

УДК 621.316

В.И. БОРИСЕНКО, учащийся гр. ИЭ-72 (КузГТУ),
И.А.БОРИСЕНКО, директор ООО «Электротехпроект»
г. Кемерово

К ПРОБЛЕМЕ НАДЕЖНОСТИ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Проблема оптимизации получения и передачи энергии существует столько, сколько существует потребность человека в энергии. Современная энергетика переживает период трансформации в связи с такими тенденциями, как постоянно растущий рост спроса на энергию при одновременном износе энергетической инфраструктуры [1]. Кроме того, наблюдается изменение характеристик спроса и изменение модели поведения потребителей. На современном этапе развития энергетики проектирование и реализация цифровизации как элементов, так и процессов ТЭК является передовым направлением оптимизации получения энергии человеком [7]. При этом ведущую роль в энергетике будущего будут играть не только технические решения, но и передовые энергетические, инфокоммуникационные и социальные технологии [4].

Одной из наиболее значимых частей энергосистемы является электрическая подстанция.

Цифровизация подстанции повышает энергобезопасность страны, региона, конкретного города и, в итоге, каждого человека.

При примерно одинаковых финансовых затратах цифровой подстанции по сравнению со стоимостью традиционных решений построения систем автоматизации и позволит получить ряд технических преимуществ, таких как: сокращение времени проектирования на 25%, сокращение объема монтажных и наладочных работ на 50%, простота эксплуатации и обслуживания, повышение точности измерений, сокращение затрат на обслуживание на 15% и, кроме того, высокая помехозащищённость, высокая пожаро-взрывобезопасность и экологичность, обеспечивающее снижение стоимости устройств [5, 8].

В систему автоматизации цифровой подстанции включены три уровня: полевой, уровень присоединения и станционный уровень [6].

При этом полевой уровень включает устройства сбора информации и передачи команд управления и устройства для сбора аналоговой информации.

Эти устройства работают в системе с устройствами уровня присоединения, включающими: устройства управления и мониторинга.

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
403-2**
12-14 ноября 2020 года

Оба этих уровня взаимосвязаны со станционным уровнем, включающим серверы верхнего уровня и автоматизированные рабочие места персонала подстанции.

При эксплуатации любых устройств в первую очередь возникает вопрос надежности, в том числе и надежности цифровой подстанции [3].

Среди факторов надежности цифровой подстанции выделяется надежность локальной вычислительной сети и надежности отдельных элементов подстанции. При этом важна не только надежность новых структурных элементов подстанции, но и традиционно используемых в эксплуатации интеллектуальных электронных устройств, так как они серьезно изменились в связи с внедрением стандарта МЭК 61850. При этом необходимо учитывать как современную специфику этих устройств, так и, например, задержки в передаче мгновенных значений тока и напряжения.

Кроме того, важной проблемой становится надежность системы единого времени, потому что синхронизация всех процессов становится важнейшим условием работы цифровой подстанции [2].

Традиционно сохраняется влияние «человеческого фактора» на надежность работы устройств и в цифровой подстанции. Однако, здесь появляются своя специфика: на надежность влияют как надежность оборудования, связанная с работой производителей интеллектуальных устройств, так и квалификация персонала, требования к которой повышаются в связи с усложнением самих устройств их настройки и эксплуатации [3].

Кроме того, Т. Г. Горелик, П. В. Кабанов и О. В. Кириенко обращают внимание на то, что надежность цифровой подстанции связана также и с архитектурными решениями при построении систем автоматизации и управления [3].

Таким образом, становится ясно, что оценка надежности цифровой подстанции – это важнейшая задача цифровизации энергетики и ее необходимо решать комплексно, включая оценку и структурной, и функциональной надежности подстанции и ее процессов. Чаще всего для этого используют комплекс методов: аналитический метод, метод дерева отказов, таблично-логический метод.

После осуществления оценки и выявления проблем, можно переходить к оптимизации. Можно использовать следующие методы повышения надежности цифровой подстанции: выбор оборудования с высокими показателями надежности, надежный кадровый менеджмент, и собственно производственные шаги, такие, как: сегментирование сети, разделение сети на шину процесса и стационарную шину, использование протоколов сети Ethernet, тестирование устройств современным испытательным оборудованием [3].

