

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОЙ ВЫСТАВКИ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ
НА ИНТЕРАКТИВНОМ СЕНСОРНОМ КИОСКЕ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BLENDER И UNITY (НА ПРИМЕРЕ МУЗЕЯ
СВО, САРАТОВ)**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета КНиИТ
Цветкова Дмитрия Алексеевича

Научный руководитель
старший преподаватель

Н. Е. Тимофеева

Заведующий кафедрой
доцент, к. ф.-м. н.

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2026

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Современный музей перестаёт быть статичным хранилищем артефактов и трансформируется в интерактивное коммуникативное пространство. Особенно остро эта задача стоит перед военно-техническими музеями, где сложность экспонатов требует наглядного объяснения их устройства. Традиционные методы экспонирования — витрины, текстовые аннотации, статичные макеты — не позволяют посетителю увидеть внутреннее устройство техники, что снижает познавательный интерес. Внедрение цифровых технологий реального времени, в частности интерактивных сенсорных киосков с 3D-моделями, способно решить эту проблему. Особую актуальность работа имеет для Музея СВО в Саратове, которому требуются современные инструменты для выполнения образовательной и патриотической миссии. Проблема исследования заключается в противоречии между потребностью музея в динамичном, наглядном представлении сложных технических объектов и ограниченными возможностями классических форм экспонирования.

Цель работы — разработка и создание интерактивного мультимедийного контента (оптимизированных 3D-моделей военной техники и специализированного программного обеспечения) для сенсорного киоска в Музее СВО (Саратов), направленного на повышение наглядности, информативности и вовлечённости посетителей.

Задачи исследования:

1. Исследовать теоретические основы и современные тенденции цифровизации музейного пространства, особенности экспонирования военно-технической истории.
2. Провести сравнительный анализ программных и аппаратных решений, обосновать выбор технологического стека (Blender, Unity, сенсорный стол).
3. Разработать методику создания, текстурирования и оптимизации высокодетализированных 3D-моделей сложных технических объектов для приложений реального времени.
4. Спроектировать сценарий взаимодействия и пользовательский интерфейс, адаптированный для сенсорного управления.
5. Создать библиотеку 3D-моделей ключевых образцов военной техники в Blender, включая UV-развертку, текстурирование и анимацию разборки/

сборки.

6. Реализовать в среде Unity интерактивное приложение с функционалом выбора модели, вращения, масштабирования и режимом детального осмотра узлов.
7. Провести интеграцию и тестирование готового решения на целевом сенсорном столе.

Материалы исследования. В работе использованы научные статьи по музейной коммуникации и цифровизации музеев (Старикова, Кочергина, Докучаев и др.), техническая документация Blender и Unity, а также референсы и чертежи образцов военной техники (АК-74, РПГ-7, ВСС «Винторез», Ту-160, Ка-52 и др.).

Структура работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованных источников (26 наименований) и пяти приложений с листингами скриптов. Общий объём работы составляет 53 страниц. Работа содержит 12 рисунков, 2 таблицы и 1 приложение.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе «Теоретические основы цифровизации музейного пространства» рассмотрена эволюция музейной коммуникации, которая прошла три качественных этапа. Классическая модель (музей как авторитетный транслятор знаний) предполагала одностороннюю передачу информации по схеме «передатчик — приёмник», где посетитель выступал пассивным наблюдателем. Диалоговая модель, связанная с идеями «новой музеологии» второй половины XX века, превратила посетителя в активного субъекта взаимодействия, а музей — в дискуссионную площадку. Цифровая модель, активно развивающаяся в XXI веке, характеризуется тремя ключевыми аспектами: расширение доступности (оцифровка коллекций, виртуальные туры), создание иммерсивного опыта (технологии AR/VR, интерактивные инсталляции) и формирование сетевого диалога (социальные сети, цифровые платформы). Показано, что современный музей представляет собой гибридное коммуникативное пространство, где материальная экспозиция органично интегрируется с цифровой медиасредой, а ключевыми инструментами становятся сенсорные экраны, технологии дополненной реальности и платформы для геймификации.

