

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система измерительная автоматизированной системы управления технологическим процессом электролиза «СААТ-2» ОАО «РУСАЛ Новокузнецк»

### Назначение средства измерений

Система измерительная автоматизированной системы управления технологическим процессом электролиза «СААТ-2» ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» (далее ИС) предназначена для измерений напряжения постоянного тока электролизёров, постоянного тока серии электролизёров, напряжения постоянного тока серии электролизёров; автоматического непрерывного контроля параметров технологического процесса электролиза алюминия, их визуализации, регистрации и хранения; диагностики состояния технологического оборудования ИС; выполнения функции выдачи речевых сообщений.

### Описание средства измерений

ИС является средством измерений единичного производства. Конструкция ИС представляет собой трёхуровневую систему, построенную по иерархическому принципу. В состав ИС входят 182 измерительных канала. Измерительные каналы (ИК) ИС состоят из следующих компонентов (по ГОСТ Р 8.596-2002):

1) измерительные компоненты – измерительные преобразователи (ИП) 73G-IV10 и 73G-IV1, установленные в модулях гальванического разделения ISO-4GH, предназначенные для измерений аналоговых сигналов напряжения постоянного тока электролизёров; шунт ТУР-1240-0.02, универсальный измерительный преобразователь SITRANS T и преобразователь постоянного тока с гальваническим разделением SIMEAS T, предназначенные для измерений силы и напряжения постоянного тока серии электролизёров (нижний уровень ИС);

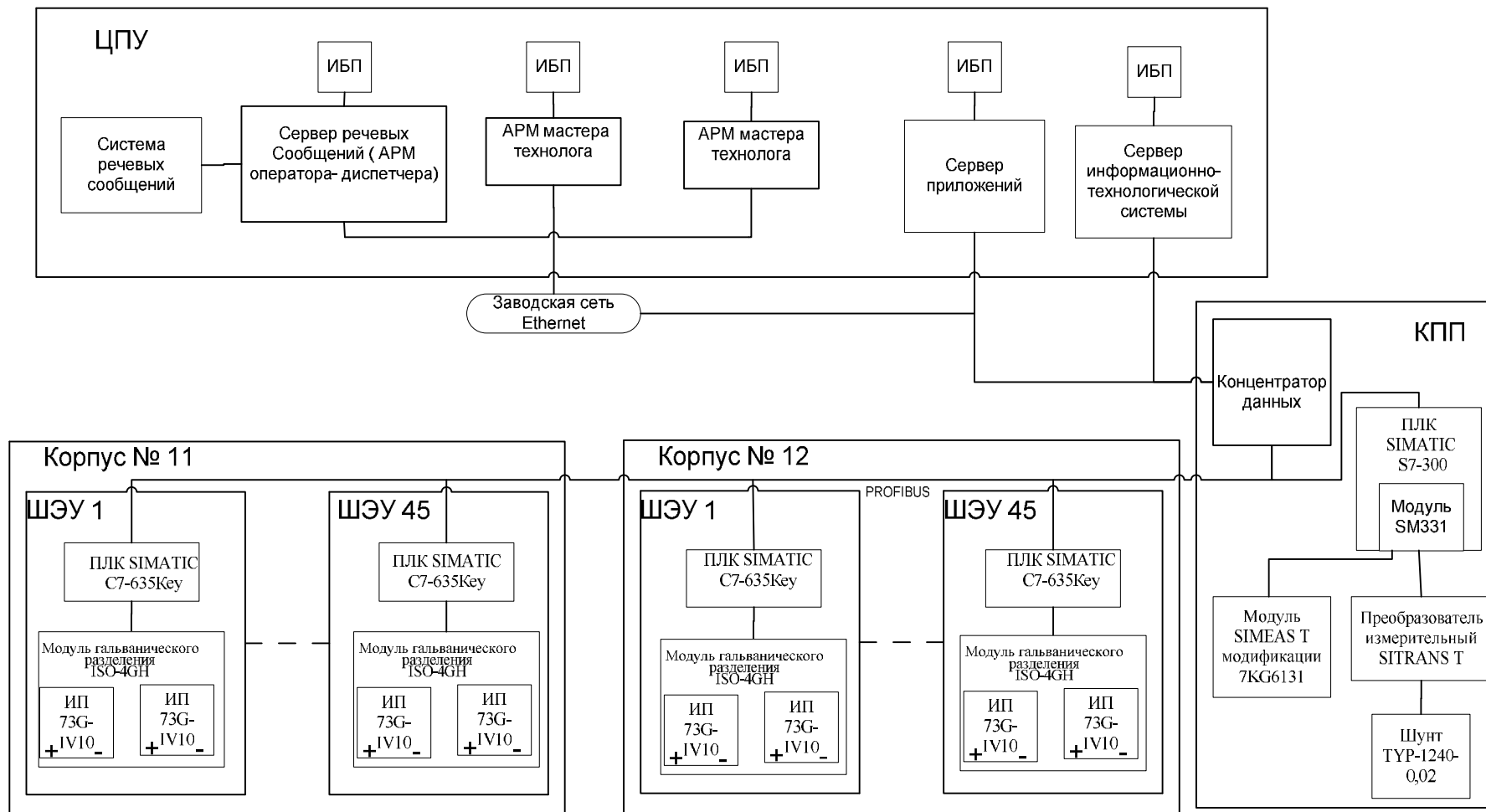
2) комплексные компоненты – контроллеры программируемые (ПЛК) SIMATIC C7-635Key и SIMATIC S7-300, предназначенные для преобразования и первичной обработки информации о параметрах технологического процесса электролиза алюминия, осуществляют измерение выходных аналоговых сигналов преобразователей (средний уровень ИС);

