

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «26» октября 2021 г. № 2390

Регистрационный № 83537-21

Лист № 1
Всего листов 12

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Точки автоматизированные коммерческого учета электроэнергии 6(10) кВ АТКУЭ

Назначение средства измерений

Точки автоматизированные коммерческого учета электроэнергии 6(10) кВ АТКУЭ (далее – АТКУЭ) предназначены для масштабного преобразования и измерений напряжения и силы переменного тока, активной, реактивной и полной электрической мощности, активной и реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений, частоты переменного тока основной гармоники, коэффициента мощности $\cos\varphi$ в электрических сетях переменного тока на номинальные напряжения 6 и 10 кВ с номинальной частотой 50 Гц, а также измерений текущего времени.

Описание средства измерений

Принцип действия АТКУЭ состоит в следующем: при помощи первичных преобразователей, выполненных на основе реализации законов Ома, полного тока, электромагнитной индукции и гальваномагнитных эффектов, осуществляется масштабное преобразование величины напряжения и силы переменного тока первичной сети. Далее, в измерительно-коммуникационном блоке АТКУЭ, осуществляется аналогово-цифровое преобразование значений величин, поступающих с выходов первичных преобразователей. Оцифрованные значения напряжения и силы переменного тока используются в алгоритмах, заложенных в программном обеспечении измерительно-коммуникационного блока. В соответствии с заданными алгоритмами осуществляется расчет мощностей, параметров электрической энергии, а также выполнение функций релейной защиты и автоматики (далее – РЗА) (определение направления повреждения, определение напряжения смещения нейтрали энергосистемы в месте установки АТКУЭ и выполнение других функций автоматики и управления). Значения, полученные в результате измерений и выполнения алгоритмов, записываются в соответствующие журналы, хранящиеся в энергонезависимой памяти АТКУЭ с целью их дальнейшей передачи по беспроводным каналам связи (с использованием технологий GSM/GPRS/Wi-Fi) при помощи выбранного протокола передачи данных. АТКУЭ также отображает значение передаваемой электроэнергии с помощью светодиода, размещенного на внешней стороне корпуса АТКУЭ, при этом частота следования световых импульсов прямо пропорциональна количеству передаваемой электроэнергии.

Конструктивно АТКУЭ состоит из следующих компонентов:

- первичных преобразователей, которые содержат в себе преобразователь силы переменного тока, первичный преобразователь напряжения переменного тока и балластно-защитное устройство блока питания;

- измерительно-коммуникационного блока на стороне низкого напряжения, который содержит в себе измерительно-коммуникационный модуль и трехфазный блок питания.

Первичные преобразователи силы переменного тока представляют собой состоящие из двух частей модифицированную катушку Роговского, катушку Роговского на замкнутом сердечнике, малогабаритный трансформатор тока и датчик постоянного тока (опция). Малогабаритный трансформатор тока и катушка Роговского на замкнутом сердечнике используется в исполнении АТКУЭ с первичными преобразователями тока и напряжения неразъемной конструкции, предназначенными для монтажа в разрыв проводника тока первичной сети. Для контроля исправности преобразователей применимо их дублирование. Первичные преобразователи силы переменного тока обеспечивают гальваническую развязку и преобразование тока в первичной цепи во вторичный сигнал для дальнейшего его преобразования и обработки в измерительно-коммуникационном блоке АТКУЭ в соответствии с заложенными алгоритмами.

Первичный преобразователь напряжения переменного тока представляет собой делитель напряжения, содержащий высоковольтное и низковольтное плечи. Первичный преобразователь напряжения переменного тока обеспечивает преобразование высокого напряжения переменного тока в низкое напряжение переменного тока для дальнейшего его преобразования и обработки в измерительно-коммуникационном блоке АТКУЭ в соответствии с заложенными алгоритмами.

Балластно-защитное устройство блока питания представляет собой делитель напряжения, с одной стороны подключенный к первичному проводу, а с другой стороны подключенный к трехфазному блоку питания АТКУЭ. Балластно-защитное устройство совместно с блоком питания обеспечивает преобразование высокого напряжения переменного тока в значение напряжения переменного тока, пригодное для передачи мощности от первичного провода электронным компонентам измерительно-коммуникационного блока. Возможно изготовление первичных преобразователей без балластно-защитного устройства, в этом случае питание измерительно-коммуникационного блока должно осуществляться от внешнего источника питания постоянного тока напряжением от 100 до 370 В или переменного тока частотой 50 Гц и напряжением от 85 до 265 В, мощностью не менее 5 Вт.

