

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

С.А. Богатенков, В.В. Дадаев, А.С. Сихарулидзе

Сбои и повреждения в измерительной системе могут искажать коммерческие измерения энергоресурсов и приводить к финансовым рискам энергоснабжающих организаций. В статье дан обзор методов контроля достоверности измерительной информации с помощью автоматизированных информационно-измерительных систем, в том числе на основе теории оценивания состояния.

Ключевые слова: информационно-измерительные системы, автоматизация, контроль достоверности измерений.

Сбои и повреждения в измерительной системе могут исказить коммерческие измерения энергоресурсов и приводить к финансовым рискам энергоснабжающих организаций. Кроме того, ошибки в измерениях могут быть связаны с умышленным искажением измерений для уменьшения платы за использование энергоресурсов со стороны потребителей, что приводит к

появлению коммерческих потерь энергоресурса [1, с. 26]. Поэтому задача контроля достоверности измерительной информации является актуальной.

Профессиональная деятельность персонала в энергосистемах представляет собой опасный процесс, приводящий к экономическим потерям. Средства измерения энергетических потоков имеют достаточно большой срок эксплуатации, что приводит к необходимости увеличения количества мероприятий, направленных на поддержку режима эксплуатации в заданных пределах надежности. При этом возникает необходимость в частом отключении отдельных участков энергетических потоков для проведения контроля достоверности и замены средств измерения. Кроме того, при выполнении указанных мероприятий увеличивается время нахождения персонала в зонах возможного поражения электрическим током или от действия энергоносителей, что увеличивает угрозу для его безопасности.

Внедрение автоматизированных информационно-измерительных систем (АИИС) позволяет уменьшить погрешность и повысить оперативность измеренной информации. Широкое распространение на предприятиях промышленности и энергетики в РФ получил комплекс технических средств (КТС) «Энергия», предназначенный для АИИС коммерческого и технического учета всех видов энергоносителей – электрической и тепловой энергии, природного и технических газов, пара, горячей и холодной воды. На сайте разработчика и изготовителя КТС «Энергия» научно-технического предприятия «Энергоконтроль» приведено более 1000 таких предприятий [2].

Внедрение автоматизированных средств учета энергии позволяет выявлять отдельные случаи неверной работы измерительных каналов по анализу их показаний с монитора дисплея. Например, «самоход» счетчика при неработающем оборудовании или отсутствие показаний счетчика при работающем оборудовании.

Выходные документы КТС «Энергия» позволяют выявлять каналы, от которых прекратили поступать импульсы. Таким образом, выявляются разрывы цепи и неработающие счетчики. На основе наблюдения получасовых посылок в течение недели можно анализировать историю работы отказавшего устройства сбора данных (УСД).

Определенную трудность представляет задача выявления измерительного канала, имеющего недопустимую систематическую погрешность электросчетчика или устройства формирования импульсов (УФИ). Традиционно такие измерительные каналы выявляются в результате периодического контроля всех электросчетчиков и УФИ с использованием образцовых приборов в два этапа. Сначала проверяется соответствие значений показаний счетчиков системным значениям показаний счетчиков в КТС «Энергия» (выявление погрешностей УФИ). Затем анализируются выход-

ные документы по учету получасовых мощностей каждого измерительного канала, т.е. проверяется каждый счетчик, входящий в балансовый контур.

При большом числе каналов в балансовом контуре процедура выявления недостоверного канала достаточно трудоемка и отнимает много времени. Для снижения трудоемкости и сокращения времени работы по проверке измерительных каналов сотрудниками Челябинской ТЭЦ-2 разработана методика и компьютерная программа технической диагностики измерительных каналов [3, 4].

Используя программное обеспечение КТС «Энергия» с помощью аппарата формирования групп на основе анализа схемы потоков электроэнергии на Челябинской ТЭЦ-2 были определены балансовые группы. Для балансовых контуров, небалансы которых выходят за допустимые пределы анализируются графики средних суточных мощностей каналов и графики средних тридцатиминутных мощностей каналов при минимальном и максимальном значениях небаланса. Названные графики рассматриваются в порядке убывания номеров суток, т.к., с одной стороны, систематическая погрешность измерительного канала оказывает постепенное монотонно возрастающее влияние на значение небаланса, с другой стороны, могут быть различные переключения в электрической схеме или отключения измерительных каналов, связанные с технологическим процессом. Учет указанных факторов при анализе графиков позволяет эффективно устранять каналы, оказывающие слабое влияние на увеличение небаланса.

Использование методики технической диагностики и возможностей КТС «Энергия» позволяет решить задачу поиска недостоверных измерительных каналов, не находясь в зоне возможного поражения электрическим током.

Использование методики технической диагностики измерительных каналов с помощью КТС «Энергия» позволяет решать эти задачи, не находясь в опасных зонах. Однако при этом предъявляются повышенные требования к уровню квалификации персонала, т.к., с одной стороны, он должен знать особенности технологического процесса, с другой стороны, должен быть квалифицированным пользователем КТС «Энергия». Кроме того, процесс решения этих задач отнимает достаточно много времени.