3) вычислительные компоненты – серверы, автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора диспетчерского пункта и АРМ мастеров-технологов, предназначенные для представления информации обслуживающему и технологическому персоналу, система речевых сообщений (аудио-сервер) (верхний уровень ИС);

4) связующие компоненты – технические устройства и средства связи, используемые для приёма и передачи сигналов, несущих информацию об измеряемой величине от одного компонента ИС к другому. Для обмена данными с верхним уровнем контроллеры нижнего уровня объединены локальной сетью PROFIBUS. Для гальванического разделения между ШЭУ и концентратором данных сеть выполнена оптоволоконным кабелем. Концентратор данных позволяет подключить ПЛК ИС к сети Ethernet посредством оптоволоконной линии связи. Связь серверов и АРМ осуществляется по сети Ethernet;

5) вспомогательные компоненты – технические устройства, обеспечивающие нормальное функционирование ИС и не участвующие непосредственно в измерительных преобразованиях (источники бесперебойного питания, аккумуляторы и т.д.).

ИС имеет в своем составе три группы измерительных каналов ИС, объединенных по виду и диапазону измерений физической величины: «рабочее напряжение электролизёра», «ток серии», «напряжение серии». Структурная схема ИС приведена на рисунке 1.



ШЭУ – шкаф управления двумя электролизёрами, КПП – кремнево-преобразовательная подстанция, ИБП – источник бесперебойного питания, ЦПУ – центральный пульт управления

Рисунок 1

ИС обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- 1) измерение и отображение текущих значений технологических параметров;
- 2) выдача речевых сообщений;
- 3) регистрация сообщений;
- 4) функционирование световой и звуковой сигнализации;
- 5) конфигурирование и настройка параметров ИС (изменение уставок технологических параметров, установление запретов на управление электролизером, настройка выдачи звуковых сообщений и др.);
- 6) хранение в базе данных параметров анодных эффектов, результатов регулирования электролизеров, параметров технологического процесса;
- 7) диагностика состояния технических и программных средств ИС;
- 8) защита оборудования, программного обеспечения и данных от несанкционированного доступа на физическом и программном уровне.

