

*Дуплавый Евгений Михайлович*

студент

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»

г. Тюмень, Тюменская область

## **СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ИНТЕГРИРОВАННАЯ В СИСТЕМУ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ**

***Аннотация:** в статье рассматриваются действующие технические решения, а также альтернативный вариант повышения надежности электроснабжения посредством системы контроля показателей качества электроэнергии, интегрированной в систему цифровой подстанции.*

***Ключевые слова:** оптические трансформаторы тока, батареи статических конденсаторов, фильтрокомпенсирующие устройства, измерительные преобразователи, программно-технический комплекс.*

Ежегодный ущерб от некачественной электроэнергии достигает 150 млрд. евро в странах Евросоюза, а в США 200 млрд. долларов. В Российской Федерации на одном из крупнейших нефтедобывающих предприятий Западной Сибири экономический ущерб от недоотпуска нефти достигает 60 млн. рублей в год.

Для повышения надежности систем электроснабжения вот уже многие годы используются батареи статических конденсаторов (БСК) и фильтро-компенсирующие устройства (ФКУ). Данные технические решения относительно просты и надежны, но за их простотой кроется ограниченный функционал, современные программно-технические комплексы позволяют точнее определять входные данные, анализировать режимы работы сети и выводить на монитор диспетчера рекомендации, полученные при обработке информации с помощью алгоритмов.

До 2030 года определена национальная стратегия развития искусственного интеллекта в России (указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. №490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации»).

Реализовать интеллектуальную систему контроля показателей качества электроэнергии возможно в цифровой подстанции (в такой подстанции весть поток информации при мониторинге и анализе информации, а также управление оборудованием происходит в цифровой форме).

Систему цифровой подстанции можно разбить на 3 уровня:

- уровень процесса;
- уровень присоединения;
- уровень подстанции.

В каждом из этих уровней возможно применение устройств и программно-технических комплексов, характеристики которых позволят в разы повысить надежность электроснабжения.

На уровне процесса происходит сбор информации, преобразования ее в цифровой вид, а также передача ее на уровень присоединения. Использование на данном уровне цифровых трансформаторов тока и напряжения позволит увеличить точность измерений и увеличить межповерочный интервал. Оптические трансформаторы тока состоят из высоковольтного изолятора, чувствительного оптоволокну в кварцевой трубке, измерительного элемента, а также электронного блока. При коротком замыкании у цифровых трансформаторов тока отсутствует насыщение, также отсутствуют медные вторичные цепи, что снижает затраты на материалы. Через порт RS232 возможен онлайн мониторинг для чтения данных диагностики. Преимущества оптических трансформаторов напряжения: отсутствие индуктивного делителя, нет феррорезонанса; исключение опасных перенапряжений; отсутствие влияния вторичных цепей.

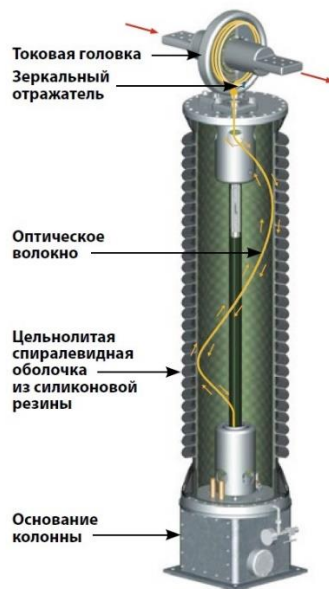


Рис. 1. Структура оптического трансформатора тока

Устройства на уровне присоединения предназначены для выполнения прикладных функций АСТУ и РЗА для основного оборудования. К данным устройствам применяются следующие требования: устройства должны обеспечить прием и обработку информации от устройств уровня процесса, выполнять соответствующие алгоритмы и передавать информацию на шину уровня подстанции; устройства должны соответствовать требованиям электромагнитной совместимости; устройства должны работать при отказе оборудования уровня подстанции.

В качестве одного из устройств этого уровня возможно использование многофункциональных измерительных преобразователей телемеханики ЭНИП-2. В данном устройстве реализован мониторинг показателей качества, технический учет электроэнергии, точные измерения реактивной мощности и энергии без ограничений на несинусоидальность токов и напряжений, относительная погрешность измерений составляет ниже 0,1% (метрологические характеристики лучше, чем у ТТ класса точности 0,2S).

