

УДК 621.311

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УЧЁТА
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ВЕТРОЭНЕРГИЧЕСКОЙ
УСТАНОВКЕ**
**AUTOMATED SYSTEM FOR CONTROL AND ACCOUNTING OF
ELECTRIC ENERGY AT A WIND ELECTRIC PLANT**

М.Р. Хританьков, А.А. Цалко

Научный руководитель – В.В. Кравченко, к.э.н., доцент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

M. Hritankov, A. Tsalko

Supervisor – V. Kravchenko, Candidate of Economic Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk

***Аннотация:** Проект, описанный в тексте, касается автоматизированной системы контроля и учета электрической энергии на ветроэнергетической установке (ВЭУ). Он включает в себя использование электрического счетчика «Гран-электро СС-301» и трансформаторов тока класса точности 5S, также используются каналы связи RS-485. Проект также предусматривает использование программного обеспечения «EnergyControl». Реализация проекта позволит оптимизировать использование электроэнергии, повысить защищенность и узаконенность информации о электропотреблении, улучшить измерение, сбор, обработки и накопление данных о потребление электроэнергии.*

***Abstract:** The project described in the text concerns an automated system for monitoring and accounting of electric energy at a wind power plant (WPP). It includes the use of an electric meter "Gran-electro CC-301" and current transformers of accuracy class 5S, and RS-485 communication channels are also used. The project also provides for the use of the software "EnergyControl". The implementation of the project will optimize the use of electricity, increase the security and legitimacy of information on electricity consumption, improve the measurement, collection, processing and accumulation of data on electricity consumption.*

***Ключевые слова:** АСКУЭ, СС-301, УСПД, РП-155, ВЭУ, СУБД, счетчики, устройство.*

***Keywords:** ASCAE, CC-301, DCTD, RP-155, WPP, DMS, counters, device.*

Введение

Разрабатываемая автоматизированная система для контроля и учёта потребления электрической энергии, направленная на оптимизацию расчётного (коммерческого) учета электрической энергии ВЭУ. Данная система создана для выполнения ряда задач, измерение, сбор, обработку, накопление, отображение, документирование и распределение точной, защищённой и точной информации о потреблении энергии в каждой точке коммерческого учёта предприятия.

Основная часть

Условно систему можно разделить на несколько территориально, разнесенных подбъектов, которые взаимодействуют между собой по каналам связи:

- точка учета электрической энергии в ячейке 10 кВ ВЭУ РП-155;

- точки учета электрической энергии в ячейках 10 кВ на ПС 110 кВ;
- проектируемый шкаф АСКУЭ с УСПД в РП-155;
- информационная система АСКУЭ.

В состав АСКУЭ входят все точки учёта электроэнергии, которые участвуют в коммерческих расчётах электрической энергии (таблица 1).

В ячейке РП-155 ВЭУ предусматривается установка трансформатора тока класса точности 0,5S. На ПС 110 кВ с ячейкой 10 кВ подключение счетчиков производится следующим образом к существующим трансформаторам тока к обмотке класса точности 0,5S.

Передача данных со счётчика ячейки ВЭУ РП-155 к устройству сбора и передачи данных (далее УСПД), установленному в РП-155, осуществляется по витой паре RS-485. Передача данных со счётчиков ячеек 10 кВ ПС 110 кВ к УСПД, осуществляется по 3G каналу связи. Полученная информация об энергопотреблении из УСПД передается по 3G каналу связи.

Таблица 1 – Характеристика точек учета электроэнергии [1]

Точка учета	Наименование	к-т. ТТ	Кол-во ТТ	U num.
РК1	Ячейка 10 кВ ВЭУ РП-155	300-150/5	3 x 0,5S	0,1 кВ
РК2, РК3	Ячейки 10 кВ на ПС 110 кВ	300/5	3 x 0,5S	0,1 кВ

На 1-м уровне собирается информация о потреблении и выработке электроэнергии, предварительно обрабатывается, храниться и передается в информационную систему следующего уровня. Источниками информации являются токоизмерительные трансформаторы и напряжения, к вторичным измерительным обмоткам которых подключаются многофункциональные электронные многотарифные счетчики электрической энергии «Гран-электро СС-301» (рис. 1).



Рисунок 1 – Трехфазный электросчетчик «Гран-электро СС-301» [2]

Счётчики электрической энергии в свою очередь подключается к УСПД, расположенному в существующей РП-155. Счетчики типа «Гран-электро СС-301» внесены в государственный реестр средств измерений Республики Беларусь и включены в отраслевой рекомендованный перечень средств коммерческого учета электроэнергии для использования в составе АСКУЭ. Информация, хранящаяся в электронной базе счетчиков, является первичной и достоверной, так как счетчики являются средствами измерений и имеют действующие свидетельства государственной метрологической службы.

Локальная информационная система объекта, являющаяся верхним уровнем системы АСКУЭ, включает в себя существующий сервер лаборатории АСКУЭ, а также имеющиеся автоматизированные рабочие места (АРМ) отдела сбыта.