На кафедре «Прикладная математика» Южно-Уральского государственного университета в рамках дипломного проектирования разработан математический метод и программа, в которых отсутствуют перечисленные недостатки [5].

Поиск недостоверных измерительных каналов проводится методом поиска «в ширину» Программное обеспечение позволяет вводить и корректировать исходные данные, хранящиеся в базе данных, просматривать результаты работы в интерактивном режиме, а также производить вывод печатных документов.

Разработка математической модели связана с методом поиска вершин «в глубину». Совокупность источников, потребителей и промежуточных устройств представляет собой (K, L) – полюсник с потоком.

Для упрощения решения задачи сделаны предположения. Во-первых, потери электроэнергии происходят только в промежуточных узлах цепи. Во-вторых, максимальное допустимое значение небаланса составляет 5 % от величины входного потока электрической энергии.

В результате исследования разработана математическая модель сети измерительных каналов, учитывающая взаимосвязь между входными и выходными потоками энергии. На основе модели и обзора существующих методов разработан эффективный алгоритм поиска недостоверных измерительных каналов, программная реализация которого позволила сократить время и трудоемкость работ в зоне возможного поражения электрическим током или действием энергоносителей, а также эффективно планировать мероприятия по дальнейшему устранению неисправностей.

Недостаток методов математического моделирования состоит в том, что трудно получить модель сложного явления, в котором было бы взаимосвязано большое число различных факторов.

Перспективным направлением анализа данных является применение метода главных компонент. Данный метод применяется для такой группировки исходных признаков, чтобы члены группы обладали корреляцией между собой, но группа в целом была бы независима от других групп [6, с. 5].

Представленный в статье [1] математический метод контроля достоверности измерительной информации о потоках энергетических ресурсов на основе теории оценивания состояния дает возможность реализовать ряд полезных функций перспективной измерительной системы АИИС комплексного учета энергоресурсов:

- повысить достоверность измерения энергоресурсов, транспортировка которых осуществляется с помощью сетевой инфраструктуры; результатом этого являются создание единой автоматизированной информационно-измерительной системы контроля и учета энергетических ресурсов и унификация вычислительных частей систем;
- выбрать наиболее оптимальные точки установки измерений энергоресурсов на основе теории оценивания состояния;
- сгладить неточность измерений и незначительные несоответствия в показаниях группы измерительных комплексов для получения соответствия;
- обнаружить недостоверные данные с возможностью их повторного запроса, а также источник недостоверной информации и сигнализировать о справности в системе;
- оценить уровень коммерческих потерь и локализовать их.

Транспортная сеть энергетического ресурса представляется в виде графа, узлами которого являются производители и потребители, а ветви – транспортными магистралями. Основная идея оценивания состояния связана с получением расчетных аналогов энергетических ресурсов для всех имеющихся измерений. В отличие от «сырых» измерений, содержащих погрешности, расчетные потоки, называемые оценками, будут полностью удовлетворять условию пригодности для всех уравнений состояния, описывающих транспортную сеть. Уравнения состояния, записанные через расчетные значения параметров, уже не будут содержать невязок. Полученные большие значения остатков оценивания являются признаком высоких погрешностей конкретных измерений [1].

Таким образом, в статье дан обзор методов технической диагностикой измерительных каналов с помощью автоматизированных информационно-измерительных систем в результате применения эффективных математических методов, в том числе на основе теории оценивания состояния.

Библиографический список

1. Паздерин, А.В. Математический метод контроля достоверности измерительной информации о потоках энергетических ресурсов на основе теории оценивания состояния / А.В. Паздерин, В.В. Софьин, В.О. Самойленко // Теплоэнергетика. – 2015. – № 11. – С. 26–31.
2. Сайт фирмы ООО НТП «Энергоконтроль». – URL: <http://www.energo-control.ru>.
3. Богатенков, С.А. Методика технической диагностики измерительных каналов комплекса технических средств «Энергия» / С.А. Богатенков, И.М. Тарасов // Электробезопасность. – 1996. – № 2. – С. 19–22.
4. Крестинин, Е.И. Компьютерная программа технической диагностики измерительных каналов комплекса технических средств «Энергия» / Е.И. Крестинин, С.А. Богатенков, Ю.Б. Райский // Электрические станции. – 1999. – № 3. – С. 64–65.
5. Богатенков, С.А. Автоматизация технической диагностики измерительных каналов с помощью автоматизированных средств учета энергии / С.А. Богатенков, Е.С. Борткевич // Электробезопасность. – 1999. – № 1. – С. 39–44.
6. Мокеев, В.В. Анализ данных: метод главных компонент: учебник / В.В. Мокеев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 157 с.

[К содержанию](#)