

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система автоматизированная информационно-измерительная коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) тяговых подстанций Юго-Восточной ЖД филиала ОАО «Российские Железные Дороги» в границах Курской области

Назначение средства измерений

Система автоматизированная информационно-измерительная коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) тяговых подстанций Юго-Восточной ЖД филиала ОАО «Российские Железные Дороги» в границах Курской области (далее по тексту – АИИС КУЭ) предназначена для измерения активной и реактивной электроэнергии, потребленной за установленные интервалы времени, сбора, обработки, хранения и передачи полученной информации.

Описание средства измерений

АИИС КУЭ представляет собой многофункциональную трехуровневую автоматизированную систему с централизованным управлением и распределённой функцией измерения.

АИИС КУЭ включает в себя следующие уровни:

1-ый уровень - измерительные трансформаторы тока и напряжения и счетчики активной и реактивной электроэнергии, шлюзы коммуникационные ШК-1, вторичные измерительные цепи и технические средства приема-передачи данных, образующие 6 измерительных каналов системы по количеству точек учета электроэнергии;

2-ой уровень – измерительно-вычислительный комплекс регионального Центра энергоучёта, реализован на базе устройства сбора и передачи данных (УСПД RTU-327, Госреестр № 19495-03, зав. № 000537; 000779), выполняющего функции сбора, хранения результатов измерений и передачи их на уровень ИВК, и содержит Комплекс измерительно-вычислительный для учета электрической энергии «Альфа-Центр» (Госреестр №20481-00), который решает задачи коммерческого многотарифного учета расхода и прихода электроэнергии в течение заданного интервала времени, измерения средних мощностей на заданных интервалах времени, мониторинга нагрузок заданных объектов;

3-ий уровень – измерительно-вычислительный комплекс Центра сбора данных АИИС КУЭ (далее – ИВК), реализованный на базе Комплекса измерительно-вычислительного для учета электроэнергии «ЭНЕРГИЯ-АЛЬФА» (Госреестр № 35052-07), серверного оборудования (серверов сбора данных – основного и резервного, сервера управления), включающий в себя каналы сбора данных с уровня регионального Центра энергоучёта, каналы передачи данных субъектам ОРЭ.

Первичные токи и напряжения преобразуются измерительными трансформаторами в аналоговые унифицированные сигналы, которые по проводным линиям связи поступают на измерительные входы счетчика электроэнергии. В счетчике мгновенные значения аналоговых сигналов преобразуются в цифровой сигнал. По мгновенным значениям силы электрического тока и напряжения в микропроцессоре счетчика вычисляются соответствующие мгновенные значения активной, реактивной и полной мощности без учета коэффициентов трансформации, которые усредняются за 0,02 с. Средняя за период реактивная мощность вычисляется по средним за период значениям активной и полной мощности.

Средняя активная (реактивная) электрическая мощность вычисляется как среднее значение вычисленных мгновенных значений мощности на интервале времени усреднения 30 мин.

Цифровой сигнал с выходов счетчиков при помощи технических средств приема-передачи данных поступает на входы УСПД уровня ИВК регионального Центра энергоучета, где производится обработка измерительной информации (умножение на коэффициенты трансформации), сбор и хранение результатов измерений. Далее информация поступает на ИВК Центра сбора данных АИИС КУЭ.

АИИС КУЭ оснащена системой обеспечения единого времени (СОЕВ). Для синхронизации времени в системе в состав ИВК входит устройство синхронизации системного времени (УССВ) типа 35LVS (35HVS). Устройство синхронизации системного времени УССВ обеспечивает автоматическую синхронизацию времени сервера, при превышении порога ± 1 с происходит коррекция времени сервера. Часы УСПД синхронизируются при каждом сеансе связи УСПД - сервер, коррекция при превышении ± 1 с. Часы счетчика синхронизируются от часов УСПД с периодичностью 1 раз в 30 минут, коррекция часов счетчиков при превышении порога более чем на ± 2 с. Взаимодействие между уровнями АИИС КУЭ осуществляется по протоколу NTP по оптоволоконной связи, задержками в линиях связи пренебрегаем ввиду малости значений. Точность хода часов счетчика согласно описанию типа $\pm 0,5$ с, с учетом температурной составляющей $\pm 1,5$ с. Погрешность системного времени АИИС КУЭ не превышает ± 5 с.

Программное обеспечение

Уровень регионального Центра энергоучета содержит Комплекс измерительно-вычислительный для учета электрической энергии «Альфа-Центр», включающий в себя программное обеспечение «Альфа-Центр АРМ», «Альфа-Центр СУБД «Oracle», «Альфа-Центр Коммуникатор». ИВК «Альфа-Центр» решает задачи коммерческого многотарифного учета расхода и прихода электроэнергии в течение заданного интервала времени, измерения средних мощностей на заданных интервалах времени, мониторинга нагрузок заданных объектов.

Уровень ИВК Центра сбора данных содержит Комплекс измерительно-вычислительный для учета электроэнергии «ЭНЕРГИЯ-АЛЬФА», включающий в себя программное обеспечение ПК «Энергия Альфа 2». ИВК «ЭНЕРГИЯ-АЛЬФА» решает задачи автоматического накопления, обработки, хранения и отображения измерительной информации.

Таблица 1. - Сведения о программном обеспечении(ПО).

