

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система автоматизированная информационно-измерительная коммерческого учета электроэнергии АО «Ванкорнефть»

Назначение средства измерений

Система автоматизированная информационно-измерительная коммерческого учета электроэнергии (далее по тексту – АИИС КУЭ) АО «Ванкорнефть» предназначена для измерения активной и реактивной электроэнергии, потребленной (переданной) за установленные интервалы времени; сбора, хранения и обработки полученной информации; расчета учетных показателей данных учета электроэнергии.

Описание средства измерений

АИИС КУЭ АО «Ванкорнефть» представляет собой многофункциональную трехуровневую автоматизированную систему с централизованным управлением и распределенной функцией измерения.

АИИС КУЭ состоит из следующих уровней:

1-ый уровень – уровень информационно-измерительного комплекса (далее - ИИК), обеспечивает измерение физических величин и преобразование их в информационные сигналы. ИИК включает в себя: измерительные трансформаторы тока (ТТ) классов точности (K_T) 0,2S и 0,5S по ГОСТ 7746, трансформаторы напряжения (ТН) $K_T=0,2$ по ГОСТ 1983, счетчики активной и реактивной электроэнергии СЭТ-4ТМ.03М с $K_T = 0,2S$ для активной электроэнергии по ГОСТ 31819.22 и $K_T = 0,5$ для реактивной электроэнергии, устанавливаемыми равными пределам соответствующих погрешностей счетчиков активной энергии классов точности $K_T = 0,5S$ по ГОСТ 31819.22, вторичные электрические цепи.

2-ой уровень – уровень информационно-вычислительного комплекса электроустановки (ИВКЭ) состоит из устройств сбора и передачи данных (УСПД) типа ЭКОМ-3000, автоматизированных рабочих мест (АРМ) персонала и коммутационного оборудования.

3-ий уровень – уровень информационно-вычислительного комплекса (ИВК) состоит из сервера центра сбора и обработки информации (ЦСОД) на Ванкорской ГТЭС АО «Ванкорнефть» (г. Красноярск) и АРМ АО «ЕЭСнК» (г. Москва). ИВК также включает в себя аппаратуру приема-передачи данных и технические средства для организации локальной вычислительной сети (ЛВС), разграничения прав доступа к информации. На сервере ЦСОД функционирует программное обеспечение (ПО) ПК «Энергосфера».

Дополнительно на ИВК поступает информация об энергопотреблении из АИИС КУЭ ПС 220 кВ «Мангазея» (номер по Государственному реестру (№ ГР) 54842-13, измерительные каналы (ИК) №№ 10÷12, 14) и АИИС КУЭ Единой национальной электрической сети (№ ГР 59086-14) в виде XML-отчета формата 80020.

Первичные фазные 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. Измерения электроэнергии выполняются путем интегрирования по времени мощности контролируемого присоединения.

Измерения активной мощности (P) счетчиком выполняется путём перемножения мгновенных значений сигналов напряжения (u) и тока (i) и интегрирования полученных значений мгновенной мощности (p) по периоду основной частоты сигналов.

Счетчик производит измерения действующих (среднеквадратических) значений напряжения (U) и тока (I) и рассчитывает полную мощность $S = U * I$. Реактивная мощность (Q)

рассчитывается в счетчике по алгоритму $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$. Электрическая энергия, как интеграл по времени от мощности, вычисляется для интервалов времени 30 мин. Средняя активная (реактивная) электрическая мощность вычисляется как среднее значение вычисленных мгновенных значений мощности на интервале времени усреднения 30 мин.

Цифровой сигнал с выходов счетчиков по проводным линиям связи поступает на вход УСПД, где осуществляется перевод измеренных значений в именованные физические величины с учетом постоянной счетчика, а также умножение на коэффициенты трансформации ТТ (K_i), формирование и хранение измерительной информации.

