

населенных пунктах, найденных на основе данных из базы NASA, и рассчитанных с помощью линейной интерполяции. Результаты расчета показали, что годовые значения инсоляции для населенных пунктов незначительно отличаются и находятся в пределах 0,4–2,0 %. В результате можно сделать вывод, что для оценки потенциала солнечной энергии на предварительном этапе проектирования фотоэлектрических солнечных станций в любой точке на территории области могут использоваться данные об интенсивности солнечного излучения, рассчитанной или измеренной в некоторых населенных пунктах Балканской области Туркменистана.

Литература:

1. Türkmenistanyň Prezidentiniň Karary bilen tassyklanan «Türkmenistanda 2030-njy ýyly çenli gaýtadan dikeldilýän energetikany ösdürmek boýunça Milli Strategiýa». – Aşgabat, 2020ý.
2. Gaýtadan dikeldilýän energiýa çeşmeleri hakynda Türkmenistanyň Kanuny. – Aşgabat ş. 2021-nji ýylyň 13-nji marty.
3. Лукутин, Б. В. Возобновляемые источники энергии : учеб. пособие / Б. В. Лукутин. – Томск : Из-во Том. политехн. ун-та, 2008. – 184 с.
4. Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии : учеб. пособие / А. А. Бурмистров [и др.] ; под. ред. В. И. Виссарионова. – 2-е изд., стер. – М. : МЭИ, 2009. – 144 с.
5. Nazarow, S. Türkmenistanyň welaýatlarynda Günüň energiýasyny ulanmak mümkinçiligi / S. Nazarow, A. Jumaýew // Türkmenistanda ylym we tehnika. – 2019. – № 6.

СИСТЕМА УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ФИДЕРАХ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Д. Нурмухаммедов, Э. Шахымов, Я. Акымова

Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары

Для решения вопроса оперативного мониторинга распределения электроэнергии в контактной сети требуется совместно с коммерческим учетом электроэнергии осуществлять технический учет, а именно – контроль расхода по фидерам контактной сети (ФКС). Такая автоматизированная система учета электроэнергии на фидерах контактной сети (АСУЭФКС) позволит не только определять объем потерь и величину небаланса, но и выявлять перетоки мощности между подстанциями, вызывающие дополнительные потери. В настоящее время при анализе режимов работы систем тягового электроснабжения используются аналитические и вероятностно-статистические подходы. Методология, теоретическое наполнение и информационно-технологическое сопровождение функционирования автоматизированных систем управления потреблением электроэнергии в объемах тягового электропотребления строятся только на базе информации, получаемой из АСКУЭ. Развитие систем учета электроэнергии на фидерах контактной сети позволит оперативно анализировать режимы работы системы тягового электроснабжения как единого целого, сравнивать текущие показатели на смежных подстанциях, что даст возможность анализировать электрические параметры сетей. Сеть многофункциональных счетчиков электроэнергии, синхронизированных между собой, расположенных в различных узлах энергосистемы, позволит в режиме реального времени предоставлять информацию о текущем состоянии, как отдельных объектов, так и всей энергосистемы в целом. Предложенная методика может использоваться как для определения параметров электрических режимов, так и для параметров схем замещения тяговой сети. Задача получения синхронизированных измерений, которая возникает для распределенных объектов электроэнергетики, может решаться с помощью штатной системы синхронизации, существующей в системе передачи данных ОАО «РЖД». Эта систе-

ма обеспечивает точность синхронизации до 0,1 с. Глобальные системы ГЛОНАСС и GPS дают возможность повысить точность синхронизации на несколько порядков. Функциональная схема системы учета электроэнергии на фидерах контактной сети представлена на рис. 1. Предлагается вести оперативный учет как на выводах выпрямительных (выпрямительно-инверторных) преобразователей, так и на каждом фидере контактной сети.

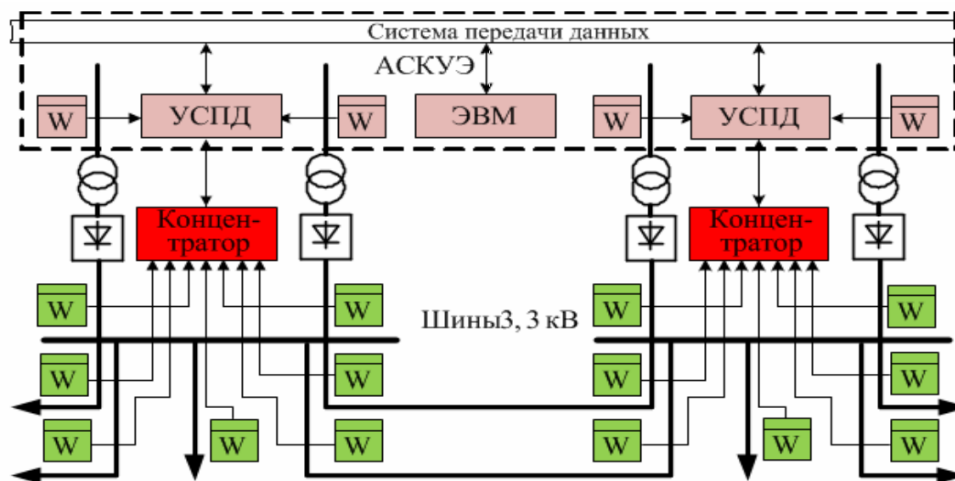


Рис. 1. Функциональная схема системы учета электроэнергии на фидерах контактной сети