Отличие данного устройств от традиционных связано с применением более скоростных коммуникаций на основе промышленного Ethernet с поддержкой технологий резервирования и безопасности.

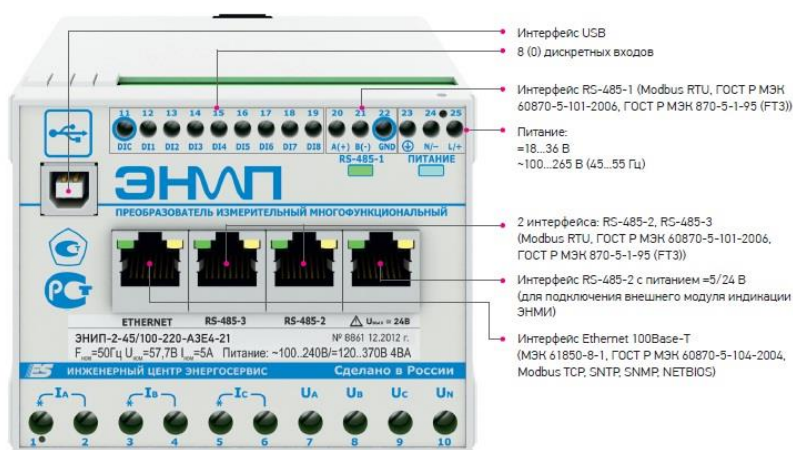


Рис. 2. Структура ЭНИП-2

На уровне подстанции происходит выполнение общеподстанционных задач, взаимодействие с персоналом и взаимосвязь с внешними объектами.

Программно – техническим комплексом на данном уровне является программно-технический комплекс NPT Expert. Этот комплекс предназначен для автоматизации совокупности объектов в рамках единого диспетчерского пункта.

Функциями данного комплекса является:

- отображение информации о режиме работы сети, а также оповещение об аварийной ситуации;
- просмотр текущих схем всех подстанций;
- анализ осциллограмм аварийных ситуаций;
- дистанционное управление коммутационными аппаратами;
- анализ и прогнозирование состояния оборудования и сети на основе алгоритмов;
- блокировка неправильных действий персонала при оперативных переключениях;
- поддержка автоматизированных бланков переключений;
- режимный тренажер диспетчера.

Таким образом, применение современных решений позволит точнее определять входные данные, а использование алгоритмов для определения состояния сети и оборудования позволит повысить надежность электроснабжения за счет

прогнозирования дальнейшей работы и уменьшения количества аварийных отключений.

### ***Список литературы***

1. Воронин В.А. Об экономическом ущербе от снижения качества электроэнергии и источниках его возникновения / В.А. Воронин, Г.Н. Лебедев // Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ekonomicheskom-uscherbe-ot-snizheniya-kachestva-elektroenergii-i-istochnikah-ego-vozniknoveniya/viewer>
2. Гарифуллина А.Р. Рациональное управление реактивной мощностью электротехнических комплексов добывающей скважины и отходящей линии нефтегазодобывающего предприятия / А. Р. Гарифуллина // дис ... канд. технич. наук: 05.09.03. – Санкт-Петербург, 2012. – 125 с.
3. Жежеленко И.В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях: учебное пособие / И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 252 с.
4. Мокеев А.В. Продукция и решения ЗАО «Инженерный центр «Энергосервис» для цифровой подстанции / А.В. Мокеев // Сб. 6 Всерос. науч.-техн. конф. «Энергия белых ночей». – 2013. – С. 107–115.
5. Прошин И.А. Метод и алгоритм информации в оценке качества электрической энергии / И.А. Прошин, М.В. Шепелев, С.В. Егоров // Сборник статей по материалам V международной научно-практической конференции «Модернизация современного общества: проблемы, пути развития и перспективы». Ставрополь: Центр научного знания «Логос». – 2014. – 69.
6. Шидловский А.К. Повышение качества энергии в электрических сетях / А.К. Шидловский, В.Г. Кузнецов – Киев: Наук.думка, 1985. – 268 с.