Сервер опроса ИВК АИИС КУЭ АО «Ванкорнефть» автоматически опрашивает УСПД по интерфейсу Ethernet (является основным, резервный канал связи GSM/GPRS). Один раз в сутки сервер опроса формирует отчет с результатами измерений в формате 80020 и по средствам электронной почты направляет их на АРМ АО «ЕЭСнК». Далее отчеты, подписанные электронной цифровой подписью (ЭЦП) с АРМ АО «ЕЭСнК» передаются:

- в филиал ОАО «СО ЕЭС» Тюменское РДУ;
- в ПАО «ФСК ЕЭС» МЭС Западной Сибири;
- в ОАО «АТС»;
- другим смежным субъектам оптового рынка электроэнергии (ОРЭ).

Передача информации осуществляется по каналу связи с протоколом TCP/IP сети Internet в виде xml-файлов в соответствии с приложением 11.1.1 «Формат и регламент представления результатов измерений, состояния средств и объектов измерений в ОАО «АТС», ОАО «СО ЕЭС» и смежным субъектам» к Положению о порядке получения статуса субъекта оптового рынка и ведения реестра субъектов оптового рынка электрической энергии и мощности.

Система обеспечения единого времени (СОЕВ) выполняет законченную функцию измерения времени и формируется на всех уровнях АИИС КУЭ. Синхронизация часов сервера ИВК АО «Ванкорнефть» выполняется по таймеру УСПД Ванкорской ГТЭС.

Синхронизация часов УСПД Ванкорской ГТЭС и ПС № 33 «НПС-1» АО «Ванкорнефть» выполняется каждую секунду по сигналам УССВ-16HVS, принимающего сигналы точного времени от спутников глобальной системы позиционирования (GPS). Погрешность синхронизации не более $\pm 0,1$ с.

Синхронизация внутренних таймеров счетчиков ИК производится каждую секунду при расхождении с часами УСПД, превышающем ± 2 с.

Погрешность часов компонентов системы не превышает ± 5 с.

Программное обеспечение

Программное обеспечение АИИС КУЭ представляет собой программный комплекс (ПК) «Энергосфера».

ПК «Энергосфера» позволяет собирать и обрабатывать данные, поступающие со счетчиков и УСПД. Метрологически значимой частью ПО является файл библиотеки `rso_metr.dll`, выполняющий функции синхронизации, математической обработки информации, поступающей от СИ, и является неотъемлемой частью АИИС КУЭ.

ПО АИИС КУЭ обеспечивает:

- поддержку функционирования ИВК в составе локальной вычислительной сети (при необходимости);
- функционирование системы управления базами данных (формирование базы данных, управление файлами, их поиск, поддержку);

- формирование отчетов и их отображение, вывод на печатающее устройство;
- поддержку системы обеспечения единого времени;
- диагностику и мониторинг функционирования всех компонентов АИИС КУЭ и ПО.

Идентификационные данные метрологически значимой части ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные метрологически значимой части ПО

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
ПК «Энергосфера»	pso_metr.dll	1.1.1.1	6c38ccdd09ca8f92d6f96ac33d137ae0	MD5

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с Р 50.2.077-2014 высокий. Влияние ПО на метрологические характеристики измерения электрической энергии отсутствует.

Метрологические и технические характеристики

Технические характеристики АИИС КУЭ приведены в табл. 2, которая содержит перечень и состав 1-го и 2-го уровней ИК АИИС КУЭ с указанием наименования присоединений и измерительных компонентов.

Таблица 2 – Состав 1-го и 2-го уровней ИК АИИС КУЭ АО «Ванкорнефть»

