

**ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ОРГАНИЗАЦИИ**

Валинурова А.А., Балабанова Н.В., Данилова С.В.

Валинурова Анна Александровна (ORCID.ORG 0000-0003-4614-7879), Балабанова Наталья Владимировна (ORCID.ORG 0000-0002-1427-2547), Данилова Светлана Вадимовна (ORCID.ORG 0000-0002-7879-7713)
Ивановский государственный университет,
г. Иваново, Россия. 153025, Ивановская область, г. Иваново, ул. Ермака, д. 39.
E-mail: avalinurova@mail.ru, nvbalabanova@mail.ru, swdanilova@mail.ru

В работе проведен анализ отечественных решений в сфере программного обеспечения (ПО) для виртуальной и дополненной реальности с целью решения прикладных задач организаций. В качестве критериев сравнения выступили не только технические характеристики такие, как функциональные модули и системные требования для установки ПО, но и дополнительные характеристики, среди которых можно выделить наличие активного сообщества, обучающие курсы и кейсы практического применения. Изучена специфика модульной структуры решений и возможности подключения AR/VR-гарнитуры. Предложенная сравнительная таблица может стать основой для выбора организацией платформы для создания проектов в сфере виртуальной и дополненной реальности в зависимости от специфики стоящих задач.

В работе также приведена визуализация по основным программным решениям.

Ключевые слова: иммерсивные технологии, виртуальная реальность, дополненная реальность, Varwin XRMS, VR/AR-платформа

**THE CHOICE OF VIRTUAL REALITY SOFTWARE FOR SOLVING
THE APPLIED TASKS OF THE ORGANIZATION**

Valinurova A.A., Balabanova N.V., Danilova S.V.

Valinurova Anna Aleksandrovna (ORCID.ORG 0000-0003-4614-7879), Balabanova Natalya Vladimirovna (ORCID.ORG 0000-0002-1427-2547), Danilova Svetlana Vadimovna (ORCID.ORG 0000-0002-7879-7713)
Ivanovo State University,
Ivanovo, Russia. 153025, Ivanovo region, Ivanovo, st. Ermaka, 39.
E-mail: avalinurova@mail.ru, nvbalabanova@mail.ru, swdanilova@mail.ru

The paper analyzes domestic solutions in the field of software for virtual and augmented reality in order to solve the applied tasks of organizations. The comparison criteria were not only technical characteristics such as functional modules and system requirements for software installation, but also additional characteristics, including the presence of an active community, training courses and practical application cases. The specifics of the modular structure of solutions and the connectivity of AR/VR headsets have been studied. The proposed comparison table can become the basis for the organization's choice of a platform for creating projects in the field of virtual and augmented reality, depending on the specifics of the tasks.

The paper also provides a visualization of the main software solutions.

Keywords: immersive technologies, virtual reality, augmented reality, Varwin XRMS, VR/AR platform

Для цитирования:

Валинурова А.А., Балабанова Н.В., Данилова С.В. Выбор программного обеспечения для виртуальной реальности для решения прикладных задач организаций. *Современные научно-технические технологии. Региональное приложение*. 2025. № 4. С. 110-120. DOI: DOI: 10.6060/snt.20258404.00015.

For citation:

Valinurova A.A., Balabanova N.V., Danilova S.V. Selecting virtual reality software to solve an organization's applied problems. *Modern high technology. Regional application*. 2025. N 4. P. 110-120. DOI: DOI: 10.6060/snt.20258404.00015.

ВВЕДЕНИЕ

Рынок иммерсивных технологий развивается циклично, преодолевая этапы завышенных ожиданий и коррекции. Сегодня он движется к зрелости, фокусируясь на практических применениях.

На начальных этапах, когда технологии виртуальной и дополненной реальности только начинали привлекать внимание, наблюдался бурный рост интереса и инвестиций, однако, когда реальные технологические возможности не всегда соответствовали завышенным ожиданиям, рынок столкнулся с коррекцией – спадом интереса к технологии. Если затрагивать российский рынок решений в сфере технологий виртуальной и дополненной реальности, то можно говорить о дополнительном стимуле для развития с уходом части иностранных вендоров, что заставило отечественные компании активно развивать направление разработки программного обеспечения в данной области. Рассмотрим, насколько успешно происходит этот процесс.

ПРОБЛЕМА И АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является проведение анализа отечественных решений на рынке программного обеспечения в сфере виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальностей и формирование представления об их способности решать проектные задачи для бизнеса. Существующие исследования раскрывают как теоретические подходы к определению иммерсивности и места в ней виртуальной и дополненной реальностей [1], так и раскрывают необходимый набор оборудования для использования технологии [2]. Настоящее исследование дополняет рассмотренные подходы изучением программных решений, что позволит комплексно подойти к внедрению виртуальной и дополненной реальности в организации.

ВЛИЯНИЕ КАДРОВОГО ДЕФИЦИТА НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ

Подавляющее большинство крупных компаний начали осуществлять разработку иммерсивных решений посредством внутренних ресурсов, консолидируя экспертизу в рамках специализированных центров компетенций. К числу корпораций, реализующих подобную модель, относятся ПАО «Сбербанк», ПАО «Газпром», ПАО «Роснефть», ПАО «АЛРОСА», ПАО «Сибур Холдинг», ПАО «Северсталь», ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ПАО «Трубная металлургическая компания», АО «СУЭК», а также государственные структуры – Госкорпорация «Росатом»,

Госкорпорация «Роскосмос», ОАО «РЖД», Министерство обороны РФ, Росгвардия и др. [3]. Малый и средний бизнес, напротив, отдает предпочтение сотрудничеству с внешними разработчиками и специализированными студиями. Однако их основной проблемой остается нехватка финансирования, что заставляет искать более доступные и гибкие пути для реализации таких инициатив.