Проанализированы особенности экспонирования военной и технической истории. Выявлены три ключевых экспозиционных задачи: сохранение и демонстрация материального объекта как подлинного свидетельства эпохи; техническая интерпретация, раскрывающая внутреннее устройство и принципы работы; историко-культурная контекстуализация, помещающая технику в поле боевого применения и коллективной памяти. На основе анализа литературных источников (Аверкин, Поляков, Докучаев) выделены три базовых вызова, с которыми сталкиваются военно-технические музеи при классическом экспонировании. Вызов статичности и «закрытости»: подлинный образец остаётся «чёрным ящиком», посетитель лишён возможности увидеть работу внутренних механизмов; разрезные макеты дорогостоящи и нефункциональны. Вызов абстрактности технических данных: сухие цифры без наглядной визуализации не формируют понимания реальных возможностей техники. Вызов отрыва от контекста: изолированный от среды своего создания и применения экспонат теряет историческое звучание. Преодоление этих вызовов лежит в плоскости цифровой трансформации, центральным принципом которой становится визуализация невидимого: скрытые процессы (работа двигателя, баллистика снаряда,

тактическое взаимодействие) становятся доступными через 3D-анимацию, интерактивные схемы и симуляции.

Проведена классификация цифровых решений, используемых в музеях. Выделены три крупные группы. Технологии иммерсивного погружения (VR/AR, голограммы, 3D-мэппинг) направлены на создание эффекта присутствия и эмоционального вовлечения. Виртуальная реальность позволяет полностью перенести пользователя в смоделированную среду (кабину самолёта, поле боя), но требует дорогостоящего оборудования. Дополненная реальность накладывает цифровые объекты на реальный мир через экран смартфона или планшета, что менее иммерсивно, но более гибко и доступно. Голограммы и 3D-мэппинг создают зрелищные образы, эффективны для «вау-эффекта», но имеют ограниченный интерактивный функционал. Интерактивные информационно-аналитические системы (сенсорные столы, киоски, информационные панели) ориентированы на структурированную передачу знаний. Сенсорные столы представляют собой горизонтальную мультитач-поверхность, позволяющую нескольким посетителям одновременно взаимодействовать с контентом: вращать, масштабировать, «разбирать» 3D-модель, получать справки. Их преимущества — высокая информационная ёмкость, интуитивность управления и устойчивость к интенсивной эксплуатации. Информационные панели (вертикальные терминалы) эффективны как электронные справочники, но менее пригодны для манипуляций со сложными 3D-объектами. Технологии «живого музея» и симуляторы сочетают физические реконструкции (фрагменты окопов, кабин) с цифровыми интерфейсами, но являются наиболее ресурсоёмкими. На основе сравнительного анализа по критериям наглядности, интуитивности, устойчивости к интенсивной эксплуатации и возможности интеграции в существующую экспозицию обоснован выбор интерактивного сенсорного стола как оптимального решения для Музея СВО в Саратове.

Рассмотрены психолого-педагогические аспекты взаимодействия с интерактивными экспонатами. Опираясь на исследования Лапина, Харитоновой и др., выделены четыре ключевых принципа. Погружение и интерес: экспонат должен захватывать внимание и стимулировать активное взаимодействие, поскольку музейное пространство по своей природе является пространством диалога, где посетитель выступает не пассивным получателем, а активным интерпретатором. Ощущение реальности: качественный цифровой экспонат создаёт эффект

личного исследования, например, возможность покрутить 3D-модель танка и увидеть каждую деталь. Простое управление: интерфейс должен быть понятен с первого взгляда, использовать естественные мультитач-жесты (масштабирование двумя пальцами, вращение), большие кнопки, минимум текста. Дозированная подача информации: данные не должны вываливаться на посетителя сразу; следует давать информацию постепенно (сначала общий вид и название, затем — при клике на деталь — её описание), важные факты выделять иконками или короткой анимацией. Сформулированные принципы положены в основу разработки приложения для сенсорного стола в Музее СВО.

