

«Сейфуллин окулары-14: Жастар, ғылым, инновациялар: цифрландыру – жаңа даму кезеңі» атты Республикалық ғылыми-теориялық = **Материалы** Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация – новый этап развития». - 2018. - Т.1, Ч.3 – С. 134-138

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА СЕТЕВЫХ ОБЪЕКТАХ**

*Усманова А.К.*

В данной статье рассматривается проблематика применения цифровых технологий на действующих энергетических объектах. Внедрение высоковольтных оптических измерительных трансформаторов на сетевых объектах является этапом в общем мировом процессе перехода на цифровые технологии мониторинга и управления в системах передачи электроэнергии [1]. Появление новых международных стандартов и развитие современных информационных технологий открывает возможности инновационных подходов к решению задач автоматизации и управления энергообъектами, позволяя создать подстанцию нового типа - цифровую подстанцию (ЦПС) [4]. Отличительными характеристиками ЦПС являются наличие встроенных в первичное оборудование интеллектуальных микропроцессорных устройств, а также возможность применения локальных вычислительных сетей для коммуникаций, цифровой способ доступа к информации, её передаче и обработке, автоматизация работы подстанции и процессов управления ею [3]. В перспективе цифровая подстанция должна являться ключевым компонентом интеллектуальной сети (Smart Grid) [1].

Оптические измерительные трансформаторы являются новым классом устройств, предназначенных для использования в составе обычных и цифровых подстанций (ЦПС), в качестве первичных датчиков тока и напряжения, применяемых как в системах измерения и учета, так и в системах дистанционной диагностики и мониторинга [1]. Эти устройства используются совместно с электронным цифровым преобразовательным оборудованием, и могут применяться на обычных подстанциях в переходной период, который характеризуется поэтапным внедрением элементов цифровых подстанций на действующих объектах [2]. В настоящее время в мировой энергетике определилась устойчивая тенденция к внедрению цифровых технологий мониторинга и управления, которые позволяют повышать качество электроснабжения, повышать эффективность на стадиях производства, транспорта и потребления, а также снижать потери энергии. Цифровые подстанции способны реализовать на практике целую группу технологий, предназначенных для повышения эффективности магистральных линий. В числе таких технологий могут быть гибкие системы передачи переменного тока FACTS образованные семейством сложных устройств

силовой электроники, технологии температурного контроля состояния линий передачи и системы регионального мониторинга (WAMS) [3]. Цифровые подстанции невозможно одновременно внедрить по причинам очень высокой стоимости таких проектов, и поэтому неизбежен переходной период, в процессе которого фрагменты цифровых технологий могут внедряться на обычных подстанциях поэтапно.

Основные преимущества оптических измерительных датчиков по сравнению с обычными электромагнитными измерительными трансформаторами проявляются в высокой защищенности от внешнего электромагнитного влияния. В связи с этим рассмотрим принцип действия электромагнитных мешающих влияний на обычные измерительные трансформаторы в сравнении с воздействием на оптические датчики. Электромагнитные мешающие влияния, действующие на оборудование защиты и автоматики подстанций, проявляют свое действие в виде тока по заземляющим проводникам, создавая вокруг них вторичное паразитное электромагнитное поле и возникновение мешающего напряжения помехи в различных проводниках. Паразитные воздействия помех на процесс передачи сигнала в системах защиты и автоматизации подстанций можно разделить на следующие группы [4](Рисунок 1):



Рисунок 1 - Характеристики и частотные спектры источников электромагнитных помех и полезных измерительных сигналов

- На рисунке 1 показаны группы паразитных воздействий на ТН и ТТ:
- электромагнитные воздействия через производные связи ТН и ТТ;
  - влияние на через разные потенциалы заземляющих устройств;
  - влияние через паразитную индуктивность;
  - влияния через паразитные емкостные связи;
  - высокочастотное электромагнитное влияние на обмотки ТН и ТТ.

Необходимо отметить, что частотные спектры помех и полезных сигналов находятся в одном частотном диапазоне и их практически и технологически невозможно разделить. Рассмотрим схему воздействия помех на оборудование обычной подстанции, показанную на рисунке 2 [4].