Принцип работы группы «рабочее напряжение электролизёра» основан на измерении напряжения постоянного тока, подаваемого на вход ИП 73G-IV10 и преобразования измеренного значения в цифровой код, гальваническом разделении модулем ISO-4GH, дальнейшей передаче цифрового кода в ПЛК SIMATIC C7-635Key по сети PROFIBUS через концентратор данных на сервер информационно-технологической системы (СИТС).

Принцип работы ИК «ток серии» основан на измерении падения напряжения постоянного тока шунте ТУР-1240-0.02. Сила постоянного тока, протекающего через шунт ТУР-1240-0.02, пропорциональна постоянному току, протекающему в серии электролизёров. Падение напряжения постоянного тока преобразуется ИП SITRANS T в выходной сигнал постоянного тока от 0 до 20 мА, затем поступает на вход в ПЛК SIMATIC S7-300 и по сети PROFIBUS через концентратор данных на СИТС.

Принцип работы измерительного канала «напряжение серии» заключается в измерении напряжения постоянного тока, подаваемого на вход преобразователя постоянного тока с гальваническим разделением SIMEAS T и преобразования в выходной сигнал постоянного тока от 0 до 20 мА, дальнейшей передаче на вход в ПЛК SIMATIC S7-300 и по сети PROFIBUS через концентратор данных на СИТС.

СИТС осуществляет ведение базы данных значений параметров электролизеров, ведение кратковременного архива данных (время хранения – 1 месяц) и передачу данных в долговременную базу данных Oracle на сервер приложений. Система речевых сообщений включает в себя аудиосервер, многоканальный усилитель, громкоговорители, установленные в корпусах электролиза. Отображение результатов измерений осуществляется на АРМ мастера технолога и АРМ диспетчера-оператора.

### **Программное обеспечение**

Структура и функции программного обеспечения (ПО) ИС:

- ПО АРМ мастера технолога функционирует в операционной системе Windows NT при использовании X-сервера и программного пакета X Win-32 фирмы StarNet и осуществляет отображение измеренных значений параметров технологического процесса, архивных данных, журнала сообщений, сигналов сигнализации;
- ПО СИТС «ELVIS» функционирует в операционной системе Solaris 8 и осуществляет прием данных из ПЛК;
- ПО сервера приложений осуществляет хранение архивных данных и сообщений в системе управления базой данных (СУБД) Oracle;
- ПО аудиосервера построено по технологии клиент-сервер и функционирует в операционной системе Windows XP Pro;
- встроенное ПО ПЛК SIMATIC S7-300 и SIMATIC C7-635Key (метрологически значимая часть ПО ИС) разработано в системе программирования STEP 7 и осуществляет автоматизированный сбор, обработку и передачу измерительной информации на СИТС, диагностику оборудования, обеспечение работы предупредительной и аварийной сигнализации.

Идентификация метрологически значимой части ПО ИС (ПО ПЛК ) выполняется с помощью программатора по команде оператора, доступ защищен паролем. Идентификационные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

| 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 |
|--|---|---|--|---|
| Проект в системе программирования STEP 7 | N_11_014  | –   | Для файла конфигурации проекта N_11_014:<br>SUBBLK.DBT<br>75EE1129865F6A42ACEB<br>4930A1768B22 | MD5   |

Метрологические характеристики ИС нормированы с учетом ПО ПЛК. Защита ПО ПЛК SIMATIC S7-300 и SIMATIC C7-635 Key соответствует уровню «А» по классификации МИ 3286-2010. Для защиты программного обеспечения АРМ и серверов от непреднамеренных и преднамеренных изменений реализован алгоритм авторизации пользователей. Защита ПО АРМ и сервера соответствует уровню «С» по классификации МИ 3286-2010.

#### Метрологические и технические характеристики

1) Метрологические характеристики групп ИК ИС приведены в таблице 2.