Во втором разделе «Анализ и выбор технологий для разработки» проведён развёрнутый сравнительный анализ программных платформ для реализации интерактивного взаимодействия с 3D-моделями. Рассмотрены два наиболее распространённых игровых движка — Unity и Unreal Engine — по следующим критериям: эффективность работы с оптимизированным 3D-контентом, удобство создания интерактивного UI для сенсорного управления, порог входа и скорость разработки, качество графики и требования к аппаратному обеспечению. Результаты сравнения сведены в таблицу. Unity использует язык C#, который проще и строже, чем C++, имеет обширную документацию и подходит для программистов среднего уровня; Unreal Engine предлагает визуальный скриптинг Blueprints, но сложные системы требуют глубокого знания C++. Графический конвейер Unity обеспечивает отличное качество при высокой производительности на среднем оборудовании и позволяет создавать собственные проходы рендеринга на C#; Unreal Engine предлагает кинематографичное качество из коробки, но более требователен к ресурсам. Разработка UI в Unity считается эталонной для создания сложных 2D-интерфейсов с отличной поддержкой мультитач; UMG в Unreal Engine аналогична, но менее интуитивна для чисто 2D-интерфейсов. Работа с 3D-моделями в Unity отличается простым и понятным импортом из Blender через .fbx и мощным Profiler для оптимизации; Unreal Engine более требователен к подготовке ассетов. Порог входа в Unity низкий, комьюнити гигантское, тысячи готовых решений на Asset Store; Unreal Engine имеет более высокий порог входа, а в нише интерактивных неигровых приложений материалов меньше. На основе анализа обоснован выбор Unity как оптимального решения, обеспечивающего необходимое качество графики, высокую производительность, низкий порог входа и богатую экосистему для быстрой

разработки музейного интерактива.

Проведён сравнительный анализ программного обеспечения для 3D-моделирования: Blender, Autodesk 3ds Max, Autodesk Maya. Ключевые критерии: стоимость и лицензирование, качество и возможности моделирования сложных технических объектов, инструменты для оптимизации под real-time, работа с материалами и текстурами, интеграция с Unity. Blender полностью бесплатен, 3ds Max и Maya требуют дорогой подписки. Blender имеет мощный инструментарий с продвинутыми модификаторами и скульптингом; 3ds Max является отраслевым стандартом для твёрдотельных форм; Maya ориентирована на кинематографическое моделирование. В Blender — превосходные встроенные средства ретопологии, создания LOD, UV-развёртки и запекания карт нормалей; 3ds Max и Maya часто требуют дополнительных плагинов. Нодовый редактор Cycles и Eevee в Blender очень мощен и нагляден; в Maya система Hypershade мощна, но избыточна для игровых материалов. Blender имеет идеальную поддержку интеграции с Unity, включая нативный импорт .blend-файлов; 3ds Max и Maya требуют дополнительной настройки при экспорте. Обоснован выбор Blender по пяти причинам: экономическая эффективность; полнота инструментов для конечного пайплайна — от высокополигонального моделирования до оптимизации; оптимизация под real-time как приоритет; беспрепятственная интеграция с Unity; доступность обучающих материалов.

Рассмотрены ключевые технологии создания и оптимизации контента. Описаны принципы low-poly моделирования для интерактивных приложений: чистая топология, экономия геометрии, создание уровней детализации. Раскрыта технология карт нормалей, решающая парадокс между низкополигональной геометрией и высокодетализированным внешним видом. Карта нормалей — это RGB-текстура, где каждый пиксель кодирует направление нормали; при расчёте освещения движок использует искажённые нормали вместо реальных геометрических, создавая иллюзию сложного рельефа. Классический пайплайн High-Poly to Low-Poly Baking включает создание максимально детализированной версии, упрощённой геометрической основы, UV-развёртки low-poly модели и запекания информации о рельефе. Для данного проекта адаптирован прямой технологический пайплайн: создание сразу оптимизированной сетки с контролем топологии и количества полигонов, что позволило отказаться от ресурсоёмкого этапа ретопологии; ручная UV-развёртка для максимально эффективного

использования текстурного пространства; создание сложных процедурных и растровых текстур с использованием нодовой системы Shader Editor в Blender, что позволило симулировать материал и естественный износ непосредственно на этапе текстурирования; экспорт в .fbx и настройка в Unity с шейдером URP Lit, который корректно интерпретирует PBR-материалы.

