

Сравнение инструментов VR-разработки

Неретин Андрей Сергеевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Виртуальная реальность стоит на пороге революции, и выбор правильного инструмента разработки определяет, кто окажется в авангарде этих изменений. В этой статье проводится комплексное сравнение ключевых инструментов VR-разработки — от демонстрационных проектов NVIDIA VR Funhouse до полноценных движков Unity и Unreal Engine 5.

Ключевые слова: VR, программирование

Comparison of VR development

Neretin Andrey Sergeevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

Virtual reality is on the brink of a revolution, and choosing the right development tool determines who will be at the forefront of these changes. This article provides a comprehensive comparison of key VR development tools — from NVIDIA VR Funhouse demo projects to full-fledged engines like Unity and Unreal Engine 5.

Keywords: VR, programming

1 Введение

1.1 Актуальность

В условиях цифровой трансформации и быстрого развития иммерсивных технологий возникает потребность в эффективных инструментах демонстрации технологических возможностей для широкой аудитории. VR-игры представляют уникальную платформу для интерактивного представления инноваций, сочетая образовательную ценность с развлекательным контентом.

1.2 Обзор исследований

В.А. Малофеев рассмотрел особенности применения Varwin для создания учебных VR-сцен, методические подходы к их разработке, а также преимущества визуального программирования в процессе обучения [1].

В.П. Пономаренко, Н.И. Белодед рассмотрели современные технологии программирования, используемые в разработке приложений для AR и VR [2].

А.Е. Овдин, В.М. Саклаков рассмотрели ключевые аспекты разработки приложений для гарнитур виртуальной реальности на примере видеоигр.

Описывали особенности работы VR-приложений и методы их программирования [3].

А.А. Следский представил результаты исследования влияния новых графических технологий Unreal Engine 5 (Nanite и Lumen) на процессы разработки графики для компьютерных игр, анимации и кинопроизводства [4].

В.А. Мясус, О.А.Сидорова рассмотрели возможность применения визуального программирования в разработке [5].

О.С. Флоринский, А.А. Барышников описали игровой движок Unreal Engine 5 - его возможности и сравнили с ближайшими конкурентами [6].

А.В. Иванов, В.Д. Толстикова создали онлайн-платформу с использованием игровых движков Unreal Engine 5.6 и Unity 6. Рассмотрели новые функции этих движков, включая улучшения производительности, сетевые возможности и поддержку метаверс [7].

Т.С. Гончар, Е.В. Ефимова посвятили работу, разбору производительности Unity и Unreal Engine [8].

Н.В. Филон, О.А. Новосельская провели анализ современных средств разработки компьютерных игр. На примере простого 2D экшен-шутера произвели сравнительный анализ движков Unity и Unreal Engine [9].

Т.Р. Юнусов рассмотрел технические возможности игрового движка Unreal Engine 5. Отдельному анализу и оценке подвергнуты нововведения движка - технологии Nanite и Lumen [10].

1.3Цель исследования

Выявить потенциал Unreal Engine 5 как катализатора инноваций в VR-индустрии через анализ его способности реализовывать прорывные технологии и формировать новые стандарты разработки иммерсивного контента.

2 Материалы и методы

В ходе исследования применялся комплексный сравнительный анализ инструментов VR-разработки. В качестве объектов исследования были взяты актуальные версии ключевых инструментов разработки — Unreal Engine 5, Unity с XR Interaction Toolkit, Roblox Studio, а также референсные демонстрационные продукты NVIDIA VR Funhouse и Sony PlayStation VR.

3 Результаты и обсуждения

NVIDIA VR Funhouse — это не инструмент разработки, а демонстрационное приложение, созданное для показа возможностей физического движка PhysX и технологий VRWorks от NVIDIA. Оно представляет собой набор мини-игр в виртуальной реальности с невероятно реалистичной физикой: вы можете стрелять из пушек по мишеням, играть с виртуальными мечами, где каждый удар учитывает массу и инерцию оружия. Это технологический шоукейс, а не среда разработки — вы не можете создавать в нем свои проекты, только наслаждаться тем, что уже сделали инженеры NVIDIA.

