

О.Г. ГРИБ, д-р техн. наук, проф., НТУ "ХПІ";
Н.С. БЕЛОВ, соискатель НТУ "ХПІ";
Д.А. ГАПОН, к-т техн. наук, доц., НТУ "ХПІ";
Т.С. ИЕРУСАЛИМОВА, ассистент, НТУ "ХПІ";
А.В. ЛЕЛЕКА, ведущий инженер ДП НЭК "Укрэнерго"

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТАМИ
ПРИ НИЗКОМ КАЧЕСТВЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

В развитии науки и техники, создании новейших технологий, повышению энергетической безопасности Украины, и повышению точности передачи параметров электрической энергии (ЭЭ) основную роль играет обеспечение телемеханизации энергетических объектов (ЭО). Энергетическая безопасность Украины – это один из важных вопросов независимости государства. Одной из существенных составляющих этой проблемы является полная телемеханизация ЭО Украины. Благодаря каналам связи и протоколам телемеханики обеспечивается автоматическая передача параметров ЭЭ телеизмерений (ТИ), состояния положения коммутирующего оборудования (ТС) в пределах внутренних энергетических систем, объединенной энергетической системе (ОЭС) Украины, а также на границе балансовой принадлежности с государствами, с которыми Украина имеет общие электрические сети: (Российская Федерация, республика Беларусь, Республика Молдова, Венгрия, Польша, Румыния, Словакия) – важнейший фактор ее независимости [1, 2].

Ключевые слова: телемеханика, электроэнергия, энергообъект, подстанция, измерение, качество.

Вступление. Технической основой обеспечения телемеханизации ЭО является совокупность соединенных использованием аппаратно-программных комплексов в магистральных и межгосударственных сетях. Такая система, (см. рис. 1), позволяет проводить баланс электрической энергии в ОЭС, осуществлять интеграцию Украины с Европейским Союзом, улучшить энергоэффективность, улучшить показатели энергосбережения в энергосистемах Украины.

Анализ последних исследований и литературы. За более чем столетнее развитие телемеханики учеными, проектировщиками, специалистами по вычислительной технике и эксплуатации был сделан существенный прорыв в решении указанной проблемы. Были разработаны различные каналы связи, интерфейсы и протоколы передачи данных параметров ЭЭ. Объектами внедрения телемеханики выступили, в первую очередь, отдельные электростанции, распределительные и магистральные сети, небольшие, средние и мощные потребители ЭЭ.

Постепенное накопление на указанных объектах локальных систем телемеханики (ЛСТ) привело к созданию единой системы телемеханики.

Цель статьи. Исследование работы автоматизированной системы телеуправления энергообъектами при низком качестве электроэнергии.

Постановка проблемы. Проблема возникает в том, что при низком качестве электрической энергии происходит сбой в работе каналов связи, релейной защиты и автоматики, а также выход из класса точности систем учета электроэнергии.

Материалы исследований. Существующие директивные и инструктивные материалы дали существенный толчок для начала внедрения телемеханики. Решение проблем построения интегрированных систем телемеханики требует применения новых подходов и современных архитектурных решений, как путем совершенствования и дальнейшего развития имеющихся документов, так и путем разработки новейших принципиальных и перспективных методологий.

Результаты исследований. Рассмотрена двухуровневая система телемеханики передачи данных.



Рис. 1 – Структурная схема передачи данных телемеханики

Прежде всего, определим области применения каналов передачи данных в электроэнергетике и задачи, которые решаются с их

помощью. В настоящее время к основным областям применения систем передачи данных можно отнести системы релейной защиты и автоматики (РЗА), диспетчерского и автоматизированного технологического управления электроэнергетическими объектами (АСТУ), а также системы автоматизированного учета энергоресурсов. В рамках этих систем решаются следующие задачи:

Системы АСТУ

1. Передача данных между локальными устройствами телемеханики (ТМ), устройствами РЗА и центральной приемопередающей станцией (ЦППС).

2. Передача данных между объектом и диспетчерским центром.

3. Передача данных между диспетчерскими центрами.

Системы учета

1. Передача данных от приборов учета в устройства сбора и передачи данных (УСПД).

2. Передача данных от УСПД на сервер.

В части систем РЗА можно отметить следующее: несмотря на то, что сбор данных с устройств РЗА в АСТУ в цифровом формате стал внедряться с момента появления цифровых устройств РЗА, связи между устройствами по-прежнему организуются аналоговыми цепями.

В РЗА системы передачи информации могут выполнять следующие функции:

1. Передача дискретных сигналов.

2. Передача данных между устройствами РЗА и ЦППС.