Измерительно-коммуникационный блок представляет собой герметичный корпус, внутри которого размещены электронные компоненты АТКУЭ (печатные платы), а также трехфазный блок питания. Измерительно-коммуникационный блок обеспечивает преобразование и обработку сигналов, поступающих с выходов первичных преобразователей, в соответствии с заложенными алгоритмами. Данные, полученные в результате выполнения алгоритмов, передаются по беспроводным каналам связи (основной канал организуется по стандарту GSM/GPRS, резервный – Wi-Fi). Для осуществления проверки измерительно-коммуникационный блок АТКУЭ содержит электрический импульсный выход. Частота следования импульсов пропорциональна величине потребляемой энергии, количество импульсов на каждый кВт·ч или кВар·ч задается постоянной АТКУЭ, которая приведена в паспорте на АТКУЭ. Значение постоянной АТКУЭ возможно считать программным способом. Вид энергии (активная, реактивная) и фаза, по которой работает импульсный выход, задается программно. Электрические характеристики импульсного выхода соответствуют требованиям ГОСТ 31819.22-2012 и ГОСТ 31819.23-2012. В состав измерительно-коммуникационного блока может входить модуль приема ГЛОНАСС/GPS-сигналов, который позволяет синхронизировать внутренние часы реального времени. Синхронизация внутренних часов также может осуществляться по каналу GSM/GPRS от внешнего сервера точного времени по протоколу NTP. Выбор источника синхронизации осуществляется программно. Ход внутренних часов в случае отключения основного источника питания, а также контроль внешних воздействий осуществляется при помощи встроенной батареи. В случае необходимости АТКУЭ может не комплектоваться батареей питания, и при включении АТКУЭ установка точного времени будет осуществляться с помощью модуля приема ГЛОНАСС/GPS-сигналов.

Антенны GSM/GPRS, Wi-Fi, ГЛОНАСС/GPS АТКУЭ при размещении измерительно-коммуникационного блока на открытом воздухе расположены на внешней поверхности его корпуса. В случае размещения измерительно-коммуникационного блока под радионепрозрачным навесом, в помещении или корпусе комплектного устройства, антенны устанавливаются на открытом воздухе и с помощью внешних кабелей связи подключаются к соответствующим разъемам на корпусе измерительно-коммуникационного блока.

Информационная модель АТКУЭ и формат передаваемых данных соответствуют требованиям IEC 62056 (DLMS/COSEM), СПОДЭС. Для передачи информации о работе функций РЗА используется протокол согласно МЭК-60870-5-104.

АТКУЭ предназначены для наружной установки непосредственно на провода воздушной линии электропередачи (далее – ВЛЭП), в помещениях или корпусах комплектных устройств в трехфазных трехпроводных электрических сетях переменного тока частотой 50 Гц напряжением 6 и 10 кВ.

АТКУЭ комплектуются первичными преобразователями разъемной или неразъемной конструкции. Первичные преобразователи разъемной конструкции предназначены для монтажа на ВЛЭП без разрыва электрической цепи. Первичные преобразователи неразъемной конструкции могут применяться в составе комплектных устройств и устанавливаются в разрыв электрической цепи.

АТКУЭ выполняет следующие функции:

- учет активной и реактивной электрической энергии в однофазном и трехфазном режимах;
- релейная защита и автоматика (определение смещения нейтрали, определение направления повреждения и др.);
- функции самодиагностики;
- ведение журнала событий;
- расчет показателей качества электрической энергии в соответствии с ГОСТ 30804.4.30-2013 (опционально). Интервал интегрирования активной и реактивной электрической мощности выбирается программно и задается из ряда значений – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 и 60 мин.

Контролируемые параметры АТКУЭ:

- значения напряжения и силы переменного тока прямой, обратной и нулевой последовательности;
- значения углов между напряжениями и токами.

Измеряемые параметры АТКУЭ:

- значения силы переменного тока;
- значения напряжения переменного тока;
- значения активной и реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений;
- значения активной, реактивной и полной электрической мощности;
- значения частоты основной гармоники сети;
- коэффициент мощности.