Sony PlayStation VR Demo Discs — это коллекции демонстрационных роликов и мини-игр, выпускаемые Sony для PlayStation VR. Их цель — познакомить пользователей с возможностями VR на PlayStation, показать разнообразие жанров и дать почувствовать immersion. Это готовый потребительский продукт, такой же как игра на диске, а не инструмент для создания контента.

Roblox Studio — это платформа для создания пользовательского контента в рамках экосистемы Roblox. Она ориентирована на максимальную простоту: дети и подростки могут создавать простые игры, используя готовые ассеты и визуальное программирование. Это инструмент для создания контента, но с серьезными ограничениями: графика стилизованная и простая, физика базового уровня, а целевая аудитория — преимущественно молодые пользователи.

Unity — полноценный игровой движок, который завоевал популярность благодаря простоте освоения и кроссплатформенности. Его используют тысячи разработчиков по всему миру для создания игр всех жанров, включая VR. Unity использует язык C#, который считается более доступным для начинающих, чем C++ от Unreal. В Unity есть хорошая поддержка VR через плагины и Unity XR Interaction Toolkit.

Unity XR Interaction Toolkit — это фреймворк внутри Unity, специально созданный для упрощения разработки VR и AR приложений. Он предоставляет готовые компоненты для взаимодействия с объектами в VR: захват предметов, телепортацию, UI, оптимизированный под VR. Это инструмент внутри инструмента — он расширяет возможности Unity для конкретной задачи VR-разработки.

Unreal Engine 5 — это игровой движок нового поколения от Epic Games, который переопределяет стандарты графики и производительности в реальном времени. Он создан для разработки AAA-игр, кинематографического контента и профессиональных приложений виртуальной реальности.

3.1 Почему Unreal Engine 5 превосходит все остальные варианты

1. Графическая революция: Nanite и Lumen

Unreal Engine 5 представил две технологии, которые изменили индустрию: Nanite и Lumen.

Nanite — это система виртуальной геометрии, которая позволяет импортировать в движок 3D-модели с десятками миллионов полигонов без потери производительности. В традиционных движках, включая Unity, художник должен создавать несколько уровней детализации (LOD) для каждой модели: высокополигональную для близкого рассмотрения, среднюю для средней дистанции и низкополигональную для дальних планов. Это занимает дни или недели работы. Nanite делает это автоматически в реальном времени.

Для VR это означает, что вы можете создавать невероятно детализированные миры, где каждый лист на дереве, каждый камень на дороге, каждый узор на стене — это высокодетализированная модель. В

традиционных движках такая детализация привела бы к падению FPS ниже критического для VR порога в 90 кадров в секунду. В UE5 это работает плавно.

Lumen — это система глобального освещения в реальном времени. В классических движках освещение "запекается" (baked) — это значит, что тени и световые эффекты предварительно рассчитываются и сохраняются в текстурах. Если в сцене что-то движется (солнце, персонаж с фонариком), освещение не меняется динамически. Lumen решает эту проблему: свет, тени, отражения рассчитываются в реальном времени с качеством, сравнимым с оффлайн-рендерингом в кино.

Для VR-разработчика это означает свободу: вы можете создавать динамические миры, где время суток меняется, огонь от факела реалистично освещает пещеру, а стеклянные поверхности дают физически корректные отражения. В Unity для достижения подобного качества потребовалось бы использовать сложные комбинации систем освещения и платных плагинов.

2. Производительность в VR: не просто выше, а принципиально иначе

VR предъявляет уникальные требования к производительности: нужно рендерить две камеры (для каждого глаза), поддерживать высокий FPS (90-120), минимизировать задержку (motion-to-photon latency). Unreal Engine 5 создавался с учетом этих требований.

Движок имеет специальный VR режим, который автоматически настраивает рендеринг для виртуальной реальности: использует forward rendering вместо deferred (что снижает задержку), оптимизирует проходы рендеринга, автоматически настраивает стереоскопический рендер.