№ ИК	Наименование присоединения	Состав 1-го и 2-го уровней ИК АИИС КУЭ				Вид электроэнергии
		Счетчик электроэнергии	Трансформатор тока (ТТ)	Трансформатор напряжения (ТН)	УСПД	
1	ПС 110/35/10 кВ № 33 «НПС-1», ОРУ-110 кВ, 1сш-110 кВ, ввод ВЛ 110 кВ Мангазея - НПС-1 I цепь	СЭТ-4ТМ.03М, 1 ед., $K_T=0,2S/0,5$; № ГР 36697-08; Зав. № 0807090968	АМТ 145/3, 1 ед.; $K_T = 0,5S$; $K_I = 600/5$; № ГР 37102-08; Зав. № 09/093 120	SUD 145/S, 1 ед., $K_T = 0,2$; $K_U = 110000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}$; № ГР 37114-08; Зав. № 09-093 124	ЭКОМ-3000; № ГР 17049-09; Зав. № 12135241	Активная и реактивная электроэнергия
2	Ванкорская ГТЭС, ОРУ-110 кВ, 1сш-110 кВ, ввод ВЛ 110 кВ Мангазея - Ванкор I цепь	СЭТ-4ТМ.03М, 1 ед., $K_T=0,2S/0,5$; № ГР 36697-12; Зав. № 0810142178	ТОГФ-110Ш 3 ед.; $K_T = 0,2S$; $K_I = 600/1$; № ГР 44640-10; Зав. №№ 43, 41, 40	ЗНОГ-110-IV, 3 ед., $K_T = 0,2$; $K_U = 110000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}$; № ГР 61523-15; Зав. №№ 7-79-7, 7-79-8, 7-79-9	ЭКОМ-3000; № ГР 17049-09; Зав. № 07145587	
3	ПС 110/35/10 кВ № 33 «НПС-1», ОРУ-110 кВ, 2сш-110 кВ, ввод ВЛ 110 кВ Мангазея - НПС-1 II цепь	СЭТ-4ТМ.03М, 1 ед., $K_T=0,2S/0,5$; № ГР 36697-08; Зав. № 0807091005	АМТ 145/3 1 ед.; $K_T = 0,5S$; $K_I = 600/5$; № ГР 37102-08; Зав. № 09/093 121	SUD 145/S, 1 ед., $K_T = 0,2$; $K_U = 110000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}$; № ГР 37114-08; Зав. № 09-093 125	ЭКОМ-3000; № ГР 17049-09; Зав. № 12135241	

№ ИК	Наименование присоединения	Состав 1-го и 2-го уровней ИК АИИС КУЭ				Вид электроэнергии
		Счетчик электроэнергии	Трансформатор тока (ТТ)	Трансформатор напряжения (ТН)	УСПД	
4	Ванкорская ГТЭС, ОРУ-110 кВ, 2сш-110 кВ, ввод ВЛ 110 кВ Мангазея - Ванкор II цепь	СЭТ-4ТМ.03М, 1 ед., $K_T=0,2S/0,5$; № ГР 36697-12; Зав. № 0810141120	ТОГФ-110Ш 3 ед.; $K_T = 0,2S$; $K_I = 600/1$; № ГР 44640-10; Зав. №№ 42, 44, 39	ЗНОГ-110-IV, 3 ед., $K_T = 0,2$; $K_U = 110000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}$; № ГР 61523-15; Зав. №№ 7-79-11, 7-79-13, 7-79-15	ЭКОМ-3000; № ГР 17049-09; Зав. № 07145587	

Метрологические характеристики ИК при измерении электроэнергии в рабочих условиях эксплуатации приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3 – Доверительные границы допускаемых относительных погрешностей измерений активной электроэнергии для рабочих условий измерений при $P = 0,95$

Номер ИК	Коэффициент мощности, $\cos(\varphi)$	$\pm \delta_{2\%P}$, [%]	$\pm \delta_{5\%P}$, [%]	$\pm \delta_{20\%P}$, [%]
		$W_{PI2\%} \leq W_{Pизм} < W_{PI5\%}$	$W_{PI5\%} \leq W_{Pизм} < W_{PI20\%}$	$W_{PI20\%} \leq W_{Pизм} \leq W_{PI120\%}$
1, 3	0,5	$\pm 5,3$	$\pm 2,8$	$\pm 2,0$
	0,8	$\pm 2,9$	$\pm 1,6$	$\pm 1,2$
	1,0	$\pm 1,8$	$\pm 1,1$	$\pm 0,9$
2, 4	0,5	$\pm 2,1$	$\pm 1,4$	$\pm 1,1$
	0,8	$\pm 1,4$	$\pm 1,0$	$\pm 0,9$
	1,0	$\pm 1,2$	$\pm 0,8$	$\pm 0,7$