На основании проведённого анализа определён технологический стек проекта. Программное обеспечение для 3D-моделирования и текстурирования: Blender. Игровой движок и среда разработки: Unity с возможностью сборки под Windows и Android. Целевое аппаратное обеспечение: мультитач-сенсорный стол под управлением ОС Windows с разрешением экрана не менее 1920x1080 пикселей. Сформулировано техническое задание на разработку. Основание: создание интерактивного мультимедийного приложения для сенсорного стола Музея СВО в Саратове. Цель: разработка программного комплекса для детального изучения 3D-моделей ключевых экспонатов, включая виртуальную разборку и сборку. Требования к функционалу: главный экран с меню выбора модели; режим детального осмотра с вращением модели одним пальцем и масштабированием двумя пальцами; отображение тактико-технических характеристик; режим интерактивной разборки и сборки для АК-74 и РПГ-7 с анимацией на основе ключевых кадров. Требования к 3D-контенту: модели создаются в Blender, оптимизируются для реального времени, для АК-74 и РПГ-7 подготавливаются отдельные модели разборных узлов, создаются анимации разборки и сборки. Требования к реализации в Unity: импорт моделей и анимаций в формате .fbx, организация иерархии объектов, написание скриптов на C# для управления камерой, обработки мультитач-жестов и логики анимации, создание адаптивного интерфейса с визуальной обратной связью. Определены этапы разработки: создание и оптимизация 3D-моделей в Blender; разработка анимаций; импорт контента и настройка сцены в Unity; программирование логики управления камерой и UI; реализация системы анимации; тестирование и отладка на ПК; портирование и адаптация под целевой сенсорный стол.

В третьем разделе «Практическая реализация интерактивной выставки» описаны все этапы создания готового продукта — от 3D-моделирования в Blender до работающего приложения на сенсорном столе Музея СВО.

Первоначально музеем был сформирован перечень экспонатов для интерактивной выставки: автомат Калашникова АК-74, ручной противотанковый гра-

натомёт РПГ-7, реактивная система залпового огня «Смерч», самоходная артиллерийская установка «Мста», миномёт калибра 82 мм, бесшумная снайперская винтовка ВСС «Винторез», стратегический бомбардировщик Ту-160 и ударный вертолёт Ка-52. На примере автомата АК-74 подробно рассмотрен весь процесс создания оптимизированной 3D-модели. Подготовка референсов включала сбор технических чертежей в ортогональных проекциях и фотографий реального автомата в разобранном состоянии, что позволило изучить внутреннее устройство и точные пропорции деталей. Применён метод полигонального моделирования с использованием модификаторов Blender: Symmetry, Array, Boolean, Subdivision Surface, Screw, Curve, Shrinkwrap. Для расширения функциональности подключены аддоны: Loop Tools, Bool Tool, Magic UV, Node Wrangler, Quad Remesher, Blender Kit, Mesh Tools. Моделирование велось поэтапно: сначала созданы крупные формы для контроля общих пропорций; затем добавлены остальные узлы, формирующие узнаваемый силуэт; завершающим этапом внешнего моделирования стала проработка мелких деталей. После завершения внешней геометрии на основе изучения устройства автоматики и ударно-спускового механизма смоделированы внутренние компоненты: возвратный механизм, затворная рама с газовым поршнем, ударник, затвор, спусковой крючок, пружины спускового механизма, шептало и автоспуск. Все детали созданы с соблюдением точных размеров и правильным позиционированием для корректной последующей анимации. Перед текстурированием выполнена настройка нормалей и применение масштаба для всех объектов. PBR-текстурирование выполнено с использованием аддона Blender Kit и частично Substance Painter; настроены материалы в нодовом редакторе, имитирующие чёрное оксидирование, воронёную сталь, пластик и дерево. Для АК-74, РПГ-7 и ВСС «Винторез» созданы анимации последовательной разборки и сборки. Анимации реализованы через создание иерархии пустых объектов-родителей, анимацию положения и вращения по ключевым кадрам, синхронизацию движения узлов. Экспорт выполнен в формате .fbx с частотой кадров 30 кадров в секунду.