В UE5 реализована поддержка foveated rendering — технологии, которая рендерит только центральную область изображения в высоком разрешении, а периферийные области — в низком. Это соответствует особенностям человеческого зрения и может дать прирост производительности до 70%. Такие гарнитуры как Quest Pro и Pico 4 поддерживают эту технологию на аппаратном уровне, и UE5 умеет с ней работать из коробки.

Для сравнения: в Unity для достижения подобной оптимизации потребовалось бы использовать платные плагины, каждый из которых добавляет сложность в проект и может конфликтовать с другими системами.

3. Бесплатные профессиональные ресурсы: Quixel Megascans

Epic Games владеет Quixel — компанией, которая создает библиотеку фотореалистичных 3D-сканов реального мира. В UE5 вся библиотека Megascans доступна бесплатно. Это 16,000+ ассетов: камни, деревья, здания, материалы, текстуры — все сфотографировано и отсканировано с реальных объектов с разрешением 8K.

Для VR-разработчика это означает, что вы можете создать фотореалистичную среду за часы, а не за недели. Хотите сделать лесную сцену? Возьмите готовые сканы сосен, мха, камней, лесной подстилки — все будет идеально сочетаться по стилю и качеству. В Unity аналогичные ресурсы стоили бы тысячи долларов или потребовали бы месяцев работы 3D-художников.

4. Blueprint: разработка без программирования, но с профессиональными возможностями

Blueprint — это система визуального программирования в UE5. В отличие от простых систем типа Roblox Studio, Blueprint — это полноценная среда разработки, где можно создавать сложную логику игр.

Для небольших студий или инди-разработчиков это означает, что дизайнер или художник может создать прототип VR-взаимодействия без привлечения программиста. Хотите сделать, чтобы объект можно было брать рукой, вращать и бросать с реалистичной физикой? В Blueprint это делается за 15 минут. Хотите сложную систему диалогов с ветвлением? Тоже в Blueprint.

При этом Blueprint не заменяет C++ — вы можете писать производительные модули на C++ и использовать их в Blueprint. Это дает гибкость: быстро прототипировать в Blueprint, а критичные к производительности части переписывать на C++.

5. World Partition: гигантские миры без загрузочных экранов

Одна из проблем VR — это ограниченность пространства. Если вы делаете игру с открытым миром, традиционно приходится разбивать мир на уровни с загрузочными экранами между ними. В VR загрузочные экраны разрушают immersion.

World Partition в UE5 решает эту проблему: вы создаете один гигантский уровень, а движок автоматически загружает и выгружает части мира по мере перемещения игрока. Для VR это революционно: вы можете создавать миры размером с реальный город, и игрок сможет перемещаться по нему без единой загрузки.

В Unity аналогичная функциональность потребовала бы использования нескольких плагинов и сложной настройки.

6. Профессиональный пайплайн и совместимость

UE5 создан для профессиональных студий. Он имеет встроенную поддержку USD (Universal Scene Description) — стандарта, который используют Pixar, Disney, Industrial Light & Magic для создания анимационных фильмов. Это значит, что ассеты из профессиональных VFX-пайплайнов можно импортировать в UE5 без потери качества.

Для VR-разработки это открывает возможности для создания контента киношного качества. Вы можете взять модель персонажа, созданную для фильма, и использовать ее в VR-приложении с сохранением всех деталей и материалов.

7. Мультиплатформенность и будущее-proof

UE5 поддерживает все основные VR-платформы: Oculus (Quest, Rift), SteamVR (Valve Index, HTC Vive), PlayStation VR2, Varjo, Pico — и делает это через стандарт OpenXR, что гарантирует совместимость с будущими гарнитурами.

Но важнее то, как Epic инвестирует в будущее. На разработку UE5 были потрачены миллиарды долларов. Движок обновляется каждые 2-3 месяца с добавлением новых функций. Epic сотрудничает с лидерами индустрии: с

Disney для создания виртуальных производственных студий, с NASA для симуляций, с автомобильными компаниями для визуализации.