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм цифрового идентификатора ПО
«Альфа-Центр»	«Альфа-Центр АРМ»	4	a65bae8d7150931f811cfbc6e4c7189d	MD5
«Альфа-Центр»	«Альфа-Центр СУБД «Oracle»	9	bb640e93f359bab15a02979e24d5ed48	MD5
«Альфа-Центр»	«Альфа-Центр Коммуникатор»	3	3ef7fb23cf160f566021bf19264ca8d6	MD5
«ЭНЕРГИЯ-АЛЬФА»	ПК «Энергия Альфа 2»	2.0.0.2	17e63d59939159ef304b8ff63121df60	MD5

- Комплекс измерительно-вычислительный для учета электрической энергии «Альфа-Центр», включающий в себя ПО, внесен в Госреестр СИ РФ под № 20481-00;

- Предел допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, получаемой за счет математической обработки измерительной информации, составляет 1 единицу младшего разряда измеренного (учтенного) значения;
- Пределы допускаемых относительных погрешностей по активной и реактивной электроэнергии не зависят от способов передачи измерительной информации и способов организации измерительных каналов;
- Комплексы измерительно-вычислительные для учета электроэнергии «ЭНЕРГИЯ-АЛЬФА», включающие в себя ПО, внесены в Госреестр СИ РФ под № 35052-07;
- Пределы допускаемых относительных погрешностей при измерениях электрической энергии, мощности вычисляются по методике поверки на комплексы ИВК «ЭНЕРГИЯ-АЛЬФА» в зависимости от состава ИК и рабочих условиях эксплуатации;
- Метрологические характеристики ИК АИИС КУЭ, указанные в таблицах 3,4 нормированы с учетом ПО.
- Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений – уровень «С» в соответствии с МИ 3286-2010;

Метрологические и технические характеристики

Состав измерительных каналов АИИС КУЭ приведен в таблице 2. Уровень ИВК АИИС КУЭ реализован на базе устройства сбора и передачи данных УСПД RTU-327 (Госреестр № 19495-03, зав. № 000537; 000779) и Комплекса измерительно-вычислительного для учета электрической энергии «Альфа-Центр» (Госреестр №20481-00).