В своей статье А.О. Топников, анализируя проблемы внедрения виртуального моделирования в производственные сферы предприятий, выявляет на основе реальных кейсов из различных отраслей ключевые препятствия, сопровождающие данный процесс [4]. Как следует из представленных данных, наиболее критичным фактором является дефицит квалифицированных кадров, что соответствует общим тенденциям в области внедрения инновационных технологий и подтверждается актуальными исследованиями в данной сфере.

Российские компании, ориентированные на VR/AR-решения, реагируют на это препятствие разработкой адаптивных платформ, направленных на стандартизацию и упрощение процессов виртуального моделирования. Перспективным ответом выступают решения, позволяющие создавать иммерсивные среды с минимальным использованием программирования.

Данный подход также решает неочевидную проблему рынка, где «все зависит от разработчика» (рис. 1).

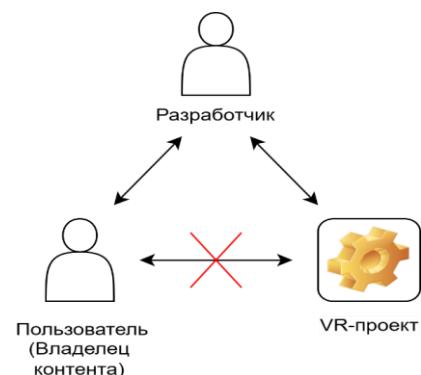


Рис. 1. Модель рынка
Fig. 1. Market model

Изображение иллюстрирует проблему зависимости рынка VR-разработок от разработчиков. На схеме показаны три ключевых элемента:

- разработчик (сверху) – ключевое звено, от которого зависит взаимодействие;
- пользователь (владелец контента) (слева) – не имеет прямого доступа к VR-проекту;
- VR-проект (справа) – также не связан напрямую с пользователем.

Красный крест между пользователем и VR-проектом символизирует отсутствие возможности работы без разработчика. Это демонстрирует, что рынок ограничен необходимостью привлечения технических специалистов.

Подводя итог, современные программные обеспечения (ПО) VR/AR-решений направлены на снижение зависимости от разработчиков благодаря внедрению гибких платформ, которые позволяют владельцам контента самостоятельно создавать и настраивать иммерсивные проекты. Такой подход минимизирует необходимость в технических экспертах, устранив барьеры, связанные с кадровой зависимостью.

ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ VR/AR-ПЛАТФОРМ

В рамках сравнительного анализа были отобраны решения российского рынка, демонстрирующие потенциал в области виртуального и дополненного моделирования. Остановимся на каждом из них в отдельности.

VARWIN XRMS

Varwin XRMS – это среда для создания и управления 3D/VR/AR-контента на движке Unity, разработанная компанией «3Д Инновации» [5, 6]. Low-code платформа позволяет пользователям, даже без навыков программирования, собирать виртуальные сцены с помощью визуального редактора (на базе Blockly), а затем управлять ими и поддерживать собственными силами компании, не привлекая сторонних разработчиков [7]. Структура написания сценария напоминает процесс сборки пазла, однако это не снижает его функциональность и эффективность в сравнении с другими языками программирования.

На момент 2025 года количество пользователей платформы Varwin XRMS превысило 15 000 человек, а ее сообщество демонстрирует активное развитие, укрепляя позиции на рынке и расширяя возможности для взаимодействия участников. Продукт входит в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [8].

Основные элементы и функциональные модули Varwin XRMS:

– Reality Management System (XRMS): основное приложение для работы с XR-контентом, устанавливаемое на компьютер, с помощью которого можно создавать проекты, загружать контент, управлять настройками и переключаться между модулями платформы.

– VarwinClient: приложение, разработанное на Unity, которое обеспечивает выход в виртуальную реальность через VR-гарнитуры (а также поддерживает режим 3D-просмотра на стационарных устройствах).

Интерфейс Desktop редактора поделен на 4 рабочие области:

1. Панель инструментов.
2. Редактируемая сцена.
3. Вкладки Библиотека, Объекты, Ресурсы.
4. Инспектор.

Платформа позволяет загружать сторонние 3D-модели в проект и использовать их в логике наряду с предустановленными объектами. Поддерживаются форматы: .fbx, .obj, .gltf, .dae и .glb [9].

– Varwin SDK: набор инструментов для разработки – позволяет создавать собственные объекты и шаблоны сцен для Varwin XRMS в среде Unity.

– Marketplace: библиотека готового контента, позволяющая быстро наполнять проекты необходимыми элементами.

В Varwin XRMS разработаны проекты в сферах обучения персонала, промышленности, туризма, образования, маркетинга и других областях.

Длительность обучения работе на платформе составляет 72 ак. ч. [10].

Для работы на ПК с использованием проводного VR-шлема (HTC, Pico, Oculus и др.) система должна соответствовать следующим системным требованиям [4]:

- Intel Core i5 или AMD Ryzen 5;
- GeForce GTX 1060 6 Гб и выше или аналогичное;
- 16 Гб ОЗУ и больше;
- 10+ Гб памяти на жестком диске;
- USB 3.0, HDMI 1.4, 2.0 или DisplayPort 1.3.

