

УДК 004.42+373.1

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМПОНЕНТАМИ РЕНТГЕНОВСКОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Макарова В.Д., студент гр. 281079, Потоцкий Д.С. магистрант гр. 355841

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

Потоцкий Д.С. – ассистент кафедры ИСиТ

Аннотация. В данной статье описывается процесс разработки программной системы для автоматизированного управления компонентами рентгеновского диагностического оборудования. В работе рассмотрены ключевые задачи проектирования, включая интеграцию с аппаратными модулями (блок управления конвейером CONPASS и детектор X-DAQ), обработку потоковых данных в реальном времени и создание пользовательского интерфейса.

Ключевые слова. Автоматизация управления, рентгеновское диагностическое оборудование, программная система, .NET, WPF, драйвер устройств, обработка данных.

Введение. В условиях роста требований к скорости, безопасности и эффективности диагностических процедур, автоматизация проведения рентгеновской диагностики является критически важной задачей. Современное рентгеновское диагностическое оборудование представляет собой комплекс взаимосвязанных аппаратных модулей, требующих высокой точности координации работы компонентов. ручное управление которыми снижает общую эффективность работы.

Актуальность разработки заключается в целенаправленном проектировании системы обеспечивающую мониторинг состояния, дистанционное управление и координацию работы стандартных компонентов рентгеновского досмотрового устройства, объединяя аппаратный комплекс в единую программную среду, преобразующим набор аппаратных компонентов в работоспособную досмотровую систему.

Объектом проектирования является программная система управления компонентов рентгеновского диагностического оборудования.

Целью данной работы является разработка программного средства, которое обеспечивает мониторинг состояния, дистанционное управление и координацию работы основных модулей рентгеновского оборудования, помогая повысить эффективность и удобство эксплуатации рентгенодиагностического оборудования.

Анализ предметной области и выбор инструментов разработки Программная система автоматизированного управления компонентов рентгеновского диагностического оборудования представляет собой представляет собой программную платформу, которая координирует работу аппаратных модулей в рамках единого технологического цикла досмотра от запуска конвейера и излучения до получения, обработки и отображения рентгеновского изображения.

Реализуемая модель рентгеновского сканера включает в себя четыре ключевых компонента: конвейерную ленту для транспортировки объектов инспекции, детектор рентгеновского излучения, отвечающий за регистрацию и оцифровку данных, программный компонент управления устройствами (оркестратор) и пользовательский интерфейс для оператора. Связь между аппаратными компонентами и оркестратором обеспечивается с помощью драйверов.

Для данного проекта была выбрана конвейерная лента на базе блока управления CONPASS. Это интегрированная система, объединяющая транспортер, электромеханический привод, датчики и автоматизированный контроллер. В качестве модуля детектора выбран X-DAQ – высокочувствительный рентгеновский детектор с высокоскоростным сбором данных. Он фиксирует изменения интенсивности прошедшего излучения, преобразуя их в цифровой поток для анализа.

Для реализации проекта была выбрана технология платформы Microsoft .NET с использованием языка C# и фреймворка WPF для создания программы с развитым графическим интерфейсом. Выбор технологии .NET обусловлен ее высокой производительностью, надежностью и широкими возможностями для реализации сложных алгоритмов. Выбор фреймворка WPF обусловлен его мощными средствами для построения сложных интерфейсов и, что особенно важно для данной задачи, высокой производительностью при работе с графикой, необходимой для визуализации потоковых данных досмотра в реальном времени.

Диаграмма компонентов системы рентгеновского досмотра представлена на рисунке 1.

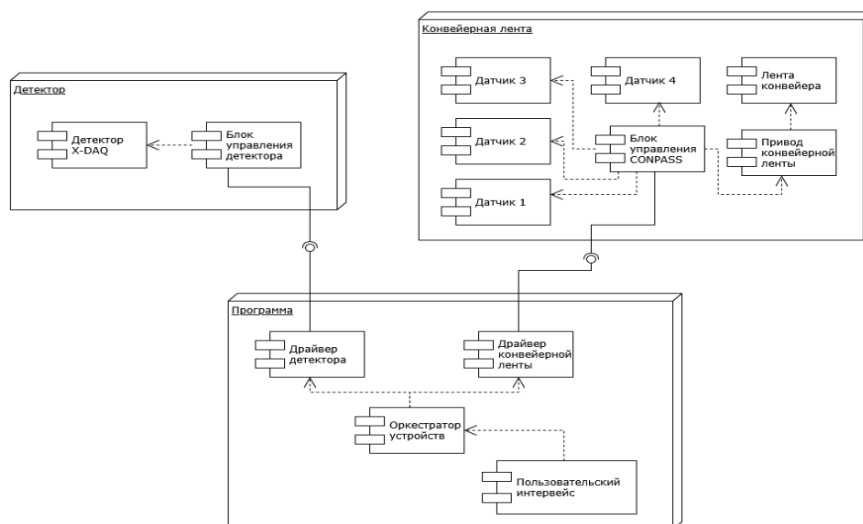


Рисунок 1 – Диаграмма компонентов системы

Основная часть. Программная система управления разработана как единый программный контроллер исключительно для аппаратных модулей блока управления конвейерной лентой CONPASS и детектора рентгеновского излучения X-DAQ. В связи с этим архитектура и протоколы обмена данными спроектированы в строгом соответствии с технической документацией и интерфейсами данных аппаратных компонентов.

1 Централизованное управление аппаратным комплексом: Программа выступает единым контроллером, координирующим запуск, работу и синхронизацию изолированных модулей детектора X-DAQ и конвейера CONPASS по заданным сценариям.