Таблица 2 - Состав измерительных каналов АИИС КУЭ

№ ИК	Диспетчерское наименование точки учёта	Состав измерительного канала			Вид электроэнергии
		Трансформатор тока	Трансформатор напряжения	Счётчик статический трёхфазный переменного тока активной/реактивной энергии	
1	2	3	4	5	6
ТП «Касторная»					
1.1	Ввод-1 110 кВ	ТФЗМ-110 класс точности 0,5 К _{ТТ} =600/5 Зав. № 49192; 49040; 48033	НКФ-110 класс точности 0,5 К _{ТН} =110000/√3/100√3 Зав. № 54510; 54646; 54430	EA05RAL-P4B-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01046496	активная реактивная
1.2	Ввод-2 110 кВ	ТФЗМ-110 класс точности 0,5 К _{ТТ} =600/5 Зав. № 49038; 49014; 4983	НКФ-110 класс точности 0,5 К _{ТН} =110000/√3/100√3 Зав. № 54610; 54650; 54212	EA05RAL-P4B-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01046495	активная реактивная
1.3	Ввод-1 ТП-1 27,5кВ	ТФЗМ-35Б класс точности 0,2S К _{ТТ} =1000/5 Зав. № 31812; 31338; 31819	ЗНОМ-35 класс точности 0,5 К _{ТН} =27500/100 Зав. № 1381456; 1381434; 1414513	EA05RAL-P4B-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01046482	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
1.4	Ввод-2 ТП-2 27,5кВ	ТФЗМ-35Б класс точности 0,2S К _{ТТ} =1000/5 Зав. № 31675; 31678; 31818	ЗНОМ-35 класс точности 0,5 К _{ТН} =27500/100 Зав. № 1393668; 1381424; 1414149	ЕА05РАL-Р4В-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01046489 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
1.5	ДПР-1 27,5кВ	ТФЗМ-35А класс точности 0,5 К _{ТТ} =200/5 Зав. № 52761; 52690	ЗНОМ-35 класс точности 0,5 К _{ТН} =27500/100 Зав. № 1381456; 1381434; 1414513	ЕА05РАL-Р4В-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01152304 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
1.6	ДПР-2 27,5кВ	ТФЗМ-35А класс точности 0,5 К _{ТТ} =200/5 Зав. № 54287; 54084	ЗНОМ-35 класс точности 0,5 К _{ТН} =27500/100 Зав. № 1393668; 1381424; 1414149	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01036624 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
1.7	Ввод-1 10кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{ТТ} =1000/5 Зав. № 4231; 4233; 7970	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 4534; 4508	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01036639 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
1.8	Ввод-2 10кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{ТТ} =1000/5 Зав. № 7971; 7972; 7973	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 5819; 5798	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01036632 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
1.9	Ф-2 10кВ	ТВК-10 класс точности 0,5 К _{ТТ} =4000/5 Зав. № 00195; 00642	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 4534; 4508	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085403 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
1.10	Ф-5 (ЦРП) 10кВ	ТВК-10 класс точности 0,5 К _{ТТ} =4000/5 Зав. № 01038; 15801	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 5819; 5798	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01036590 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
1.11	Ф-6 (ЦРП) 10кВ	ТБК-10 класс точности 0,5 К _{ТТ} =1000/5 Зав. № 01156; 01048	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 4534; 4508	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085554 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
1.12	ТСН-1 0,4кВ	Т-0.66 класс точности 0,5 К _{ТТ} =1000/5 Зав. № 06237; 12796; 00844	-	А2R-4-AL-C29-T+ класс точности 0,5S/1 Зав. № 0110088 Госреестр № 14555-02	активная реактивная
1.13	ТСН-2 0,4кВ	Т-0.66 класс точности 0,5 К _{ТТ} =1000/5 Зав. № 30442; 30369; 08071	-	А2R-4-AL-C29-T+ класс точности 0,5S/1 Зав. № 01100129 Госреестр № 14555-02	активная реактивная
1.14	СЦБ- 0,4кВ	Т-0.66 класс точности 1 К _{ТТ} =300/5 Зав. № 27258; 00443	-	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01046505 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
ТП «Полевая»					
2.1	ВЛ Ржава 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =300/1 Зав. № 3865; 3866; 4023	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,5 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 1160; 1118; 986	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108078065 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
2.2	Ввод-1 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =75/1 Зав. № 4126; 4135; 4176	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,5 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 1160; 1118; 986	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108078114 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
2.3	ВЛ Сеймская 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =300/1 Зав. № 3871; 3868; 3603	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,5 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 2071; 2053; 2057	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108076992 Госреестр № 27524-04	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
2.4	Ввод-2 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =75/1 Зав. № 4179; 4132; 4128	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,5 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 2071; 2053; 2057	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108078020 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
2.5	СМВ (РП) 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =75/1 Зав. № 3928; 3688; 4032	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,5 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 1160; 1118; 986/ 2071; 2053; 2057	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108078175 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
2.6	Ввод-1 10кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{ТТ} =750/5 Зав. № 1248; 1265	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 6117; 6117; 6117	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084762 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.7	Ф-ЦРП1 10 кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{ТТ} =400/5 Зав. № 5858; 5843	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 6117; 6117; 6117	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085539 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.8	ФПЭ-1 10 кВ (Солнцево)	ТПФМУ-10 класс точности 0,5 К _{ТТ} =75/5 Зав. № 17344; 17366	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 6117; 6117; 6117	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085361 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.9	КВ-1 10кВ	ТПОФ-10 класс точности 0,5 К _{ТТ} =1000/5 Зав. № 156258; 156257	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 6117; 6117; 6117	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085475 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.10	ТСН-1 10кВ	ТПФМУ-10 класс точности 0,5 К _{ТТ} =75/5 Зав. № 11356; 16857	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 6117; 6117; 6117	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01046575 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
2.11	Ф-4 10 кВ (Резерв)(ТУ не подключена к измерительным цепям)	ТПФМ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =400/5 Зав. № 16081; 16511; 11461	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6117; 6117; 6117	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085497 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.12	Ф-7 10 кВ (Резерв)	ТПФМ-10 класс точности 3 К _{тт} =400/5 Зав. № 77651; 77461	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6117; 6117; 6117	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085492 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.13	Ввод-2 10кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{тт} =75/5 Зав. № 1258; 1235	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6125; 6125; 6125	ЕА05RAL-P4В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084851 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.14	Ф-ЦРП2 10 кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{тт} =400/5 Зав. № 5859; 5864	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6125; 6125; 6125	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085367 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.15	ФПЭ-2 10кВ (Конарево)	ТПФМУ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =75/5 Зав. № 11619; 17372	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6125; 6125; 6125	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085429 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.16	КВ-2 10кВ	ТПОФ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =1000/5 Зав. № 153040; 154833	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6125; 6125; 6125	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085377 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.17	ТСН-2 10кВ	ТПФМ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =75/5 Зав. № 15855; 38407	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6125; 6125; 6125	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085478 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.18	Ф-ЭЦ 10кВ	ТПФМ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =100/5 Зав. № 68701; 68703	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6125; 6125; 6125	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085419 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
2.19	Ф-11, яч.20 10 кВ (Резерв)(ТУ не подключена к измерительным цепям)	ТПФМ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =400/5 Зав. № 1120А; 86130; 13558	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6125; 6125; 6125	ЕА05РАL-Р4В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084865 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.20	Ф-18, яч.10, 10 кВ (Резерв)(ТУ не подключена к измерительным цепям)	ТПФМ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =100/5 Зав. № 112917; 17682; 17350	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6125; 6125; 6125	ЕА05РАL-Р4В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084763 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.21	Ф-ТПП 10 кВ (ТУ не подключена к измерительным цепям)	ТПФМ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =400/5 Зав. № 73410; 76530	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6125; 6125; 6125	ЕА05РАL-Р3В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084838 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.22	СЦБ 0,4кВ	О-49 У класс точности 0,5 К _{тт} =300/5 Зав. № 229379; 227962; 228515	-	ЕА05РАL-В-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01116888 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.23	Ф-ЭЧК 0,4 кВ	ТК-20 класс точности 0,5 К _{тт} =150/5 Зав. № 40600; 60050; 20040	-	ЕА05L-Р1В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01046643 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