Использование на действующих подстанциях микропроцессорных блоков создает ряд новых проблем, вызванных высоким уровнем электромагнитного влияния устаревшего оборудования подстанций на устройства релейной защиты и автоматики - МП РЗА. Микропроцессорные системы используют в своей работе сигналы низкого уровня, напряжение которых соизмеримо с напряжением импульсных помех, возникающих в сигнальных кабелях и проводках вследствие воздействия электромагнитного излучения. Поэтому, использование МП РЗА, вынуждает эксплуатационные организации дополнительно производить работы по замене сигнальных кабелей на экранированные с высокоэффективным экранным действием. При этом необходимо повышать эффективность заземления с разделением на цифровую и аналоговую часть, выполнять ряд других работ по обеспечению электромагнитной совместимости оборудования на подстанции. Другими словами, переходной период, который характеризуется одновременным использованием устаревших электромагнитных ТН и ТТ, и нового поколения цифрового оборудования, сопровождается преодолением проблем совместимости оборудования, что не всегда удается выполнить с достаточной эффективностью. В схемах применения традиционных измерительных трансформаторов и микропроцессорной защиты сложно избавиться от влияния помех и мешающего влияния, которые вызывают ложные срабатывания защит и отключения потребителей электроэнергии. Технические сложности в применении защиты вызваны тем, что частотные спектры помех и полезных сигналов находятся в одном частотном диапазоне и их практически невозможно разделить. На рисунке 2 показаны места воздействия помех на оборудование обычной подстанции. Электронное оборудование защищено экранами от воздействия электромагнитных помех. Наиболее уязвимыми местами являются сами измерительные трансформаторы, а также соединительные линии, в которых передаются сигналы в спектре, совместимом со спектром помех (рисунок 1). Аналоговое оборудование обычных подстанций использует экранирование проводок и обычное заземление, которое обладает низкой эффективностью при импульсном воздействии помех и практически не обладает защитой от такого воздействия. Электронное цифровое оборудование должно быть защищено экранированными корпусами и специальным цифровым заземлением. Совмещение аналогового и цифрового заземления технологически трудно исполнимо и требует очень больших затрат, и на практике это редко применяется [5].



Рисунок 2 - Схема воздействия помех на оборудование подстанции с обычными измерительными трансформаторами

В случае применения оптических датчиков информации в виде измерительных трансформаторов тока и напряжения, решается основная проблема защищенности измерительного оборудования и линий связи подстанции от воздействия электромагнитных помех. Оптические датчики и электронное цифровое оборудование могут быть подключены к контуру общего цифрового заземления. На рисунке 3 представлено сравнение затрат на организацию учета [4]:



Рисунок 3 - Сравнение затрат на организацию учета

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Внедрение высоковольтных оптических измерительных трансформаторов на сетевых объектах Казахстана может осуществляться в рамках перехода на цифровые технологии мониторинга и управления в системах передачи электроэнергии. Такое внедрение может осуществляться в целях повышения надежности работы подстанций, оснащенных микропроцессорной защитой. В этом случае решается основная проблема защищенности измерительного оборудования и линий связи подстанции от воздействия электромагнитных помех и предотвращения ложных срабатываний защит и необоснованных отключений потребителей от электроснабжения в результате воздействия случайных помех. В статье показано, что имеется техническая и экономическая целесообразность применения оптических ИТН и ИТТ в составе обычных ПС.

Оптические измерительные трансформаторы представлены на рынках энергетического оборудования Казахстана и могут успешно применяться в отечественных энергетических системах.

### Список литературы

1. Castillo, F.; Aguila, A.; Gonzalez, J, “Analysis of Stability of Tension and Losses of Electric Power in Distribution Networks with Distributed Generation”, Ieee Latin America Transactions, November, 2016, p. 4491-4498
2. J. Schmid, M. Schumacher, IEC 61850 Merging Unit for the Universal Connection of Conventional and Non-conventional Instrument Transformers. Paper A3-306, CIGRE 42d session, Paris, 2008.
3. L. Hossenlopp, D. Chatrefou, D, Tholomier, D.P. Bui, Process bus: Experience and impact on future system architectures. Paper B5-104, CIGRE 42d session, Paris, 2008.
4. Р.Г. Джексон. Новейшие датчики. М: Техносфера, 2007 - 384с.
5. Корсунов П. Ю., Моржин Ю. И., Попов С. Г. Разработка Концепции «Цифровая подстанция». Договор № И-11-41/10 /ОАО «НТЦЭ». – Москва, 2011. – 248 с.