Далее описана разработка приложения в среде Unity. Организована файловая структура проекта: папки Scenes, Models, Textures, Scripts, Materials, UI. Модели импортированы через перетаскивание FBX-файлов в окно Project с проверкой корректности отображения текстур и нормалей. Реализована система управления камерой на основе новой системы ввода Input System и EnhancedTouch

API. Скрипт управления камерой обеспечивает вращение камеры вокруг центра модели при касании одним пальцем, масштабирование при использовании двух пальцев, плавную интерполяцию движения камеры, ограничение углов вращения и дистанции, обработку ввода как с сенсорного экрана, так и с мыши для отладки. Для отладки на этапе разработки использовалось приложение Unity Remote на Android-устройстве через USB-соединение, что позволило эмулировать мультитач-жесты в реальном времени. Разработана система скриптов на языке C#. Скрипт переключения объектов является основным механизмом переключения между 3D-моделями: содержит список объектов для переключения, при старте активирует первый объект, предоставляет методы переключения по индексу, переключения на следующий и предыдущий объект, а также деактивации всех объектов. Скрипт управления анимацией управляет анимациями разборки и сборки: привязан к кнопке в пользовательском интерфейсе; при первом нажатии анимация проигрывается от начала до заданного кадра паузы и останавливается; при повторном нажатии продолжается с места остановки до конца; после завершения сбрасывает состояние в исходное. Скрипт переключения canvases отвечает за переключение между экранами пользовательского интерфейса: при нажатии на триггер выключает все указанные canvases и включает целевой canvas. Вспомогательный скрипт вращения объекта использовался на ранних этапах для тестирования вращения объекта вокруг его геометрического центра. Построена иерархия сцены: источник направленного света, пустой объект с одноимённым скриптом, содержащий список всех моделей, система обработки событий интерфейса, родительский объект, содержащий все 3D-модели техники в отдельных дочерних объектах, canvases главного меню и меню выбора модели с кнопками-иконками, отдельные canvases для каждой модели, активируемые при выборе соответствующей модели и содержащие тактико-технические характеристики и кнопку разборки и сборки, основная камера сцены с закреплённым скриптом управления, фоновая сфера с текстурой, имитирующей нейтральный технический фон. Финальным этапом стала сборка приложения под платформу Windows с разрешением экрана 1920x1080 пикселей. В настройках качества выбраны средние параметры для обеспечения стабильной частоты кадров. Проведено тестирование на целевом сенсорном столе Музея СВО, которое включало проверку корректности отображения всех 3D-моделей и текстур, точности мультитач-управления, работы анимаций разборки

и сборки, производительности, удобства интерфейса для посетителей. Результаты тестирования подтвердили стабильную работу приложения на уровне 60 кадров в секунду, корректное распознавание всех мультитач-жестов, плавное воспроизведение анимаций без задержек и интуитивно понятный интерфейс для пользователей разного возраста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения бакалаврской работы была полностью достигнута поставленная цель: разработано и создано интерактивное мультимедийное приложение для сенсорного киоска в Музее СВО в Саратове, направленное на повышение наглядности и вовлечённости посетителей при изучении экспозиции военной техники.

В рамках работы решены следующие задачи.

Исследованы теоретические основы цифровизации музейного пространства. Выявлена эволюция музейной коммуникации от пассивного созерцания к интерактивному диалогу, проанализированы особенности и современные тренды экспонирования военно-технической истории.

Проведён сравнительный анализ программных и аппаратных решений. Обоснован выбор технологического стека: программный пакет Blender для высокодетализированного 3D-моделирования и игровой движок Unity для разработки кросс-платформенного интерактивного приложения, адаптированного для сенсорных столов.

Разработана и апробирована на примере автомата АК-74 методика создания оптимизированных 3D-моделей сложных технических объектов, включающая low-poly моделирование, ручную UV-развёртку, PBR-текстурирование и подготовку анимаций.

Спроектирован сценарий взаимодействия и разработан интуитивно понятный пользовательский интерфейс, адаптированный для сенсорного управления мультитач-жестами: вращение одним пальцем и масштабирование двумя пальцами.

Создана библиотека из восьми высокодетализированных 3D-моделей ключевых образцов техники: АК-74, РПГ-7, РСЗО «Смерч», САУ «Мста», миномёт 82 мм, ВСС «Винторез», Ту-160, Ка-52. Для моделей АК-74, РПГ-7 и ВСС «Винторез» реализованы анимации последовательной разборки и сборки.

