

УДК 6.09

О подходе к организации типовой автоматизированной информационно-измерительной системы коллективного учёта энергии на промышленном предприятии

Тимиргазин И.А., Жернаков С.В.

Уфимский государственный авиационный технический университет

В данной работе предложен один из подходов к организации автоматизированной системы учёта электроэнергии на промышленном предприятии. Качественный учёт потребленной электроэнергии рассматривается в данной статье как один из ведущих факторов повышения эффективности взаимодействия энергосбытовых компаний и конечного потребителя.

Ключевые слова: автоматизированная информационно-измерительная система (АИИС) коллективного учёта энергии (КУЭ), учёт энергии, прибор учёта.

Введение

Потери электроэнергии в электрических сетях — основной показатель экономичности их работы, критерий качества функционирования системы учёта и общего состояния сети в целом.

Сегодня почти повсеместно наблюдается рост абсолютных и относительных показателей потерь электроэнергии при уменьшении отпуска в сеть.

В России около 60% вырабатываемой электроэнергии потребляется промышленными предприятиями [1]. При общей выработке электроэнергии в России, например, за 2017 г. 1094,3 млрд кВт·ч потери только в электрических сетях составили 105,3 млрд кВт·ч [2].

Снижение потерь — одна из главных и актуальных задач в электроснабжении. Рассмотрим типовую структуру распределения потерь электротехнической энергии (рисунок 1).

Исходя из представленного графика, можно констатировать, что наибольший процент нецелевых расходов связан с процессом передачи электроэнергии по ЛЭП. Одним из наиболее эффективных способов снижения потерь электроэнергии является совершенствование систем учёта путём комплексной автоматизации и телемеханизации электрических сетей, применение коммутационных аппаратов нового поколения.

Для примера рассмотрим схему (рисунок 2) передачи электроэнергии от производителя до потребителя, где узлы 1,2 системы электроснабжения — точки учёта электроэнергии производителем, ТП — точка планируемого коммерческого учёта на стороне потребителя. В качестве условности примем за потребителя промышленное предприятие.

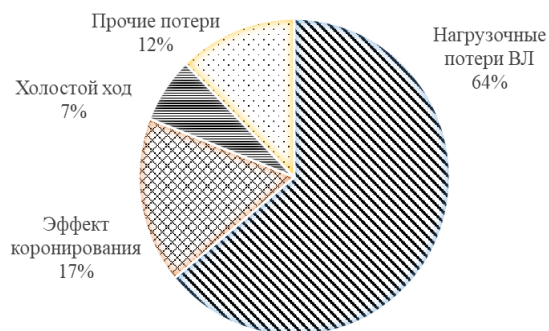


Рисунок 1. Среднестатистический график потерь

Система АИИС КУЭ, автоматизирующая контроль и учёт потоков электроэнергии и мощности в системе, явля-

ется наиболее оптимальным решением для выполнения поставленной задачи. Это иерархичная система, представляющая собой техническое устройство, функционально объединяющее совокупность измерительно-информационных комплексов точек измерений, информационно-вычислительных комплексов электроустановок, информационно-вычислительного комплекса и системы обеспечения единого времени, выполняющее функции проведения измерений, сбора, обработки и хранения результатов измерений, информации о состоянии объектов и средств измерений, а также передачи полученной информации в программно-аппаратный комплекс управления коммерческим учетом на оптовом рынке электроэнергии в автоматизированном режиме.