Проводная VR-гарнитура: любая с поддержкой SteamVR. В отличие от проводных решений, автономные VR-гарнитуры (HTC, Pico, Oculus) обладают собственным процессором, что снижает зависимость от ресурсов ПК. Однако для синхронизации данных и управлением контентом могут потребоваться (табл. 1).

К преимуществам платформы можно отнести возможность управления VR-проектами без специальных навыков программирования, большую базу объектов и локаций для использования в проектах, а также открытость платформы для интеграции с внешними системами (легко интегрируется с другими ПО, например, LMS). Все это позволяет относительно легко использовать платформу для решения производственных задач.

Таблица 1

Системные требования для работы на ПК с использованием беспроводного VR-шлема
Table 1. System requirements for working on a PC using a wireless VR helmet

Минимальные системные требования	Рекомендуемые системные требования
Процессор Intel Core i3 или AMD Ryzen 3 Видеокарта Intel HD Graphics 620 и выше или аналогичная 4 Гб ОЗУ и больше 10+ Гб памяти на жестком диске	Процессор Intel Core i5 или AMD Ryzen 5 Видеокарта NVidia GeForce 940mx и выше или аналогичная 4 Гб ОЗУ и больше 10+ Гб памяти на жестком диске

IMMERSIVE SIMULATION PLATFORM (ISP)

Immersive Simulation Platform (ISP) представляет микромодульное решение, разработанное компанией ModumLab, которое оптимизирует разработку проектов (в том числе с применением иммерсивных технологий), позволяя гибко адаптировать платформу под различные задачи и сценарии использования [11]. Продукт входит в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [12].

ISP состоит из:

1. Клиентских приложений для устройств:
 - мобильных устройств виртуальной реальности на базе операционной системы Android;
 - мобильных телефонов на базе операционной системы iOS;

– мобильных телефонов на базе операционной системы Android.

2. Персональных компьютеров под управлением Windows.

3. Веб-портал ISP с функциональными блоками:

- панель администратора;
- пользовательский интерфейс;
- интерфейсы по созданию и загрузке симуляций.

4. Серверной инфраструктуры, реализованной на микро-сервисной архитектуре.

ISP предоставляет инструменты для решения различных задач, которые подробно описаны в таблице 2.

Таблица 2

Решаемые задачи и функциональные возможности продукта ISP
Table 2. The tasks to be solved and the functionality of the ISP product

Решаемые задачи	Описание	Возможности
Управление с помощью ISP CMS	Простая система управления VR/AR контентом, устройствами, пользователями и ряд дополнительных возможностей для бизнеса.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Управление пользователями <ul style="list-style-type: none"> - создание новых пользователей; - назначение им роли и группы осуществляется либо путем прямого присвоения, либо через извлечение данных из корпоративных систем; - управление правами доступа к обучающим материалам; 2. Управление контентом <ul style="list-style-type: none"> - управление правами доступа к обучающим материалам; - настройка условия прохождения симуляций; - управление симуляциями разных разработчиков в одном пространстве; 3. Управление устройствами <ul style="list-style-type: none"> - одновременный запуск симуляции на выбранных устройствах; - поддержка работы на всех мобильных/автономных (Oculus Go, Vive Focus, Oculus Quest, Pico VR) и стационарных VR-устройствах (Vive Cosmos, HP Reverb, Vive Pro, Oculus Rift); - работа ведется кроссплатформенно, в том числе в вебе и на мобильных устройствах (в некоторых форматах обучения); 4. Единое приложение для обучения <p>ISP Launcher – приложение для ПК, мобильных и VR-устройств, обеспечивающее авторизацию пользователей и доступ к симуляциям. Сотрудники и партнеры проходят тренировки, а менторы управляют обучением и контентом.</p>

Организация обучения с помощью ISP LMS	Система объединяет классические и VR/AR/360-форматы обучения, анализирует результаты и позволяет интегрировать их в корпоративную LMS.	<p><i>1. Создание учебных материалов</i> Платформа позволяет загружать и назначать обычное видео, видео 360, тесты, ссылки, PDF, VR-симуляции, AR-проекции, 3D-тренажеры, виртуальные совещания и приложения.</p> <p><i>2. Аналитика результатов</i> Платформа позволяет собирать стандартные и уникальные метрики прохождения симуляций, выводить их в панели администратора или передавать во внутрекорпоративные системы.</p> <p><i>3. Траектория обучения</i> Траектория собирается как конструктор, помогает объединить разные образовательные форматы, сократить ресурсы наставников и автоматизировать обучение и оценку специалистов.</p>
Разработка с помощью ISP IDE	Среда разработки симуляций с готовыми модулями, шаблонами и сценариями, которая помогает разработчикам быстрее создавать одиночные и много-пользовательские проекты, а также оптимизирует их поддержку и обновление.	<p><i>1. Готовые модули</i> Создание симуляции ведется с помощью набора готовых модулей и Unity. Большой набор модулей закрывает все необходимые задачи: аватары, анимация, доставка и обновление контента, интерфейсы, медиа, модуль ввода, передача голоса, распознавание речи и др.</p> <p><i>2. Сетевые сценарии</i> Разработка ведется на шаблонах с клиент серверным подходом, т. е. логика симуляции формируется на серверной стороне. Это позволяет поддерживать одновременное участие пользователей в симуляции; отображать пользователей в виде аватаров, синхронизировать их позы и жестикуляции; обеспечить пространственно-позиционированный звук речи пользователей.</p> <p><i>3. Настраиваемые шаблоны</i> В готовых шаблонах разработка требуется только в части сценариев и логики, в то время как сама среда и аватары уже готовы. Правки в шаблоны вносятся быстро, а некоторые элементы можно редактировать даже без разработчика. Также в ISP предусмотрены коллaborативные пространства – виртуальные среды для общения и совместной работы с презентациями, 3D-объектами, голосованием и другими инструментами.</p>



Рис. 2. Слева – облачная интеграция, справа – интеграция в контур
Fig. 2. On the left – cloud integration, on the right – contour integration

Платформа ISP интегрируется с сервисами и службами клиента, что позволяет быстро и просто внедрять решения в существующие процессы и инфраструктуру.