АСКУЭ использует 3G-связь для считывания данных с УСПД, установленного на РП-155, и выполняет расчет потребления и генерации энергии. На АРМах в отделе, под управлением операционной системы Windows XP или выше, установлено клиентское ПО «EnergyControl», которое через корпоративную сеть передачи данных (КСПД) обращается к серверу АСКУЭ Инженерного центра, представляя информацию о потреблении и генерации энергии Wind Energy Units (ВЭУ) в удобном графическом формате.

В проектируемой системе АСКУЭ инициатором получения информации является устройство, находящееся на более высоком уровне иерархии (сервер сбора), которое обращается к опрашиваемому устройству (УСПД) с запросом на получение информации. В случае отсутствия данных это устройство через некоторый промежуток времени повторяет запрос, либо диагностирует ошибку и выполняет действия в соответствии с заложенным в него алгоритмом работы. Если в момент запроса на опрашиваемом устройстве отсутствует необходимая информация, то данное устройство (сервер) может инициировать запрос к устройствам более низкого уровня (УСПД). Каждый уровень иерархии осуществляет сбор информации с заданной периодичностью. В зависимости от требований к актуальности информации (оперативности данных) устройство верхнего уровня осуществляет опрос устройств нижнего уровня каждые 3 или 30 минут [2].

К нештатному режиму работы АСКУЭ относятся ситуации, при которых не обеспечивается работа системы в автоматизированном режиме либо не обеспечивается сбор информации со всех приборов учета, включенных в систему.

Структура построения системы, технические и программные средства, применяемые при её построении, позволяют обеспечить сохранность информации об электропотреблении (хранение данных во внутренней памяти счётчиков, УСПД и на сервере баз данных АСКУЭ) при возникновении сбоев в работе каналов связи. При восстановлении работоспособности каналов система в автоматическом режиме выполнит «дозапрос» и поместит недостающую информацию в базу данных.

В случае неполного сбора данных (перебои в работе каналов связи, случай сбоя программного обеспечения и других неполадок) заполнение СУБД может быть выполнено в ручном режиме (по запросу оператора).

При необходимости можно добавить недостающие данные с приборов учета в СУБД при помощи переносного компьютера либо внести данные вручную. При этом формируется метка с указанием способа помещения информации на сервере.

При выходе из строя элементов 1-го уровня (измерительные трансформаторы, счётчики) полное восстановление информации невозможно. Дублирование УСПД и счётчиков не предусматривается. Требуется замена вышедших из строя элементов учёта и сбора информации. При этом ПО верхнего уровня АСКУЭ позволяет внести недостающие данные в СУБД с соответствующего документа (совместный акт энергоснабжающей организации и потребителя электроэнергии).

При выходе из строя элементов 2-го уровня (сервер) коммерческая информация в полном объеме сохраняется в первичных средствах измерения – электронных счётчиках электроэнергии. При восстановлении работоспособности система производит сбор недостающих данных.

Проектируемая АСКУЭ работает в непрерывном круглосуточном режиме.

Техническое обслуживание включает в себя следующие виды работ:

- Ежедневный осмотр: проверка наличия электропитания, состояния внутренних часов электронных часов (синхронизация времени), работоспособность каналов связи;
 - Ежеквартальный технический осмотр включает осмотр и очистку компонентов системы (счётчик, внешняя антенна и др.) от пыли, а также оценку состояния монтажа;
 - Внеплановое обслуживание, связанное с заменой вышедших из строя элементов, предусматривает замену неисправных модулей и компонентов с использованием обменного фонда (ЗИП) обслуживающих организаций.
- По завершению ремонта необходимо выполнить проверку работоспособности системы передачи данных.

Для подключения приборов учета используются измерительные трансформаторы тока с обмоткой класса точности 0,5S и трансформаторы напряжения с обмоткой класса точности 0,5 номин. Выходная мощность не менее 25 ВА [2].

В ячейке 10 кВ ВЭУ РП-155 применяется трехфазный электросчетчик СС-301 с версией ПО от 3.50, позволяет получить удаленный доступ по RS-485 каналу связи. Многофункциональный трехфазный электрический счётчик «Гран-Электро СС-301» с несколькими тарифами предназначен для измерения как активной, так и реактивной электроэнергии, а также мощности в трехфазных сетях переменного тока. Он находит применение как в коммерческих, так и в технических целях для учёта потребляемой энергии на предприятиях, в энергетических системах и при межсистемных перетоках. При этом счётчик может работать как в автономном режиме, так и в составе автоматизированной системы мониторинга и учёта электроэнергии.

Для работы в автоматизированной системе учёта и контроля, счётчик «Гран-Электро СС-301» предоставляет возможность:

- производить корректировку времени с помощью цифрового интерфейса;
- получить именованные величины в соответствии с заданными коэффициентами;

- получить сертифицированные измеренные данные токов и напряжений;
- выполнять операции с параметрами и данными (считывание и запись).