Для VR-разработчика это значит, что вы выбираете платформу с гарантированным будущим. Через пять лет UE5 будет еще более мощным, с поддержкой новых технологий (нейросетевой апскейлинг, трассировка лучей в VR, haptic feedback нового поколения).

8. Экономическая модель: бесплатно до успеха

UE5 полностью бесплатен до тех пор, пока ваш проект не заработает \$1 миллион. После этого вы платите 5% роялти. Это выгоднее, чем модель Unity, где для профессиональной разработки нужна подписка Pro, а многие необходимые плагины — платные.

Рассмотрим пример: вы делаете VR-приложение архитектурной визуализации. В UE5 вы получаете бесплатно:

- Фотореалистичные материалы Megascans
- Систему глобального освещения Lumen
- Автоматическую оптимизацию Nanite
- VR-шаблоны с готовыми взаимодействиями

В Unity для аналогичного качества вам пришлось бы купить:

- Плагин для глобального освещения
- Плагин для автоматического LOD
- Набор фотореалистичных материалов
- VR Interaction Toolkit или аналоги
- И еще подписку Unity Pro

9. Сообщество и обучение

У Epic есть официальный Unreal Learning Portal с бесплатными курсами по всем аспектам разработки, включая специализированные курсы по VR. Есть официальные примеры проектов, документация, форумы с ответами разработчиков движка.

Для сравнения: Unity также имеет хорошее обучение, но многие продвинутые техники для VR приходится искать в разрозненных блогах и платных курсах.

10. Реальные примеры превосходства

Пример 1: Архитектурная визуализация
Студия создает VR-тур по непостроенному зданию. В UE5 они импортируют модель из Revit с 50 млн полигонов — Nanite автоматически оптимизирует ее для рендеринга. Lumen дает реалистичное освещение в зависимости от времени дня, которое можно менять в реальном времени. Клиент в VR видит здание с качеством, неотличимым от реальности. Время разработки: 2 недели.

В Unity для аналогичного результата потребовалось бы: упрощать модель до 1-2 млн полигонов (неделя работы 3D-художника), запекать освещение для каждого времени дня (еще неделя), настраивать сложную систему LOD (несколько дней). Итог: 4-6 недель работы, более низкое качество.

Пример 2: VR-игра с открытым миром Инди - разработчик создает RPG в VR с миром 4x4 км. В UE5 он использует World Partition — мир

автоматически стримится по мере перемещения. Landscape system позволяет быстро создавать рельеф. Foliage system — расставлять тысячи деревьев и камней. В Blueprint он создает логику квестов и взаимодействий. Время на создание прототипа: 1 месяц.

В Unity аналогичная задача потребовала бы: писать систему стриминга миров с нуля или покупать плагин (недели), настраивать систему растительности, бороться с падением FPS при больших открытых пространствах.

3.2 Когда другие инструменты могут быть лучше

1. Для абсолютных новичков и быстрого старта

Ситуация:

Создание простой VR-демоверсии с нуля — как первый шаг в новое пространство. Исходная точка — отсутствие опыта в 3D-графике и программировании. Конечная цель — готовый интерактивный проект для портфолио или образовательного отчёта. Это практический путь от концепции к осязаемому результату в виртуальной среде.

Почему не UE5:

- Кривая обучения: UE5 требует понимания сразу нескольких сложных систем:
 - Blueprint или C++ (сложный синтаксис, особенности памяти)
 - Иерархия акторов и компонентов (более абстрактная, чем в Unity)
 - Material Editor (узловой редактор материалов — мощно, но сложно)
 - 70+ ГБ установочного пакета против 2-5 ГБ у конкурентов

Лучше использовать:

- Unity с XR Interaction Toolkit:
 - Asset Store: тысячи готовых бесплатных ассетов для быстрого прототипирования
 - Bolt/PlayMaker: визуальное программирование проще Blueprint для базовой логики
 - C#: более прощающий язык для новичков (автоматическая сборка мусора)
 - Больше туториалов для начинающих на YouTube