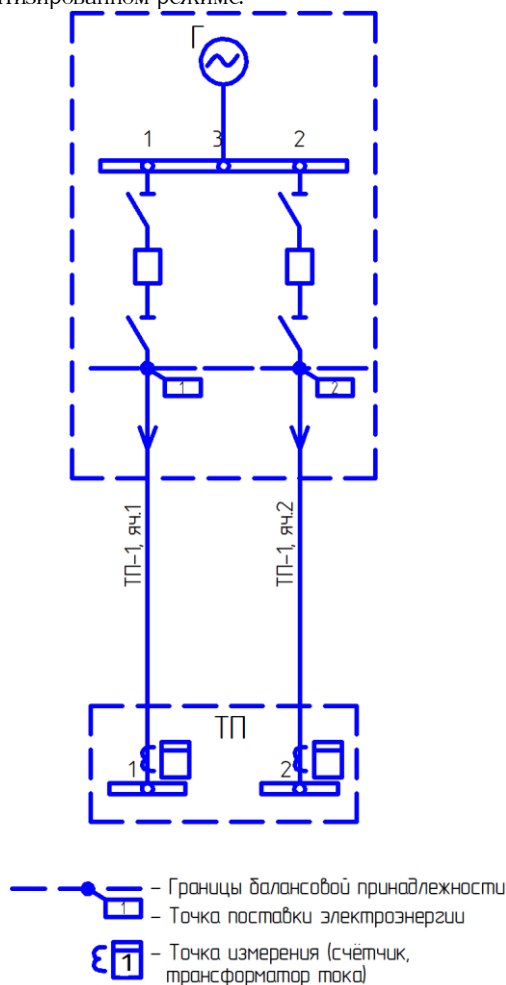


Рисунок 2

Основными целями создания АИИС являются:

- обеспечение автоматизированного учета выработки и потребления электроэнергии и, как следствие, повышение оперативности и достоверности расчетов за электроэнергию;
- повышение точности и надежности учета электроэнергии и мощности;
- обеспечение контроля за собственным электропотреблением предприятия;
- обеспечение финансовых расчетов на оптовом и/или розничном рынке электроэнергии.

1. Перечень подсистем

Для удобства рассмотрим АИИС как иерархию из трёх составных частей:

- 1) Информационно-измерительный комплекс (ИИК);
- 2) Информационно-вычислительный комплекс электроустановок (ИВКЭ);
- 3) Информационно-вычислительный комплекс (ИВК).

АИИС создаётся как информационно-вычислительная система с

централизованным управлением и распределённой функцией измерения. Рассмотрим более подробно каждый уровень.

ИИК должен обеспечивать автоматическое проведение измерений энергопотребления в определённой точке измерения. В состав ИИК входят:

- 1) Счётчик активной и реактивной энергии;
- 2) Измерительные трансформаторы напряжения;
- 3) Измерительные трансформаторы тока;

Таблица 2.1. Классы точности счётчиков коммерческого учёта активной электроэнергии

Объект учёта электроэнергии	Класс точности счётчиков не ниже	Класс точности измерительных трансформаторов не ниже
Линии электропередачи напряжением 220 кВ и выше	0,2	0,2(0,2S)
Трансформаторы мощностью 63 МВ·А и более	0,2 (0,5)	0,2S(0,5)
Линии электропередачи напряжением 35-150 кВ	0,5	0,5(0,5S)
Линии электропередачи и вводы напряжением 6-10 кВ с присоединённой мощностью 5 МВт и выше	0,5	0,5(0,5S)
Прочие объекты	1(2)	0,5S(1,0)

3) в трёхфазных сетях с глухозаземлённой нейтралью должны применяться трехэлементные электросчётчики, а измерительные трансформаторы тока должны устанавливаться во всех трёх фазах;

4) нагрузка, подключенная к измерительным трансформаторам, должна соответствовать рабочим условиям применения трансформаторов по ГОСТ 1983, 7746;

5) не допускается применение промежуточных трансформаторов тока;

6) в случае использования трансформатора напряжения только для целей коммерческого учёта необходимо обеспечить контроль целостности цепи трансформатора напряжения;

7) применяемые измерительные трансформаторы должны соответствовать требованиям ПУЭ по классу напряжения, а также по термической и электродинамической стойкости;

2.1.2 Счётчики

Счётчики должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1) класс точности по активной энергии не хуже 0,5S (ГОСТ 30206-94, ГОСТ Р 52323-2005), по реактивной энергии не хуже 1,0 (ГОСТ 26035-83);

4) Вторичные измерительные цепи.

