

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ МОНИТОРИНГА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

Русецкий Л.С.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Бобровнича М.А. – ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В статье представлена разработка программно-аппаратного модуля, предназначенного для мониторинга радиационной обстановки на предприятиях, работающих с ионизирующим излучением. Обоснована актуальность создания данного решения, а также сформулированы ключевые требования к его реализации. Приведено описание архитектуры модуля и использованного технологического стека.

Ключевые слова: программно-аппаратный модуль, индикатор, микроконтроллер, источник ионизирующего излучения.

Введение. Разработка программно-аппаратного модуля для мониторинга радиационной обстановки направлена на создание эффективной системы автоматизированного учета и контроля индивидуальных дозовых нагрузок персонала на предприятиях, где применяется ионизирующее излучение.

Разработка модуля обусловлена ростом числа организаций, работающих с источниками ионизирующего излучения: их количество увеличилось с 1502 в 2019 году до 1848 в 2024 году [1, 2]. Также растет и число персонала, подлежащего индивидуальному дозиметрическому контролю, который обязателен согласно санитарным нормам и Закону «О радиационной безопасности населения» [3, 4]. В соответствии с данными Госатомнадзора, численность персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения, ежегодно увеличивается примерно на 800 человек, достигнув 14903 в 2023 году по сравнению с 10915 в 2019 году [1, 5].

Также основанием для разработки можно считать высокую стоимость аналогов. Из-за этого на многих предприятиях данная система может присутствовать в урезанном виде или отсутствовать вовсе, что может повлечь за собой угрозу здоровью работникам.

Можно выделить следующие концептуальные требования к разрабатываемому модулю:

1 Реализация функций учета и контроля дозовых нагрузок персонала, а именно возможности регистрации, хранения и анализа данных о дозах облучения для каждого пользователя.

2 Надежная система оповещения о превышении заданных значений радиационного фона и накопленной дозы.

3 Небольшие габариты и вес аппаратной части модуля для комфортной эксплуатации пользователем.

4 Длительное время работы аппаратной части модуля.

Модуль может найти применение в ядерной медицине, атомной промышленности, радиологии, мониторинге окружающей среды, гражданской авиации, гражданской обороне и научных исследованиях.

Основная часть. Модуль состоит из аппаратной и программной частей. Аппаратной частью выступает носимое устройство-индикатор, которое служит для измерения радиационного фона.

Программная часть включает встроенное программное обеспечение (далее – ПО) (ПО для микроконтроллера, установленного в аппаратную часть), которое выполняет задачи управления индикатором, обработки данных и взаимодействия с персональным

компьютером (далее – ПК), а также прикладное ПО для ПК, работающих под управлением операционной системы *Windows*.

Прикладное ПО обеспечивает управление параметрами индикатора, сохранение данных и их экспорт. Для хранения информации используется база данных.

Для аппаратной части модуля выбран микроконтроллер *STM32L151CCT6* от компании *STMicroelectronics*, относящийся к продуктовой линейке решений с низким энергопотреблением [6]. Микроконтроллеры данной компании широко распространены и обладают большим сообществом пользователей, что очень часто помогает при возникновении неисправностей.

Чтобы разрабатываемый индикатор получился компактным и легким, в аппаратной части применяются компоненты типоразмера 0402. Также детектором гамма излучения выступает счетчик Гейгера-Мюллера СБМ-21. Он характеризуется небольшими габаритными размерами: $21 \times 6 \times 6$ мм [7].

Для сигнализации о превышении заданных пороговых значений в индикаторе предусмотрены звуковая и тактильная обратная связь, реализованная с помощью пьезокерамического излучателя и вибромотора соответственно.

Для реализации встроенного ПО выбраны язык программирования *C* и среда разработки *Keil μ Vision*, представляющая собой набор утилит для выполнения полного комплекса мероприятий по написанию ПО для микроконтроллеров.

Внешний вид индикатора представлен на рисунке 1.

