

СОСТАВ И СТРУКТУРА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

студент **Войтов Владислав Витальевич**,
инженер **Лядский Даниил Дмитриевич**,
канд. техн. наук, доцент **Болотов Сергей Владимирович**,
канд. техн. наук **Захарченков Константин Васильевич**,
Белорусско-Российский университет,
г. Могилев, Беларусь,
канд. техн. наук, доцент **Потехин Вячеслав Витальевич**,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассматривается состав, структура, принципы функционирования и архитектура программно-аппаратного комплекса контроля эффективности работы оборудования и идентификации персонала как фундаментальной основы для создания киберфизических систем подобного рода.

Ключевые слова: киберфизическая система, архитектура, управление, контроль эффективности.

COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR EQUIPMENT PERFORMANCE CONTROL AND PERSONNEL IDENTIFICATION

Student **Voytov Vladislav Vitalyevich**,
Engineer **Lyadsky Daniil Dmitrievich**,
PhD in Technology, Associate Professor **Sergey Vladimirovich Bolotov**,
PhD in Technology **Konstantin Vasilievich Zakharchenkov**,
Belarusian-Russian University,
Mogilev, Belarus,
PhD in Technology, Associate Professor **Vyacheslav Vitalievich Potekhin**,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
Saint Petersburg, Russian Federation

Abstract. Composition, structure, operating principles and architecture of then software and hardware system for monitoring equipment efficiency and personnel identification as a fundamental basis for creating cyber-physical systems of this kind are discussed in the article.

Keywords: cyber-physical system, architecture, management, efficiency control.

В эпоху четвертой промышленной революции актуальным является развитие таких новых технологий и направлений, как AI, BigData, Blockchain, Crypto, IoT. В связи с этим актуальной является задача создания киберфизических систем различных типов, в которых большая часть функций и логики аппаратуры переносится в программное приложение. Подобные решения позволяют существенно уменьшить стоимость создания киберфизической системы, обеспечить управление аппаратной частью системы с помощью мобильных устройств и web-приложений, увеличить скорость обработки информации, сократить сроки реализации киберфизической системы, упростить подключение и эксплуатацию системы конечными пользователями.

Одним из основных направлений развития интеллектуальных технологий является создание инструментальных средств и новых технологий для реализации киберфизических систем различных типов. Благодаря данным о параметрах процессов, непрерывно получаемым с датчиков и математическим моделям, в киберфизических системах осуществляется оценка в реальном времени параметров процессов, прогнозирование развития процессов во времени, обнаруживаются выходы параметров процессов за пределы допустимых значений, предотвращаются аварийные ситуации.

Проблема проектирования киберфизических систем различных типов, заключающаяся в сильном различии набора компонентов в зависимости от области применения создаваемых решений. Соответственно, актуальной является задача создания специализированных инструментальных средств и технологий создания киберфизических систем.

В связи с необходимостью импортозамещения в настоящее время остро стоит задача создания киберфизических систем, обеспечивающих комплексное повышение эффективности управления производственными процессами на основе интеллектуального анализа данных.

Для решения вышеперечисленных проблем предлагается создать программно-аппаратный комплекс контроля эффективности работы оборудования и идентификации персонала (см. рисунок).

Спроектированный программный комплекс может выступить в качестве фундаментальной основы создания киберфизических систем для повышения эффективности контроля работы оборудования и персонала на промышленных предприятиях, обеспечивая ускорение реализации производственных киберфизических систем под конкретные индивидуальные требования каждого заказчика. Для каждой реализации киберфизической системы в зависимости от функционала может изменяться и дополняться реализация отдельных компонентов программно-аппаратного комплекса.

Программно-аппаратный комплекс содержит следующие основные компоненты:

- 1) Блок радиочастотной идентификации. Обеспечивает контроль доступа персонала в помещения и к оборудованию, идентификацию персонала и оборудования с помощью RFID меток 13,56 МГц. По результатам контроля оценивается время нахождения персонала в помещении и эффективность работы оборудования: с учетом показаний датчика тока определяются режимы работы

оборудования, время простоев и ожидания. При обнаружении превышения допустимых значений силы тока происходит аварийное отключение оборудования.

