

УДК 004.588

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТЕСТИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ VR-ТРЕНАЖЕРОВ С УЧЕТОМ СПЕЦИФИКИ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Закирова Р. Н., студент гр. 8ИМ31, II курс, магистрант Отделения информационных технологий

Научный руководитель: Видман В.В., старший преподаватель
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
г. Томск

В современной образовательной среде виртуальная реальность перестала быть технологией будущего - она стала рабочим инструментом сегодняшнего дня [1]. В Томском политехническом университете система VR-тренажеров DIVE Launcher активно используется для подготовки студентов по техническим специальностям, позволяя отрабатывать практические навыки в безопасной виртуальной среде [2]. Однако с ростом сложности приложений и увеличением числа пользователей возникла острая необходимость в разработке комплексной методики тестирования таких систем [3].

Статистика последнего года показывает, что около 30% учебных сессий в VR-среде сопровождались техническими проблемами: отказом серверов после обновлений (17% случаев), ошибками синхронизации в мультиплерном режиме (9%), некорректной работой интерфейсов (4%) [3]. Эти сбои не только снижают эффективность обучения, но и подрывают доверие к цифровым образовательным технологиям. Особую остроту проблеме придает тот факт, что система интегрирована с LMS Moodle и используется для проведения аттестационных мероприятий, где надежность работы критически важна [5].

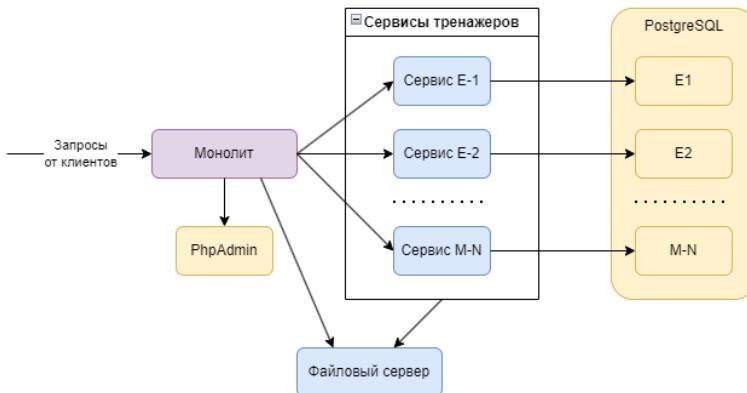


Рис.1. Архитектура системы

Основная проблема заключается в отсутствии системного подхода к тестированию системы, который бы учитывал ее специфику:

1. Комплексную архитектуру (клиент-серверная часть, интеграция с Moodle, VR-компоненты)
2. Особые требования к производительности (стабильный FPS, отсутствие лагов)
3. Специфику пользовательского взаимодействия (работа с контроллерами, иммерсивность)
4. Мультиплерные сценарии (синхронизация действий пользователей)

Традиционные методы тестирования ПО оказываются недостаточно эффективными, так как не учитывают:

- Влияние аппаратных характеристик VR-гарнитур на работу системы
- Особенности трехмерных интерфейсов и взаимодействия с виртуальными объектами
- Психологический комфорт пользователей (например, предотвращение VR-укачивания)

Сложность тестирования VR-тренажеров требует принципиально нового подхода, сочетающего технические проверки с оценкой пользовательского опыта. Вместо традиционных методов мы предлагаем комплексную систему оценки, которая рассматривает приложение как единый организм, где каждый компонент влияет на общую работоспособность [3].

Основу решения составляет трехуровневая система диагностики. На первом уровне проводится детальная проверка технических параметров - от стабильности соединения до корректности работы физического движка. Особое внимание уделяется анализу производительности в различных сценариях нагрузки, что особенно важно для мультиплерных режимов [3]. Второй уровень фокусируется на интерфейсных решениях, оценивая не только функциональность элементов управления, но и их эргономику в VR-среде. Третий уровень представляет собой непрерывный мониторинг работы системы в реальных условиях эксплуатации с участием конечных пользователей.

Ключевым отличием предлагаемого подхода является его адаптивность. Вместо жестких тестовых сценариев используется динамическая система проверок, которая учитывает особенности конкретного тренажера и условия его использования. Например, для медицинских симуляторов особое внимание уделяется точности физических взаимодействий, тогда как в технических тренажерах приоритетом становится стабильность работы сложных систем моделирования.

Для реализации такого подхода требуется специальная инфраструктура, включающая:

- автоматизированные системы мониторинга серверной части
- инструменты для оценки производительности на различных конфигурациях оборудования
- механизмы сбора и анализа пользовательских отзывов
- систему оперативного реагирования на выявленные проблемы

Особое значение имеет интеграция тестирования в процесс разработки. В отличие от традиционной модели, где проверки проводятся по завершении этапов, предлагаемый подход предполагает постоянное взаимодействие тестировщиков с разработчиками [1]. Это позволяет оперативно вносить корректизы и предотвращать накопление ошибок.

Важным аспектом является учет человеческого фактора. Тестирование включает не только технические параметры, но и оценку комфорта работы пользователей, что особенно критично для длительных учебных сессий в VR-среде. Для этого разрабатываются специальные методики, позволяющие количественно оценить утомляемость и другие субъективные факторы.