АТКУЭ поддерживает многотарифный учет активной электрической энергии по временным зонам. Тарификатор АТКУЭ имеет следующие характеристики:

- количество тарифов – 8;
- дискретность тарифной зоны в сутках – 30 мин;
- количество типов дней – 8;
- количество типов недель – 8;
- количество сезонов – 50.

Глубина хранения данных по профилю нагрузки по активной и реактивной электрической энергии с нарастающим итогом – 124 дня (при выбранной дискретности сохранения данных по профилю нагрузки 30 мин.).

АТКУЭ выпускают в модификациях, отличающихся исполнением по классу

напряжения, максимальным и номинальным током, конструктивным исполнением первичных преобразователей, исполнением источника питания, способом размещения антенн, климатическим исполнением и категорией размещения.

Структура условного обозначения АТКУЭ:

АТКУЭ – А – Б – В – Г – Д – Е – Ж

Расшифровка структуры условного обозначения АТКУЭ представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Расшифровка структуры условного обозначения АТКУЭ

Условное обозначение	Расшифровка обозначения	
АТКУЭ	Обозначение типа: Точка автоматизированная коммерческого учета электроэнергии	
А	Исполнение АТКУЭ по классу напряжения	
	6	6 кВ
	10	10 кВ
Б	Номинальный ток и максимальный ток $I_{\text{ном}} / I_{\text{макс}}$, А	
В	Исполнение первичных преобразователей	
	П	Подвесное исполнение
	О	Опорное исполнение
Г	Источник питания	
	ПП	Первичный провод 6 или 10 кВ
	ВИ	Внешний источник питания постоянного тока напряжением от 100 до 370 В или переменного тока частотой 50 Гц напряжением от 85 до 265 В
Д	Способ размещения антенн	
	К	Антенны установлены на корпусе измерительно-коммуникационного блока
	В	Используются выносные антенны, подключаемые с помощью внешнего кабеля связи к разъемам на измерительно-коммуникационном блоке
Е	Необходимость комплектования модулем ГЛОНАСС/GPS	
	1	АТКУЭ комплектуется модулем ГЛОНАСС/GPS
	0	АТКУЭ не комплектуется модулем ГЛОНАСС/GPS, синхронизация внутренних часов осуществляется только от внешнего сервера точного времени
Ж	Климатическое исполнение и категория размещения	
	У1 по ГОСТ 15150-69	Для работы на открытом воздухе (от -40 до +70 °С)
	У2 по ГОСТ 15150-69	Для работы в помещении (от -40 до +40 °С)

Серийный номер АТКУЭ наносится на паспортную табличку, размещенную на крышке измерительно-коммуникационного блока, изготовленную любым технологическим способом в виде цифрового кода.

Общий вид АТКУЭ представлен на рисунках 1 – 3. Нанесение знака поверки на АТКУЭ в обязательном порядке не предусмотрено. Пломбирование АТКУЭ не предусмотрено.



Рисунок 1 – Общий вид АТКУЭ с первичными преобразователями подвешного исполнения (неразъемное соединение первичных преобразователей и измерительно-коммуникационного блока)



Рисунок 2 – Общий вид АТКУЭ с первичными преобразователями подвесного исполнения (разъемное соединение первичных преобразователей и измерительно-коммуникационного блока)



Рисунок 3 – Общий вид АТКУЭ с первичными преобразователями опорного исполнения (разъемное соединение первичных преобразователей и измерительно-коммуникационного блока)

Программное обеспечение

Встроенное программное обеспечение (далее – ПО) АТКУЭ представляет собой набор микропрограмм, предназначенных для обеспечения нормального функционирования АТКУЭ, расчета параметров электрической сети и их архивирования, передачи и приема информации по различным каналам связи, выполнения функций самодиагностики и управления интерфейсом.

ПО подразделяется на метрологически значимую и незначимую части. Метрологически

значимая часть ПО остается неизменной в течение всего срока службы АТКУЭ. Метрологически незначимая часть ПО АТКУЭ может обновляться как локально, так и удаленно. Возможность настройки метрологически незначимой части ПО АТКУЭ ограничивается уровнями прав доступа.

Метрологические характеристики АТКУЭ нормированы с учетом влияния ПО.

Уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные метрологически значимой части встроенного ПО АТКУЭ приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики метрологически значимой части ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	АТКУЕ_mp
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.0.0
Цифровой идентификатор ПО (CRC16)	0xb873

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальные значения напряжения переменного тока $U_{ном}$, кВ: - для исполнения АТКУЭ по классу напряжения 6 - для исполнения АТКУЭ по классу напряжения 10	$6/\sqrt{3}$ $10/\sqrt{3}$
Наибольшие рабочие напряжения, кВ: - для исполнения АТКУЭ по классу напряжения 6 - для исполнения АТКУЭ по классу напряжения 10	7,2 12,0
Диапазон измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока, В	от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,2 \cdot U_{ном}$ ¹⁾
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока в диапазоне от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,2 \cdot U_{ном}$ для класса точности 0,2 по САПМ.411733.001 ТУ, %	$\pm 0,2$ ¹⁾
Номинальные значения силы переменного тока $I_{ном}$, А	5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 80; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750
Максимальное значение силы переменного тока $I_{макс}$, А ²⁾	от $1,0 \cdot I_{ном}$ до $8 \cdot I_{ном}$
Диапазон измерений среднеквадратических значений силы переменного тока, А	от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}$ ¹⁾
Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений среднеквадратических значений силы переменного тока в диапазоне от $0,01 \cdot I_{ном}$ до $I_{макс}$ для класса точности 0,2S по САПМ.411733.001 ТУ, %	приведены в таблице 4 ¹⁾
Класс точности при измерении активной электрической энергии ³⁾	0,5S
Класс точности при измерении реактивной электрической энергии ⁴⁾	1,0
Постоянные АТКУЭ, имп./(кВт·ч), имп./(кВар·ч) ⁵⁾	от 200 до 100 000
Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений активной электрической мощности для АТКУЭ класса точности 0,5S по САПМ.411733.001 ТУ, %	приведены в таблице 5 ¹⁾

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений реактивной электрической мощности для АТКУЭ класса точности 1,0 по САПМ.411733.001 ТУ, %	приведены в таблице 6 ¹⁾
Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений полной электрической мощности для АТКУЭ класса точности 0,5S по САПМ.411733.001 ТУ, %	приведены в таблице 5 ¹⁾
Диапазон измерений частоты переменного тока основной гармоники, Гц	от 42,5 до 57,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока основной гармоники, Гц	±0,01
Диапазоны измерений коэффициента мощности cosφ	от -1 до -0,25; от 0,25 до 1 ¹⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности cosφ	±0,01 ¹⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений текущего времени, при отсутствии синхронизации, с/сут	±1,0
¹⁾ При номинальной частоте 50 Гц. ²⁾ Не более 750 А. ³⁾ Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений активной электрической энергии прямого и обратного направлений для АТКУЭ класса точности 0,5S по САПМ.411733.001 ТУ приведены в таблице 5. ⁴⁾ Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений для АТКУЭ класса точности 1,0 по САПМ.411733.001 ТУ приведены в таблице 6. ⁵⁾ Значение, выражающее соотношение между электрической энергией, зарегистрированной АТКУЭ, и соответствующей величиной на испытательном выходе АТКУЭ.	

Таблица 4 – Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений среднеквадратических значений силы переменного тока

Класс точности	Значение силы переменного тока, А	Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений среднеквадратических значений силы переменного тока, %
0,2S	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,75$
	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,35$
	$0,2 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < I_{\text{НОМ}}$	$\pm 0,2$
	$I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$	$\pm 0,2$

Таблица 5 – Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений активной электрической энергии прямого и обратного направлений, активной и полной электрической мощности для АТКУЭ класса точности 0,5S по САПМ.411733.001 ТУ

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент мощности $\cos\varphi$	Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений активной электрической энергии прямого и обратного направлений и мощности, %
$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	1,00	$\pm 1,0$
$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$		$\pm 0,5$
$0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,10 \cdot I_{\text{НОМ}}$	0,50 (при индуктивной нагрузке) и 0,80 (при емкостной нагрузке)	$\pm 1,0$
$0,10 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$		$\pm 0,6$
$0,10 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$	0,25 (при индуктивной нагрузке) и 0,50 (при емкостной нагрузке)	$\pm 1,0$

Таблица 6 – Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений и реактивной электрической мощности для АТКУЭ класса точности 1,0 по САПМ.411733.001 ТУ

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin\varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемых относительных погрешностей измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений и мощности, %
$0,02 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	1,00	$\pm 1,5$
$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$		$\pm 1,0$
$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,10 \cdot I_{\text{НОМ}}$	0,50	$\pm 1,5$
$0,10 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$		$\pm 1,0$
$0,10 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I \leq I_{\text{МАКС}}$	0,25	$\pm 1,5^*$

* Пределы допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности $\pm 2,0$ %.