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
12-14 ноября 2020 года**

403-3

Отдельно в рамках обсуждения надежности цифровых подстанций можно выделить вопросы их проектирования.

Существующее оборудование работает на принципе прямого взаимодействия устройств измерения, защиты и коммутационного оборудования. Для передачи каждого сигнала цепей тока, напряжения, управления, сигнализации используются жилы медного кабеля. При этом принципы взаимодействия современных микропроцессорных устройств не поменялись со временем ранних электромеханических реле, за исключением замены связей в панелях РЗА на логику работы внутри микропроцессорного терминала защиты.

Переход с микропроцессорных устройств защиты и управления на полностью цифровую подстанцию оставляет неизменным набор защит для отдельных присоединений (трансформаторов, линий), но полностью меняет техническую реализацию взаимодействия вторичных устройств между собой.

Теперь вместо связи «точка-точка» используется шина станции/подстанции, т. е. ЛВС. А данные передаются с помощью протокола GOOSE-сообщений, который описан стандартом МЭК 61850.

Таким образом, проблема взаимодействия входных и выходных цепей РЗА, измерительных трансформаторов, коммутационных устройств перешла в плоскость разработки логических схем взаимодействия, выполняемых в виде таблиц GOOSE сообщений. При этом проектирование вторичных цепей заключается в разработке логических схем вторичных устройств.

Несмотря на все сложности перехода на цифровые подстанции, ПАО «Россети» еще в 2018 была принята на вооружение концепция «Цифровая трансформация 2030 и в настоящее время реализуется в Кузбасской энергосистеме.

Одним из примеров ЦПС можно привести выполненную реконструкцию ПС 110 кВ Бызовская, г. Новокузнецк. При этом все новые объекты строительства и реконструкции ПАО «Россети» содержат обязательное требование о применении цифровизации подстанций и линий электропередачи.

Список литературы:

1. Борисов, М. Г. Энергетический переход и geopolитика // Восточная аналитика, 2020. - № 1. -С. 7-16.
2. Вакуленко, О. В. Мировой опыт успешного внедрения возобновляемых источников энергии, цифровые технологии и перспективы применения в топливно-энергетическом комплексе РФ // Пространственная и структурная трансформация экономики России: проблемы и перспективы.

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
12-14 ноября 2020 года**

403-4

Материалы международной научно-практической конференции, 2019. - С. 210-217.

3. Горелик Т. Г., Кабанов П. В., Кириенко О. В.. Подходы к построению надежной структуры цифровой подстанции // Релейщик, 2014. – 31. – С. 29-31.

4. Гостева О.В., Жереб Л.А. Энергетический рынок – современные тенденции // Экономика и управление: современные тенденции. Сборник статей. - Чебоксары, 2019. С. 76-79.

5. Данилин А. А., Горелик Т. Г., Кириенко О. В., Дони, Н. П. Цифровая подстанция. Подходы к реализации // ЭЭПР №3, 2012 Сети России. - https://www.ruscable.ru/article/Cifrovaya_podstanciya_Podxody_k_realizacii/ (дата обращения 04.11.2020).

6. Кутузова, К. Н., Гибадуллин, А. А. Роль цифровых технологий в современной электроэнергетике // Приоритетные и перспективные направления научно-технического развития Российской Федерации. Материалы II-й Всероссийской научно-практической конференции, 2019. - С. 367-368.

7. Маринова, С. В. Цифровизация энергетики Российской Федерации // Энергоресурсосбережение в промышленности. Материалы Международной научно-практической конференции, 2019. - С. 201-210.

8. Семкович, Е. Т. Механизм повышения конкурентоспособности организации тэк на основе сквозных цифровых технологий // Актуальные вопросы права, экономики и управления. Сборник статей XI Международной научно-практической конференции: в 3 частях, 2017. - С. 262-264.

Информация об авторах:

В.И. Борисенко, учащийся гр. ИЭ-72, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, eldamar17@mail.ru

И.А.Борисенко, директор ООО «Электротехпроект», 650000, г. Кемерово, ул. Кузбасская, д. 10, оф. 409, electrotehproekt@mail.ru