*УДК 621.316*

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО ОБЪЕМА ЦИФРОВИЗАЦИИ ЦЕНТРА ПИТАНИЯ 110 КВ НА ПРИМЕРЕ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ ПС 110 КВ ПАО «РОССЕТИ ЮГ»

***Мешков М. Г.,*** *магистрант кафедры цифровых технологий и платформ в электроэнергетике,*

*Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону*

*E-mail: mihail_meshkov99@mail.ru,*

***Крикунов Р. А.,*** *магистрант кафедры цифровых технологий и платформ в электроэнергетике,*

*Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону*

*E-mail: romakrikunov97@mail.ru,*

***Барышова К. А.,*** *магистрант кафедры электроэнергетики и теплоэнергетики,*

*Азово-Черноморский инженерный институт, г. Зерноград*

*E-mail: bka.rabota@mail.ru,*

***Исупова А. М.,*** *канд. техн. наук, доцент кафедры электроэнергетики и теплоэнергетики,*

*Азово-Черноморский инженерный институт, г. Зерноград*

*E-mail: alsite1@rambler.ru,*

***Юндин К. М.,*** *канд. техн. наук, доцент кафедры цифровых технологий и платформ в электроэнергетике,*

*Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону*

*E-mail: ukm_61@rambler.ru*

*В статье приведена информация о текущем состоянии устройств релейной защиты и автоматики компании ПАО «Россети», показаны отличительные особенности цифровых подстанций. На примере ПС 110 кВ «Чертковская» проведен анализ установленного оборудования и сделаны выводы о возможном объеме цифровизации центра питания.*

***Ключевые слова:*** *цифровые устройства, релейная защита, цифровизация, терминалы защиты, МЭК 61850.*

## DETERMINATION OF THE REQUIRED AMOUNT OF DIGITALIZATION OF THE 110 KV POWER SUPPLY CENTER ON THE EXAMPLE OF THE CURRENT 110 KV PS PJSC ROSSETI YUG

***Meshkov M. G.,*** *master's student of the department of digital technologies and platforms in the electric power industry,*

*Don State Technical University, Rostov-on-Don,*

***Krikunov R. A.,*** *master's student of the department of digital technologies and platforms in the electric power industry,*

*Don State Technical University, Rostov-on-Don,*

***Baryshova K. A.,*** *Master's student of the Department of Electric Power and Heat Power Engineering,*

*Azov-Black Sea Engineering Institute, Zernograd,*

***Isupova A. M.,*** *PhD of technical sciences, associate professor of the department of electric power and heat power engineering,*

*Azov-Black Sea Engineering Institute, Zernograd,*

***Yundin K. M.,*** *PhD of technical sciences, associate professor of the department of digital technologies and platforms in the electric power industry,*

*Don State Technical University, Rostov-on-Don*

*The article provides information about the current state of relay protection and automation devices of PJSC ROSSETI, shows the distinctive features of digital substations. Using the example of the 110 kV Chertkovskaya substation, an analysis of the installed equipment was carried out and conclusions were drawn about the possible scope of digitalization of the power center.*

***Keywords:*** *digital devices, relay protection, digitalization, protection terminals, IEC 61850.*

Электроустановки ПАО «Россети Юг» являются типовыми и функционируют по схожим принципам с электроустановками многих других электросетевых компаний ГК ПАО «Россети». Однако ввиду особенностей развития, подстанциям ПАО «Россети Юг» свойственен ряд отличий.

Согласно [1], средний по ПАО «Россети Юг» показатель количества устройств релейной защиты и автоматики (далее – УРЗА) с превышением нормативного срока составляет 60 %, в то время как средний показатель по ПАО «Россети» составляет 50 %. Что говорит о необходимости вложения больших объемов средств в программу реконструкции и модернизации оборудования. Учитывая, что в современных условиях при внедрении в рамках концепции «Цифровая трансформация – 2030» цифровых устройств, являющихся наиболее технологически совершенными, можно сделать вывод, что в ближайшее время на электросетевых объектах ПАО «Россети Юг» появится значительное число таких устройств. В условиях недостаточного опыта использования цифровых устройств, их внедрение должно производиться после детального анализа их применимости на реальных энергообъектах.