Таблица 2

| Номер ИК ИС   | Наименование группы ИК ИС        | Диапазон измерений физической величины, ед. измерений | Компоненты, входящие в состав группы ИК ИС  | Границы допускаемой приведённой погрешности измерений ИК ИС в рабочих условиях |
|---|----------------------------------|---|---|--|
| 1-180   | Рабочее напряжение электролизера | от 0 до 10 В  | Измерительный преобразователь 73L-IV10<br>Модуль гальванического разделения ISO 4GH<br>SIMATIC C7-635 Key   | $\gamma = \pm 1 \%$  |
| 181   | Ток серии                        | от 0 до 5 А   | Шунт ТУР: 1240-0,02<br>Измерительный преобразователь SITRANS T<br>ПЛК SIMATIC S7-300 (измерительный модуль 6ES7 331-7NF00-0AB0)                             | $\gamma = \pm 3 \%$  |
| 182   | Напряжение серии                 | от 0 до 1000 В  | Преобразователь постоянного тока с гальваническим разделением SIMEAS T модификации 7KG6131<br>ПЛК SIMATIC S7-300 (измерительный модуль 6ES7 331-7NF00-0AB0) | $\gamma = \pm 1 \%$  |
| Примечание – В таблице принято следующее обозначение: $\gamma$ – приведённая погрешность, % |                                  |   |   |  |

- 2) Параметры электрического питания:
- напряжение питания постоянного тока, В от 12 до 42;
  - напряжение питания переменного тока, В от 198 до 242;
  - частота, Гц от 49,6 до 50,4.
- 3) Условия эксплуатации:
- а) измерительных и связующих компонентов ИС:
- температура окружающего воздуха, °С от 10 до 30;
  - относительная влажность окружающего воздуха при 25 °С, % от 40 до 80;
  - атмосферное давление, кПа от 90 до 110;
- б) комплексных и вычислительных компонентов ИС:
- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
  - относительная влажность окружающего воздуха при 25 °С, % от 40 до 80;
  - атмосферное давление, кПа от 90 до 110.
- 4) Средний срок службы ИС, лет, не менее 8.

### Знак утверждения типа

наносится в виде наклейки на титульный лист документа «Система измерительная автоматизированной системы управления технологическим процессом электролиза «СААТ-2» ОАО «РУСАЛ Новокузнецк». Паспорт».

### Комплектность средства измерений

В комплект ИС входят технические средства, специализированные программные средства, а также документация, представленные в таблицах 3 – 4, соответственно.

Измерительные и комплексные компоненты ИС представлены в таблице 3, вычислительные и вспомогательные компоненты представлены в таблице 4, программное обеспечение (включая ПО ПЛК) – в таблице 4, техническая документация – в таблице 5.

Таблица 3

| № | Наименование  | Обозначение   | Номер в Гос. реестре СИ | Количество, шт. |
|---|---|---|-------------------------|-----------------|
| 1 | Измерительный преобразователь                                 | 73L-IV10  | –                       | 180             |
| 2 | Модуль гальванического разделения                             | ISO-4GH   | –                       | 90              |
| 3 | Контроллеры программируемые                                   | SIMATIC C7-635Key   | 15774-02                | 90              |
| 4 | Шунт  | ТYP: 1240-0,02  | –                       | 1               |
| 5 | Контроллеры программируемые                                   | SIMATIC S7-300 (измерительный модуль 6ES7 331-7NF00-0AB0) | 15772-02                | 1               |
| 6 | Преобразователь постоянного тока с гальваническим разделением | SIMEAS T модификации 7KG6131                              | –                       | 1               |
| 7 | Измерительный преобразователь                                 | SITRANS T   | –                       | 1               |

Таблица 4

| № | Наименование  | ПО  | Количество, шт. |
|---|---|---|-----------------|
| 1 | АРМ мастера технолога.<br>Минимальные требования:<br>процессор Pentium II – 350, ОЗУ – 64 MB, ЖК видеомонитор 15"; видеоадаптер; сетевая карта Ethernet | Операционная система: Windows NT, X-сервер и программный пакет X Win-32 фирмы StarNet | 2               |

Таблица 4

| № | Наименование  | ПО  | