

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Вульф А.А. Проблема передачи электрической энергии на сверхдальние расстояния по компенсированным линиям. – М.: Госэнергоиздат, 1945. – 83 с.
2. Ракушев Н.Ф. Сверхдальняя передача энергии переменным током по разомкнутым линиям. М.: Госэнергоиздат, 1957. – 160 с.
3. Готман В.И., Глазачев А.В., Бацева Н.В. Продольная компенсация дальних электропередач с промежуточными системами // Известия Томского политехнического университета. Т. 319, №4, 2011, С. 68-75.
4. Проничев А.В., Кривихин И.Н., Шишков Е.М., Гольдштейн В.Г. Определение оптимальной конфигурации расщепленной фазы для самокомпенсированных разомкнутых линий электропередачи // Электроэнергетика глазами молодежи: материалы VII Международной научно-технической конференции, 19 – 23 сентября 2016, Казань. – В 3 т. Т 1. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2016. – С. 198-201.
5. Пат. 130458 РФ, МПК8 Н 02 J 3/20. Разомкнутая трёхфазная воздушная линия электропередачи переменного тока / В.Г. Гольдштейн, Е.М. Шишков; ФГБОУ "Самарский государственный технический университет". № 2013103649/07; заявл. 28.01.2013; опубл. 20.07.2013, Бюл. №20.

Научный руководитель: Е.М. Шишков, к.т.н., заместитель директора по науке, информатизации и инновациям СамГТУ в г. Новокуйбышевске.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПОДСТАНЦИИ**

А.И. Тимофеева

Самарский государственный технический университет

Тенденция перехода на цифровые технологии в энергетике наметилась более 25 лет назад. В настоящее время системы автоматизации различных процессов становятся неотъемлемой частью энергосистем РФ. Растет количество автоматических цифровых устройств и IT-решений, появляются новые международные стандарты и образцы оборудования, в частности Международной электротехнической комиссией был принят стандарт МЭК 61850, определяющий построение унифицированных систем связи. А работы по реконструкции и перевооружению подстанций, а также строительство новых, предполагают применение новейших технологий в области автоматизированных систем управления технологическими процессами (далее АСУ ТП).

На данный момент существуют компании, работающие на рынке автоматизации, и их программно-технические комплексы (далее ПТК) допущены и

рекомендованы к применению при новом строительстве и реконструкции электросетевых объектов ПАО «Россети» [1]. К таким компаниям относятся:

1. АО «РТСофт», МО, г. Черноголовка / АО «РТСофт», г. Москва (ПТК «СМАРТ-КП2»)
2. ООО «НПП ЭКРА», г. Чебоксары (ПТК «ЭКРА»)
3. ООО «Прософт-Системы», г. Екатеринбург (ПТК «ARIS»)
4. ООО «НПП Микроника», Россия-Польша (ПТК «Syndis SO-5»)
5. ООО «Компания ДЭП», г. Москва (ПТК «ДЕКОНТ»)
6. ООО «ПиЭлСи Технолоджи», г. Москва (ПТК «ТОPAZ»)
7. ООО «Релематика», г. Чебоксары (ПТК «UniSCADA»)
8. ООО «НПФ «Механотроника РА», г. Санкт-Петербург (ПТК «Эгида»)

ПАО «Россети», занимаясь внедрением инноваций на своих сетях, в 2016 году разработало и ввело в действие ряд стандартов на базе международного стандарта МЭК 61850, которые предъявляют новые требования к ПТК АСУ ТП. Это привело к необходимости существенной переработки как существующих SCADA систем, так и оборудования, на базе которых функционируют ПТК АСУ ТП, под требования новых стандартов.

Как же связать технологическое оборудование подстанции разных производителей единой информационной сетью, по которой передаются не только данные от измерительных устройств к терминалам релейной защиты и автоматики, но и сигналы управления? Решив комплекс этих задач эффективно, можно будет говорить о новом поколении программно-технических комплексов в энергетике и принципиально новой системе управления.

Логическим продолжением широкого внедрения АСУ ТП на объектах ПАО «Россети» является создание полностью «цифровой» подстанции в рамках принятой концепции Smart Grid. Подтверждением этого факта являются объявленные в этом году тендеры, проводимые Министерством образования и науки РФ (лот: «Разработка базового программно-аппаратного комплекса цифровых подстанций для важных объектов электроэнергетики») и ПАО Россети (конкурс на выполнение научно-исследовательских работ по теме «Разработка типовых технических решений по реализации цифровой подстанции 110 кВ» для нужд ПАО «МРСК Волги») на разработку концепции цифровой подстанции.

Одним из важнейших факторов успешного внедрения и эксплуатации цифровой техники и АСУ ТП является готовность электротехнического персонала к эксплуатации нового оборудования и цифровой техники. Однако уровень подготовки электротехнического персонала в части эксплуатации цифровых устройств не всегда бывает достаточным. Проблема усугубляется еще и тем, что требуемые компетенции эксплуатирующего цифровую технику (включая АСУ ТП) персонала находятся на стыке трех передовых областей знаний, а именно: электроэнергетики, автоматизации технологических процессов, IT-технологий, поэтому ВУЗы пока не готовы к созданию программ подготовки кадров.