Другим весомым фактором является то, что удельный показатель загрузки персонала релейной защиты и автоматики сетевой компании составляет 353 устройства на человека [1], в то время как средний показатель по ПАО «Россети» составляет 300 устройств, т. е. персонал загружен на 18 % больше, чем в среднем по другим компаниям. Повышенная загруженность персонала ведет к снижению времени на ТО отдельных устройств, а также доступного для вдумчивого анализа того или иного события, что в свою очередь ведет к ошибкам при ТО и при анализе результатов технологических нарушений. Учитывая этот факт, для повышения надежности функционирования

РЗиА необходимо снизить загруженность персонала.

Одним из путей решения этой проблемы является переход на обслуживание по состоянию, который может быть возможен в части электроустановок, оснащаемых вновь устанавливаемыми устройствами цифровых защит.

Устройства релейной защиты и автоматики существующих энергообъектов по материальной базе классифицируют на: электромеханические, микроэлектронные и микропроцессорные.

Согласно [1], по состоянию на 2018 г. в ПАО «Россети» 62% электромеханических и 38 % микроэлектронных устройств выработали свой нормативный срок службы (25 лет и 12 лет соответственно). Следствием приведенной статистики является факт, что 24 % отказов УРЗА связаны со старением оборудования. Учитывая тенденции продолжения старения оборудования, а также недофинансирование инвестиционных программ групп компаний ПАО «Россети», к 2023 г. данный показатель значительно вырос.

Значительным недостатком электромеханических и полупроводниковых устройств РЗиА является сложность определения причин аварий, вызываемая недостаточным объемом информации, доступной для анализа. Информацию о работе устройств РЗА в таких схемах можно получить посредствам сигнальных реле и их действия в регистратор аварийных событий (РАС). Однако сигнальные реле традиционно используются для регистрации срабатывания панели и ее неисправности и не позволяют получить исчерпывающей информации о процессах во вторичных цепях. В случае полупроводниковых устройств, дополнительной информацией являются светодиоды, позволяющие выявлять неисправность отдельной платы панели.

Идеология цифровых ПС (ЦПС) по сравнению с традиционной предусматривает полную наблюдаемость вторичных цепей, что ведет к общему увеличению наблюдаемости ПС. С одной стороны, наблюдаемость сама по себе не повышает ненадежность оборудования, с другой – в случае правильного использования получаемой информации и формировании оперативного отклика, возможно достижение значительного эффекта по повышению надежности.

И если в случае недостаточной наблюдаемости присоединения та или иная неисправность не могла быть выявлена и была определена как «плавающий дефект», то при повторном его включении она может возникнуть повторно. В случае полной наблюдаемости такие ситуации возможно исключить полностью.

В качестве анализа возможности увеличения степени цифровизации рассматриваемых энергообъектов для примера рассмотрим ПС 110 кВ «Чертковская».

ПС 110 кВ «Чертковская» выполнена по схеме «Два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии» 110-4Н:

- шкаф защит трехобмоточного трансформатора, АУВ стороны ВН ШЭРА-ТТ-2003, оснащенный интерфейсом связи RS485, потенциально может быть оснащен Ethernet 110BASE-TX/FX (RJ 45) или Ethernet 110BASE-FX (MTRJ) с поддержкой IEC 61850, производства АО «РАДИУС Автоматика». Программа мониторинга терминалов «Старт-2ПС»;
- шкаф регулирования напряжения двух трансформаторов типа ШЭРА-РН-2052, оснащенный интерфейсом связи RS485, потенциально может быть оснащен Ethernet 110BASE-TX/FX (RJ 45) или Ethernet 110BASE-FX (MTRJ) с поддержкой IEC 61850, производства АО «РАДИУС Автоматика». Программа мониторинга терминалов «Старт-2ПС»;
- шкаф защиты и автоматики трансформаторных вводов 10 и 35 кВ типа ШЭРА-В35-В10-2001, оснащенный интерфейсом связи RS485, производства АО «РАДИУС Автоматика». Программа мониторинга терминалов «Старт»;
- шкаф дистанционных защит, АУВ и определения места повреждения