Реализовано в среде Unity полнофункциональное интерактивное приложение, обеспечивающее выбор модели из галереи, её детальный осмотр с возможностью вращения и масштабирования, отображение тактико-технических характеристик, а также режим пошаговой интерактивной разборки и сборки.

Проведена интеграция и тестирование готового решения на целевом сенсорном столе музея. Выполнена оптимизация производительности, адаптиро-

ван интерфейс для условий музейной эксплуатации. Тестирование подтвердило корректную работу всех функций на уровне 60 кадров в секунду и удобство использования для разновозрастной аудитории.

Практическая значимость работы заключается в создании готового к использованию интерактивного программного продукта. Разработанное приложение позволяет музею представить сложную технику в наглядной, увлекательной и образовательной форме, значительно повышая интерес посетителей и глубину усвоения материала. Созданные 3D-модели и программный код могут быть использованы как основа для дальнейшего развития экспозиции.

Перспективы дальнейшего развития проекта включают расширение библиотеки 3D-моделей, интеграцию технологии дополненной реальности для совмещения виртуальной модели с реальным экспонатом, а также разработку мобильной версии приложения для самостоятельного изучения посетителями.

Основные источники информации:

- 1 Изменение коммуникационного пространства музеев в эпоху цифровых технологий / Т. В. Старикова, В. О. Микрюков // Социально-политические науки. — 2020. — № 3. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-kommunikatsionnogo-prostranstva-muzeev-v-epohu-tsifrovyyh-tehnologiy> (дата обращения: 09.11.2025).
- 2 Война и музей: актуальные методы и технологии создания музейных экспозиций с военно-исторической тематикой / А. В. Докучаев // Культурологический журнал. — 2023. — № 4(54). — С. 53–61. — [Электронный ресурс]. — URL: http://cr-journal.ru/files/file/02_2024_19_41_00_1706805660.pdf (дата обращения: 14.03.2025).
- 3 D. E. Mohamed, M. N. Guirguis. Hybridising Museum Practices: Proposed Design Guidelines for Hybrid Museums // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2025. — Vol. 1530. — P. 012004. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1530/1/012004> (дата обращения: 13.04.2026).
- 4 Харитоновна Т.Ю., Михалюк О.С., Дмитриева В.А. Психология музейной коммуникации: теоретические и практические аспекты изучения // Санкт-Петербургский государственный университет. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihologiya-muzeynoy-kommunikatsii-teoreticheskie-i-prakticheskie-aspekty-izucheniya> (дата обращения: 17.04.2026).
- 5 Лапин Е.С. Диалог в музейном пространстве как фактор формирования гипертекста // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. — 2018. — № 3 (83). — С. 116–122. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dialog-v-muzeynom-prostranstve-kak-faktor-formirovaniya-giperteksta> (дата обращения: 17.04.2026).
- 6 Unity Technologies. LOD Group component reference // Unity Manual. — 2026. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.unity3d.com/6000.6/Documentation/Manual/class-LODGroup.html> (дата обращения: 17.04.2026).
- 7 Unity Technologies. Importing Objects From Blender // Unity Manual. —

2016. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.unity3d.com/560/Documentation/Manual/HOWTO-ImportObjectBlender.html> (дата обращения: 17.04.2026).
- 8 Blender Documentation Contributors. Modifiers // Blender 3.3 Manual. — 2024. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.blender.org/manual/ru/3.3/modeling/modifiers/> (дата обращения: 18.04.2026).
- 9 Куликов А. П., Мулдашов А. С., Кузьмин Н. А. и др. Демонстративное описание автомата АК-74 // Молодой ученый. — 2020. — № 12 (302). — С. 35-38. — URL: <https://moluch.ru/archive/302/68143> (дата обращения: 18.04.2026).
- 10 Простым языком про оптимизацию 3D-графики. Как художники и разработчики видеоигр добиваются лучшего качества изображения при минимальных затратах системных ресурсов // Render.ru. — 2024. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://render.ru/ru/DigitalRazor/post/26315> (дата обращения: 30.01.2026).
- 11 Unity Technologies. Input System: EnhancedTouch API // Unity Documentation. — URL: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.inputsystem@1.0/api/UnityEngine.InputSystem.EnhancedTouch.html> (дата обращения: 18.04.2026).