Доступны два типа интеграционных решений (рис. 2):

– облачная интеграция (SaaS) – для доступа достаточно интернет-подключения. Заказчик получает регулярное обновление функционала, а сама платформа может быть развернута и начать работу в течение 4-х ч.

– интеграция в контур (Box) – платформа разворачивается в контуре заказчика и может интегрироваться с различными системами компании. Соответствует всем критериям и стандартам службы безопасности, готова для быстрого разворачивания с применением систем контейнеризации.

Для установки и работы программного продукта требуется следующая минимальная конфигурация ПК [11]:

– процессор: Intel i5 6200U (2,80 ГГц, 3 МБ кэш);

– ОЗУ: 8 ГБ;

– графика: Intel HD Graphics 520;

– операционная система: Windows 10 (64-bit).

Ключевыми отраслями Modum Lab являются: промышленная безопасность, корпоративное образование и школьное образование. Можно выделить ключевые преимущества решения такие, как возможность автоматизации многих бизнес-процессов, кроссплатформенная поддержка, невысокая стоимость разработки решений благодаря использованию готовых модулей.

VR CONCEPT

VR Concept – это российская компания, которая разработала одноименную передовую многофункциональную платформу для виртуальной реальности. Платформа создана с упором на доступность и разработана с учетом потребностей как специалистов с техническим образованием (есть возможность писать код на C++, C#, Python, SimInTech и др.), так и пользователей без опыта программирования (Blueprint) (рис. 3).

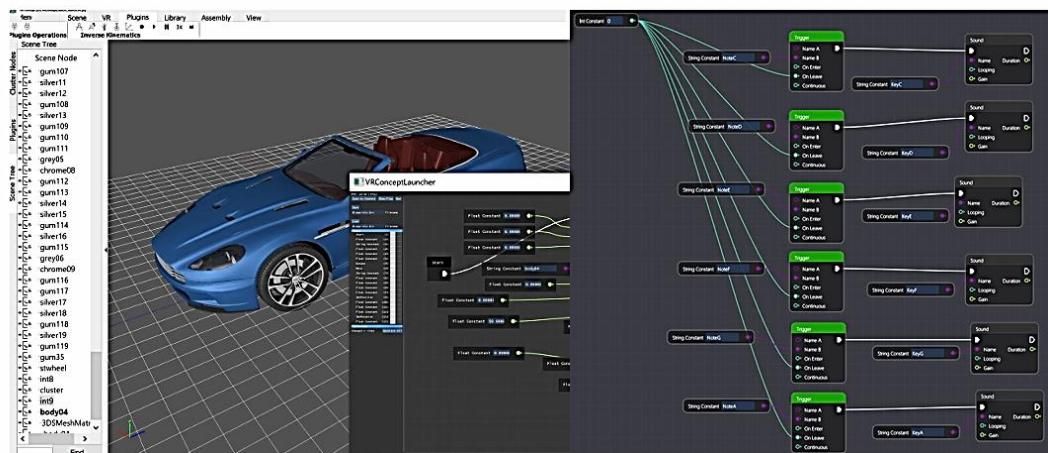


Рис. 3. Представление визуального программирования (Blueprint) в VR Concept

Fig. 3. Representation of visual programming (Blueprint) in VR Concept

Структура написания сценария в Blueprint напоминает работу с интерактивной схемой, где логика поведения объектов складывается из визуальных блоков, как электрическая цепь. Несмотря на отсутствие текстового кода, Blueprint сохраняет полную выразительность и позволяет создавать сложные игровые механики на интуитивном уровне. Компания использует собственный 3D-движок, с эффективными алгоритмами, которые снижают требования к производительности, что позволяет легко создавать и управлять VR-проектами на устройствах [13].

Сообщество VR Concept активно развивается, объединяя педагогов, студентов, инженеров и бизнес-профессионалов вокруг инноваций в вирту-

альной реальности. Продукт входит в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [14].

Основные возможности, преимущества и функциональность [15, 16]:

– импорт 3D-модели в различных форматах (3DS, OBJ, FBX, STL, glTF), CAD (JT, 3DM, X_T, 3DXML, STEP, IGES, BREP), BIM (IFC, DWG, DGN, SAT, DFX, DWF, RVT) и облака точек (PCL, XYZ, PTS);

– возможность виртуального прототипирования: создание сечений, сборка-разборка, отслеживание коллизий, эргономика, навигация и др.;

– организация безопасного (защищенного), совместного редактирования и обсуждения проек-

тов в режиме реального времени, организация удаленных совещаний в VR;

– проведение виртуальных испытаний, имитационных тестирований и оценка эргономики объектов;

– возможность быстрого создания цифро-

вых двойников изделий для оперативного анализа и корректировки проектов;

Однако для комфортной работы с моделями разного масштаба необходим соответствующий уровень технических требований к аппаратному обеспечению (табл. 3).