2.24	Ф-Водокачка 0,4 кВ	ТК-20 класс точности 0,5 К _{тт} =150/5 Зав. № 397103; 397111	-	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085435 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
ТП «Солнцево»					
3.1	ВЛ Ржава 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{тт} =300/1 Зав. № 3861; 3263; 3265	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,5 К _{тн} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 2061; 1162; 1183	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108078174 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
3.2	Ввод-1 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{тт} =75/1 Зав. № 4130; 4139; 4133	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,5 К _{тн} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 2061; 1162; 1183	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108078023 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
3.3	ВЛ Шумаково 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{тт} =300/1 Зав. № 3350; 3246; 3338	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,5 К _{тн} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 928; 1003; 2056	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108077026 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
3.4	Ввод-2 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{тт} =75/1 Зав. № 4173; 4134; 4142	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,5 К _{тн} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 928; 1003; 2056	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108078168 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
3.5	СМВ (РП) 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{тт} =300/1 Зав. № 3758; 3344; 3239	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,5 К _{тн} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 2061; 1162; 1183	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108078148 Госреестр № 27524-04	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
3.6	Ввод-1 10кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{тт} =750/5 Зав. № 1241; 1240	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 1017; 1017; 1017	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084861 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.7	Ф-ЦРП1 10 кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{тт} =400/5 Зав. № 5838; 5849	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 1017; 1017; 1017	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085352 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.8	ФПЭ-1 10кВ (Полевая)	ТПФМ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =100/5 Зав. № 68739; 68702	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 1017; 1017; 1017	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085421 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.9	КВ-1 10кВ	ТПОФ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =750/5 Зав. № 23354; 23472	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 1017; 1017; 1017	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085506 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.10	ТСН-1 10кВ	ТПФМУ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =75/5 Зав. № 16858; 17369	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 1017; 1017; 1017	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01046500 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.11	Ввод-2 10кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{тт} =750/5 Зав. № 1267; 1243	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6124; 6124; 6124	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084754 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.12	Ф-ЦРП2 10 кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{тт} =400/5 Зав. № 5844; 5861	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6124; 6124; 6124	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084864 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.13	ФПЭ-2 10кВ (Ржава)	ТПФМ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =100/5 Зав. № 68699; 12172	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 6124; 6124; 6124	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01046565 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
3.14	КВ-2 10кВ	ТПОФ-10 класс точности 0,5 К _{ТТ} =750/5 Зав. № 22767; 23495	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 6124; 6124; 6124	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085548 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.15	ТСН-2 10кВ	ТПФМУ-10 класс точности 0,5 К _{ТТ} =75/5 Зав. № 15191; 16781	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 6124; 6124; 6124	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01036616 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.16	Ф-ЭЦ 10кВ	ТПФМ-10 класс точности 3 К _{ТТ} =400/5 Зав. № 85987; 73673	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 6124; 6124; 6124	ЕА05RAL-P4В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084852 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.17	Ф-4 10 кВ (Резерв)	ТПФМ-10 класс точности 0,5 К _{ТТ} =400/5 Зав. № 73506	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 6124; 6124; 6124	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085487 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.18	Ф-ТПП 10 кВ ТПП	ТПФМ-10 класс точности 3 К _{ТТ} =400/5 Зав. № 11690; 86725	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 6124; 6124; 6124	ЕА05RL-P2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085472 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.19	СЦБ 0,4кВ	О-49 У класс точности 0,5 К _{ТТ} =300/5 Зав. № 228300; 186689; 228501	-	ЕА05RAL-B-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01100173 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
3.20	Ф-ЭЧК 0,4кВ	ТШП-0,66 класс точности 0,5 К _{ТТ} =200/5 Зав. № 10285; 8347; 8635	-	ЕА05RAL-B-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01152260 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
ТП «Конарево»					
4.1	Ввод-1 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =300/1 Зав. № 3498; 3839; 3835	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 1115; 968; 2031	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108075639 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
4.2	Ввод-2 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =300/1 Зав. № 3350; 3246; 3338	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 1193; 2039; 1569	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. 0120071198 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
4.3	СМВ 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =300/1 Зав. № 4022; 3703; 4026	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 1115; 968; 2031/1193; 2039; 1569	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0120071115 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
4.4	РП 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =300/1 Зав. № 4203; 4027; 4024	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 1115; 968; 2031/1193; 2039; 1569	ЕА02RALX-P3B-4 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 01136053 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.5	Ввод-1 10кВ	ТЛМ-10 класс точности 0,5 К _{ТТ} =1000/5 Зав. № 4168; 6563	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 5614; 5614; 5614	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084777 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.6	Ф-3 10 кВ Д/о "Сейм"	ТВК-10 УХЛ3 класс точности 0,5 К _{ТТ} =200/5 Зав. № 15056; 15066	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 5614; 5614; 5614	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 01085493 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.7	Ф-5 10 кВ "Водозабор"	ТВК-10 УХЛ3 класс точности 0,5 К _{ТТ} =200/5 Зав. № 15106; 15700	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 5614; 5614; 5614	ЕА05RAL-B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01138774 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
4.8	ФПЭ-1 10 кВ (Полевая)	ТБК-10 УХЛ3 класс точности 0,5 К _{тт} =200/5 Зав. № 13226; 13225	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5614; 5614; 5614	ЕА02РАL-Р2В-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01036568 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.9	КВ-1 10кВ	ТБК-10 УХЛ3 класс точности 0,5 К _{тт} =200/5 Зав. № 03746; 04286	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5614; 5614; 5614	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085390 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.10	Ф-9 10 кВ (Резерв)	ТПЛ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =100/5 Зав. № б/н; б/н	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5614; 5614; 5614	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085501 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.11	Ф-11 10 кВ (Резерв)	ТБК-10 класс точности 0,5 К _{тт} =200/5 Зав. № б/н; б/н	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5614; 5614; 5614	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01046539 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.12	Ввод-2 10кВ	ТЛМ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =1000/5 Зав. № 3260; 6618	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5397; 5397; 5397	ЕА05РАL-Р4В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084896 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.13	Ф-2 10 кВ Жилой дом	ТПЛ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =150/5 Зав. № 2520; 2429	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5397; 5397; 5397	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085365 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.14	Ф-4 10 кВ "Водозабор"	ТБК-10 класс точности 0,5 К _{тт} =200/5 Зав. № 15083; 15063	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5397; 5397; 5397	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085484 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.15	ФПЭ-2 10кВ (Курск)	ТБК-10 класс точности 0,5 К _{тт} =200/5 Зав. № 15620; 15108	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5397; 5397; 5397	ЕА05RL-Р2В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085498 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
