

УДК 004.946

Интеграция LMS-систем и тренажеров виртуальной реальности

Байков Виктор Михайлович^(*)

VMBaikov@mephi.ru

Токарева Полина Сергеевна

polina-tokareva-2022@mail.ru

НИЯУ МИФИ, Москва, Россия

Аннотация. В работе рассматривается архитектурный подход интеграции тренажеров виртуальной реальности и систем управления обучением (Learning Management System, LMS) с применением промежуточного интеграционного сервиса. Предлагаемый подход основан на разделении контура выполнения учебного сценария и контура получения, обработки и публикации учебного результата. В архитектуре вводится унифицированное представление результатов обучения, а также механизм их надежной доставки в систему управления обучением. В статье показана практическая реализация архитектуры для Moodle с обеспечением идемпотентности публикации результатов на уровне уникального идентификатора попытки

Ключевые слова: виртуальная реальность, VR-тренажер, иммерсивные технологии, обучение, система управления обучением

Integration of learning management systems and virtual reality training simulators

Baykov Viktor Mikhaylovich^(*)

VMBaikov@mephi.ru

Tokareva Polina Sergeevna

polina-tokareva-2022@mail.ru

MEPhI, Moscow, Russia

Abstract. This paper presents an architectural approach to the integration of virtual reality training simulators with Learning Management Systems (LMS) using an intermediate integration service. The proposed approach is based on separating the execution layer of the training scenario from the layer responsible for collecting, processing, and publishing learning outcomes. The architecture introduces a unified representation of learning results as well as a mechanism for their reliable delivery to the learning management system. The paper also describes a practical implementation of this architecture for Moodle, ensuring idempotent publication of results based on a unique attempt identifier.

Keywords: virtual reality, VR training simulator, immersive technologies, learning, learning management system

Введение. Тренажеры виртуальной реальности применяются в задачах обработки процедурных действий: техническое обслуживание, промышленное обучение, подготовка операторов транспортных систем, медицинские сценарии. Использование VR позволяет воспроизводить технологические процессы в безопасной среде и обеспечивать интерактивное взаимодействие пользо-

вателя с виртуальными объектами и инструментами. Эффективность применения иммерсивных технологий в обучении подтверждается систематическими обзорами и мета-анализами [1]. Несмотря на широкое распространение VR-тренажеров, их интеграция с образовательной инфраструктурой остается ограниченной [2]. В типовых внедрениях такие системы функционируют как автономные решения, ориентированные на выполнение учебного сценария и визуализацию взаимодействия пользователя. В большинстве образовательных организаций таким контуром выступают LMS. Однако существующие LMS исторически ориентированы на тестовые и контентные форматы, а не на обработку процедурных событийных данных, возникающих при прохождении VR-сценариев [3]. В результате возникает архитектурный разрыв между VR-runtime и образовательной системой учета результатов. Целью настоящей работы является описание и практическая апробация архитектуры, в которой взаимодействие VR-тренажера с LMS реализуется через промежуточный интеграционный сервис, обеспечивающий унификацию данных и надежную публикацию результатов.

Материалы и методы. В предлагаемой архитектуре (рис. 1) используются четыре функциональных слоя: VR-тренажер, интеграционный сервис, слой LMS-провайдеров и LMS-платформа. VR-тренажер отвечает за выполнение сценария и генерацию событий прохождения.

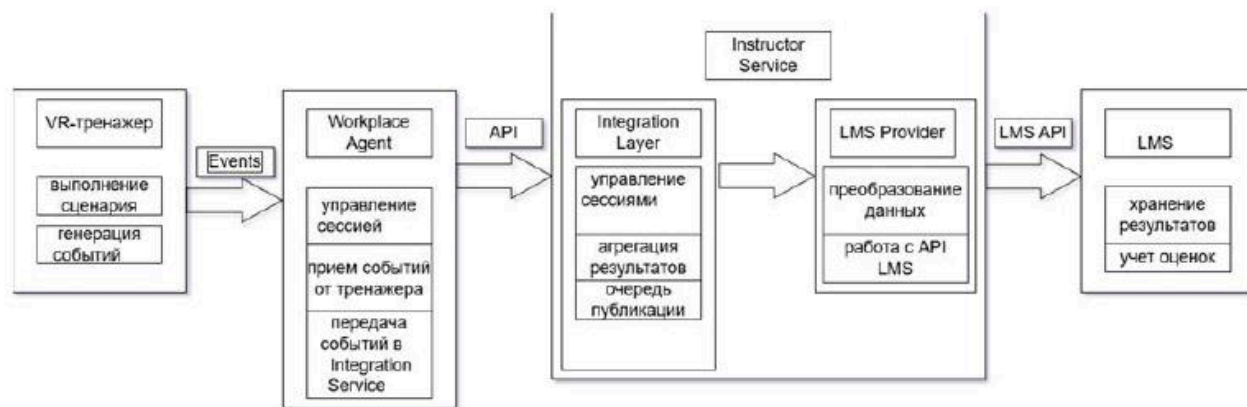


Рис. 1. Архитектура интеграции VR-тренажера и LMS

Интеграционный сервис принимает события, агрегирует их по учебной сессии, формирует итог результата и управляет публикацией в LMS. Слой провайдеров преобразует внутреннее представление результата в формат API конкретной платформы [4]. Каждое прохождение рассматривается как отдельная учебная сессия (одна попытка = одна сессия), связанная с пользователем, сценарием и рабочим местом (рис. 2). Поток обработки включает этапы: инициализация сценария, назначение сессии, запуск выполнения в VR, сбор и агрегация событий, формирование итогового результата, постановка результата в очередь исходящей доставки, фоновая публикация в LMS, фиксация статуса доставки. Для повышения надежности применяется механизм