Таблица 3

Системные требования для работы на ПК платформы VR CONCEPT
Table 3. System requirements for working on the PC of the VR CONCEPT platform

Минимальные системные требования*	Рекомендованные системные требования**
Intel Core i7 16 Gb Nvidia GeForce RTX 3070 жесткий диск от 200 Gb или аналогичные характеристики других производителей *требования для работы с моделью из порядка 5000 элементов	Intel Xeon 32GB DDR4 2666 NVIDIA Quadro RTX 5000 SSD от 200 Gb или аналогичные характеристики других производителей **требования для работы с моделью из порядка 30000 элементов

Осуществляется поддержка VR систем и оборудования: Oculus, HTC Vive, ValveIndex, Windows Mixed Reality и др. [13].

В связи с особенностями платформы она находит широкое применение в сферах промышленного строительства, машиностроения, образования и обучения персонала.

EV TOOLBOX

EV Toolbox – это российский по-code конструктор для создания проектов дополненной и

виртуальной реальности, разработанный компанией EligoVision. Создатели заявляют, что платформа ориентирована на выполнение задач в области бизнеса, образования, фриланса и культуры [17]. Продукт входит в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [18, 19]. Программный продукт EV Toolbox включает в себя две программы: EV Studio и prEView. В EV Studio осуществляется создание проекта, в котором определяется сценарий презентации (рис. 4).

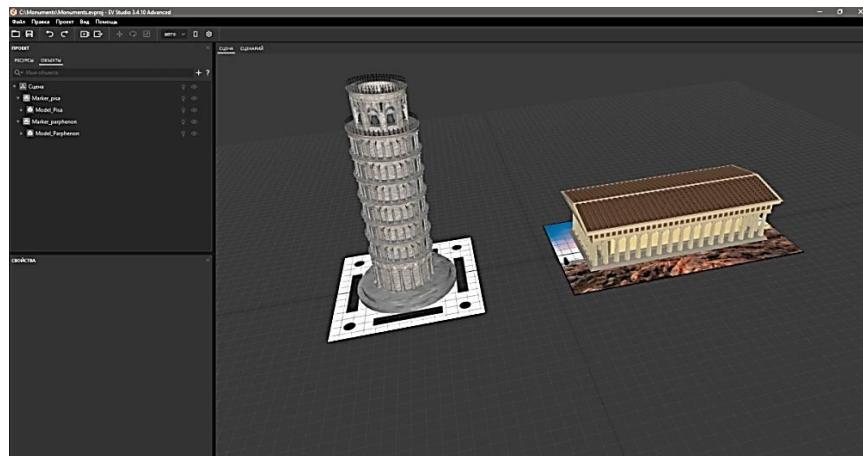


Рис. 4. Рабочее пространство EV Studio с 3D-моделями
Fig. 4. EV Studio workspace with 3D models

Готовый проект может быть экспортирован в формат eva-пакета. Программа prEView предназначена для воспроизведения и просмотра eva-пакетов [20] (рис. 5).

EV Toolbox включает в себя следующие основные возможности:

– редактор 3D-сцен: обеспечивает создание и настройку виртуальных пространств, добавление

и позиционирование объектов. Загрузка 3D моделей в форматах: .fbx, .obj, .gltf, .glb;

– редактор 2D-интерфейсов: Предназначен для разработки пользовательских интерфейсов, включая меню и элементы управления;

– библиотека ресурсов: содержит более 700 3D-моделей и свыше 20 шаблонов проектов для ускорения процесса разработки.

EV Toolbox существует в 2 версиях:

1. EV Toolbox Standard – это коммерческая версия для создания неограниченного числа проектов со сложными сценариями:

- использование визуально-блочного программирования (логика blueprint);
- экспорт в приложения на все операционные системы и платформы;
- две технологии трекинга AR (маркерная AR, безмаркерная AR).

2. EV Toolbox Advanced – включает весь функционал версии Standard, а также:

- использование скриптового программирования (Lua);
- поддержка системы плагинов и технологии mosap;
- создание панорам 360.
- четыре технологии трекинга AR (маркерная AR, безмаркерная AR, AR на поверхностях, AR на 3D объектах).

На 2025 год более 10 тысяч пользователей в возрасте от 8 до 80 лет работают в конструкторе EV Toolbox, разрабатывая AR/VR-приложения, более 700 образовательных и коммерческих органи-

заций применяют EV Toolbox в учебном процессе и профессиональной деятельности, а также с помощью EV Toolbox реализовано более 450 коммерческих проектов [21]. Также вокруг EV Toolbox сформировано активное сообщество разработчиков и энтузиастов, где пользователи обмениваются опытом, обсуждают идеи и совместно работают над проектами.