Таблица 4 – Доверительные границы допускаемых относительных погрешностей измерений реактивной электроэнергии для рабочих условий измерений при $P = 0,95$

Номер ИК	Коэффициент мощности, $\sin(\varphi)$	$\pm \delta_{2\%Q}$, [%]	$\pm \delta_{5\%Q}$, [%]	$\pm \delta_{20\%Q}$, [%]
		$W_{QI2\%} \leq W_{Qизм} < W_{QI5\%}$	$W_{QI5\%} \leq W_{Qизм} < W_{QI20\%}$	$W_{QI20\%} \leq W_{Qизм} \leq W_{QI120\%}$
1, 3	0,5	–	$\pm 3,2$	$\pm 2,4$
	0,8	–	$\pm 2,0$	$\pm 1,7$
	1,0	–	$\pm 1,6$	$\pm 1,5$
2, 4	0,5	–	$\pm 2,1$	$\pm 1,7$
	0,8	–	$\pm 1,6$	$\pm 1,5$
	1,0	–	$\pm 1,4$	$\pm 1,4$

где δ [%] – доверительная граница допускаемой относительной погрешности измерений при значении тока в сети, равном 2% ($\delta_{2\%P}$, $\delta_{2\%Q}$), 5% ($\delta_{5\%P}$, $\delta_{5\%Q}$) и 20% ($\delta_{20\%P}$, $\delta_{20\%Q}$) относительно $I_{ном}$;

$W_{изм}$ – значение приращения активной (P) и реактивной (Q) электроэнергии за часовой интервал времени в диапазоне измерений с границами 2% ($W_{PI2\%}$, $W_{QI2\%}$), 5% ($W_{PI5\%}$, $W_{QI5\%}$), 20% ($W_{PI20\%}$, $W_{QI20\%}$) и 120% ($W_{PI120\%}$, $W_{QI120\%}$).

Примечания.

1 Характеристики относительной погрешности ИК даны для измерения приращения активной и реактивной электроэнергии и средней мощности за 30 минут.

2 Метрологические характеристики нормированы с учетом влияния ПО.

3 Нормальные условия эксплуатации АИИС КУЭ:

- температура окружающего воздуха, °С от + 15 до + 25
- сила тока, единицы относительно $I_{ном}$ от 1,0 до 1,2
- напряжение, единицы относительно $U_{ном}$ от 0,98 до 1,02

- коэффициент мощности $\cos(\varphi) \setminus \sin(\varphi)$ 0,866 инд. \ 0,5 инд.
- частота питающей сети, Гц от 49,5 до 50,5

4 Рабочие условия эксплуатации АИИС КУЭ:

- температура окружающего воздуха для ТТ, °С от минус 30 до +55
- температура окружающего воздуха для ТН, °С от минус 30 до +50
- температура окружающего воздуха для счетчиков, °С от минус 40 до +60
- температура окружающего воздуха для устройств сбора и передачи данных (УСПД), °С от минус 10 до +50
- сила тока, % от номинального ($I_{ном}$) от 1 до 120
- напряжение, % от номинального ($U_{ном}$) от 90 до 110
- коэффициент мощности [$\cos(\varphi)$] 0,5 инд. - 1 - 0,5 емк.
- вторичная нагрузка ТТ и ТН, % от номинального [$S_{ном}$ при $\cos(\varphi) = 0,8$ инд.] от 25 до 100
- частота питающей сети, Гц от 47,5 до 52,5

5 Погрешность в рабочих условиях указана:

- для силы тока $I_{изм}$ относительно $I_{ном} = 0,02; 0,05; 0,020 \div 1,2;$
- для $\cos(\varphi)$ [$\sin(\varphi)$] = 0,5; 0,8; 1,0 и
- для температуры окружающего воздуха в точках измерений от +10 до +30 °С.

