // I Липановские научные чтения (Ижевск, 15–16 июня 2021 г.). Издательство: Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, 2021. С. 46–53. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47466876> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: NIBVOI.
14. Черный В. Г. Обзор инструментов оптимизации рендеринга в игровых движках // Современные подходы в системном инжиниринге и цифровом моделировании сложных производственных систем: сборник трудов I Всероссийской научно-практической конференции (г. Санкт-Петербург, 27–28 февраля 2025 г.). СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2025. С. 359–362. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82620207> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: QIWQZN.
15. Беккер И. А., Якимов Е. А., Скрылев Н. П. Вычисление трудоемкости алгоритма, реализованного на языке программирования C# // Системный анализ и прикладная информатика. 2023. № 4. С. 14–19. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=63354230> (дата обращения: 12.02.2026). EDN: GFOKCW.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.