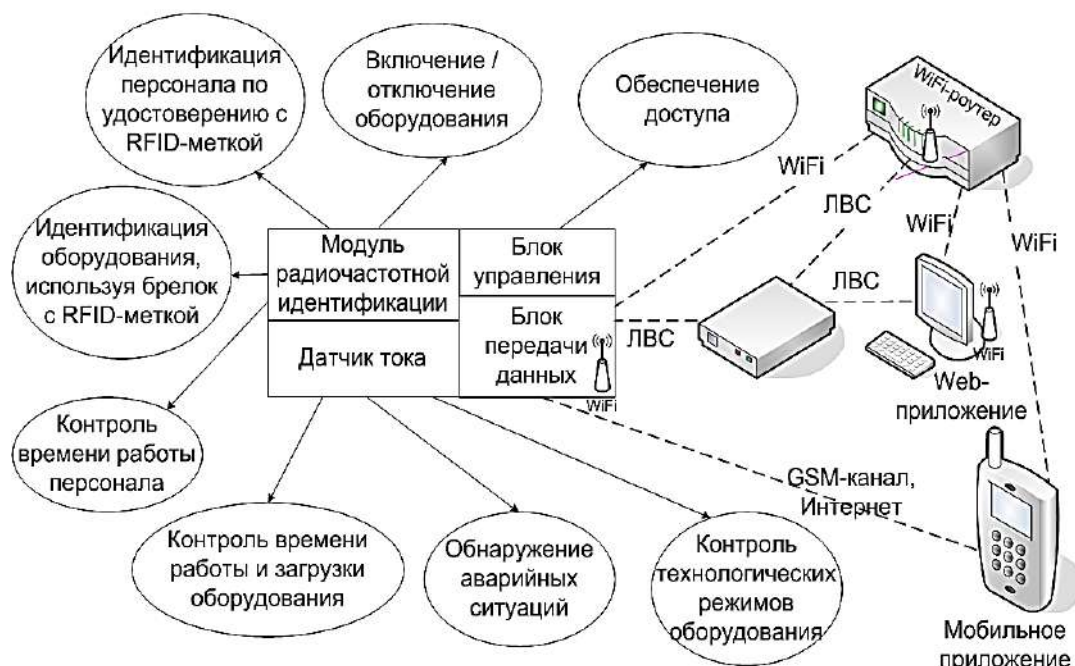


Рисунок. Структурная схема программно-аппаратного комплекса контроля эффективности работы оборудования и идентификации персонала

2) Блок управления. Обеспечивает управление работой аппаратных компонентов: подачу сигналов управляющим устройствам о запуске / выключении оборудования, управление установившимися и переходными процессами при изменении режимов работы оборудования. Параметры управления определяются по результатам интеллектуального анализа данных на сервере, в web или мобильном приложении.

3) Блок передачи данных. Обеспечивает передачу данных с датчиков и блока радиочастотной идентификации с использованием телекоммуникационного оборудования на сервер для последующего интеллектуального анализа. Алгоритмы интеллектуального анализа обеспечивают определение и передачу в блок управления оптимальных значений параметров установившихся и переходных процессов и режимов работы оборудования. Оптимальные значения параметров работы оборудования определяются на основании интеллектуального анализа данных о предыдущих режимах работы оборудования.

4) Телекоммуникационное оборудование (модемы, WiFi-роутеры). Обеспечивают передачу данных между аппаратной и программной частью по локальной сети, WiFi, GSM-каналы и Интернет.

Архитектура программно-аппаратного комплекса в соответствии с классической методологией построения архитектуры киберфизических систем включает следующие уровни:

1 уровень – Уровень датчиков и связи между разными единицами оборудования (использование протокола M2M, S2S). На этом уровне осуществляется получение точных и надежных данных от датчика тока, модуля радиочастотной идентификации.

2 уровень – Уровень преобразования данных. Осуществляется преобразование измерений в данные и отправка информации блоком передачи данных на удаленный сервер посредством Интернет-соединения.

3 уровень – Уровень хранилища данных. Данный уровень действует как база данных, куда информация отправляется с каждой подключенной единицы оборудования. Информация сохраняется на сервере для дальнейшего интеллектуального анализа с целью извлечения дополнительной информации, обеспечивающей оптимизацию режимов работы каждой единицы оборудования.