6 Допускается замена измерительных компонентов ИК на аналогичные СИ (утвержденного типа), с метрологическими характеристиками не хуже, чем у перечисленных в табл. 2. Замена оформляется актом в установленном на предприятии порядке. Акт хранится совместно с настоящим описанием типа как его неотъемлемая часть.

Надежность применяемых в АИИС КУЭ компонентов:

- трансформаторы тока - среднее время наработки до отказа не менее $T = 300\ 000$ ч, средний срок службы $t_{сл} \geq 25$ лет;
- счетчики СЭТ-4ТМ.03М - среднее время наработки на отказ не менее $T = 140\ 000$ ч, средний срок службы $t_{сл} \geq 30$ лет, среднее время восстановления $t_{в} = 2$ ч;
- УСПД ЭКОМ-3000 - среднее время наработки на отказ не менее $T = 75\ 000$ ч, средний срок службы $t_{сл} \geq 20$ лет.

Надежность системных решений:

- резервирование питания УСПД с помощью источника бесперебойного питания;
- резервирование каналов связи: информация о результатах измерений может передаваться в организации-участники ОРЭМ посредством сети сотовой связи стандарта GSM. В случае аварийного отсутствия связи предусмотрен сбор информации непосредственно со счетчиков, посредством переносного инженерного пульта (ноутбук), с последующей загрузкой ее в базу данных ИВК с помощью ПК «Энергосфера»;

Регистрация событий:

а) в журнале событий счетчика:

- параметрирования,
- корректировки системного времени,
- отсутствия напряжения при наличии тока в измерительных цепях;

б) в журнале событий УСПД:

- параметрирования,
- отсутствия напряжения при наличии тока в измерительных цепях,
- входа в режим и выхода из режима подчинения устройстве точного времени;

в) в журнале событий ИВК:

- несанкционированного изменения ПО и параметрирования АИИС КУЭ,
- потери и восстановления связи со счетчиками,
- корректировки системного времени (расписание).

Защищенность применяемых компонентов:

- путем пломбирования счетчиков СЭТ-4ТМ.03М спереди в 3-х местах 2-мя пломбами сервисной организации и пломбой ОТК, а также предусмотрено электронное пломбирование крышки зажима;
- путем пломбирования трансформаторов тока и напряжения пломбой в 2-х местах на месте крепления задней крышки;
- путем пломбирования УСПД сбоку пломбой;
- путем пломбирования пломбой крышки испытательного клеммника;
- путем наклеивания полос пломбирования на разветвительную коробку в 2-х местах.

Глубина хранения информации в счетчике:

- тридцатиминутный профиль нагрузки в двух направлениях - не менее 114 дней;
- при отключении питания - не менее 40 лет.

Глубина хранения информации и непрерывной работы часов в УСПД при отключении питания - не менее 10 лет.

Знак утверждения типа

наносится на титульные листы эксплуатационной документации каналов измерительных АИИС КУЭ типографским способом.

Комплектность средства измерений

Комплектность АИИС КУЭ АО «Ванкорнефть» приведена в таблице 5.

Таблица 5 - Комплектность АИИС КУЭ АО «Ванкорнефть»

Наименование	Обозначение	Кол-во
1 Трансформатор тока	АМТ 145/3	2
2 Трансформатор тока	ТОГФ-110Ш	6
3 Трансформатор напряжения	SUD 145/S	2
4 Трансформатор напряжения	ЗНОГ-110-IV	6
5 Электросчетчик	СЭТ-4ТМ.03М	4
6 Контроллер с модулем GPS	ЭКОМ-3000 (R-C50-M2-B8-G)	2
7 Антенна GPS	Garmin	2
8 Управляемый коммутатор Ethernet	SRW2016	2
9 Сервер сбора данных	HP Proliant DL380pGen8	3
10 УССВ	УССВ-16HVS	2
11 Источник бесперебойного питания	APC Smart-UPS 1500VA	2
12 Источник бесперебойного питания	APC Smart-UPS 3000VA	1
13 Коробка испытательная	КИ-10	4
14 АРМ стационарный	iROBO-2000-20i2TR	2
15 АРМ стационарный АО «ЕЭСнК»	HP Compaq dc 7900	1
16 АРМ мобильный (Notebook)	HP 250 G2	1
17 Устройство сопряжения оптическое	УСО-2	1