Другим важным каналом передачи, общим как для систем РЗА, так и для систем АСТУ и учета, является канал, по которому осуществляется передача измерений от измерительных трансформаторов тока и напряжения. До последнего времени о внедрении цифровых протоколов связи на данном уровне речь не шла, однако, имея в виду появление протокола для передачи мгновенных значений тока и напряжения МЭК 61850-9-2, на проблемах этого информационного канала также стоит остановиться.

Наиболее узким местом, на которое влияет качество электрической энергии в этой системе, являются измерительные приборы телемеханики. На класс точности измерительных приборов влияет низкое качество электрической энергии. Качество электрической энергии на энергообъекте должно соответствовать требованиям ГОСТ 13109-97 [3]. Были проведены исследования показателей качества электрической энергии на энергообъекте (см. рис. 2, 3, 4)

Исследование качества электроэнергии выполнялись на присоединениях 6 кВ ПС 110/6 кВ.

Показатели КЭ в сети (установившееся отклонение напряжения прямой последовательности основной частоты, установившееся отклонение напряжения, коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения) за 24 ч не соответствует нормам по ГОСТ 13109-97, о чем свидетельствуют значения ПКЭ, (см. рис. 2, 3).

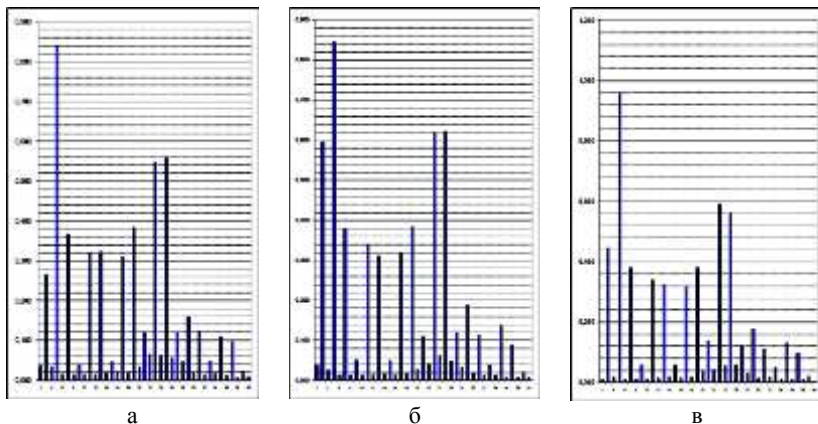


Рис. 2 – Коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения:
 a – для фазы А; $б$ – для фазы В; $в$ – для фазы С

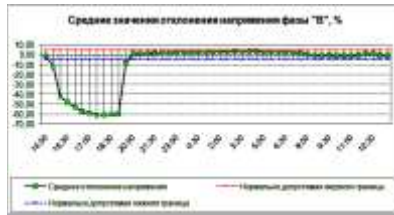
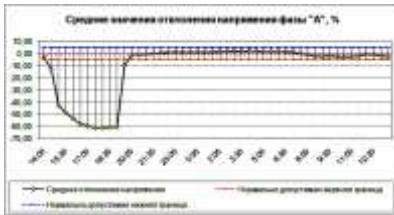
Значения же таких ПКЭ как отклонение частоты, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения (см. рис. 4), коэффициент несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательности, длительность провала напряжения находятся в допустимых пределах.

С учетом полученных значений ПКЭ в данной точке сети соответствие КЭ нормам составляет меньше 0,95, а для отдельных временных интервалов его значение равно нулю.

Измерения КЭ на ПС 110/6кВ выполнялись в течение суток.

Потребителем электрической энергии является машиностроительный завод.

КЭ в сети (установившееся отклонение напряжения прямой последовательности основной частоты, установившееся отклонение фазного напряжения, коэффициент n -ой гармонической составляющей напряжения) за 24 ч не соответствует нормам по ГОСТ 13109-97.



а

б



в

Рис. 3 – Среднее значение отклонения напряжения:
а – для фазы А; б – для фазы В; в – для фазы С

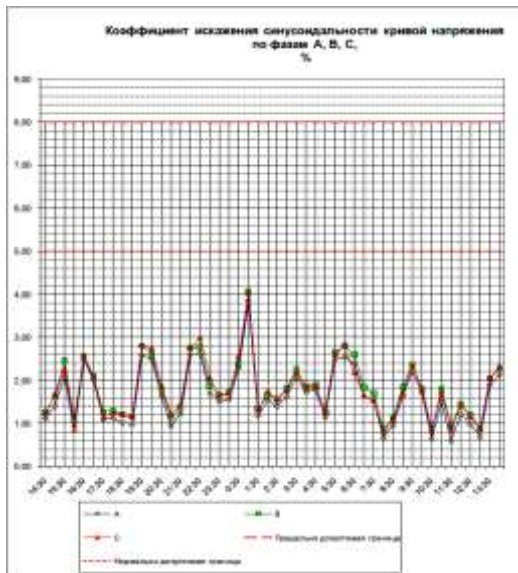


Рис. 4 – Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения по фазам А, В, С, %

В частности, значения отклонения частоты, коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения (рис. 4), коэффициента несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательности, длительности провала напряжения находятся в допустимых пределах.

