

УДК 004.942:621.39

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА УСТРОЙСТВА ST-500 «ПИРАНЬЯ» ДЛЯ ВИРТУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

С.В. Старостин (Санкт-Петербург)

Введение

Развитие цифровых технологий обусловило трансформацию образовательных процессов в области информационной безопасности. Подготовка специалистов требует практического освоения технических средств контроля и защиты информации (ТСКИ), включая комплекс ST-500 «Пиранья» для поиска радиозакладных устройств и диагностики линий связи. Однако практическое обучение на реальном оборудовании характеризуется существенными ограничениями [1].

Основные проблемы включают: высокую стоимость оборудования, препятствующую массовому приобретению образовательными учреждениями; риск повреждения сложных технических средств при эксплуатации неквалифицированными пользователями; невозможность моделирования критических ситуаций; ограниченный одновременный доступ для обучающихся [2].

Указанные факторы обуславливают необходимость создания цифровых двойников (ЦД) как альтернативы физическому оборудованию для обеспечения эффективной подготовки специалистов.

Цель исследования – разработка виртуального лабораторного комплекса на основе цифрового двойника устройства ST-500 «Пиранья» с высокой степенью функциональной адекватности и оптимизацией для стандартных вычислительных систем.

Материалы и методы

В качестве программной платформы для реализации цифрового двойника выбран игровой движок Unity Engine.

Выбор обоснован следующими техническими характеристиками:

- **визуальная реалистичность:** Unity обеспечивает создание высокодетализированных трехмерных моделей с реализацией физических свойств материалов (металлические поверхности, полимерные покрытия, изоляционные материалы кабелей), динамического освещения и акустических эффектов (шумовые характеристики прибора, электромагнитные помехи, звуковая сигнализация обнаружения) [3]. Данные возможности обеспечивают высокий уровень иммерсивности, критически важный для эффективности образовательного процесса;
- **адаптивность и масштабируемость:** архитектура платформы позволяет динамическое модифицирование обучающих сценариев. Реализована возможность интеграции дополнительных типов радиоизлучающих устройств с вариативными характеристиками, моделирования различных условий распространения электромагнитных волн (городская застройка, офисные помещения, экранированные зоны) и введения разнообразных типов неисправностей кабельных систем (обрывы проводников, короткие замыкания, несанкционированные подключения);
- **вычислительная эффективность:** оптимизация движка обеспечивает функционирование на широком спектре аппаратных конфигураций, что позволяет

эксплуатацию на стандартном учебном оборудовании без требований к высокопроизводительным системам.

- перспективы технологической интеграции: Unity поддерживает технологии виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR), обеспечивая возможность создания иммерсивных образовательных сред. Интеграция скриптов C# позволяет реализовать сложную логику функционирования прибора и алгоритмы обработки данных.

Методология разработки цифрового двойника включала следующие этапы:

1. системный анализ: изучение технической документации, функциональных спецификаций и пользовательского интерфейса реального устройства ST-500 «Пиранья»;

2. трехмерное моделирование: Создание геометрически точной виртуальной модели устройства, включая органы управления (кнопочные переключатели, индикаторы, дисплейный блок, антенные системы) и периферийные компоненты (соединительные кабели, разъемы, тестовые макеты помещений);

3. программная реализация: разработка на языке C# алгоритмов функционирования всех режимов работы прибора: переключение между режимами детектирования радиосигналов, инфракрасного излучения и диагностики кабельных систем; алгоритмы сканирования и спектрального анализа; визуализация результатов на виртуальном дисплее;

4. сценарное проектирование: создание виртуальных лабораторных работ с определением учебных задач, алгоритмов выполнения действий обучаемых и системы автоматизированной оценки результатов.

Результаты

Разработан и верифицирован функциональный цифровой двойник устройства ST-500 «Пиранья». Система обеспечивает отработку следующих профессиональных компетенций:

1. детектирование радиозакладных устройств (РЗУ): Обучаемый осуществляет выбор рабочего режима в соответствии с частотным диапазоном и инициирует процесс сканирования виртуального пространства (моделируемые помещения различного назначения). Система обеспечивает визуальную и акустическую сигнализацию при обнаружении излучения. Задача обучаемого – локализация источника и выполнение процедур его нейтрализации; вариативность сценариев обеспечивается изменением количества и мощности РЗУ, введением фоновых электромагнитных помех;

2. диагностика кабельных линий: в данном режиме производится подключение виртуальных измерительных щупов к концевым точкам кабеля. ST-500 выполняет анализ целостности линии, наличия электромагнитных наводок и несанкционированных подключений. Обучаемый интерпретирует отображаемые данные (осциллограммы, численные значения) и принимает решения по устранению выявленных неисправностей;

3. обнаружение источников инфракрасного излучения: режим моделирует поиск скрытых видеорегистрирующих устройств с инфракрасной подсветкой; при обнаружении ИК-источников на дисплее отображается направление и интенсивность излучения.