Проведенное исследование включало систематический анализ работоспособности VR-тренажеров, используемых в образовательном процессе. В ходе предварительного обследования системы были выявлены три ключевые проблемы:

1. Нестабильность серверной части после процедур обновления программного обеспечения
2. Нарушения синхронизации данных при организации групповых занятий
3. Ограниченнная совместимость с различными моделями VR-оборудования

Для проведения комплексного тестирования была организована специализированная тестовая среда, включающая:

- Пять рабочих станций с различными конфигурациями VR-гарнитур (Oculus Rift S, HTC Vive, Valve Index)
- Группу из 15 испытуемых с различным уровнем технической подготовки
- Стандартный набор инструментов мониторинга

Таблица.1. Сводная информация по тестовым кейсам

Название тестового кейса	Описание	Ожидаемый результат	Статус выполнения (из 20 тестов)	Основные замечания
Ввод данных	Проверка доступности полей ввода, корректности введённых данных, их передачи и обработки сервером.	Поля доступны, данные корректно передаются и обрабатываются сервером.	18 успешно	У 2 пользователей возникли проблемы с отправкой данных при пустых полях ввода.
Авторизация пользователя	Проверка входа в систему под учётными данными Moodle и доступа к тренажерам.	Успешная авторизация, доступ к нужным тренажерам открыт.	19 успешно	Один пользователь не смог авторизоваться из-за сбоя в интеграции с Moodle.
Отображение курсов и тренажеров	Проверка корректности отображения курсов и доступных лабораторных работ для пользователя.	Все доступные курсы и тренажеры отображаются корректно.	17 успешно	У 3 пользователей возникли проблемы с отображением списком курсов

Название тестового кейса	Описание	Ожидаемый результат	Статус выполнения (из 20 тестов)	Основные замечания
				(дублирование или их отсутствие).
Работа с VR-пространством	Проверка корректного отображения объектов и интерактивности элементов (кнопок, объектов, интерфейса).	Все объекты отображаются корректно, элементы интерфейса работают без сбоев.	17 успешно	У 3 пользователей объекты загружались с задержкой, кнопки не срабатывали при первом взаимодействии.
Сбор и отправка результатов	Генерация результатов работы тренажёра, отправка данных на сервер и их отображение в LMS Moodle.	Результаты корректно генерируются и отображаются в LMS Moodle.	18 успешно	У 2 пользователей данные не отображались в LMS из-за ошибок синхронизации с сервером.

Таблица.2. Сводная информация по тестированию после обновлений

Проблема	Количество случаев	Процент от общего числа тестов	Контекст (сценарий тестирования)	Вывод
Серверные сбои после перезагрузки	8	20%	Тестирование восстановления после технического обслуживания.	Серверы не уведомляют о некорректной загрузке, что приводит к недоступности системы до вмешательства пользователя.
Ошибки при обновлении	12	30%	Проверка функциональности после обновления ПО.	Отсутствие регрессионного тестирования обновлений приводит к сбоям в работе тренажеров.
Сбои мультиплерного режима	5	12%	Тестирование взаимодействия между пользователями в VR-пространстве.	Проблемы с синхронизацией между клиентами свидетельствуют о нестабильной работе сетевого компонента.
Отсутствие уведомлений о проблемах	10	25%	Тестирование работы системы в условиях отсутствия соединения с сервером или базой данных.	Отсутствие механизмов уведомления пользователей о неполадках создает трудности в идентификации проблемы и задерживает её устранение.

В ходе данного исследования была проведена комплексная проверка системы виртуальных тренажёров Dive Launcher, интегрированной с образовательной платформой Moodle [2]. Разработанные тестовые сценарии и кейсы позволили выявить ключевые проблемы в работе системы, включая серверные сбои после обновлений, ошибки синхронизации в мультиплерном режиме и отсутствие механизмов оперативного оповещения о неполадках. Созданная схема взаимодействия между компонентами системы продемонстрировала свою эффективность для выявления потенциальных точек отказа. Полученные результаты подтвердили необходимость дальнейшей работы по совершенствованию системы тестирования. В

перспективе планируется разработка комплексной методики тестирования, включающей автоматизированные проверки стабильности работы и расширенный мониторинг ключевых параметров системы. Таким образом, настоящее исследование заложило основу для создания комплексной методики тестирования системы VR-тренажёров.

Список литературы:

1. Боумен Д. А., МакМахан Р. П. Виртуальная реальность: сколько иммерсии достаточно? // IEEE Computer. – 2007. – № 40(7). – С. 36–43.
2. DIVE Launcher: платформа виртуальных тренажеров Томского политехнического университета [Электронный ресурс]. - URL: <https://dive.tpu.ru/ru> (дата обращения: 01.03.2025).
3. Стид А., Фрлстон С. Фреймворк для тестирования сетевых VR-приложений // IEEE VR. – 2018. – С. 1–8.
4. Даскалу М. и др. Виртуальная реальность в образовании: проблемы интеграции с Moodle // Springer. – 2020. – 215 с.
5. Раган Э. Д. Тестирование производительности виртуальной реальности // ACM Computing Surveys. – 2015. – № 48(1). – С. 1–34.