

УДК 621.311.4

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Власов А. А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Фурсанов М. И.

В данном исследовательском задании рассматриваются особенности применения цифровых систем управления работой подстанций, преимущества этих систем, а также детально разобраны некоторые элементы этих систем. Применение цифровых подстанций регламентируется международным стандартом МЭК 61850. [3]

В общих чертах, полной цифровой подстанцией является та, в которой как можно больше данных, связанных с первичным процессом оцифровывается сразу же, в точке измерения. После этого, обмен данными, между устройствами, может происходить с помощью Ethernet.

Архитектура программно-аппаратного комплекса цифровой подстанции выстраивается по иерархическому принципу и подразделяется на три уровня:

- уровень технологического процесса (нижний);
- уровень присоединения (средний);
- общеподстанционный уровень (верхний).

Базовые принципы построения программно-аппаратного комплекса цифровой подстанции:

- 1) надежность, включает в себя:
  - гарантированное время передачи сигналов;
  - наличие функционального резервирования;
  - самодиагностика коммутационной среды;
- 2) безопасность, включает в себя:
  - электромагнитная безопасность;
  - информационная безопасность
    - а) несанкционированный доступ к выполнению технологических операций на подстанции лицам, не имеющим прав на выполнение указанных операций;
    - б) ошибки персонала, наступившие вследствие нарушения правил выполнения оперативных переключений;
    - в) различные информационные воздействия, имеющие целью нарушение нормального режима работы подстанции (в том числе вредоносное ПО, кибератаки) и прочее;
- 3) принцип единства измерений, включает в себя:
  - единство точек измерения;
  - синхронность операций и измерений;
- 4) унификация, включает в себя:
  - унификация конфигурирования;
  - унификация протоколов;
  - унификация описания функций.

К преимуществам цифровых подстанций по отношению к традиционным можно отнести:

1. повышенная надежность и доступность (способность глубокой самодиагностики цифровых устройств обеспечивает высокую жизнеспособность подстанции);
2. оптимизация работы подстанции (моментальный анализ данных, получаемых датчиками);
3. сокращение расходов на обслуживание (возможность перехода к надежности-ориентированному обслуживанию);
4. улучшенные коммуникационные возможности (способность передачи информации через каналы Ethernet). [1]

Одним из основных аппаратных элементов цифровой подстанции являются цифровые измерительные трансформаторы. Особенностью применения этих трансформаторов является отсутствие в них сердечника - источника погрешности (из-за необходимости намагничивания сердечника, одновременно не перегружая его). На цифровых подстанциях используются следующие трансформаторы тока без сердечника:

–оптические трансформаторы (используют эффект Фарадея – измерение углового отклонения луча света, проходящего в оптоволоконной петле, намотанной на проводник с током);

–трансформаторы Роговского (тороидальная катушка располагается вокруг первичного провода точно так, как вторичная обмотка в обычном трансформаторе тока, но только без ферромагнитного сердечника);

–трансформаторы, изготовленные по емкостной технологии с воздушной или газовой изоляцией цифрового устройства соответствующего размера (являются по сути емкостными делителями, согласованными с тонкопленочными конструктивными трансформаторами напряжения);

Преимущества применения цифровых измерительных трансформаторов:

а) повышенная безопасность: отсутствие опасности взрыва, нет проводов во вторичном контуре ТТ;

б) точность измерений в сочетании с большим динамическим диапазоном измерений;

с) отсутствие насыщения, феррорезонанса или нежелательных переходных процессов;

д) продолжительная и устойчивая точность данных;

е) сейсмическая устойчивость;

ф) повышенная надежность и полная самодиагностика;

г) легкость, компактность, гибкость;

h) Минимальное количество составляющих. [2]

Также в исследовательском задании описан пример использования цифровой подстанции в Дании на гибридной (состоящей из воздушных и кабельных линий) линии напряжением 400 кВ.

### Литература

1. Дроздова, Т.В. «Цифровая подстанция»: практический опыт. Первое в России внедрение технологии на действующем объекте генерации / Т.В. Дроздова, Н.Е. Елов, А.П. Морозов // Энергия единой сети. – июнь-июль 2016. – № 3 (26). – С. 54-61.

2. Дубров, В.И. Методы и подходы определения технического состояния цифровых электроподстанций / В.И. Дубров, Р.Г. Оганян, Д.В. Шайхутдинов и др. // Фундаментальные исследования. – 2016. – №9. – С. 16-20.

3. Ильинчик, В.А. Цифровые подстанции / В.А. Ильинчик, А.Г. Баран, В.В. Будников // Актуальные проблемы энергетики. С Н Т К 70. – С. 77-79.

4. Моржин, Ю.И. Цифровая подстанция. Концепция, технология внедрения. Создание опытного полигона «Цифровая подстанция ЕНЭС» / Ю.И. Моржин, С.Г. Попов. // Энергия единой сети. – Декабрь 2012 – январь 2013. – №5. - С. 4-19.