4 уровень – Уровень интеллектуального анализа данных и принятия решений. Содержит инструментальные средства для прогнозирования и последующего управления работой оборудования на основе анализа мощности и производительности каждой единицы оборудования. По результатам анализа осуществляется выработка оптимальных управляющих сигналов для повышения эффективности работы каждой единицы оборудования. Данный уровень обеспечивает предоставление пользователю аналитической информации о работе оборудования в наглядной форме. По результатам анализа пользователи могут принимать решения по корректировке режимов работы оборудования, по управлению персоналом. Аналитическую информацию можно просматривать удаленно с любого устройства, имеющего выход в Интернет, используя мобильное или web-приложение.

5 уровень – Уровень, на котором осуществляется обратная связь кибернетической и физической части системы, реализуется киберфизическое управление. На данном уровне осуществляется автоматический выбор оптимальных режимов работы оборудования, автоматическое управление установившимися и переходными процессами при изменении режимов работы оборудования, автоматические аварийные отключения. На данном уровне применяются интеллектуальные алгоритмы для достижения максимально эффективной работы системы при минимальном вмешательстве человека, выполняется автоматическая регулировка отклонений, самооптимизация, предотвращение аварийных ситуаций.

Преимущества спроектированного программно-аппаратного комплекса:

- автоматизированное формирование отчетов о времени работы и загрузки персонала;
- многоуровневое обеспечение доступа персонала;
- автоматизированное формирование отчета об эффективности работы оборудования на промышленных предприятиях в реальном времени;
- автоматический контроль в реальном времени соблюдения режимов работы оборудования с последующим выявлением причин аварийных ситуаций и появления брака;
- автоматический контроль в реальном времени простоев оборудования с последующим анализом причин простоев;

- автоматическое выключение оборудования в случае выхода параметров технологического процесса за пределы допустимых значений в течение заданного промежутка времени

Область применения спроектированного программно-аппаратного комплекса:

- машиностроительные предприятия (производство и ремонт автомобилей, спецтехники, сельскохозяйственной техники, вагоностроение);
- предприятия, занимающиеся производством металлоконструкций;
- учреждения образования;
- автопредприятия (автобусные парки, грузовые и таксомоторные парки), автоцентры и автомастерские.

Заключение. Разработанный программно-аппаратный комплекс содержит базовые компоненты для последующей реализации киберфизических систем производственного и бытового назначения [1; 2; 3; 4]. Программные компоненты и аппаратные элементы спроектированного комплекса являются универсальными, что позволяет существенно сократить время создания киберфизических систем на базе данного комплекса. При добавлении новых датчиков в аппаратную часть комплекса и соответствующих алгоритмов интеллектуального анализа данных в программную часть может быть существенно расширена область применения киберфизических систем, создаваемых на основе спроектированного комплекса.

Список литературы:

1. Архитектура кибер-физических систем: [сайт]. – 2022. – URL: <https://www.intechopen.com/chapters/69091#F1> (дата обращения: 26.11.2022). – Текст : электронный.
2. Чеклецов, В. В. Чувство планеты. Интернет вещей и следующая технологическая революция / В. В. Чеклецов. – М. : Российский исследовательский центр по Интернету вещей, 2013. – 130 с. – Текст : непосредственный.
3. Вяткин, В. В., Дроздов, Д. Н., Голуб, Ю. А. Концепция киберфизической инженерии как способ применения теории киберфизических систем / В. В. Вяткин, Д. Н. Дроздов, Ю. А. Голуб. – Текст : электронный // SAEC. – 2019. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiyakiberfizicheskoi-inzhenerii-kak-sposob-primeneniya-teorii-kiberfizicheskikh-sistem> (дата обращения: 26.11.2022).
4. Цветков, В. Я. Кибер физические системы / В. Я. Цветков. – Текст : электронный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 6-1. – С. 64-65. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11623> (дата обращения: 26.11.2022).

© Войтов В. В., Лядский Д. Д., Болотов С. В.,
Захарченков К. В., Потехин В. В., 2022