4.16	КВ-2 10кВ	ТБК-10 класс точности 0,5 К _{тт} =200/5 Зав. № 00619; 01680	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5397; 5397; 5397	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085474 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.17	ТСН-1 0,4 кВ	Т-0,66 класс точности 0,5 К _{тт} =1000/5 Зав. № 15747; 15736; 15766	-	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01100179 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.18	ТСН-2 0,4 кВ	Т-0,66 класс точности 0,5 К _{тт} =1000/5 Зав. № 15749; 15738; 15733	-	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01100197 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
4.19	СЦБ 0,4кВ	ТК-40 класс точности 0,2S К _{тт} =100/5 Зав. № 33004; 59218	-	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085417 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
ТП «Ржава»					
5.1	ВЛ Александровка 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{тт} =300/1 Зав. № 4031; 3863; 3741	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{тн} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 1152; 1184; 2062	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108075541 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
5.2	ВЛ Солнцево 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{тт} =300/1 Зав. № 4021; 4034; 4029	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{тн} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 1152; 1184; 2062	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108075921 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
5.3	Ввод-1 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{тт} =150/1 Зав. № 4172; 4121; 4118	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{тн} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 1152; 1184; 2062	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108077174 Госреестр № 27524-04	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
5.4	ВЛ Прохоровка 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =300/1 Зав. № 4030; 4227; 4208	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 999; 2037; 2021	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108078182 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
5.5	ВЛ Полевая 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =300/1 Зав. № 3278; 3869; 3722	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 999; 2037; 2021	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108077060 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
5.6	ВЛ Обоянь 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =300/1 Зав. № 3341; 3374; 3346	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 999; 2037; 2021	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108078111 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
5.7	ОВ 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =300/1 Зав. № 4020; 4025; 4028	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 999; 2037; 2021	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108076932 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
5.8	Ввод-2 110 кВ	ТБМО-110 УХЛ1 класс точности 0,2S К _{ТТ} =150/1 Зав. № 4178; 4117; 4186	НАМИ-110 УХЛ1 класс точности 0,2 К _{ТН} = 110000:√3/100:√3 Зав. № 999; 2037; 2021	СЭТ-4ТМ.03 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 0108075527 Госреестр № 27524-04	активная реактивная
5.9	Ввод-1 35 кВ	ТВ-35-II класс точности 3 К _{ТТ} =300/5 Зав. № ТРЕВ(А); ТРЕВ(С)	ЗНОМ-35 класс точности 0,5 К _{ТН} =35000:√3/100:√3 Зав. № 1202398; 1202399; 1202367	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084858 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.10	Ф-1 35 кВ Нива	ТФЗМ 35 класс точности 0,5 К _{ТТ} =150/5 Зав. № 24626; 24638	ЗНОМ-35 класс точности 0,5 К _{ТН} =35000:√3/100:√3 Зав. № 1202398; 1202399; 1202367	ЕА02RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084886 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
5.11	Ф-3 35 кВ Пристень	ТФЗМ 35 класс точности 0,5 К _{ТТ} =150/5 Зав. № 24745; 24750	ЗНОМ-35 класс точности 0,5 К _{ТН} =35000:√3/100:√3 Зав. № 1202398; 1202399; 1202367	ЕА05RL-P2B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01085480 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.12	Ввод-2 35 кВ	ТВ-35-II класс точности 3 К _{ТТ} =300/5 Зав. № ВСЕК(А); ВСЕК(С)	ЗНОМ-35 класс точности 0,5 К _{ТН} =35000:√3/100:√3 Зав. № 978545; 978673; 1399454	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084766 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.13	Ф-2 35 кВ Сахарный завод им. Кирова	ТФН-35 класс точности 0,5 К _{ТТ} =150/5 Зав. № 4521; 4509	ЗНОМ-35 класс точности 0,5 К _{ТН} =35000:√3/100:√3 Зав. № 978545; 978673; 1399454	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084862 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.14	Ф-4 35 кВ Сухое молоко	ТФН-35 класс точности 0,5 К _{ТТ} =150/5 Зав. № 2691; 2698	ЗНОМ-35 класс точности 0,5 К _{ТН} =35000:√3/100:√3 Зав. № 978545; 978673; 1399454	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084788 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.15	Ввод-1 10кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{ТТ} =1000/5 Зав. № 7165; 7158	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 2742; 2742; 2742	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084808 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.16	Ф-ЦРП1 10 кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{ТТ} =150/5 Зав. № 7069; 7065	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 2742; 2742; 2742	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084784 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.17	ФПЭ-1 10кВ	ТПЛ-10 класс точности 0,5 К _{ТТ} =100/5 Зав. № 16899; 16923	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{ТН} =10000/100 Зав. № 2742; 2742; 2742	ЕА05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084870 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
5.18	КВ-1 10кВ	ТПОЛ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =600/5 Зав. № 21799; 23584	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 2742; 2742; 2742	ЕА05РАL-Р4В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084854 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.19	ТСН-1 10кВ	ТПЛ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =150/5 Зав. № 96741; 69704	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 2742; 2742; 2742	ЕА05РАL-Р4В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084881 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.20	Ф-7 10 кВ (Резерв)	ТПФМ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =400/5 Зав. № 85919; 86131	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 2742; 2742; 2742	ЕА05РАL-В-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01100204 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.21	Ввод-2 10кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{тт} =1000/5 Зав. № 7155; 7135	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5642; 5642; 5642	ЕА05РАL-Р4В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084829 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.22	Ф-ЦРП2 10 кВ	ТЛО-10 класс точности 0,2S К _{тт} =400/5 Зав. № 5834; 5863	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5642; 5642; 5642	ЕА05РАL-Р4В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084831 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.23	ФПЭ-2 10кВ	ТПЛ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =150/5 Зав. № 98004; 96752	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5642; 5642; 5642	ЕА05РАL-Р4В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084887 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.24	КВ-2 10кВ	ТПОЛ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =600/5 Зав. № 23580; 23590	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5642; 5642; 5642	ЕА05РАL-Р4В-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084842 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.25	ТСН-2 10кВ	ТПФМУ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =200/5 Зав. № 11100; 11112	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5642; 5642; 5642	ЕА05РАL-Р4В-3 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 01084857 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
5.26	Ф-ЭЦ 10кВ	ТПФМУ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =200/5 Зав. № 12049; 12065	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5642; 5642; 5642	EA05RAL-P4B-3 класс точности 0,2S/0,5 Зав. № 01084803 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.27	Ф-17 10 кВ (Резерв)	ТПФМ-10 класс точности 0,5 К _{тт} =100/5 Зав. № 16899; 18923	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5642; 5642; 5642	EA05RAL-B-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01100246 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.28	Ф-20 10 кВ ТПП	ТПФМ-10 класс точности 3 К _{тт} =100/5 Зав. № 86132; 85997	НАМИ-10 класс точности 0,5 К _{тн} =10000/100 Зав. № 5642; 5642; 5642	EA05RAL-P4B-3 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01084785 Госреестр № 16666-97	активная реактивная
5.29	СЦБ 0,4кВ	О-49 класс точности 0,5 К _{тт} =300/5 Зав. № 228470; 229348; 228485	-	EA05RAL-B-4 класс точности 0,5S/1 Зав. № 01100175 Госреестр № 16666-97	активная реактивная