Для установки и работы программы необходимо учитывать следующие системные требования ПК (табл. 4):

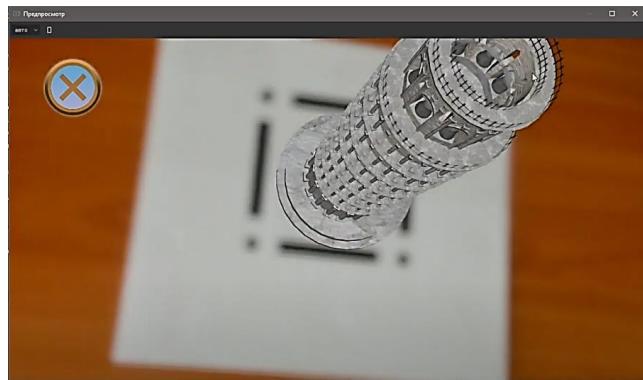


Рис. 5. Визуализация воспроизведения ева-пакетов в модуле prEView

Fig. 5. Visualization of the playback of eva packages in the prEView module

Таблица 4

Системные требования для работы на ПК платформы EV Toolbox
Table 4. System requirements for working on the EV Toolbox PC platform

Минимальные системные требования	Рекомендованные системные требования
Intel Core i3 5-го поколения или аналогичный от AMD 4 ГБ	Intel Core i7 5-го поколения или аналогичный от AMD (эквивалент или лучше) 16 ГБ или больше
Nvidia GTX 960 с 2 ГБ видеопамяти или аналогичная от AMD	Nvidia GTX 1060 с 6 ГБ видеопамяти или аналогичная от AMD (эквивалент или лучше)
Windows 8 32/64-битные версии или macOS 10.14.6	Windows 10 и выше 32/64-битные версии или macOS 10.14.6 и выше

EV Toolbox поддерживает разработку приложений для широкого спектра устройств:

– AR гарнитуры: Epson Moverio и Rokid AR glasses;

– автономные VR шлемы: HTC Vive Focus & Focus Plus, Pico Neo 2 & Neo 3 & Neo 4 и др.;

– проводные VR шлемы: HTC Vive & Vive Pro, Pimax, DPVR и др. [19].

Среди преимуществ конструктора EV Toolbox можно отметить доступность для пользователей, большой выбор инструментов разработки, а также поддержку как AR-очков, так и VR-шлемов.

Объединим рассмотренные решения в виде сравнительной таблицы, выдели в качестве критериев сравнения основные направления разработки, графический движок, поддерживающие устройства

и другие значимые на наш взгляд характеристики (табл. 5).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Подводя итог, в рамках сравнительного анализа программного обеспечения для разработки проектов виртуальной и дополненной реальности было установлено, что ключевыми критериями выбора являются: основные направление разработки, форматы импортируемых моделей, сфера практического применения, используемый графический движок, реализация разработки, активность сообщества, доступность обучающего материала по работе с ПО, интеграция с внешними системами, системные требования к ПК и поддерживаемые устройства.

Таблица 5

Сравнение программного обеспечения
Table 5. Software Comparison

Критерий	Varwin XMRS	Immersive Simulation Platform (ISP)	VR Concept	EV Toolbox
Разработчик	3Д Инновации	ModumLab	VR Concept	EligoVision
Основные направления разработки	VR/AR/XR	VR/AR/XR	VR	VR/AR
Форматы импортируемых моделей	.fbx, .obj, .gltf, .dae, .glb	Нет данных	Импорт 3D-модели в различных форматах (3DS, OBJ, FBX, STL, glTF), CAD (JT, 3DM, X_T, 3DXML, STEP, IGES, BREP), BIM (IFC, DWG, DGN, SAT, DFX, DWF, RVT) и облака точек (PCL, XYZ, PTS).	.fbx, .obj, .gltf, .glb;
Сфера практического применения	Обучения персонала, промышленность, туризм, образование, маркетинг и др.	Промышленная безопасность, корпоративное образование и школьное образование	Промышленное строительство, машиностроение, образование, обучение персонала	Бизнес, образование, фриланс и культура
Графический движок	Unity	Нет данных	Собственный 3D-движок	Нет данных
Реализация разработки	Blockly Unity	Нет данных (есть возможность редактирования без разработчика)	Есть возможность писать код на C++, C#, Python, SimInTech и др. Blueprint	Blueprint Lua
Сообщества	Активное сообщество	Неактивное	Активное сообщество	Активное сообщество
Обучение по работе с ПО	Есть (72 ак.ч.)	Нет данных	Есть	Есть
Интеграция с внешними системами	Да	Да	Нет	Нет
Системные требования	Средние	Низкие	Высокие	Средние
Поддерживаемые устройства	Проводные VR-шлемы (HTC, Pico, Oculus и др.) и автономные VR-гарнитуры (HTC, Pico, Oculus) Для AR необходимо устройство с Android 8.0+ с камерой и установленным Varwin клиентом для android	Поддержка работы на всех мобильных/автономных (Oculus Go, Vive Focus, Oculus Quest, Pico VR) и стационарных VR-устройствах (Vive Cosmos, HP Reverb, Vive Pro, Oculus Rift)	Осуществляется поддержка VR систем и оборудования: Oculus, HTC Vive, ValveIndex, Windows Mixed Reality и др.	Смартфоны и планшеты на базе Andriod OS и iOS AR гарнитуры: Epson Moverio и Rokid AR glasses Автономные VR - шлемы: HTC Vive Focus & Focus Plus, Pico Neo 2 & Neo 3 & Neo 4 и др. Проводные VR-шлемы: HTC Vive & Vive Pro, Pimax, DPVR и др.

Важным элементом теоретико-прикладной части исследования стала сравнительная таблица программного обеспечения VR/AR-платформ. В ней на основе оценки таких платформ, как Varwin XMRS, Immersive Simulation Platform (ISP), VR Concept и EV Toolbox, ключевых игроков рынка программного обеспечения для виртуальной реальности, оптимальным решением для достижения целей предприятия признана платформа Varwin XMRS, что обусловлено сочетанием гибкости архитектуры и универсальности применения; широким спектром поддерживаемых устройств и форматов; наличием активного сообщества и структурированных обучающих материалов; упрощенным интерфейсом разработки на основе визуального программирования (Blockly). Все это, однако, не снижает ценности иных аналогичных решений, каждое из которых может с большей эффективностью использовано для решения отдельных задач.

