

Рисунок 4 - Точки на баке автотрансформатора с повышенным уровнем ЧР

Точки с повышенным уровнем вибрации совмещаются точки и определяется место дефекта в трансформаторе либо автотрансформаторе.

Из проведенных анализов ЧР и спектров вибрации автотрансформатора можно сделать вывод, что причиной ЧР и электрических разрядов в трансформаторах являются дефекты монтажных работ.

### Список литературы

1. Грунтович Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. Учебное пособие. Мн. «Новое знание»; М.: ИНФРА-М, 2019 г. – 271 с. (Высшее образование: Бакалавриат).

2. Грунтович Н.В., Алферов А.А., Колесников П.М. Типовые ошибки при вибродиагностировании энергетического оборудования. Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2010. – № 1. – С. 72–81.

3. Грунтович Н.В., Петров И.В., Колесников П.М. Компьютерные системы технического диагностирования маслonaполненных трансформаторов. Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. 2013. № 4 (55). С. 94-99.

4. Н. В. Грунтович, Е. А. Жук. Повышение достоверности технического диагностирования силовых маслonaполненных трансформаторов – основа их долговечности и безотказности. Вестн. Гом. гос. техн. ин-та им. П. О. Сухого. – 2019. – № 4. – С.60-68.

5. Грунтович Н. В., Грунтович Н. В. Применение искусственного интеллекта в диагностических системах энергетического оборудования. 8-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения (Минск, 16–17 мая 2019 г.) : *сборник научных статей*. В 5 ч. Ч.1/Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь. – Минск : Лаборатория интеллекта, 2019. – 108 с. ISBN 978-985-90490-5-7. DOI: 10.31882/978-985-90490-5-7. с.45-49.

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕПЦИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ**

*Керус К.В.*

*Научный руководитель: Алферова Т.В. к.т.н., доцент*

*Гомельский государственный технический университет им. П.О.Сухого,  
г. Гомель, Беларусь*

Проблема надежности электрических станций, подстанций, линий электропередачи, электрических сетей и систем – одна из первоочередных проблем энергетики. В отдельных энергетических системах число аварий в

течение года достигает нескольких десятков, а годовой недоотпуск электроэнергии в результате аварий – нескольких миллиардов кВт-ч. Возможные последствия от ненадежности становятся такими существенными, что требуется постоянное совершенствование методов прогнозирования развития, проектирования, строительства, монтажа и эксплуатации электроэнергетических систем, позволяющих полнее учитывать надежность и наиболее экономно расходовать выделяемые на ее обеспечение средства[1].

Одной из главных задач сетевых предприятий и организаций является бесперебойное снабжение потребителей электрической энергией надлежащего качества. Для выполнения требований надежности необходимо современное высокотехнологичное оборудование. Целью данной работы является обоснование целесообразности применения цифровых трансформаторных подстанций для улучшения качества передаваемой энергии, исключение возможных перебоев в питании потребителей и повышение тем самым надежности работы оборудования подстанций.

Переход к передаче сигналов в цифровом виде на всех уровнях управления подстанцией позволит создать технологическую инфраструктуру для внедрения информационно-аналитических систем, снизить ошибки недоучета электроэнергии, уменьшить капитальные и эксплуатационные затраты на обслуживание подстанции, а также повысить электромагнитную безопасность и надежность работы микропроцессорных устройств. Внедрение данных систем обеспечивает более высокую скорость и безопасность передачи информации, взаимозаменяемость отдельных компонентов и повышение надежности всей системы в целом.

Цифровая подстанция (ЦПС) - подстанция, оборудованная комплексом цифровых устройств (терминалов) для решения задач релейной защиты и автоматики (РЗА) и АСУТП — регистрации аварийных событий (РАС), учёта и контроля качества электроэнергии, телемеханики. Все оборудование комплектуется между собой и центральным сервером объекта по последовательным каналам связи на единых протоколах.

Система автоматизации энергообъекта, построенного по технологии «Цифровая подстанция», делится на три уровня:

- 1) полевой уровень (уровень процесса);
- 2) уровень присоединения;
- 3) подстанционный уровень.

Полевой уровень состоит из:

- первичных датчиков для сбора дискретной информации и передачи команд управления на коммутационные аппараты (micro RTU);
- первичных датчиков для сбора аналоговой информации (цифровые трансформаторы тока и напряжения).

Уровень присоединения ЦПС состоит из:

- устройств управления и мониторинга (контроллеры присоединения, многофункциональные измерительные приборы, счётчики АСКУЭ, системы мониторинга трансформаторного оборудования и т.д.);

- терминалов релейной защиты и локальной противоаварийной автоматики

Уровень подстанции состоит из:

- серверов верхнего уровня (сервер базы данных, сервер SCADA, сервер телемеханики, сервер сбора и передачи технологической информации и т.д., концентратор данных);

- АРМ персонала подстанции.

Подробная блок-схема организации уровней цифровой подстанции представлена на рисунке 1.