Таблица 3. - Метрологические характеристики ИК (активная энергия)

Номер ИК	Диапазон тока	Доверительные границы относительной погрешности результата измерений активной электроэнергии при доверительной вероятности $P=0,95$:					
		Основная относительная погрешность ИК, $(\pm d)$, %			Относительная погрешность ИК в рабочих условиях эксплуатации, $(\pm d)$, %		
		$\cos \varphi = 1,0$	$\cos \varphi = 0,87$	$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 1,0$	$\cos \varphi = 0,87$	$\cos \varphi = 0,8$
4.1-4.4; 5.2-5.8 (ТТ 0,2S; ТН 0,2; Сч 0,2S)	$0,01(0,02)I_{H1} \leq I_1 < 0,05I_{H1}$	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3
	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8
1.3, 1.4, 1.7, 1.8, 2.6, 2.7, 2.13, 2.14, 3.6, 3.7, 3.11, 3.12, 5.15, 5.16 (ТТ 0,2S; ТН 0,5; Сч 0,5S)	$0,01(0,02)I_{H1} \leq I_1 < 0,05I_{H1}$	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1
	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	0,9	1,1	1,2	1,5	1,6	1,7
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	0,9	1,0	1,0	1,5	1,6	1,6
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	0,9	1,0	1,0	1,5	1,6	1,6
1.1, 1.2, 1.5, 1.6, 1.9-1.11, 2.8-2.11, 2.15-2.21, 3.8-3.17, 4.5-4.16, 5.10-5.20, 5.23-5.25 (ТТ 0,5; ТН 0,5; Сч 0,5S)	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	1,8	2,5	2,9	2,2	2,8	3,2
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	1,2	1,5	1,7	1,7	1,9	2,1
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8
2.1-2.5, 3.1-3.5 (ТТ 0,2S; ТН 0,5; Сч 0,2S)	$0,01(0,02)I_{H1} \leq I_1 < 0,05I_{H1}$	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5
	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1
2.1-2.5, 3.1-3.5 (ТТ 3; ТН 0,5; Сч 0,5S)	$0,01(0,02)I_{H1} \leq I_1 < 0,05I_{H1}$	4,2	3,9	3,5	-	-	-
	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	4,1	3,8	3,4	4,3	4,1	3,6
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	4,1	3,8	3,4	4,2	4,0	3,6
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	4,1	3,8	3,4	4,2	4,0	3
1., 1.2, 1.13, 2.22- 2.24, 3.19, 3.20, 4.17, 4.18, 5.29 (ТТ 0,5; ТН -; Сч 0,5S)	$0,01(0,02)I_{H1} \leq I_1 < 0,05I_{H1}$	2,0	2,0	2,0	-	-	-
	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	1,1	1,1	1,0	1,7	1,6	1,5
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	1,4
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	1,4

Таблица 4. - Метрологические характеристики ИК (реактивная энергия)

Номер ИК	Диапазон тока	Доверительные границы относительной погрешности результата измерений реактивной электроэнергии при доверительной вероятности Р=0,95			
		Основная относительная погрешность ИК, ($\pm d$), %		Относительная погрешность ИК в рабочих условиях эксплуатации, ($\pm d$), %	
		$\cos \varphi = 0,87(\sin \varphi = 0,5)$	$\cos \varphi = 0,8(\sin \varphi = 0,6)$	$\cos \varphi = 0,87(\sin \varphi = 0,5)$	$\cos \varphi = 0,8(\sin \varphi = 0,6)$
4.1-4.4; 5.2-5.8 (ТТ 0,2S; ТН 0,2; Сч 0,5)	$0,02I_{H1} \leq I_1 < 0,05I_{H1}$	2,8	2,4	2,8	2,4
	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	1,7	1,5	1,7	1,5
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	1,3	1,1	1,3	1,1
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	1,2	1,1	1,2	1,1
1.3, 1.4, 1.7, 1.8, 2.6, 2.7, 2.13, 2.14, 3.6, 3.7, 3.11, 3.12, 5.15, 5.16 (ТТ 0,2S; ТН 0,5; Сч 1)	$0,01(0,02)I_{H1} \leq I_1 < 0,05I_{H1}$	4,9	4,3	4,9	4,3
	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	3,1	2,8	3,1	2,8
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	2,3	2,1	2,3	2,1
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	2,2	2,0	2,2	2,0
1.1, 1.2, 1.5, 1.6, 1.9-1.11, 2.8-2.11, 2.15-2.21, 3.8-3.17, 4.5-4.16, 5.10-5.20, 5.23-5.25 (ТТ 0,5; ТН 0,5; Сч 1)	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	6,0	5,0	6,0	5,0
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	3,4	2,9	3,4	2,9
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	2,7	2,4	2,7	2,4
2.1-2.5, 3.1-3.5 (ТТ 0,2S; ТН 0,5; Сч 0,5)	$0,01(0,02)I_{H1} \leq I_1 < 0,05I_{H1}$	3,0	2,6	3,0	2,6
	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	2,1	1,8	2,1	1,8
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	1,7	1,4	1,7	1,4
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	1,6	1,4	1,6	1,4
2.1-2.5, 3.1-3.5 (ТТ 3; ТН 0,5; Сч 1)	$0,01(0,02)I_{H1} \leq I_1 < 0,05I_{H1}$	5,4	6,3	5,7	6,6
	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	5,3	6,2	5,2	6,3
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	5,3	6,2	5,2	6,3
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	5,3	6,2	5,2	6,3
1., 1.2, 1.13, 2.22- 2.24, 3.19, 3.20, 4.17, 4.18, 5.29 (ТТ 0,5; ТН -; Сч 1)	$0,01(0,02)I_{H1} \leq I_1 < 0,05I_{H1}$	1,9	1,9	2,6	2,6
	$0,05I_{H1} \leq I_1 < 0,2I_{H1}$	1,2	1,2	1,7	1,7
	$0,2I_{H1} \leq I_1 < I_{H1}$	1,2	1,2	1,7	1,7
	$I_{H1} \leq I_1 \leq 1,2I_{H1}$	1,2	1,2	1,7	1,7