Практическая апробация Varwin XMRS

подтвердила ее соответствие актуальным требованиям к VR/AR-разработке. Применение разработанных на базе платформы решений в разнообразных сферах подчеркивает ее гибкость и способность эффективно решать широкий спектр задач [22-24]. Данный факт, наряду с низким порогом вхождения и масштабируемостью решения, позиционирует Varwin XMRS как инструмент, релевантный как для академических исследований, так и для коммерческих проектов.

Таким образом, выбор платформы обоснован ее технологической зрелостью, функциональной полнотой и подтвержденной эффективностью в реальных кейсах.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The authors declare the absence a conflict of interest warranting disclosure in this article.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Валинурова А.А., Башечкин А.Ю.** Понятие и виды иммерсивных технологий. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» [Извэкофин].* 2025. № 3 (65). С. 68-76. DOI 10.6060/ivecofin.2025653.733
2. **Валинурова А.А., Балабанова Н.В., Башечкин А.Ю.** Комплексный подход к анализу оборудования для виртуальной реальности. *Современные научноемкие технологии. Региональное приложение.* 2025. № 3 (83). С. 74-81. DOI: 10.6060/snt.20258303.0008
3. **Долгих Е.Ю.** Анализ состояния рынка продуктов с иммерсивными технологиями и перспективы его развития. *Экономика, предпринимательство и право.* 2021. Т. 11. № 12. С. 2705-2720.
4. **Топников А.О.** Проблемы внедрения виртуального моделирования в производственные сферы предприятий. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук.* 2021. № 8-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-vnedreniya-virtualnogo-modelirovaniya-v-proizvodstvennye-sfery-predpriyatiy>
5. О Varwin [Электронный ресурс]. Varwin. – URL: <https://varwin.com/ru/>.
6. Varwin XRMS [Электронный ресурс]. Varwin. – URL: <https://varwin.com/ru/vr-development/download-xrms/>.
7. Varwin: собственная VR-вселенная для всех желающих [Электронный ресурс]. Яндекс.Дзен – URL: <https://dzen.ru/a/ZfrcA3JKBXfy5z9V?ysclid=m8g8neqdj9511263742>.
8. Реестровая запись №11512 от 20.09.2021 [Электронный ресурс]. Реестр российского ПО. – URL: <https://reestr.digital.gov.ru/reestr/418526/>.
9. Управляемые VR-проекты для бизнеса [Электронный ресурс]. Varwin. – URL: <https://varwin.com/ru/vr-development/>
10. Как управлять VR-приложениями, созданными на Unity и Varwin XRMS [Электронный ресурс]. Varwin. – URL: <https://varwin.com/ru/vr-development/unity-xrms/#information>.

REFERENCES

1. **Valinurova A.A., Bashechkin A.Yu.** The concept and types of immersive technologies. *Ivecofin.* 2025. N 3 (65). P. 68-76. DOI 10.6060/ivecofin.2025653.733 (in Russian).
2. **Valinurova A.A., Balabanova N.V., Bashechkin A.Yu.** An integrated approach to the analysis of equipment for virtual reality. *Modern high technology. Regional application.* 2025. N 3 (83). P. 74-81. DOI: 10.6060/snt.20258303.0008 (in Russian).
3. **Dolgikh E.Y.** Analysis of the market status of products with immersive technologies and prospects for its development. *Economics, entrepreneurship and law.* 2021. V. 11. N 12. P. 2705-2720. (in Russian).
4. **Topnikov A.O.** Problems of introducing virtual modeling in the production sectors of enterprises. *International Journal of Humanities and Natural Sciences.* 2021. N 8-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-vnedreniya-virtualnogo-modelirovaniya-v-proizvodstvennye-sfery-predpriyatiy> (in Russian).
5. About Varwin [Electronic resource]. Varwin. – URL: <https://varwin.com/ru/> (in Russian).
6. Varwin XRMS [Electronic resource]. Varwin. – URL: <https://varwin.com/ru/vr-development/download-xrms/> (in Russian).
7. Varwin: own VR universe for everyone [Electronic resource]. Yandex.Zen URL: <https://dzen.ru/a/ZfrcA3JKBXfy5z9V?ysclid=m8g8neqdj9511263742> (in Russian).
8. Registry entry N 11512 dated 09/20/2021 [Electronic resource]. Russian Software Registry. – URL: <https://reestr.digital.gov.ru/reestr/418526/> (in Russian).
9. Managed VR projects for business [Electronic resource]. Varwin. – URL: <https://varwin.com/ru/vr-development/> (in Russian).
10. How to manage VR applications created on Unity and Varwin XRMS [Electronic resource]. Varwin. – URL: <https://varwin.com/ru/vr-development/unity-xrms/#information> (in Russian).