Достигнуты высокие показатели вычислительной производительности. Система функционирует стабильно на вычислительных платформах среднего класса (процессор Intel Core i5 или эквивалентный, графический процессор начального уровня, 8 Гб оперативной памяти), что обеспечивает применимость в условиях типовых образовательных аудиторий.

Цифровой двойник обеспечивает дополнительные функциональные возможности по сравнению с физическим устройством:

- автоматизированное протоколирование: регистрация всех действий обучающегося с возможностью объективной оценки работы и анализа типовых ошибок;
- масштабируемость: возможность одновременной работы множества пользователей с индивидуальными виртуальными приборами;
- эксплуатационная безопасность: исключение рисков повреждения дорогостоящего оборудования;
- экономическая эффективность: минимальные затраты на тиражирование после завершения разработки.

Обсуждение

Разработанный цифровой двойник представляет собой дополнительный инструмент образовательного процесса, предназначенный для предварительной подготовки и формирования базовых профессиональных навыков. Система позволяет освоить принципы функционирования ST-500 «Пирания», изучить пользовательский интерфейс и алгоритмы диагностики в контролируемой виртуальной среде. Это обеспечивает снижение порога входа и повышение эффективности последующих практических занятий с реальным оборудованием за счет предварительного освоения основных процедур.

Выбор платформы Unity Engine обоснован полученными результатами. Система предоставила необходимый инструментарий для создания реалистичного, интерактивного и производительного приложения. Гибкость архитектуры обеспечивает расширяемость функционала: интеграцию дополнительных типов угроз, создание усложненных сценариев, интеграцию с базами данных известных РЗУ.

Сравнительный анализ цифрового двойника и физического оборудования выявляет следующие преимущества виртуальной системы: отсутствие риска механических повреждений, неограниченное количество одновременных пользователей, автоматизированное отслеживание действий, экономическая эффективность лицензирования по сравнению с приобретением оборудования, упрощенная процедура функционального расширения через обновление программного обеспечения.

Основные результаты исследования:

1. цифровые двойники представляют эффективное и экономически обоснованное решение для обучения эксплуатации специализированного дорогостоящего оборудования;
2. платформа Unity Engine обеспечивает оптимальные условия для создания образовательных симуляторов благодаря реалистичности визуализации, адаптивности и вычислительной эффективности;
3. разработанный комплекс обеспечивает отработку ключевых сценариев эксплуатации ST-500 «Пирания», включая поиск РЗУ, диагностику кабельных систем и обнаружение ИК-излучения;
4. внедрение подобных систем в образовательный процесс повышает качество подготовки специалистов, снижает эксплуатационные риски и затраты, обеспечивает доступность и масштабируемость обучения.

Направления дальнейших исследований: интеграция технологий виртуальной реальности для полной иммерсии в образовательный процесс, расширение библиотеки обучающих сценариев, интеграция с системами управления обучением (LMS) для автоматизированного контроля знаний.

Заключение

Создан виртуальный лабораторный комплекс на основе цифрового двойника устройства ST-500 «Пиранья». Система решает актуальную проблему подготовки специалистов в области информационной безопасности, обеспечивая доступ к безопасной, интерактивной и высокопроизводительной образовательной среде для формирования практических профессиональных компетенций.

Литература

1. ГОСТ Р 50922-2023. Защита информации. Основные термины и определения. — М.: Стандартинформ, 2023.
2. **Бажин И.В., Кузнецов С.А.** Применение технологий виртуальной реальности в обучении специалистов по информационной безопасности // Вопросы кибербезопасности. 2022. № 4(12). С. 45-52.
3. Unity Technologies. Unity User Manual (2023.3). — URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>.
4. **Шабалин А.А.** Цифровые двойники как инструмент повышения эффективности образовательного процесса в технических вузах // Инновации в образовании. 2024. № 1. С. 78-85.
5. Методические рекомендации по применению средств имитационного моделирования в учебном процессе. — М.: Минобрнауки РФ, 2021. — 32 с.
6. Проект «Цифровой двойник ST-500 «Пиранья» представлен в рубрике «ИТ-Перспектива» на форуме «ЭкспоТехноСтраж 2024». — URL: <https://www.sut.ru/bonchnews/industry/03-07-2024-startap-piranya-iz-spbgut-predstavlen-v-ekspertnom-klube-it-dialog>.
7. McKinsey & Company. Digital twins: Bridging the physical and digital. 2023. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/digital-twins-bridging-the-physical-and-digital>.