С учетом полученных значений ПКЭ в данной точке сети соответствие КЭ нормам составляет меньше 0,95, а для отдельных временных интервалов его значение равно нулю [4, 5].

Выводы. Результаты экспериментальных исследований качества электрической энергии на ПС 110/6 кВ показали, что коэффициент n -й гармонической составляющей напряжения по фазам А, В и С превышает нормально и предельно допустимые значения ГОСТа 13109-97, что может привести к сбоям в работе в релейной защите и автоматике, а также выходом из класса точности измерительных приборов. Это приводит к искажению передаваемой информации.

Список литературы: 1. Сокол Е.И., Гриб О.Г., Гапон Д.А. и др. Автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии. – Харьков ТОВ "Тім Пабліш Груп" 2014 г. – 488 с. 2. Тесик Ю.Ф., Калинин В.П., Васильченко В.И. Автоматизация учета электрической энергии и контроля показателей ее качества на Украине. – Международный Электротехнический Журнал – Электрик № 10. – 2013. – С. 30-31. 3. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Минск: ИПК Изд-во стандартов. – 1998. – 30 с. 4. Баталов А.Г., Гриб О.Г., Сендерович Г.А. и др. Качество электрической энергии в системах электроснабжения – Харьков: ХНАГХ, 2006. – 272 с. 5. О.Г. Гриб, О.Н. Довгалоук, Д.Н. Калюжний, Г.А. Сендерович Оценка качества ЭЭ в электрических сетях Харьковского региона // Збірник праць V міжнародної науково-технічної конференції "Ефективність та якість електропостачання промислових підприємств". – Маріуполь: ПДТУ. – 2005. – С. 124-126.

Bibliography(translation): 1. Socol E., Gryb O., Gapon D. et all. *Avtomatizirovnyye control and accounting of electricity*. Kharkiv: TOV "Tim Pablish Group", 2014. Print. 2 Tesik Y., Kalinchik V., Vasilchenko V. "Automation electric energy accounting and monitoring of quality indicators in Ukraine". *International Electrotechnical Journal – Electricians*. No. 10. 2013. 30-31. Print. 3. *GOST 13109-97. Electric energy. Electromagnetic compatibility of technical equipment. Norms of quality of electric energy in power supply systems for General use*. Minsk.: IPC Publishing standards. 1998. Print. 4. Batalov A., Gryb O., Senderovich G., and other. *Quality of electrical energy in power supply systems*. Kharkov: Kname, 2006. Print. 5. O. Gryb, O. Dovgalyuk, D. Kalyuzhny, G. Senderovich. "Quality Assessment of EE in electrical networks Kharkiv region". *The Collection of proceedings of the V international scientific-techno conference "Effektivnosti the quality of electropotence Promyslova enterprises"*. Mariupol: PDU. 2005. 124-126. Print.

Поступила (received) 10.10.2014



Гриб Олег Герасимович, 1947 г.р., Украина, закончил Украинский заочный политехнический институт, д.т.н., профессор, зав. кафедрой автоматизации энергосистем Национального технического университета "Харьковский политехнический институт" (ул. Фрунзе 21, г. Харьков, 61002, Украина). Основное направление научной деятельности – контроль и регулирование качества электрической энергии и электропотребления.



Белов Николай Сергеевич, 1980 г.р., Украина, закончил Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт", технический директор ООО "Хартэп" (ул. Энергетическая 11, г. Харьков, 61036, Украина). Основное направление научной деятельности – развитие АССТИ и АСДУ в энергетических предприятиях Украины.



Гапон Дмитрий Анатольевич, 1978 г.р., Украина, закончил Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", доцент кафедры автоматизации энергосистем Национального технического университета "Харьковский политехнический институт" (ул. Фрунзе 21, г. Харьков, 61002, Украина). Основное направление научной деятельности – методы контроля качества электрической энергии и электропотребления.



Иерусалимова Татьяна Сергеевна, 1990 г.р., Украина, закончила Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", ассистент кафедры автоматизация энергосистем Национального технического университета "Харьковский политехнический институт" (ул. Фрунзе 21, г. Харьков, 61002, Украина). Основное направление научной деятельности – развитие методов анализа электропотребления с учетом качества электрической энергии.



Лелека Алексей Викторович, 1984 г.р., Украина, закончил Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт" (пр-т Победы 37, г. Киев, 03056, Украина), ведущий инженер НЭК "Укрэнерго". Основное направление научной деятельности – развитие автоматизированных систем управления "SMART GRID".