18 Программное обеспечение	ПК «Энергосфера»	1
Продолжение таблицы 5		
19 Комплект эксплуатационной документации:		
- массив входных данных;	ВНК.1710213.2085Д.В6	1
- массив выходных данных;	ВНК.1710213.2085Д.В8	1
- инструкция по эксплуатации КТС;	ВНК.1710213.2085Д.ИЭ	1
- технологическая инструкция;	ВНК.1710213.2085Д.И2	1
- руководство пользователя ПК «Энергосфера»;	ВНК.1710213.2085Д.И3	1
- инструкция по формированию и ведению базы данных;	ВНК.1710213.2085Д.И4	1
- паспорт-формуляр.	ВНК.1710213.2085Д.ФО	1
20 Методика поверки	18-18/010 МП	1

Поверка

осуществляется в соответствии с документом 18-18/010 МП «Система автоматизированная информационно-измерительная коммерческого учета электроэнергии АО «Ванкорнефть». Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ ФБУ «Красноярский ЦСМ» 25.08.2015 г.

Основные средства поверки:

- трансформаторов тока по ГОСТ 8.217-2003;
- трансформаторов напряжения по МИ 2845-2003, МИ 2925-2005 и/или по ГОСТ 8.216-2011;
- вольтамперфазометр Парма ВАФ-А по методике поверки, изложенной в разделе «7 Поверка прибора» руководства по эксплуатации РА 1.007.001 РЭ и согласованной с ГЦИ СИ Тест-С.-Петербург в декабре 2004 г.;
- переносной компьютер с ПО «Электроколлектор» ПК «Энергосфера».

Сведения о методиках (методах) измерений

Методика измерений содержится в документе «Методика измерений активной и реактивной электрической энергии с использованием АИИС КУЭ АО «Ванкорнефть». Методика аттестована ФБУ «Красноярский ЦСМ», свидетельство об аттестации № 18.01.00291.012-2015 от 30.07.2015 г.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе автоматизированной информационно-измерительной коммерческого учета электроэнергии АО «Ванкорнефть»

1. ГОСТ Р 8.596-2002 «ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения».
2. ГОСТ 1983-2001 «Трансформаторы напряжения. Общие технические условия».
3. ГОСТ 7746-2001 «Трансформаторы тока. Общие технические условия».
4. ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».
5. ГОСТ 31819.22-2012 (IEC 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».
6. Р 50.2.077-2014 «ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения».

Изготовитель

Акционерное общество «Ванкорнефть» (АО «Ванкорнефть»)
660077, г. Красноярск, ул. 78 Добровольческой Бригады, 15
ИНН: 2437261631
Тел.: +7 (391) 274-56-00, (391) 275-56-99
E-mail: info@vankoroil.ru

Заявитель

Филиал общества с ограниченной ответственностью «РН-Информ» в г. Красноярск
(Филиал ООО «РН-Информ» в г. Красноярск)
660094, г. Красноярск, пр-т. Мира, д. 36
Тел.: +7 (391) 274-57-00; (391) 274-57-01
E-mail: kf@rn-inform.ru

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Красноярском крае» (ГЦИ СИ ФБУ «Красноярский ЦСМ»)
660093, г. Красноярск, ул. Вавилова, 1-А
тел.: (391) 236-30-80, факс: (391) 236-12-94
Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФБУ «Красноярский ЦСМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30073-10 от 20.12.2010 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« ____ » _____ 2015 г.