Примечания:

1. Характеристики погрешности ИК даны для измерения электроэнергии и средней мощности (получасовой);
2. Нормальные условия эксплуатации :

Параметры сети:

- диапазон напряжения - $(0,99 \div 1,01)U_n$;
- диапазон силы тока - $(0,01 \div 1,2)I_n$;
- диапазон коэффициента мощности $\cos\varphi$ ($\sin\varphi$) - $0,5 \div 1,0$ ($0,87 \div 0,5$);
- температура окружающего воздуха: ТТ и ТН - от минус 40°C до 50°C ; счетчиков - от 18°C до 25°C ; ИВКЭ - от 10°C до 30°C ; ИВК - от 10°C до 30°C ;
- частота - $(50 \pm 0,15)$ Гц;
- магнитная индукция внешнего происхождения, не более $0,05$ мТл.

3. Рабочие условия эксплуатации:

Для ТТ и ТН:

- параметры сети: диапазон первичного напряжения - $(0,9 \div 1,1)U_{n1}$; диапазон силы первичного тока - $(0,05 \div 1,2)I_{n1}$; коэффициент мощности $\cos\varphi(\sin\varphi)$ - $0,8 \div 1,0$ ($0,6 \div 0,5$); частота - $(50 \pm 0,4)$ Гц;
- температура окружающего воздуха - от минус 30°C до 35°C .

Для счетчиков электроэнергии:

- параметры сети: диапазон вторичного напряжения - $(0,9 \div 1,1)U_{n2}$; диапазон силы вторичного тока - $(0,01 \div 1,2)I_{n2}$; коэффициент мощности $\cos\varphi(\sin\varphi)$ - $0,8 \div 1,0$ ($0,6 \div 0,5$); частота - $(50 \pm 0,4)$ Гц;
- температура окружающего воздуха - от 10°C до 30°C ;
- магнитная индукция внешнего происхождения, не более $0,5$ мТл.

4. Трансформаторы тока по ГОСТ 7746-2001, трансформаторы напряжения по ГОСТ 1983-2001, счетчики электроэнергии в режиме измерения активной электроэнергии по ГОСТ Р 52323-2005 и в режиме измерения реактивной электроэнергии.
5. Допускается замена измерительных трансформаторов и счетчиков на аналогичные (см. п. 5 Примечаний) утвержденных типов с метрологическими характеристиками не хуже, чем у перечисленных в Таблице 2.

Параметры надежности применяемых в АИИС КУЭ измерительных компонентов:

- в качестве показателей надежности измерительных трансформаторов тока и напряжения, в соответствии с ГОСТ 1983-2001 и ГОСТ 7746-2001, определены средний срок службы и средняя наработка на отказ;
- счетчик – среднее время наработки на отказ не менее 80000 часов, среднее время восстановления работоспособности 48 часов;
- УСПД – среднее время наработки на отказ не менее 40000 часов, среднее время восстановления работоспособности 1 час.

Надежность системных решений:

- резервирование питания УСПД с помощью источника бесперебойного питания и устройства АВР;
- резервирование каналов связи: информация о результатах измерений может передаваться с помощью электронной почты и сотовой связи;
- в журналах событий счетчика и УСПД фиксируются факты:
 - параметрирования;
 - пропадания напряжения;
 - коррекция времени.

Защищенность применяемых компонентов:

- наличие механической защиты от несанкционированного доступа и пломбирование:
 - счетчика;

- промежуточных клеммников вторичных цепей напряжения;
- испытательной коробки;
- УСПД.

- наличие защиты на программном уровне:

- пароль на счетчике;
- пароль на УСПД;
- пароли на сервере, предусматривающие разграничение прав доступа к измерительным данным для различных групп пользователей.

Возможность коррекции времени в:

- счетчиках (функция автоматизирована);
- УСПД (функция автоматизирована).

Глубина хранения информации:

- электросчетчик – тридцатиминутный профиль нагрузки в двух направлениях при отключении питания – не менее 30 лет;
- ИВК – суточные данные о тридцатиминутных приращениях электропотребления по каждому каналу и электропотребление за месяц по каждому каналу - не менее 35 суток; при отключении питания – не менее 3 лет.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульные листы эксплуатационной документации на систему автоматизированную информационно-измерительную коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ) тяговых подстанций Юго-Восточной ЖД филиала ОАО «Российские Железные Дороги» в границах Курской области.

