

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СТЕНДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МИКРОСЕТИ

Максим Боднюк

Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, ул. Лермонтова, д. 134, 664033, Иркутск, Россия

Аннотация

Представлено развитие архитектуры и функциональных возможностей СМ стенда имитационного моделирования микросети. Показаны преимущества модифицированной архитектуры в сравнении с базовой. Достигнутые преимущества подтверждены экспериментальными результатами.

Ключевые слова

Микросеть, имитационный стенд, информационно-измерительная система, мониторинг

1. Введение

Применение микросетей является актуальным направлением развития энергетики как в России, так и за рубежом. При этом возникают проблемы с выбором оптимальной структуры и параметров работы сетей. Проведение экспериментов с реальным энергетическим комплексом сопряжено с высокими временными и финансовыми затратами, а также с необходимостью обеспечения надежности и безопасности работы с его оборудованием. Поэтому исследования зачастую проводят на имитационном стенде микросети, который позволяет проанализировать структуру сети, определить основные характеристики и оптимальные режимы ее работы. Важным связующим звеном между стендом и специалистами, исследующими микросеть, является система мониторинга (СМ) работы стенда. В данной работе предложено развитие базовой архитектуры (БА) СМ стенда имитационного моделирования микросети технопарка Иркутского национального исследовательского технического университета [1].

2. Результаты исследования

Существует широкий спектр систем мониторинга инженерной инфраструктуры энергетических комплексов [2]. Однако полнофункциональные системы являются, как правило, платными. Другие системы зачастую не подходят для мониторинга конкретного оборудования из-за отсутствия необходимых программно-аппаратных компонентов, несовместимости форматов и протоколов передачи данных. Поэтому возникает необходимость разработки новой или существенной модификации существующей СМ [3]. На рис. 1 показана БА. Оборудование стенда включает блоки однофазных источников питания, однофазных трансформаторов, измерителей параметров однофазной сети, моделей трансформаторных подстанций и нагрузок, линий электропередачи, преобразователя интерфейсов. В рамках БА приложение MasterOPC выполняет сбор данных со стенда в режиме реального времени по протоколу Modbus и их передачу в приложение оператора. Оператор может получать значения наблюдаемых параметров блоков и регулировать в ручном режиме изменяемые параметры блоков в приложении оператора. Включение/отключение блоков оператором возможно только в ручном режиме. К сожалению, БА реализует только часть необходимых возможностей.

7th International Workshop on Information, Computation, and Control Systems for Distributed Environments (ICCS-DE 2025), July 7–11, 2025, Irkutsk, Russia

EMAIL: maks.bodnyuk@mail.ru (A. 1)

ORCID: 0009-0008-4337-9352 (A. 1)



© 2025 Copyright for this paper by its authors. Use permitted under Creative Commons License Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

ICCS-DE 2025 Workshop Proceedings

DOI: 10.47350/ICCS-DE.2025.22

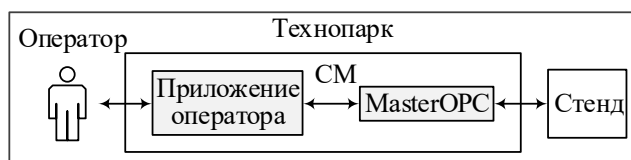


Рисунок 1. БА.

В работе предложена модифицированная архитектура (МА) CM (рис. 2). В рамках МА разработаны следующие новые компоненты: приложение управления параметрами блоков и их включением/выключением в автоматическом режиме на основе прямого обмена данными между оператором и стендом по протоколу Modbus, а также между оператором и внешними системами; приложение для визуализации как данных в реальном времени, так и исторических данных за указанный период; реляционная база данных (БД) SQLite для хранения результатов мониторинга; API для обеспечения доступа специалистам к CM через внешние системы, обеспечивающий получение данных мониторинга по запросу, их агрегирование, структурирование и фильтрацию по заданным временным интервалам. В отличие от БА, возможности МА не ограничивают число измеряемых параметров блоков стенда, обеспечивают возможность хранения данных мониторинга, поддерживают обмен данными в телекоммуникационной сети, повышают точность измеряемых параметров с 0.1 до 0.001 и позволяют визуализировать временные ряды как текущих, так и ретроспективных данных.

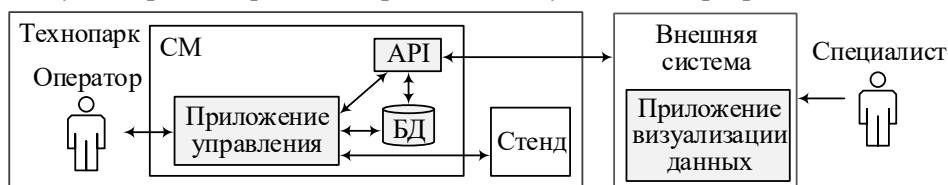


Рисунок 2. МА.

МА апробирована при моделировании работы автономной микросети туристического лагеря, расположенного на Байкальской природной территории (БПТ), в условиях крупных возмущений. Блоки стенда использовались для имитации работы трансформаторов, линий электропередачи и потребителей микросети с учетом разного рода нагрузок. В результате имитационного моделирования определены агрегированные показатели основных периодов ее работы в условиях крупных возмущений и выявлены наиболее уязвимые элементы сети.

3. Заключение

Осуществлено развитие БА CM стенда технопарка. В результате ускорен обмен данными и повышена их точность до 0.001. Работоспособность и эффективность работы МА CM апробированы в процессе моделирования работы автономной микросети туристического лагеря, расположенного на БПТ. Работа выполнена в рамках гранта № 075-15-2024-533 Минобрнауки РФ на выполнение крупного научного проекта по приоритетным направлениям научно-технологического развития (№ гос. рег. 124052100088-3).

4. Список литературы

- [1] О технопарке. URL <https://www.istu.edu/deyatelnost/nauka/baza/tekhnopark>.
- [2] В. М. Левин, П. А. Петушков, М. А. Швец. Дистанционный мониторинг и управление состоянием трансформаторов в распределительных электрических сетях. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 2023, т. 25, № 2, с. 97–109. doi:10.30724/1998-9903-2023-25-2-97-109.
- [3] Ю. А. Клименко, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский. Проектирование контрольно-измерительных компонент распределительных энергетических систем. Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don), 2024, т. 24, № 1, с. 88–97. doi:10.23947/2687-1653-2024-24-1-88-97.