Таблица 7 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Максимальное значение напряжения переменного тока, В	$2,1 \cdot U_{\text{ном}}$
Параметры электрического питания измерительно-коммуникационного блока: ¹⁾ - напряжение постоянного тока, В - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	от 100 до 370 от 85 до 265 50
Мощность, потребляемая измерительно-коммуникационным блоком, Вт ($V \cdot A$), не более	5
Количество тарифов	8
Количество электрических испытательных выходов с параметрами по ГОСТ IEC 62053-31-2012	1
Габаритные размеры первичных преобразователей АТКУЭ (длина×ширина×высота), мм, не более	290×155×365
Габаритные размеры измерительно-коммуникационного блока, (ширина×высота×глубина), мм, не более	265×200×105
Масса первичных преобразователей, кг, не более	6,5
Масса измерительно-коммуникационного блока, кг, не более	6
Группа условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1-90	M1
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69	У1, У2
Степень защиты оболочки по ГОСТ 14254-2015: - первичных преобразователей - измерительно-коммуникационного блока	IP65 IP55
Срок службы литиевой батареи, лет, не менее	16
Средняя наработка на отказ, ч	290000
Средний срок службы, лет	30
¹⁾ При изготовлении первичных преобразователей без балластно-коммуникационного блока.	

Знак утверждения типа

наносится на паспортную табличку, размещенную на крышке измерительно-коммуникационного блока, изготовленную любым технологическим способом и на титульный лист паспорта и руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 8 – Комплектность АТКУЭ

Наименование	Обозначение	Количество
Точка автоматизированная коммерческого учета электроэнергии 6(10) кВ АТКУЭ в составе:	-	1 шт.
- первичные преобразователи силы и напряжения переменного тока	-	3 шт.
- измерительно-коммуникационный блок	-	1 шт.
Установочный комплект	-	1 шт.
Руководство по эксплуатации	САПМ.411733.001 РЭ	1 экз.
Паспорт	САПМ.411733.001 ПС	1 экз.
Упаковка	-	1 шт.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 1.4.1 «Методы измерений» руководства по эксплуатации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к точкам автоматизированным коммерческого учета электроэнергии 6(10) кВ АТКУЭ

ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010 «Трансформаторы измерительные. Часть 7. Электронные трансформаторы напряжения»

ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010 «Трансформаторы измерительные. Часть 8. Электронные трансформаторы тока»

ГОСТ 56750-2015 «Аппаратура для измерений электрической энергии переменного тока. Частные требования. Счетчики электрической энергии с аналоговыми входами, подключаемые к маломощным датчикам, используемым в качестве трансформаторов напряжения и тока»

ГОСТ 30804.4.30-2013 (IEC 61000-4-30:2008) «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии»

САПМ.411733.001 ТУ «Точки автоматизированные коммерческого учета электроэнергии 6(10) кВ АТКУЭ. Технические условия»

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное объединение «Цифровые измерительные трансформаторы» (ООО НПО «ЦИТ»)

Адрес деятельности: 153000, Ивановская область, город Иваново, ул. Большая Воробьевская, д. 26, оф. 27

Место нахождения и адрес юридического лица: 153000, Ивановская область, город Иваново, ул. Большая Воробьевская, д. 26, оф. 27

ИНН 3702100763

Испытательный центр

Общество с ограниченной ответственностью «Испытательный центр разработок в области метрологии» (ООО «ИЦРМ»)

Место нахождения и адрес юридического лица: 117546, г. Москва, Харьковский проезд, д.2, этаж 2, пом. I, ком. 35,36

Аттестат аккредитации ООО «ИЦРМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311390 от 18.11.2015 г.