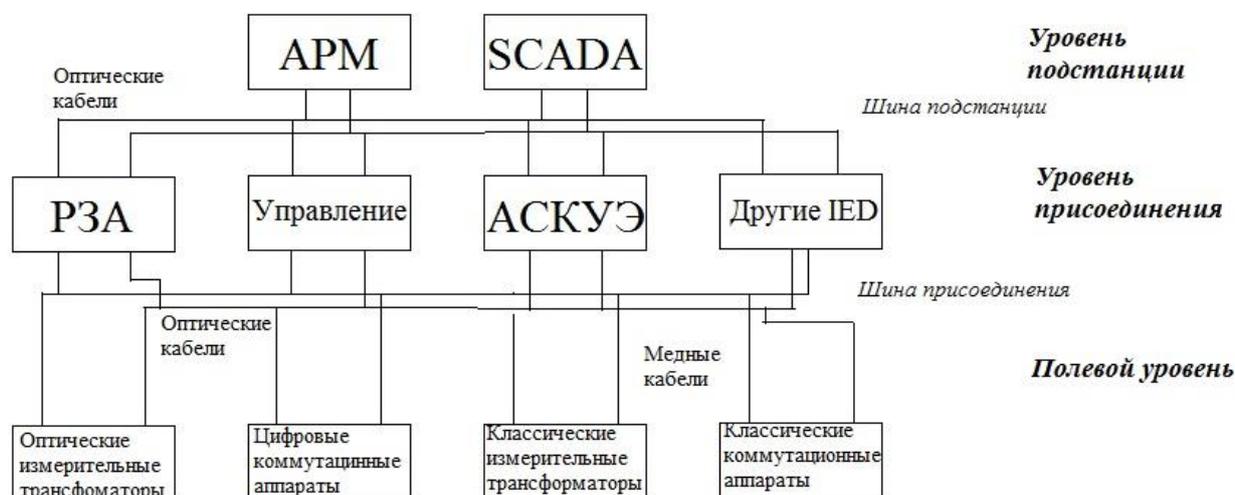


Рисунок 1 – Блок-схема уровней системы автоматизации ЦПС

Рассмотрим концепцию цифровой подстанции, реализованной на ПС-110 «Приречная» с применением системы HardFiberProcessBus – системы выносных модулей ввода/вывода с передачей данных по оптоволоконным кабелям. Система включает в себя МПРЗА, оптические кабели и выносные модули ввода/вывода (УСО), которые получили название Bricks (“Кирпичи”). Схема ОРУ 110 кВ ПС – двойная система шин с обходной с семью присоединениями: две ВЛ 110 кВ, три трансформатора, ШСВЭ, ОВЭ. В качестве устройств релейной защиты присоединений 110 кВ были применены микропроцессорные РЗА GE серии UR, в которых платы прямого аналогового ввода были заменены на платы ввода МЭК 61850 (оптический Ethernet). На каждом присоединении 110 кВ установлено по два модуля ввода/вывода (Brick), подключенных к разным кернам ТТ. Также на них заведены вторичные цепи ТН 1С.Ш. 110 кВ и ТН 2С.Ш. 110 кВ. Переключение с одного ТН на другой производится вручную испытательными блоками в зависимости от фиксации каждого присоединения.

Операции отключения и включения выключателя выполняются контактами Brick по командам устройств РЗА серии GE UR. В каждом Brick имеется 4 независимых цифровых ядра и, таким образом, к одному Brick можно подключить до 4-х устройств защиты по схеме «точка – точка».

Таким образом, можно сделать выводы о целесообразности использования технологий ЦПС: цифровые подстанции исключают электрические связи между высоковольтным оборудованием и панелями релейной защиты и управления, что

создает более безопасные условия работы, и в тоже время снижает требования к занимаемой площади, затраты на строительство, на монтажные и пусконаладочные работы, на обслуживание всей системы и эксплуатационные затраты. Цифровые подстанции являются ключевым компонентом интеллектуальной сети, в которой появляется все большее количество непостоянных возобновляемых источников электроэнергии, а также помогают повысить безопасность и надежность за счет нового качества предоставляемых данных и сокращения времени принятия решений при авариях.

### **Список литературы**

3. Надежность электроустановок и энергетических систем: учебник/В.Н. Галушко, С.Г. Додолев. Министерство образования республики Беларусь, Белорус. гос. ун-т транспорта – Гомель: БелГУТ, 2014.- 154с.

## **ВЫБОР СЕЧЕНИЯ СИЛОВОГО КАБЕЛЯ С УЧЕТОМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА ТОКАМИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК**

*Ходько А.С.*

*Научный руководитель: Рудченко Ю.А. к.т.н., доцент  
Гомельский государственный технический университет им. П.О.Сухого,  
г. Гомель, Беларусь*

Проблема качества электроэнергии (КЭ) потребителей в системах электроснабжения (СЭС) относится к числу важнейших проблем современной электроэнергетики. От ее решения во многом зависит решение проблемы повышения эффективности использования электроэнергии и надежности энергообеспечения потребителей.

Разработка основных направлений повышения энергоэффективности СЭС связана с определением причин нерационального использования электроэнергии и резервов энергосбережения, в частности его потенциала. Внедрение мероприятий по энергосбережению в СЭС, которые содержат значительное количество нелинейных и нестационарных потребителей, предусматривает обеспечение заданных уровней КЭ в системах. Это связано с тем, что снижение КЭ в СЭС приводит к нарушению технологических режимов, возрастанию уровней потребления активной и реактивной мощностей, потерям активной энергии, сокращению срока службы и снижению коэффициента мощности системы и, соответственно, производительности электрического оборудования [2].

Качество электроэнергии является существенным фактором, влияющим на эффективность режимов энергосистемы и потребителей. Проблема обеспечения КЭ в электрических сетях общего и специального назначения приобрела в последнее десятилетие особую актуальность. Внедрение новых прогрессивных технологических процессов и систем и, как следствие, непрерывный рост числа и мощности нелинейных, несимметричных и быстроизменяющихся