линии 6–35 кВ и шинного ТН 35 кВ типа ШЭРА-Д335-ОМП-ТН35-3001, оснащенный Ethernet 110BASE-TX/FX (RJ 45) с поддержкой IEC 61850, производства АО «РАДИУС Автоматика». Программа мониторинга терминалов «Старт-2ПС»;
– шкаф защиты и автоматики трансформаторных вводов 10 и 35 кВ типа ШЭРА-В35-В10-2001, оснащенный RS485, производства АО «РАДИУС Автоматика». Программа мониторинга терминалов «Старт»;
– шкаф защиты и автоматики секционного выключателя 10 кВ и шинного ТН 10 кВ типа ШЭРА-С10-ТН10-3001, оснащенный RS485, производства АО «РАДИУС Автоматика». Программа мониторинга терминалов «Старт»;
– шкаф центральной сигнализации ШЭРА-ЦС-1002 и ШЭРА-ЦС-2002, оснащенный RS485, производства АО «РАДИУС Автоматика». Программа мониторинга терминалов «Старт»;
– шкаф АЧР ШЭРА-АЧР-2002, оснащенный RS485, производства АО «РАДИУС Автоматика». Программа мониторинга терминалов «Старт-2»;
– шкаф оперативной блокировки разъединителей ШЭРА-ОБ-2001, оснащенный RS485, производства АО «РАДИУС Автоматика». Программа мониторинга терминалов «Старт-2».

В общем виде структурная схема взаимодействия ИЭУ на ПС 110 кВ «Чертковская» может быть отражена в виде рис. 1, где видно, что взаимодействие между уровнем присоединения и уровнем станции осуществляется по RS-485, а между остальными уровнями посредством аналоговых связей.

Рассматриваемая ПС построена с использованием современных МП устройств РЗА производства АО «РАДИУС Автоматика», предусматривающих подключение в АСУ ПС, выбран тип исполнения терминалов Сириус с портами RS485. Настоящее решение не позволяет применять протоколы семейства стандартов 61850 без замены совмещенных модулей контроллеров и портов линии связи терминалов Сириус, что затрудняет процесс интеграции устройств АО «РАДИУС Автоматика» в SCADA других производителей. Однако ввиду того, что все микропроцессорное оборудование ПС произведено АО «РАДИУС Автоматика», оно может быть легко интегрировано в SCADA того же производителя. Проблемы могут возникнуть лишь на этапе реконструкции в случае потребности в установке устройств другого производителя. На настоящий момент переоснащение терминалов для возможности их работы с протоколами 61850 видится нецелесообразным.