ИВКЭ должен обеспечивать единый интерфейс доступа информации ко всем подключенным к нему ИИК. В состав ИВКЭ входят:

- 1) Устройства сбора и передачи данных;
- 2) Устройства синхронизации времени;
- 3) Каналообразующая аппаратура и каналы связи.

ИВК должен обеспечивать решение задач автоматического сбора данных измерений с приборов учета, автоматизированного сбора и хранения информации по состоянию средств измерений.

В состав АИИС также входит система обеспечения единого времени (СОЕВ), реализованная на всех уровнях иерархии посредством встроенных таймеров отдельных устройств (электросчётчиков, УСПД, ИВК) и их программного обеспечения, поддерживающего синхронизацию устройств по эталонному источнику.

2. Свойства подсистем

2.1 Информационно-измерительный комплекс

2.1.1 Измерительные трансформаторы

В соответствии с целями реализуемой системы учёта примем к сведению следующие технические требования:

1) технические параметры и метрологические характеристики трансформаторов тока и напряжения должны отвечать требованиям ГОСТ 7746 и ГОСТ 1983 соответственно.

2) измерительные трансформаторы тока и напряжения должны иметь класс точности не хуже 0,5 (см. табл. 2.1) [3];

2) счётчик должен обеспечивать измерение активной и реактивной электроэнергии в одном или двух направлениях (в зависимости от возможных режимов работы присоединения), для каждого вида и направления энергии должно обеспечиваться измерение нарастающим итогом, а также измерение получасовых и трехминутных приращений энергии;

3) наличие энергонезависимой памяти для хранения параметров, данных и журнала событий;

4) должно обеспечиваться формирование журнала событий с фиксацией фактов исчезновения питающего напряжения (в целом и пофазно), коррекции времени, изменения параметров счетчика;

5) должна обеспечиваться сохранность информации и ведение времени и календаря при отключении электропитания на время не менее одного года;

6) схема питания счетчика должна обеспечить бесперебойную работу счетчика при автоматическом переходе на резервное питание;

7) наличие двух цифровых интерфейсов;

8) возможность синхронизации времени в счётчике от внешнего эталонного источника;

9) автоматическая самодиагностика не реже одного раза в сутки;

10) работоспособность при температуре окружающего воздуха от -35°C до 50°C ;

11) средняя наработка на отказ не менее 35000 часов;

12) отображение информации на встроенном индикаторе и возможность снятия информации (результатов измерений, журнала событий) автономно без выведения счётчика из работы в составе АИИС;

13) защита от несанкционированного предоставления информации и изменения параметров путём установки паролей;

14) межповоротный интервал не менее восьми лет.

Счётчики должны выполнять следующие функции:

1)настройку параметров на конкретные условия эксплуатации;

2)измерение электроэнергии нарастающим итогом, приращений электроэнергии за интервалы времени и вы-

числение усреднённой мощности за интервалы времени (3 мин, 30 мин);

3)хранение профиля нагрузки с получасовым интервалом;

4)ведение встроенного календаря и часов;

5)ведение журнала событий (результаты самодиагностики, фиксация перерывов питания, попыток несанкционированного доступа, количества и дат связей со счётчиком, приведших к каким-либо изменениям параметров, факты превышения установленных пределов и т.п.);

6)защиту от несанкционированного предоставления информации;

7)сохранение информации при отсутствии питания;

8)автоматическую самодиагностику при включении питания, по расписанию и по внешнему запросу.

Подберём на основании вышеизложенных требований и рекомендаций подходящие измерительные компоненты.