11. Immersive Simulation Platform (ISP) [Электронный ресурс]. modum lab. – URL: https://modumlab.com/files/education/Immersive_Simulations_Platform_Specification_And_Technical_Requirements.pdf.
12. Реестровая запись №6196 от 07.04.2020 [Электронный ресурс]. Реестр российского ПО. – URL: https://reestr.digital.gov.ru/reestr/2307805/?sphrase_id=5827605.
13. О компании VR Concept [Электронный ресурс]. VR Concept. – URL: <https://vrconcept.net/>.
14. Реестровая запись №4206 от 29.03.2018 [Электронный ресурс]. Реестр российского ПО. – URL: https://reestr.digital.gov.ru/reestr/305556/?sphrase_id=5872537.
15. Виртуальная реальность в производственных процессах [Электронный ресурс]. АЦИМ. – URL: https://xn--80aqm2b.xn--p1ai/wp-content/uploads/2019/06/VR_Concept_20-%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D1%83%D1%82.pdf.
16. Программное обеспечение виртуального прототипирования [Электронный ресурс]. Сколково. – URL: https://files.sk.ru/navigator/company_files/1122560/1640272762_VR-Concept-RUS.pdf.
17. О конструкторе EV Toolbox [Электронный ресурс]. EV Toolbox. – URL: <https://evtoolbox.ru/features>.
18. Реестровая запись №17188 от 03.04.2023 [Электронный ресурс]. Реестр российского ПО. – URL: https://reestr.digital.gov.ru/reestr/1407766/?sphrase_id=5882378.
19. Реестровая запись №3332 от 03.05.2017 [Электронный ресурс]. Реестр российского ПО. – URL: https://reestr.digital.gov.ru/reestr/304682/?sphrase_id=5882378.
20. Документация EV Toolbox [Электронный ресурс]. Eligovision. – URL: <https://eligovision.ru/toolbox/docs/3.5/functionality/index.html>.
21. Конструктор EV TOOLBOX виртуальная и дополненная реальность, доступная каждому [Электронный ресурс]. softline. – URL: <https://files.softline.com/fileStorage/evtoolbox-new-1.pdf>.
22. **Ксенофонтова О.Л., Миролюбова А.А., Фокин С.А.** Использование методов интеллектуального анализа данных в банковской сфере. *Современные научно-технические технологии. Региональное приложение*. 2023. № 4(76). С. 76-83. DOI 10.6060/snt.20237604.00010.
23. **Сизова О.В., Тезин Н.К.** Прогнозирование трафика просмотров новостного ресурса методами искусственного интеллекта. *Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством» [Ивэкофин]*. 2023. № 4(58). С. 79 - 88. DOI10. 6060/ivecofin. 2023584. 667.
24. **Бобков, С.П., Астраханцева И.А., Кутузова А.С.** Имитационное моделирование поведения субъектов в сложной социальной системе. *Современные научно-технические технологии. Региональное приложение*. 2022. № 4(72). С. 33-39. DOI 10.6060/snt.20227204.0005.
11. Immersive Simulation Platform (ISP) [Electronic resource]. modum lab. – URL: https://modumlab.com/files/education/Immersive_Simulations_Platform_Specification_And_Technical_Requirements.pdf (in Russian).
12. Registry entry N 6196 dated 04/07/2020 [Electronic resource]. Russian Software Registry. – URL: https://reestr.digital.gov.ru/reestr/2307805/?sphrase_id=5827605 (in Russian).
13. About the VR Concept company [Electronic resource]. VR Concept. – URL: <https://vrconcept.net/> (in Russian).
14. Registry entry N 4206 dated 29.03.2018 [Electronic resource]. Russian Software Registry. – URL: https://reestr.digital.gov.ru/reestr/305556/?sphrase_id=5872537 (in Russian).
15. Virtual reality in production processes [Electronic resource]. ACIM. – URL: https://xn-80aqm2b.xn-p1ai/wp-content/uploads/2019/06/VR_Concept_20-%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%BC%D0%BD%D1%83%D1%82.pdf (in Russian).
16. Virtual prototyping software [Electronic resource]. Skolkovo. – URL: https://files.sk.ru/navigator/company_files/1122560/1640272762_VR-Concept-RUS.pdf M.
17. About the EV Toolbox constructor [Electronic resource]. EV Toolbox. – URL: <https://evtoolbox.ru/features> (in Russian).
18. Registry entry N 17188 dated 04/03/2023 [Electronic resource]. Russian Software Registry. – URL: https://reestr.digital.gov.ru/reestr/1407766/?sphrase_id=5882378 (in Russian).
19. Registry entry N 3332 dated 05/03/2017 [Electronic resource]. Russian Software Registry. – URL: https://reestr.digital.gov.ru/reestr/304682/?sphrase_id=5882378 (in Russian).
20. EV Toolbox documentation [Electronic resource]. Eligovision. – URL: <https://eligovision.ru/toolbox/docs/3.5/functionality/index.html> M.
21. EV TOOLBOX constructor virtual and augmented reality accessible to everyone [Electronic resource]. softline. – URL: <https://files.softline.com/fileStorage/evtoolbox-new-1.pdf> (in Russian).
22. **Ksenofontova O.L., Mirolyubova A.A., Fokin S.A.** The use of data mining methods in the banking sector. *Modern high technology. Regional application*. 2023. N 4(76). P. 76-83. DOI 10.6060/snt.20237604.00010.
23. **Sizova O.V., Tezin N.K.** Forecasting the traffic of news resource views using artificial intelligence methods. *Ivecofin*. 2023. N 4(58). P. 79-88. DOI 10.6060/ivecofin. 2023584.667 (in Russian).
24. **Bobkov, S.P., Astrakhantseva I.A., Kutuzova A.S.** Simulation modeling of subjects' behavior in a complex social system. *Modern high technology. Regional application*. 2022. N 4(72). P. 33-39. DOI 10.6060/snt.20227204. 0005.

Поступила в редакцию(Received) 22.09.2025
Принята к опубликованию (Accepted) 30.10.2025