Учитывая все выше сказанное, а именно:

- введение в Россетях ряда новых стандартов для ПТК АСУ ТП на базе протоколов МЭК 61850;

- переход в ближайшем будущем к полностью «цифровым» подстанциям;
- а также необходимость учета квалификации эксплуатирующего цифровую технику персонала;

становится актуальной задача разработки нового программно-технического комплекса АСУ ТП подстанций, учитывающего перечисленные требования.

Созданием программно-технического комплекса автоматизированной системы управления цифровой подстанцией занялась команда специалистов с привлечением ученых ведущих технических ВУЗов страны.

Помимо соответствия всем действующим протоколам и стандартам, комплекс будет иметь ряд дополнительных преимуществ:

1. Отечественная программная платформа SCADA-системы IntelSCADA, работающая под операционной системой Linux, имеющая высокую степень надежности и свободная от лицензионных соглашений;
2. ПТК имеет интеллектуальную систему поддержки принятия решений диспетчеров при возникновении аварийных ситуаций. При возникновении внештатной, критической или тревожной ситуации в режиме реального времени производится оповещение на объекте мониторинга, локализация и отображение на интерактивной карте (схеме) местоположения источника возникновения проблемной ситуации. На основе семантической базы знаний и онтологии при возникновении нештатной ситуации интеллектуальный модуль принятия решений предложит порядок действий персонала.
3. ПТК имеет встроенную систему сервисного обслуживания, основанную на технологиях дополненной реальности, существенно облегчающую эксплуатацию любого, в том числе самого современного оборудования, существующим персоналом заказчика без серьезных затрат на повышение квалификации. При наведении планшета на устройство с помощью поддержки функционала цифровой модели объекта он его распознает, выдает полную техническую информацию об объекте, регламент обслуживания и проводимые работы с оборудованием. Перед выездом на каждый конкретный объект информацию можно получить из общей базы данных. Все манипуляции с объектом постоянно заносятся в эту базу.
4. Встроенный редактор построения мнемосхемы электрических сетей, существенно упрощающий скорость настройки ПТК под конкретный объект.

Коммуникационная среда подстанции будет обеспечивать информационный обмен между всем оборудованием. Неструктурированные данные будут обработаны системой семантического анализа и в результате на верхнем уровне окажется релевантная информация, которая поможет принимать эффективные управленческие решения.

Реализация разрабатываемой АСУ ТП в полном объеме, т.е. оптимальное сочетание функций оперативного и автоматического управления, может быть

осуществлена в рамках интегрированных АСУ ТП, под которыми понимаются распределенные (территориально и функционально) управляющие вычислительные системы, обеспечивающие интеграцию как по информации, так и по функциям, выполненные на однотипных технических средствах.

Экономический эффект от внедрения АСУ ТП ПС будет получен за счет повышения устойчивости работы межсистемных и магистральных связей, надежности электроснабжения потребителей, уменьшения ошибок персонала, уменьшения затрат на монтажные и наладочные работы, предотвращения в ряде случаев повреждения основного электрооборудования, а также автоматического восстановления энергоснабжения после аварийных нарушений, уменьшения трудозатрат при эксплуатации вследствие автоматического выявления неисправностей электрооборудования и аппаратуры управления.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Оборудование, материалы и системы, допущенные к применению на объектах ПАО "Россети" (Раздел II. Вторичное оборудование)

Научный руководитель: Л.Г. Мигунова, к.т.н., доцент СамГТУ.

## КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

А.В. Смирнов

Сибирский федеральный университет

Критерии эффективности микропроцессорной релейной защиты (РЗ) определяются с учетом надежности несрабатывания при отсутствии повреждений. В данной работе для оценки эффективности РЗ используется наука о качестве, называемая квалиметрией. Объекты сравниваются между собой и с некоторым идеальным объектом по ряду свойств. Характеристики объекта характеризуются вектором критериальных свойств (КС)  $Y$ . Целевая функция  $E(Y)$  зависит от этого вектора и является комплексным показателем качества [1].

Эта целевая функция определяет меру эффективности, или меру приближения к эталону и ее значение определяется по следующей арифметической линейной формуле

$$E_{aj} = \sum_{i=1}^n v_i \cdot e_{ij}, \quad (1)$$

где  $v_i$  – весомость  $i$ -го КС, о.е.;  $e_{ij}$  – эффективность  $j$ -го варианта по  $i$ -му КС, о.е.

Величины весомостей КС  $v_i$  определяются методами экспертных оценок (ЭО). Определение эффективности  $e_{ij}$  выполняется на основе показателей, измеренных у сравниваемых объектов или с помощью ЭО. Расчет комплексного