отложенной публикации: сначала результат фиксируется во внутреннем журнале исходящих сообщений, затем передается в LMS фоновым обработчиком. Это снижает риск потери данных при временной недоступности LMS и позволяет повторно отправлять результат без дублирования итоговой записи [5].



Рис. 2. Жизненный цикл учебной сессии

Практическая реализация выполнена для Moodle. Использованы два интеграционных пути: публикация в стандартную активность назначения и публикация в специализированную VR-активность через отдельный модуль Moodle [6]. Для расширяемости архитектуры реализован провайдерный слой, что позволяет подключать новые LMS без изменения VR-контура.

Результаты. В рамках работы реализован сервис Instructor как центральный интеграционный слой между VR-тренажером и Moodle. Сервис поддерживает полный жизненный цикл сессии: создание и назначение сессии, прием событий шага, фиксацию завершения, агрегацию результата, постановку результата в очередь публикации и доставку итоговой оценки в LMS. Для сквозной верификации реализован инструментарий тестирования в Unity, позволяющий эмулировать прохождение сценария, последовательность шагов, ошибки и завершение попытки. В составе решения используется приложение Workplace Agent, которое играет роль оркестратора на рабочем месте: получает назначенную сессию, запускает сценарий в VR-клиенте, принимает события выполнения, отслеживает состояние сессии и передает подтвержденный факт завершения в интеграционный сервис. Агент обеспечивает операционную устойчивость локального цикла выполнения и повторную передачу служебных сообщений при временных сбоях связи. В результате получен работоспособный контур, в котором данные прохождения последовательно преобразуются из событий VR-сценария в итоговую оценку LMS. Реализация продемонстрировала устойчивость доставки, отсутствие дублирования итогов при повторных отправках и возможность масштабирования интеграции на другие LMS через провайдерный слой.

Обсуждение полученных результатов. Полученные результаты согласуются с современными исследованиями, где подтверждается эффективность VR в формировании практических навыков [7]. При этом в литературе чаще рассматривается педагогический эффект VR, тогда как вопросы надежной промышленной интеграции с LMS описаны значительно слабее. Предложенный подход закрывает этот разрыв за счет разделения ответственности между VR-контуром выполнения и интеграционным контуром публикации результатов. Использование промежуточного сервиса и провайдерного слоя позволяет снизить связанность решения с API конкретной LMS и повысить устой-

чивость обмена при сетевой нестабильности. Отдельно важно отметить, что поддержка стандартов событийного обучения (xAPI) и их стандартизация на уровне IEEE/ISO создают основу для дальнейшего расширения системы в сторону LRS и более детальной аналитики обучения [8].

Заключение. Предложен и реализован архитектурный подход интеграции VR-тренажеров с LMS на основе промежуточного интеграционного сервиса. Практическая реализация в связке Unity + Instructor + Workplace Agent + Moodle подтвердила работоспособность решения и возможность надежной публикации итогов обучения в LMS.

Полученный результат может быть использован как воспроизводимый шаблон внедрения VR-тренажеров в существующую образовательную инфраструктуру. Дальнейшее развитие связано с расширением аналитического слоя и использованием xAPI/LRS для оценки траекторий обучения.

Список источников

- [1] Radianti J., Majchrzak T.A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 2020, vol. 147, art. no. 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- [2] Stracke C.M., Bothe P., Adler S. et al. Immersive virtual reality in higher education: a systematic review of the scientific literature. *Virtual Reality*, 2025, vol. 29, art. no. 64. <https://doi.org/10.1007/s10055-025-01136-x>
- [3] Moodle Developer Resources. xAPI (Experience API) subsystem. URL: <https://moodledev.io/docs/4.5/apis/subsystems/xapi> (accessed 15.03.2026).
- [4] Moodle Developer Resources. External Services API (Web services). URL: <https://moodledev.io/docs/5.0/apis/subsystems/external> (accessed 15.03.2026).
- [5] Moodle Developer Resources. Core APIs. URL: <https://moodledev.io/docs/5.1/apis/core> (accessed 15.03.2026).
- [6] Judel S., vom Felde J.L., Schroeder U. Video Analytics in Moodle Using xAPI. *Technology, Knowledge and Learning*, 2024, vol. 29, pp. 1939–1963. <https://doi.org/10.1007/s10758-023-09720-3>
- [7] Coban S., Karakus A., Cagiltay K. et al. The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 2022, vol. 36, art. no. 100452. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100452>
- [8] ISO/IEC/IEEE 39274-1-1:2025. Information technology — Learning, education, and training — xAPI Base Standard. URL: <https://standards.ieee.org/ieee/39274-1-1/12268/> (accessed 15.03.2026).