2. Для мобильного VR/AR на Android/iOS

Ситуация:

Вы разрабатываете приложение для Oculus Quest (Android) или AR-приложение для iPhone, где критичны:

- Размер билда (ограничения магазинов приложений)
- Потребление батареи
- Поддержка старых устройств
- Частые обновления приложения

Почему не UE5:

- Размер билда:
Минимальный APK из UE5 для Quest — 150-200 МБ (только движок)
Из Unity — 30-50 МБ
Для App Store/Google Play с лимитами на скачивание по мобильным сетям это критично
- Производительность на мобильных чипах:
UE5 оптимизирован под десктопные GPU с поддержкой трассировки лучей
Mobile Forward Rendering в UE5 все еще уступает Unity в эффективности на Adreno/Snapdragon
Пример: На Quest 2 одинаковые сцены в UE5 дают 72 FPS, в Unity — 90 FPS
- AR Foundation в Unity:
Единый API для ARKit (iOS) и ARCore (Android)
Меньшая задержка на мобильных устройствах
Лучшая интеграция с нативными функциями (LiDAR, depth sensing)

Лучше использовать:

- Unity для мобильного VR:
 - Universal Render Pipeline (URP) заточен под мобильные GPU
 - Огромная экосистема плагинов для оптимизации под Quest
 - Возможность делать гибридные приложения (VR + flatscreen режим)
- Для AR-приложений:
Unity + AR Foundation — де-факто стандарт для мобильной AR
Пример: IKEA Place, Pokemon GO, Snapchat фильтры — все на Unity

Реальный кейс:

Приложение "VR Meditation" для Quest Store. Разработчики выбрали Unity, потому что:

1. Нужна поддержка Quest 1 (более слабое железо)
2. Частые обновления контента (медитации добавляются еженедельно)
3. Маленький размер билда для быстрой загрузки

3. Для проектов с упором на скриптовую логику и ИИ

Ситуация:

Вы разрабатываете:

- Стратегическую игру со сложной экономической моделью
- Симулятор с тысячами AI-агентов
- Исследовательский проект с машинным обучением в реальном времени

Почему не UE5:

- Производительность скриптовой логики: Blueprint хорош для визуального программирования, но медленный для вычислений C++ в UE5 мощный, но требует компиляции и перезагрузки проекта
- Unity DOTS (Data-Oriented Technology Stack): Позволяет обрабатывать миллионы сущностей в реальном времени Burst compiler — C# код компилируется в нативный, почти как C++ Job system — многопоточность без головной боли
- Интеграция с Python/ML: В Unity лучше поддержка Python для ML (Unity ML-Agents) Возможность использовать TensorFlow/PyTorch напрямую

Лучше использовать:

- Unity для AI-интенсивных проектов:
 - DOTS для симуляции большого количества NPC
 - ML-Agents для обучения ИИ в виртуальной среде
 - C# с Burst для высокопроизводительных вычислений

Реальный кейс:

Исследование OpenAI в тренировке ИИ для Dota 2 проводилось в симуляторе на Unity, потому что нужна была возможность быстро менять параметры симуляции и интегрировать Python-скрипты.

4. Для специфических VR-жестов и взаимодействий

Ситуация:

Вы делаете:

- Приложение для реабилитации с точным отслеживанием пальцев
- Музыкальный симулятор с жестами, как в реальном инструменте
- Тренажер хирурга с тактильной обратной связью

Почему может не подойти UE5:

- Unity XR Interaction Toolkit: Более развитая система жестов и взаимодействий Лучшая поддержка специфичных контроллеров (Valve Knuckles, SenseGlove) Готовые префабы для сложных взаимодействий
- OpenXR в Unity: Более зрелая реализация Лучшая поддержка расширений OpenXR (hand tracking, eye tracking)

Лучше использовать:

- Unity для проектов с упором на взаимодействия:
 - XR Hands для точного трекинга пальцев
 - XR Interaction Toolkit с готовыми схемами взаимодействий
 - Легче интегрировать кастомные устройства ввода

Реальный

кейс:

Приложение "Piano Vision" для обучения игре на фортепиано в VR использует Unity, потому что нужна точная синхронизация жестов с музыкальными нотами и интеграция с MIDI-контроллерами.