Комплектность средства измерений

Комплектность АИИС КУЭ определяется проектной документацией на систему. В комплект поставки входит техническая документация на систему и на комплектующие средства измерений.

Комплектность АИИС КУЭ представлена в таблице 5.

Таблица 5 - Комплектность АИИС КУЭ

Наименование	Кол-во, шт.
Трансформатор тока	251
Трансформатор напряжения	54
Комплексы аппаратно-программных средств для учета электроэнергии на основе УСПД типа RTU-300	2
Счётчики электрической энергии	106
Устройство синхронизации системного времени на базе GPS-приемника	1
Сервер управления HP ML 360 G5	1
Сервер основной БД HP ML 570 G4	1
Сервер резервный БД HP ML 570 G4	1
Комплексы измерительно-вычислительные для учета электроэнергии «Альфа-Центр»	1
Комплексы измерительно-вычислительные для учета электроэнергии «ЭНЕРГИЯ-АЛЬФА»	1
Методика поверки	1
Формуляр	1
Инструкция по эксплуатации	1

Поверка

осуществляется по документу МП 47817-11 «Система автоматизированная информационно-измерительная коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) тяговых подстанций Юго-Восточной ЖД филиала ОАО «Российские Железные Дороги» в границах Курской области. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в августе 2011 г.

Средства поверки – по НД на измерительные компоненты:

- Трансформаторы тока – в соответствии с ГОСТ 8.217-2003 «ГСИ. Трансформаторы тока. Методика поверки»;
- Трансформаторы напряжения – в соответствии с ГОСТ 8.216-88 «ГСИ. Трансформаторы напряжения. Методика поверки» и/или МИ 2925-2005 «Измерительные трансформаторы напряжения 35...330/ $\sqrt{3}$ кВ. Методика поверки на месте эксплуатации с помощью эталонного делителя»;
- Средства измерений МИ 3195-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений мощность нагрузки трансформаторов напряжения без отключения цепей. Методика выполнения измерений».
- Средства измерений МИ 3196-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений вторичная нагрузка трансформаторов тока без отключения цепей. Методика выполнения измерений».
- Счетчик Альфа А1800 – в соответствии с документом мп-2203-0042-2006 «Счетчики электрической энергии трехфазные многофункциональные Альфа А1800. Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 19 мая 2006 г.;
- Счетчик "ЕвроАЛЬФА" - по методике поверки с помощью установок МК6800, МК6801 для счетчиков классов точности 0,2 и 0,5 и установок ЦУ 6800 для счетчиков классов точности 1,0 и 2,0;
- Счетчик СЭТ-4ТМ.03 – в соответствии с методикой поверки ИЛГШ.411152.124 РЭ1, являющейся приложением к руководству по эксплуатации ИЛГШ.411152.124 РЭ. Методика поверки согласована с руководителем ГЦИ СИ ФГУ «Нижегородский ЦСМ» 10 сентября 2004 г.;
- УСПД RTU-300 – по документу «Комплексы аппаратно-программных средств для учета электроэнергии на основе УСПД серии RTU-300. Методика поверки»;
- Комплексы измерительно-вычислительные для учета электрической энергии «Альфа-Центр» - по документу «Комплексы измерительно-вычислительные для учета электрической энергии «Альфа-Центр». Методика поверки», ДЯИМ.466453.06МП, утвержденной ГЦИ СИ ВНИИМС в 2005 г.;
- Комплексы измерительно-вычислительные для учета электрической энергии «ЭНЕРГИЯ-АЛЬФА» - по документу «ГСИ. Комплексы измерительно-вычислительные для учета электроэнергии «ЭНЕРГИЯ-АЛЬФА». Методика поверки» МП 420/446-2007, утвержденной ГЦИ СИ ФГУ «Ростест-Москва» в 2007 г.;
- радиочасы МИР РЧ-01, принимающие сигналы спутниковой навигационной системы Global Positioning System (GPS), номер в Государственном реестре средств измерений № 27008-04;
- переносной компьютер с ПО и оптический преобразователь для работы с счетчиками системы и с ПО для работы с радиочасами МИР РЧ-01.

Сведения о методиках (методах) измерений

Метод измерений изложен в документе «Руководство по эксплуатации системы автоматизированной информационно-измерительной коммерческого учета электроэнергии тяговых подстанций в границах ОАО «Курскэнерго» Северной железной дороги».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе автоматизированной информационно-измерительной коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) тяговых подстанций Юго-Восточной ЖД филиала ОАО «Российские Железные Дороги» в границах Курской области

1. ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.
2. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
3. ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.
4. ГОСТ 7746–2001. Трансформаторы тока. Общие технические условия
5. ГОСТ 1983–2001. Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.
6. ГОСТ Р 52323-2005 (МЭК 62053-22:2003). Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S.
7. «Руководство по эксплуатации системы автоматизированной информационно-измерительной коммерческого учета электроэнергии тяговых подстанций в границах ОАО «Курскэнерго» Северной железной дороги».

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Осуществление торговли и товарообменных операций.

Изготовитель

Открытое акционерное общество «Российские Железные Дороги» (ОАО «РЖД»)
Адрес: 107174, г. Москва, Новая Басманная ул., д.2
Тел.: (499) 262-60-55

Заявитель

ООО «МВМ-2000»
Юридический адрес: 117415, г. Москва, ул. Лобачевского, д. 48/87, стр. 1
Тел.: (495) 973-81-33

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГУП «ВНИИМС»)
Аттестат аккредитации государственного центра испытаний № 30004-08 от 27.06.2008 г.
Юридический адрес: 119361, г. Москва ул. Озерная, д. 46
тел./факс: 8(495)437-55-77

Заместитель Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Е.Р.Петросян

м.п.

«___» _____ 2011 г.