2 Обработка и визуализация данных в реальном времени: Система в реальном времени преобразует сырые сигналы детектора в анализируемое изображение с коррекцией искажений, обеспечивая его стабильный и непрерывный вывод на интерфейс оператора с минимальной задержкой.

3 Устойчивое сетевое взаимодействие: Взаимодействие с аппаратными модулями построено на надежных сетевых протоколах с особым вниманием к стабильности соединения, обработке сбоев и восстановлению без потери данных.

4 Интуитивный интерфейс оператора: WPF-интерфейс предоставляет единую точку контроля для управления всем процессом сканирования, отображения статусов оборудования в реальном времени и визуализации потока рентгеновских изображений, адаптированную для работы в условиях досмотра.

Архитектура системы построена по модульному принципу, что обеспечивает гибкость, масштабируемость и простоту поддержки. Система состоит из следующих ключевых компонентов:

- 1 Драйвера для взаимодействия с контрольным блоком конвейерной ленты CONPASS;
- 2 Драйвера для взаимодействия с детектором рентгеновского излучения X-DAQ;
- 3 Алгоритмов сборки и обработки потока данных, обеспечивающих формирование целостного изображения из фрагментированных пакетов данных;
- 4 Модуля визуализации для вывода снимка в реальном времени;
- 5 Графического пользовательского интерфейса, предоставляющий оператору интуитивный контроль над процессом сканирования.

Модуль драйвера взаимодействия с контрольным блоком CONPASS представляет собой специализированный программный компонент, который отвечает за низкоуровневую коммуникацию с аппаратным устройством по интерфейсу RS-232, управлением движения конвейерной ленты и мониторинга её состояния в реальном времени.

Модуль драйвера взаимодействия с детектором X-DAQ реализует протокол обмена данными по протоколам TCP/IP и UDP, управление работой детектора, приём и первичную обработку данных рентгеновских снимков, получаемых в виде необработанных пакетов данных.

Алгоритмы сборки и обработки потоков данных преобразуют сырые данные в целостное, готовое к анализу рентгеновское изображение, подготавливая его для финального вывода.

Модуль визуализации обеспечивает отображение этих снимков с минимальной задержкой, формируя плавный видеопоток в реальном времени для оператора.

Графический пользовательский интерфейс предоставляет оператору централизованный контроль над процессом проведения рентгеновского досмотра, что включает управление конвейерной лентой, инициирование сканирования и вывод формируемого изображения на экран в реальном времени.

Графический пользовательский интерфейс системы в моменте проведения рентгеновского сканирования представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Графический пользовательский интерфейс системы

Заключение. В рамках выполненной работы спроектировано и реализовано программное средство, представляющее собой специализированную программную систему автоматизированного управления компонентами рентгеновского диагностического оборудования. Разработанное программное средство интегрирует комплексное аппаратное обеспечение рентгеновского аппарата в единый программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий выполнение полного автоматизированного цикла рентгеновского досмотра.

Проведённое комплексное тестирование подтвердило, что синхронизация модулей и алгоритмы обработки изображений позволяют реализовать полный цикл досмотра с минимальным вмешательством человека, что способствует повышению пропускной способности и точности контроля.

Программная система представляет собой готовое к внедрению решение, способное функционировать как самостоятельный контроллер для конкретных моделей оборудования, так и в качестве интегрируемого модуля в составе более крупных комплексов безопасности. Модульная архитектура, построенная на основе четких протоколов взаимодействия, может служить типовым решением и допускает расширение для поддержки дополнительного оборудования или функций аналитики.

Список использованных источников:

1. Исаков, Р. В. Особенности применения рентгеновских досмотровых систем на объектах транспортной инфраструктуры: правовой режим и направления развития национальной безопасности в целях предупреждения преступлений в эпоху цифровых инноваций / Р. В. Исаков, С. Д. Петровичев, Д. В. Теткин // *Право : история и современность*. – 2021. – № 3. – С. 102–109.
2. *Mastering Windows Presentation Foundation: Build responsive UIs for desktop applications with WPF* / S. Yuen. – 2nd ed. – Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2020. – 626 с.
3. Линейка аппаратов CONPASS. Протокол обмена между контроллером и АРМ оператора [Электронный ресурс]: Pdf / Админ. – Режим доступа: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/48245/1/Butrim_Programmno_apparatnyy.pdf. Дата обращения: 13.12.2025.
4. *X-View Software (16 bits X-DAQ) 4.2 User's Manual / Detection Technology*. – Espoo: DT for MicroSecurity, 2020. – 62 p.
5. Сценарий работы багажного сканера [Электронный ресурс]: SVG. – Режим доступа : [BaggageScenarioWithVirtualSensorV2.svg](#) (дата обращения: 19.12.2024).

UDC 004.42+373.1

SOFTWARE SYSTEM FOR AUTOMATED CONTROL OF X-RAY DIAGNOSTIC EQUIPMENT COMPONENTS

Makarova V.D., Potosky D.S.

*Institute of Information Technologies of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Potosky D.S. – assistant of department ISAT

Annotation. This article describes the development process of a software system for the automated control of X-ray diagnostic equipment components. The work examines key design challenges, including integration with hardware modules (the CONPASS conveyor control unit and the X-DAQ X-ray detector), real-time stream data processing, and the creation of a user interface.

Keywords. Automation of control, X-ray diagnostic equipment, software system, .NET, WPF, device driver, data processing.