Таблица 2 - Перечень оборудования ИИК

№п.п	Компонент	Тип	Класс точности	Регистрационный № в Госреестре
1	Измерительный трансформатор тока	ТПОЛ-10	0,5S; 0,2S	1261-08
2		ТПЛ-10-М	0,5S	22192-07
3		ТЛШ-10	0,5S	11077-07
4		ТЛМ-10	0,5	2473-05
5		ТОЛ-10	0,5S	7069-0,7
6	Измерительный трансформатор напряжения	ЗНОЛ.06-6	0,2; 0,5	3344-08
7		НОЛ-10	0,5	
8		НАМИТ-10	0,5	
9	Электросчётчик	ПСЧ-4ТМ.05МК	0,5S (1,0)	36355-07
10		Меркурий 233	0,5S (1,0)	34196-07

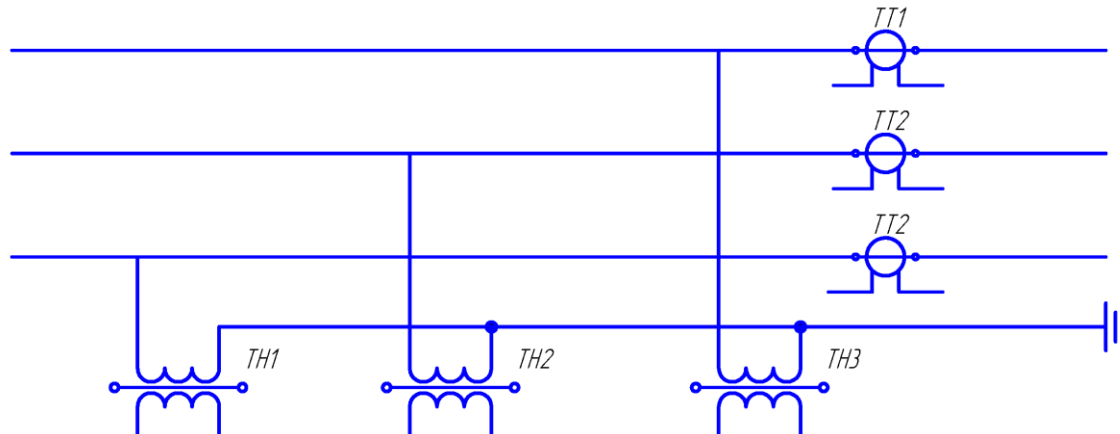


Рисунок 3. Схема соединения ТТ и ТН

2.2 Информационно-вычислительный комплекс электроустановок (ИВКЭ)

Основные функции УСПД:

1)обеспечение интерфейса доступа к информации по подключенным к нему счетчикам электроэнергии;

2)обеспечение автоматического сбора информации от счётчиков и её хранение;

3)периодическая синхронизация времени в УСПД и в обслуживаемых УСПД счётчиках электроэнергии;

Дополнительные функции УСПД:

1)обработка принятой информации (форматный разбор, нормализация данных, формирование групп, расчёт баланса, запись в архив);

2)ведение журнала событий УСПД;

3)предоставление доступа к собранной информации и журналам событий;

4)самодиагностика;

5)установка текущих значений времени и даты;

6)возможность объединения в информационную сеть с другими УСПД;

7)обеспечение сохранности информации и ведение времени и календаря при отключении электропитания на срок не менее одного года;

8)защита от несанкционированного доступа к аппаратной части (разъёмам, функциональным модулям и т.п.) и программно — информационному обеспечению;

9)степень защиты не ниже IP 51 в соответствии с ГОСТ 14254;

10) автономное функционирование, подтвержденная наработка на отказ не менее 35 000 часов.