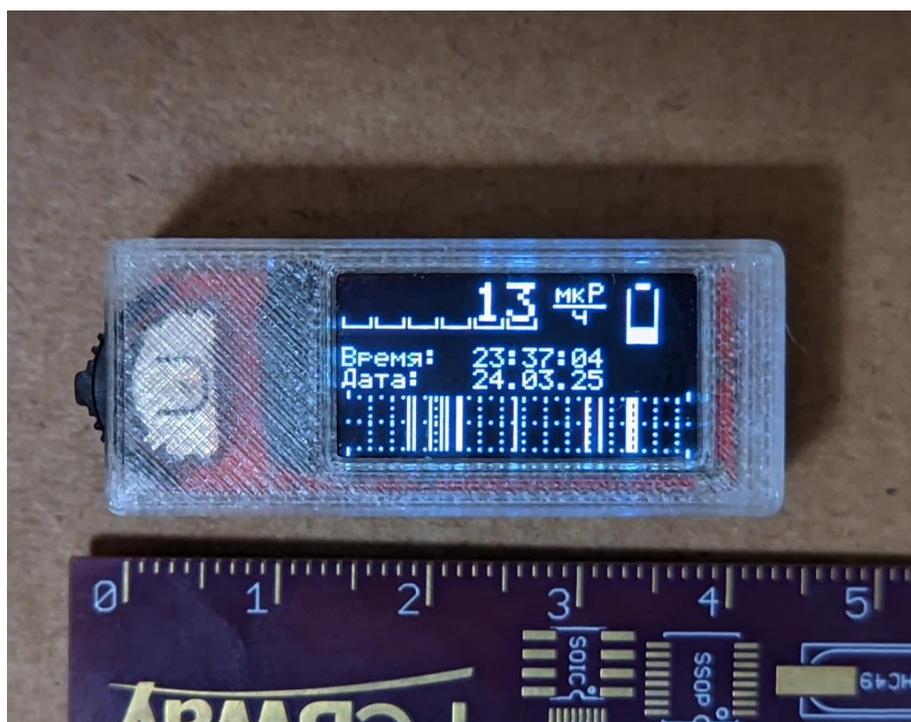


Рисунок 1 – Внешний вид индикатора

Для реализации прикладного ПО используется язык программирования *Python*, фреймворк *Flet* для создания графического приложения, текстовый редактор *Microsoft Visual Studio Code* с установленными плагинами для разработки приложений на языке *Python*. Для хранения данных будет использоваться реляционная система управления базами данных *MySQL*.

Заключение. Разработанный программно-аппаратный модуль для мониторинга радиационной обстановки представляет собой современное решение, сочетающее компактность, энергоэффективность и удобство использования. Применение

микроконтроллера *STM32L151CCT6* и счетчика Гейгера СБМ-21 обеспечивает удовлетворительную точность измерений при минимальном энергопотреблении и небольших габаритах устройства, что делает систему практичной для повседневного использования персоналом.

Прикладное ПО, реализованное на языке *Python* с использованием базы данных *MySQL*, предоставляет гибкие возможности для управления параметрами, хранения и анализа данных.

Перспективы развития системы включают интеграцию с облачными сервисами для удаленного мониторинга, применение более совершенных алгоритмов обработки данных и расширение функциональных возможностей. Учитывая растущее количество предприятий, работающих с ионизирующим излучением, данный модуль обладает значительным потенциалом для внедрения в различных отраслях – от медицины до атомной энергетики.

Таким образом, предложенное решение обеспечивает эффективный контроль радиационной обстановки, соответствуя современным требованиям безопасности и создавая надежную защиту для персонала. Его практическая ценность подтверждается актуальностью задачи, продуманной архитектурой и возможностями для дальнейшего развития.

Список литературы

1. Обзор состояния ядерной и радиационной безопасности в Республике Беларусь за 2019 год [Электронный ресурс] / Госатомнадзор. Режим доступа: https://gosatomnadzor.mchs.gov.by/upload/iblock/dcd/the_review_of_a_status_of_nrs_in_belarus_2019_ru.pdf. Дата доступа: 10.03.2025.
2. Радиационная безопасность источников ионизирующего излучения. Объекты надзора [Электронный ресурс] / Госатомнадзор. Режим доступа: <https://gosatomnadzor.mchs.gov.by/radiatsionnaya-bezopasnost-istochnikov-ioniziruyushchego-izlucheniya/obekty-nadzora/>. Дата доступа: 10.03.2025.
3. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к обеспечению радиационной безопасности населения: утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29.10.2013 № 137 [Электронный ресурс] / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. Режим доступа: https://minzdrav.gov.by/upload/lcfiles/text_tpra/000390_279571_PostMZ_N137_2013_Sanpin.pdf. Дата доступа: 10.03.2025.
4. О радиационной безопасности населения: Закон Республики Беларусь от 18 июня 2019 г. № 198-3 [с изменениями и дополнениями от 10 октября 2022 г. № 208-3] [Электронный ресурс] / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=H11900198>. Дата доступа: 10.03.2025.
5. Обзор состояния радиационной безопасности в Республике Беларусь за 2023 год [Электронный ресурс] / Госатомнадзор. Режим доступа: <https://gosatomnadzor.mchs.gov.by/upload/iblock/08b/u4v2pmqybj6z022c1eq4mdiojpdglfkk/Obzor-sostoyaniya-radiatsionnoy-bezopasnosti-v-Respublike-Belarus-za-2023-god.pdf>. Дата доступа: 10.03.2025.
6. *STM32L151/152* [Электронный ресурс] / *STMicroelectronics*. Режим доступа: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32l151-152.html>. Дата доступа: 23.03.2025.
7. СБМ-21. Параметры и характеристики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://istok2.com/data/2399/>. Дата доступа: 23.03.2025.

UDC 004.422.8:535.232.65

HARDWARE AND SOFTWARE MODULE FOR MONITORING THE RADIATION SITUATION

Rusetski L.S.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bobrovnichaya M.A. – Senior Lecturer at the Department of EPE

Annotation. The article presents the development of a hardware and software module designed to monitor the radiation situation at enterprises working with ionising radiation. The relevance of this solution is substantiated and the key requirements for its implementation are formulated. The module architecture and the used technological stack are described.

Keywords: hardware and software module, indicator, microcontroller, ionisation radiation source.