В таблице 2 приведены Основные технические характеристики многотарифного трёхфазного электросчетчика «Гран-Электро СС-301»

Таблица 2 – Основные технические характеристики трёхфазного многотарифного электросчетчика «Гран-Электро СС-301» [2]

Наименование характеристики	Значение
Номинальный ток	Номинальный ток 5 А, максимальный 7,5 А
Номинальное напряжение	3х230/400 В
Наличие и тип интерфейса связи	Оптический + 2хRS-485
Наличие телеметрических выходов	Импульсные выходы отсутствуют
Количество тарифов	8 тарифов
Типы измеряемой энергии и мощности	Активная и реактивная по двум направлениям
Тип дисплея	LCD индикатор с подсветкой
Дополнительные опции	Дополнительные опции отсутствуют
Тип модуля расширения	Интерфейс RS-485

В основную часть АСКУЭ входит УСПД, которое создано для выполнения сбора, обработки, хранения и передачи защищённой и точной информации в цифровом виде от счетчиков электрической энергии на верхний уровень АСКУЭ, он также выполняет измерение времени и синхронизацию часов счетчика. GSM/GPRS/3G- модемы входят в состав УСПД и имеют возможность передачи данных по каналу (модемное соединение) с технологией Circuit Switched Data(CSD), передачи команд по SMS или передачи сообщений по SMS, TCP-пакетов на IP-адрес, электронных писем на E-Mail или в качестве TCP-сервера в режиме пакетной передачи данных с технологией 3G.

Сервер сбора, обработки и хранения данных АСКУЭ промышленных предприятий, реализованных с использованием СЭМ-3G. В качестве ПО верхнего уровня также используется ПО «EnergyControlCentr» производства УПП «Микрон».

По завершении текущих суток в автоматическом режиме ПО формирует шаблон данных формата АТС 80020 и обеспечивает передачу информации в ПО «Emcos Corporate» верхнего уровня АСКУЭ.

Подключение проектируемого оборудования выполнено [2]:

- в РП-155 от проектируемого измерительного трансформатора напряжения 10 000/100 В и трансформаторов тока;
- на ПС 110 кВ от существующих измерительных трансформаторов напряжения 10 кВ и трансформаторов тока, установленных на 3-й и 4-й секциях шин 10 кВ.

Заземление проектируемого оборудования выполнено от существующих контуров заземления РП-155 и ПС 110 кВ.

Подсистема электроснабжения АСКУЭ должна соответствовать требованиям «Правил технической эксплуатации потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Цепи заземления должны соответствовать нормам ПТБ, ПУЭ.

АСКУЭ ВЭС основывается на базе технических средств (счетчики электрической энергии), зарегистрированных в Государственном реестре средств измерений Республики Беларусь. Измерительные каналы АСКУЭ включают в себя также первичные масштабные преобразователи – ИТТ и ИТН, типы которых утверждены Госстандартом Республики Беларусь. Смонтированная и прошедшая опытную эксплуатацию АСКУЭ должна пройти метрологическую экспертизу юридическими лицами, входящими в государственную метрологическую службу, в качестве системы коммерческого учета электроэнергии.

Виды и частота метрологического контроля измерительных средств, входящих в систему, указаны в эксплуатационной и сертификационной документации на эти средства. Ответственность за соблюдением сроков проведения периодического метрологического контроля измерительных средств возложена на сотрудников предприятия, владеющего данными средствами. Периодический метрологический контроль проводится на основании договора с региональным Центром стандартизации, метрологии и сертификации или другими юридическими лицами, входящими в состав государственной метрологической службы Республики Беларусь, в соответствии с законодательством.

К техническим средствам не измерительного назначения относится оборудование АСКУЭ, используемое для цифровых преобразований над результатами измерений. В данном проекте применены следующие средства не измерительного назначения:

- сервер сбора, обработки и хранения данных;
- автоматизированные рабочие места пользователей и операторов АСКУЭ;
- каналобразующее оборудование.

Заключение

В данной работе была изучена структурная схема АСКУЭ, были рассмотрены отдельные устройства системы АСКУЭ и их характеристики. Кроме того были изучены режимы работы и их назначение в системе АСКУЭ. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что АСКУЭ очень важна в системе ВЭУ, а также имеет место для развития и добавления более современного оборудования.

Литература

1. СТБ 2096-2010 Автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии.
2. Счетчик активной электрической энергии Гран-Электро СС-301-5.1 [Электронный ресурс] / Счетчик активной электрической энергии Гран-Электро СС-301-5.1. – Режим доступа: <https://belroselektro.by/schetchiki/schetchik-aktivnoj-elektricheskoy-energii-gran-elektro-ss-301-5-1-u-p-l-k-rs485-transf-vklyucheniya-detail/#g-mainbar> /. – Дата доступа: 14.10.2024.