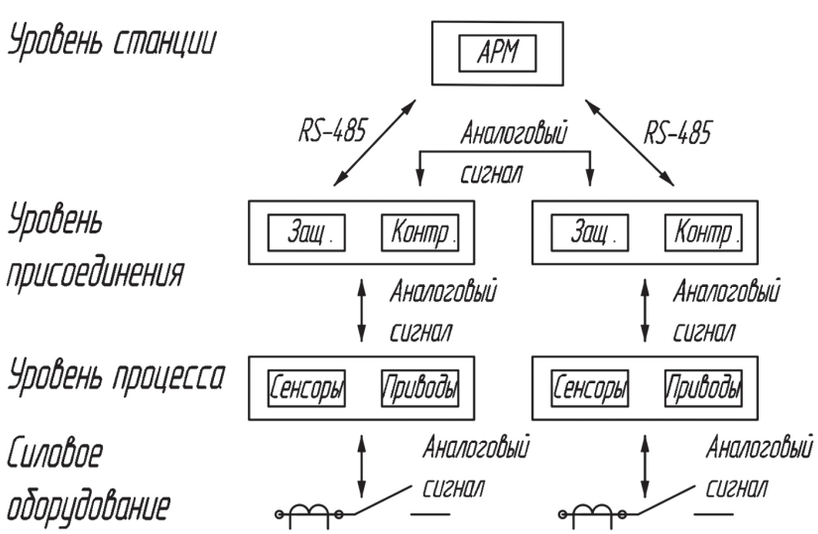



*Рис. 1. Схема межуровневого взаимодействия ПС «Чертковская»*

На основании проведенного анализа документации ПС сделан вывод о том, что интеграция устройств РЗА выполнена в систему телемеханики посредством сухих контактов.

Терминалы РЗА могут быть объединены в сеть посредством протокола RS485 и ПО «Старт-2ПС», что позволит осуществлять контроль, управление и скачивать файлы событий, осциллограммы устройствами РЗА с АРМ РЗА на ПС. Кроме того, ПО «Старт-2ПС» позволяет осуществлять удаленный мониторинг оборудования РЗА ПС в случае наличия соответствующего канала связи. Такой уровень цифровизации ПС позволяет:

– снизить частоту нахождения персонала в непосредственной близости с токоведущими частями (так как имеется возможность дистанционного управления коммутационными аппаратами, а также существует возможность выполнения релейным персоналом части функций дистанционно без необходимости допуска и нахождения в электроустановке);
– предотвратить повреждение оборудования (устройства цифровой ОБ и РЗ позволяют осуществлять частичный мониторинг коммутационных аппаратов: недопущение одновременного замкнутого и разомкнутого положения разъединителей, контроль токов в электромагнитах, возможность учета коммутационного ресурса коммутационных аппаратов);
– сокращение затрат на эксплуатацию (за счет дистанционного управления КА, а также возможности удаленного скачивания осциллограмм, файлов конфигурации и прочей информации возможно снизить транспортные расходы на выезды на ПС, сокращение частоты ТО также возможно в перспективе при условии принятия соответствующего решения на уровне нормативного документа ПАО «Россети»);
– существующая система позволяет накапливать существенные объемы данных. В случае ее постоянного анализа, возможно получение технологически полезных рекомендаций по дальнейшей эксплуатации оборудования.

Уровень технического совершенства рассматриваемой ПС является достаточно высоким, на объекте внедрены элементы цифровой ПС.

## ВЫВОДЫ

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Необходима организация АРМ РЗА и подключения к нему всех устройств ПС. Кроме того, целесообразна организация сервера хранения данных для возможности последующей организации ретро перспективного анализа данных.
2. Рекомендацией по дальнейшей цифровизации является увеличение глубины использования существующего функционала при эксплуатации в части предиктивного анализа, удаленного контроля, а также полноценного анализа Big Data.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Вергазов С.Ю.** О текущем состоянии и планах развития РЗА в ДЗО ПАО «Россети» / С.Ю. Вергазов, В.С. Кириленков // Релейная защита и автоматизация. – 2017. – № 2 ( 27). – С. 62–65. – EDN ZBIPDH.

2. **Юндин К.М.** К вопросу о внедрении цифровых технологий на объектах российской электроэнергетики / К.М. Юндин, А.М. Исупова, О.С. Демченко // Современные научные исследования: проблемы и перспективы: Материалы IV Международной научно-практической конференции, Зерноград, 14–15 ноября 2019 г. / Под общ. ред. М.Н. Крыловой. – Зерноград: Перо, 2019. – С. 254–257. – EDN SDCLGP.