Данные с каждого счетчика передаются на концентраторы, которые хранят информацию за заданный период, создают архивы, передают информацию на верхний уровень информационной системы. Для реализации системы учета электроэнергии концентраторы подключаются к устройствам сбора и передачи данных (УСПД), к которым уже подключены счетчики переменного тока системы АСКУЭ. Использование подсистем АСКУЭ позволит синхронно определять расход электроэнергии, как принятой от системы внешнего электроснабжения, так и отданной в нагрузку. Такой подход дает возможность определять небаланс электроэнергии по каждой подстанции и корректировать уровень небаланса в контактной сети. Рассмотрим системы учета электроэнергии на ФКС постоянного тока.

Структурная схема построена по принципу распределенной вычислительной системы, что определяется двумя независимыми условиями. Первое условие состоит в гальванической изоляции цепей ввода аналогового сигнала от цифровых цепей вывода обработанных данных с высокими требованиями к величине пробивного напряжения. Второе условие состоит в том, что по мере обработки данных изменяются методы этой обработки, т. е. при вводе аналоговых сигналов формируется непрерывный поток преобразованных в цифровой вид данных с равномерной дискретизацией, однако после получения основных вычисляемых значений появляется задача архивирования, управления протоколами передачи данных и управления всей системой в целом. Поэтому система учета электроэнергии разделена на две части.

Измерительный преобразователь подключается к токовому шунту с номинальным выходным напряжением 75 мВ. Резистивный делитель напряжения обеспечивает на выходе напряжение, близкое к 0,5 В, при номинальном входном напряжении 3000 В. Измерительный блок состоит из трех частей: аналого-цифрового преобразователя (АЦП), блока обработки и оптического интерфейса. АЦП преобразует сигнала

лы, пропорциональные напряжению и току, в цифровые отсчеты. В нем предусмотрена температурная компенсация погрешности, а также периодическая коррекция аддитивной погрешности. АЦП соединен с блоком обработки по интерфейсу SPI. Измерительный блок осуществляет измерение сигналов тока и напряжения, вычисляет активную мощность на основе мгновенных значений сигналов тока и напряжения, определяет действующие значения тока и напряжения, создает графики нагрузки. Период вывода данных составляет 5 с, что облегчает дальнейший подсчет потребленной энергии. Блок обработки реализован на одноплатном компьютере «Тион-про-28», который обеспечивает максимально обработку, эффективное распределение, архивирование данных, управление прибором в целом и поддержку протоколов обмена по цифровым интерфейсам. Этот микрокомпьютер является высоко интегрированным устройством и имеет в своем составе почти все необходимые порты для реализации интерфейсов связи. Передача данных в концентратор осуществляется с помощью волоконно-оптической линии связи. Волоконно-оптический интерфейс построен на основе оптического приемопередатчика Netlink НТВ-1100 и оптического коммутатора Dlink DES-3200-28F. Передача информации происходит с помощью интерфейса Ethernet, что обеспечивает высокую скорость передачи данных. Оптический коммутатор позволяет подключить к концентратору до 24 измерительных блоков. Концентратор предназначен для сбора данных от измерительных блоков, архивирования, построения графиков потребления, дополнительной обработки информации, подсчета расхода электроэнергии по всей подстанции. Отображение текущих значений и местное управление осуществляется с помощью сенсорного экрана. Оптический порт является технологическим и предназначен для загрузки, отладки и конфигурирования программы в микроконтроллере. Связь АСУЭФКС через существующий УСПД с подсистемой верхнего уровня осуществляется через интерфейс RS-485 по протоколу Modbus RTU. Программное обеспечение верхнего уровня, необходимое для работы системы, устанавливается на те же серверы, что и применяемые в АСКУЭ.

Предложенная система позволит определять режимы электропотребления на каждом участке, по каждому фидеру, оценивать уровень загрузки оборудования, эффективность рекуперативного торможения, а также высчитывать потери электроэнергии в реальном времени. Сравнение режимов текущего энергопотребления с энергооптимальными режимами позволит в реальном времени управлять системой электроснабжения. Система может использоваться для сетей тягового электроснабжения как переменного, так и постоянного тока, разница лишь в используемых датчиках тока и напряжения.

Литература

1. Степанов, Ю. А. Оптимизация измерительного комплекса учета электрической энергии и релейной защиты / Ю. А. Степанов, Д. Ю. Степанов. – М. : Энергоатомиздат, 1998. – 208 с.
2. Джонсон, Г. Высокоскоростная передача цифровых данных / Г. Джонсон. – М. : Вильямс, 2005. – 1024 с.
3. Парк, Д. Передача данных в системах контроля и управления / Д. Парк, С. Маккей, Э. Райт. – М. : Группа ИДТ, 2007. – 480 с.