

УДК 004.771

**РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДОМЕНА КИБЕР-ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБЛАЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ
ITMO.SLAB**

Ключев В.А. (ИТМО)

**Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Платунов А.Е.
(ИТМО)**

Введение. Облачная лаборатория ITMO.cLAB [1] - это мультидоменный онлайн сервис для обеспечения удаленного доступа к различному лабораторному оборудованию для студентов и преподавателей. Данный сервис был запущен осенью 2020 года, и с того момента постоянно развивается, добавлялись новые функции и новое лабораторное оборудование. Учебный микропроцессорный стенд SDK-1.1M [2] включается в домен кибер-физических и встраиваемых систем. Он используется в ряде учебных курсов, связанных с программированием микроконтроллеров, интернета вещей, разработкой встраиваемых и кибер-физических систем. Пользователю доступна удаленная загрузка программы в стенд и получение результатов выполнения в виде журнала событий и временных диаграмм. Основной проблемой является сложность обеспечения удаленного доступа к физическому лабораторному оборудованию, разработанному для непосредственного взаимодействия со студентами. Классические средства отладки, такие как осциллографы и логические анализаторы, также подразумевают физическое использование.

Основная часть. Учебный лабораторный стенд SDK-1.1 обладает набором различной периферии (дисплей, клавиатура, светодиоды, звукоизлучатель и т.д.), организовать взаимодействие с которой удаленно крайне сложно или невозможно (пользователь не может нажать кнопку на клавиатуре или услышать звуковой сигнал). Эта проблема существенно сокращает количество возможных сценариев использования стенда в учебном процессе удаленно. Целью данной работы является улучшение качества учебного процесса, связанного с изучением встраиваемых и кибер-физических систем с помощью системы ITMO.cLAB. В процессе работы был проведен поиск аппаратно-программных решений, которые позволят расширить возможности удаленного взаимодействия со стендом.

Одним из возможных вариантов является расширение возможностей существующей трассировки событий. Текущая реализация позволяет сохранять текстовые сообщения, отслеживать состояния светодиодов, а также предоставляет до 15 временных меток для обозначения различных пользовательских событий. Предлагается расширить перечень временных меток, добавив поддержку стандартной трассировки таких операционных систем реального времени (ОСРВ) как FreeRTOS и Zephyr, а также добавить возможность сохранения буфера дисплея для последующего отображения в отчете о выполнении программы. Такая подробная трассировка позволит более точно оценивать работу программы, а также исследовать процессы и механизмы, задействованные в ОСРВ.

Второй вариант для расширения взаимодействия со стендом - использование еще одного контроллера для считывания состояний портов основного контроллера и имитации внешнего воздействия. Дополнительный контроллер может выполнять несколько функций. Он может захватывать и сохранять цифровые сигналы с таких интерфейсов, как UART и I2C. Он также может выполнять роль ведомого устройства для протоколов Modbus, I2C и других. Кроме того, дополнительный контроллер может генерировать сигналы на входы основного устройства, имитируя различные события, например, нажатие кнопок.

Учебный лабораторный стенд SDK-1.1M оборудован разъемом для подключения плат расширения в формате Arduino Uno, что позволяет значительно расширить набор базовой периферии. На рынке существует огромное количество готовых плат расширителей, которые содержат различные периферийные блоки, такие как модули связи Wi-Fi и Bluetooth, GSM-модемы, радиомодули, датчики температуры, давления, света и многое другое. Подключение таких плат расширителей к стенду позволит добавить новые функции и

возможности для его использования в проектировании различных устройств управления и автоматизации в области интернета вещей (IoT).

В целом, расширение возможностей удаленного взаимодействия со стендом путем добавления аппаратно-программных решений будет полезным для обучения и исследования различных дисциплин, связанных с разработкой и тестированием встроенного программного обеспечения, работы с микроконтроллерами и операционными системами реального времени. Эти новые решения позволят студентам более глубоко изучать и практиковаться в области информационных технологий, повышая свою квалификацию и способности для решения сложных задач.

Выводы. В докладе представлены возможные подходы к улучшению инструментального обеспечения ITMO.cLAB для домена встраиваемых и кибер-физических систем для учебного лабораторного стенда SDK-1.1M, а также проанализированы возможности интеграции рассмотренных решений в существующую систему.

Список использованных источников:

1. Platunov A., Kluchev A., Pinkevich V., Kluchev V., Kolchurin M. Training laboratories with online access on the ITMO.cLAB platform//CEUR Workshop Proceedings, 2020, Vol. 2893
2. Ключев А.О., Пинкевич В.Ю., Платунов А.Е., Ключев В.А. Стенд-конструктор SDK-1.1M. Организация и программирование микроконтроллеров - 2022