4 Выводы

Unreal Engine 5 — это не просто очередной игровой движок. Это платформа, которая стирает границу между реальным и виртуальным, между играми и кино, между прототипом и готовым продуктом.

Для VR-разработчика выбор UE5 означает:

- Качество графики, недостижимое в других движках
- Производительность, которая позволяет создавать сложные миры без компромиссов
- Экономия времени и денег за счет встроенных технологий и бесплатных ресурсов
- Будущее-proof решение с гарантированной поддержкой и развитием
- Профессиональные инструменты для командной работы и интеграции в производственные пайплайны

NVIDIA VR Funhouse показывает, что возможно. Sony PSVR Demo Discs развлекают. Roblox Studio упрощает создание. Unity дает доступность. Unity XR Interaction Toolkit специализируется.

Но только Unreal Engine 5 дает все необходимое и даже больше для создания VR-опытов следующего поколения. Это не просто лучший выбор для профессиональной VR-разработки сегодня — это выбор, который определяет стандарты завтрашнего дня.

Библиографический список

1. Пономаренко В. П., Белодед Н. И. Технологии программирования в области расширенной реальности (AR) и виртуальной реальности (VR) // Экономика. Наука. Инноватика : IV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, Донецк, 26 апреля 2024 года. Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2024.
2. Малофеев В. А. Создание VR сцен, как способ обучения студентов педагогического колледжа визуальному программированию // Трансформация механико-математического и IT-образования в условиях цифровизации : Материалы II Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Минск, 224 апреля 2025 года. С. 94-96.
3. Овдин А. Е., Саклаков В. М. Методы программирования приложений виртуальной реальности средствами трехмерных игровых движков // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. 2024. С. 147.
4. Иванов А. В. Новые графические технологии Unreal Engine 5 (Nanite, Lumen) и их влияние на разработку графики // Наука и технологии: современное состояние актуальных проблем: Сборник научных трудов по

- материалам VIII Международной научно-практической конференции, Анапа, 28 июля 2025 года. Анапа: ООО "Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов" в Южном Федеральном округе, 2025.
5. Мясус В. А., Сидорова О. А. Визуальное программирование в разработке проектов на unreal engine 5 // Информационные технологии в образовательном процессе вуза и школы: материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 28 марта 2025 года. Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2025.
 6. Флоринский О. С., Барышников А. А. Игровой движок Unreal Engine 5 // Вестник Ессентукского института управления, бизнеса и права. 2024. С. 154-160.
 7. Иванов А. В., Толстикова В. Д. Реализация онлайн-платформ в Unreal Engine 5.6 и Unity 6: инструменты, возможности и тренды // Актуальные вопросы науки и практики и перспективы их решений: Сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической конференции, Анапа, 05 августа 2025 года. Анапа: ООО "Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов" в Южном Федеральном округе, 2025.
 8. Гончар Т. С., Ефимова Е. В. Сравнительный анализ производительности Unity и Unreal Engine // Технологическое предпринимательство: проблемы проектирования, применения и безопасности информационных систем в условиях цифровой экономики и реализации инновационного и технологического предпринимательства: Материалы международной студенческой научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 228 ноября 2023 года. С. 215-218.
 9. Филон Н. В., Новосельская О. А. Сравнительный анализ движков Unity и Unreal Engine // Импортзамещение, научно-техническая и экономическая безопасность : Сборник статей V Международной научно-технической конференции. В 3-х томах, Минск, 009 декабря 2022 года. Том 2. С. 356-361.
 10. Юнусов Т. Р. Исследование технологических нововведений в игровом движке Unreal engine 5 // XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых) : Материалы Международной молодёжной научной конференции. Сборник докладов, Казань, 010 ноября 2023 года. С. 2766-2770.