

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЧЕМПИОНАТА МИРА ПО ФУТБОЛУ 2018

В.О. Лебедев (ООО «Умикон»)

*Показаны оптимальные структурные решения для крупной распределенной системы реального времени на базе ПТК УМИКОН, примененные при построении автоматизированной системы мониторинга и диспетчеризации временного электроснабжения объектов чемпионата мира (ЧМ) по футболу 2018.*

*Ключевые слова: мониторинг, диспетчеризация, распределенная система, реальное время, электроснабжение.*

Не вызывает сомнения, что для решения любой задачи из всех возможных вариантов необходимо выбирать средства и инструменты, наиболее подходящие к специфике решаемой задачи. К сожалению, до сих пор при построении распределенных систем реального времени продолжают применяться решения, имеющие стохастический, сугубо недетерминированный характер функционирования, такие как дисциплина сетевого обмена «клиент-сервер». О проблемах, вызванных их использованием, и о применении структурных решений на базе ПТК УМИКОН [1] при построении и эксплуатации крупной распределенной системы мониторинга и диагностики электроснабжения объектов ЧМ 2018 пойдет речь в данной статье.

ПТК УМИКОН использовался при реализации автоматизированной системы диспетчеризации (телесигнализации) временных сетей электроснаб-

жения 10 кВ в период проведения XXII Олимпийских зимних игр и XI Параолимпийских зимних игр 2014 г. в г. Сочи [2]. В 2018 г. этот опыт был расширен в ходе создания еще более масштабной автоматизированной системы мониторинга и диспетчеризации временного электроснабжения объектов чемпионата мира по футболу. Проекты были реализованы в сжатые сроки.

Система мониторинга и диспетчеризации временного электроснабжения объектов чемпионата мира по футболу 2018 г. включает следующие системы:

- мониторинга временного электроснабжения оборудования вещателей, ЖК-панелей по периметру игрового поля, ИТ и телевещателей инфраструктуры на стадионах и прилегающих к ним территориях в гг. Екатеринбург, Калининград, Саранск, Самара, Ростов-на-Дону, Волгоград, Нижний Новгород, Санкт-Петербург, Москва, Казань, Сочи для подготовки и проведения Чемпионата мира по футболу FIFA 2018;
- диспетчеризации (телесигнализации) временного электроснабжения Международного вещательного центра (МВЦ) (рис. 1, 2) в Москве в рамках подготовки к чемпионату мира по футболу 2018 г.

- диспетчеризации электроснабжения строений и сооружений временного назначения и/или вспомогательного использования для подготовки и проведения спортивных соревнований в рамках чемпионата мира по футболу FIFA 2018 на территории Олимпийского комплекса (ОК) «Лужники» (Москва).

В реализации проекта по созданию автоматизированной системы диспетчеризации и мониторинга, также как на олимпийских объектах 2014 г., принимали участие: ООО «Пауэр Технолоджис» (Москва); ООО «Промэлектроника» (г. Липецк); ООО «Умикон» (Москва). При этом ООО «УМИКОН»



Рис. 1. Международный вещательный центр (МВЦ) ЧМ 2108



Рис. 2. Блок дизель-генераторных установок (ДГУ) МВЦ ЧМ 2108

по заказу ООО «Промэлектроника» осуществлял поставку:

— контроллерного оборудования и базового ПО контроллеров и АРМ;

— разработку и наладку прикладного ПО для объектов, расположенных на территории ОК «Лужники».

Основной объем разработки, монтажа и пусконаладки осуществлялся специалистами ООО «Промэлектроника» с помощью инструментальных средств ПТК УМИКОН при технической поддержке ООО «УМИКОН» одновременно на всех 12 стадионах 11 городов, принимавших ЧМ 2018.

ООО «УМИКОН» сохранил свой традиционный системно-ориентированный подход к построению системы реального времени, то есть АСУТП. При построении системы реализовывались принципы иерархической распределенной структуры ПТК УМИКОН [3].

Узлами сбора информации в системе являлись модули центральных процессоров верхнего уровня (МЦП ВУ) PC202 КТС МикКОН ПТК УМИКОН. Эти контроллеры по одному на каждый из стадионов (кроме ОК «Лужники», где было создано три

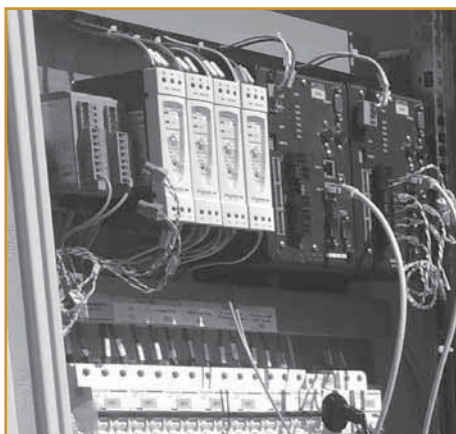


Рис. 3. МЦП PC202 и модули DU102 в процессе наладки системы

различных системы и установлено восемь PC202, а в МВЦ установлено два PC202 — рис. 3), осуществляли сбор данных о состоянии энергооборудования с тактом 200...500 мс по протоколам:

— Modbus RTU по интерфейсу RS-485 от модулей ввода AI100 и DU102 КТС МикКОН ПТК УМИКОН и дизель-генераторов;

— Modbus/TCP по интерфейсу Ethernet от блоков контроля качества электропитания UMG фирмы Janitza и части источников бесперебойного питания;

— SNMP по интерфейсу Ethernet от части источников бесперебойного питания и других устройств.

Объем информации:

— на каждом стадионе (кроме ОК «Лужники»): около 4 тыс. параметров с восьми ДГУ, 12 блоков UMG, модулей DU102 и другого оборудования (рис. 4);

— ОК «Лужники»: около 10 тыс. параметров с 38 ДГУ, 19 блоков UMG, модулей DU102, AI100 и другого оборудования;

— МВЦ: около 10 тыс. параметров с 16 ДГУ, 64 блоков UMG, 46 ИБП, модулей DU102 и другого оборудования (рис. 5).

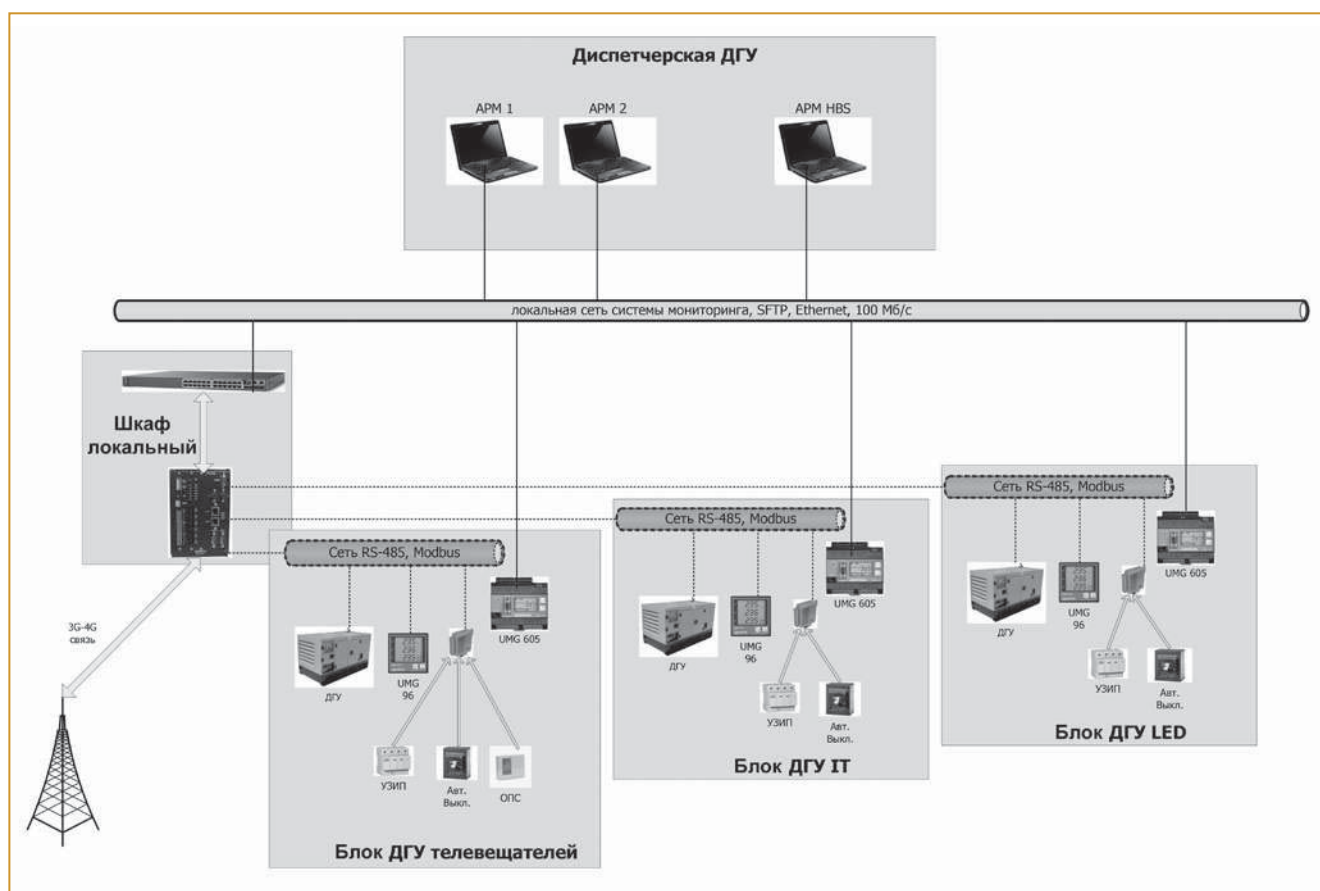


Рис. 4. Типовая структура подсистем стадиона ЧМ 2018

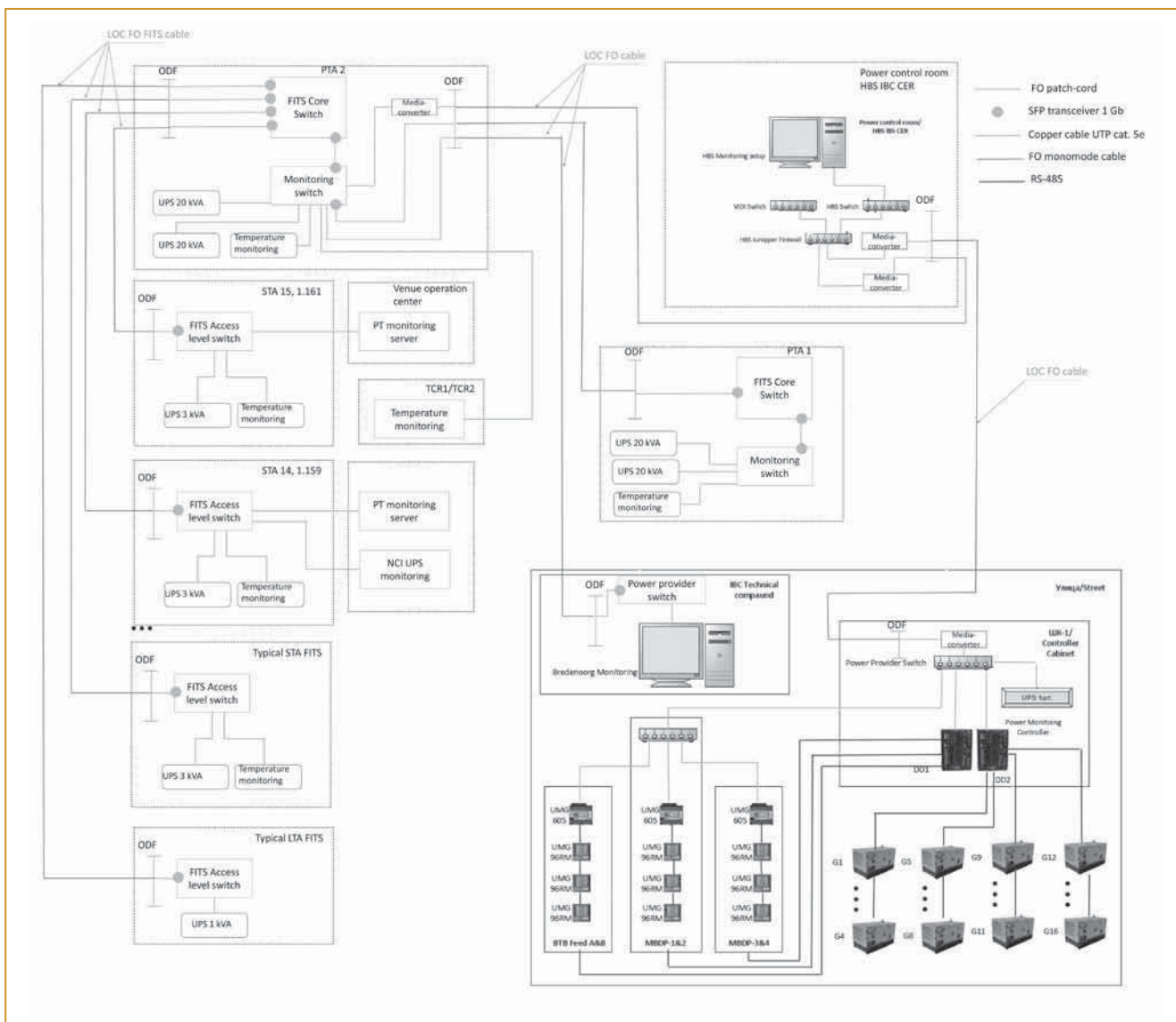


Рис. 5. Структура подсистем МВЦ ЧМ 2018

МЦП РС202 осуществляли передачу по протоколу УМИКОН/UDP каждые 100...200 мс всех изменившихся данных в единую сеть системы (рис. 6), охватывающую все 11 городов ЧМ 2018 г. Общий объем базы составлял около 90 тыс. переменных, время обновления 100...500 мс в зависимости от типа контролируемого оборудования и протокола опроса. Кроме того, по требованию заказчика было выполнено разделение сетей службы телеведущих HBS и сетей оргкомитета. При этом доступ к данным по электроснабжению был возможен с обеих сторон.