Таблица 3 - Перечень оборудования ИВКЭ

Наименование устройства	Компонент	Количество
УСПД	ЭКОМ-3000 Т-С25-М3-В4-Г	1
Модем	Zelax M-115DK	2
Преобразователь	ОВЕН АС3-М	1
Ethernet switch	Zyxel ES1100-16	1
Сервер	Авеон IPC-602EBP	1
Источник бесперебойного питания	APC Smart-UPS SUA1500RMI2U	1

2.3 Информационно-вычислительный комплекс (ИВК)

ИВК должен обеспечивать решение задач автоматического сбора, диагностики, автоматизированной обработки и долговременного хранения информации по учёту электроэнергии, автоматизированного сбора и хранения информации по состоянию средств измерений, а также обеспечение интерфейсов доступа к этой информации.

Средства вычислительной техники, входящие в АИИС, должны отвечать требованиям к программно-аппаратным средствам защиты (ГОСТ Р 50739-95), и выполнять:

- гарантированное разграничение доступа к информации;

- регистрацию событий, имеющих отношение к защите информации;

- обеспечение доступа только после предъявления идентификатора и личного пароля;

- запрет на несанкционированное изменение конфигурации;

- должно обеспечиваться восстановление данных АИИС при отключении электроэнергии, при выходе из строя отдельных модулей, при авариях на основном оборудовании.

Таблица 4 - Перечень оборудования ИВК

Название	Функции
Center (консоль администратора ПТК «ЭКОМ»)	Управление учетными записями пользователей базы данных Управление коммуникациями Сервисные операции с базой данных
AdmTool (Редактор расчётных схем)	Управление измерительными каналами Управление структурой объектов учёта Управление расчетами
PSO (Сервер опроса)	Сбор данных и сохранение в БД
DataImpEx (Центр импорта-экспорта)	Импорт и экспорт данных в форматы различных электронных документов Автоматическая отправка сформированных документов Автоматический приём и обработка документов
КриптоПро CSP (Криптопровайдер)	Формирование ключей шифрования и ключей электронной цифровой подписи, шифрование и криптозащита данных
CryptoSendMail	Отправка электронной почтой данных, подписанных с помощью ПО CryptoPRO CSP

2.4 Система обеспечения единого времени (СОЕВ)

Измерительная и технологическая информация по каждой точке измерений в базе данных сервера АИИС формируется с привязкой к интервалам времени, границы которых определяются по внутренним часам электросчетчиков. Назначением СОЕВ в составе АИИС является измерение времени и интервалов времени внутренними часами отдельных технических средств (электросчетчиков, УСПД, сервера) и синхронизация внутренних часов отдельных устройств в соответствии с точным календарным (эталонным) временем с требуемой точностью и периодичностью.

СОЕВ включает в себя:

1) встроенные часы отдельных устройств (электросчетчиков, УСПД, сервера);

2) источник эталонного времени — GPS-приемник, конструктивно входящий в состав УСПД;

3) программные механизмы синхронизации внутреннего времени компонентов АИИС.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Внедрение автоматизированных систем контроля и учета в энергосистемах позволяет:

- повысить точность, оперативность и достоверность учёта расхода электроэнергии и мощности;

- выполнять оперативный контроль за режимами электропотребления, в том числе контроль договорных величин электроэнергии и мощности;

- оперативно предъявлять санкции предприятиям за превышение договорных и разрешенных величин мощности.

2. Внедрение АСКУЭ на промышленных предприятиях даёт возможность энергосистеме:

- вести в автоматизированном режиме жесткий контроль за потреблением энергии и мощности предприятиями-абонентами;

- организовать отключения нарушителей режимов;

- осуществлять расчёты за потребленную энергию и мощность;

- выставлять штрафные санкции предприятиям в случае превышения ими договорных величин. Это даёт не только экономический эффект, но и повышает ответственность потребителей за использование энергии, побуждает их проводить энергосберегающие мероприятия с целью сокращения энергопотребления.

Литература:

1. Немцев А.Г., Немцев Г.А. Качество электроэнергии и режимы её потребления в системах электроснабжения. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2010. 440 с.
2. Российский статистический ежегодник. 2017: стат. сб. / Росстат. М., 2017. 354 с.
3. Рекомендации по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. 80 с.