Эти данные принимали, отображали и архивировали три АРМ на каждом из стадионов (на ОК «Лужники» еще дополнительно три АРМ), а также станция сбора и четыре АРМ МВЦ. Кроме того, все данные отображались на мобильных АРМ оргкомитета и инженерных АРМ на базе ноутбуков, которые могли быть подключены к сети системы в любой момент в любом из городов ЧМ 2018.

Как и в случае ОИ 2014, сроки создания системы были крайне сжатыми: разработка — 3...4 мес., мон-

таж — 1...2 мес., пусконаладка — 1 мес. При этом уже в процессе пусконаладки происходила корректировка требований к системе со стороны заказчика. Выполнять проектирование, монтаж и пусконаладку пришлось практически одновременно. Особо необходимо отметить, что интеграция подсистем отдельных стадионов и МВЦ в единую систему на базе ПТК УМИКОН заняла три дня.

Вышеописанная система мониторинга является уникальной по соотношению быстродействия, объема обрабатываемых данных и протяженности. Создание системы, особенно в столь сжатые сроки, и ее успешная эксплуатация были обусловлены техническими решениями, обеспечивающими ее детерминированную работу почти на всех уровнях иерархии. Это, прежде всего, сетевой обмен на верхнем уровне системы между центральными процессорами верхнего уровня РС202 КТС МикКОН ПТК УМИКОН и АРМ по протоколу УМИКОН/UDP, обеспечивающему передачу по инициативе источника всех и/или всех изменившихся данных со строгой периодичностью



Рис. 6. Структура единой системы мониторинга и диагностики ЧМ 2018

в широковещательном и направленном режимах. Это позволяет строить распределенные системы, практически неограниченные по числу сетевых узлов (контроллеров и компьютеров) и по пространственной протяженности. На нижнем уровне системы используется протокол Modbus RTU для обмена данными между процессорами PC202 и модулями ввода/вывода DU102 и AI100, а также центральными процессорами нижнего уровня PC100, к которым, в свою очередь, также подключаются DU102 и AI100, образуя еще один подуровень иерархии. Обмен с устройствами сторонних производителей происходит по протоколам Modbus RTU и Modbus/TCP для устройств контроля параметров электросетей janitza и части дизель-генераторов и SNMP для части дизель-генераторов и источников бесперебойного питания.

В отличие от полной детерминированности протокола Modbus RTU, реализующего дисциплину «ведущий-ведомый» (master-slave) в рамках последовательного аппаратного интерфейса с шинной архитектурой (обычно RS-485), расширение протокола Modbus/TCP для сетевых интерфейсов (которые сейчас почти однозначно сводятся к Ethernet) допускает возможность режима «клиент-сервер», то есть к одному источнику данных — серверу могут одновременно обращаться несколько потребителей-клиентов. При этом стандарт Modbus/TCP подразумевает инкапсуляцию пакетов Modbus RTU внутри пакетов TCP стека TCP/IP с последующей их распаковкой и возможной трансляцией устройством Modbus/TCP в устройство Modbus RTU, подключенное к первому уже по последовательному интерфейсу RS-485. На рис. 6 такая структура представлена устройствами janitza: UMG605 — модуль Modbus/TCP и UMG96RM — модуль Modbus RTU. Поскольку клиентов, запрашивающих одновременно или почти одновременно данные, может быть много, то могут возникать нарастающие очереди запросов, причем не только по причине невозможности одновременно получить несколько ответов от устройства Modbus RTU, но и ввиду возможной перегрузки устройства Modbus/TCP разбором запросов и подготовкой ответов, в том числе относящихся к нему самому. Образование таких очередей неизбежно приводит к сбоям и отказам, характерным для систем, построенных на дисциплине клиент-сервер.

*Лебедев Владислав Олегович — канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Умикон».*  
E-mail: lebedev-vo@yandex.ru

#### Список литературы

1. Лебедев В.О. Об оптимальной структуре комплекса технических средств АСУТП // Автоматизация в промышленности. 2013. №7.
2. Лебедев В.О. Автоматизированная система диспетчеризации (телесигнализации) временных сетей электроснабжения 10 кВ для проведения XXII Олимпийских зимних игр и XI Паралимпийских зимних игр 2014 г. в г. Сочи // Автоматизация в промышленности. 2015. № 3.
3. Колодников И.А., Лебедев В.О. К вопросу об архитектуре современных АСУТП // Автоматизация в промышленности. 2018. №8.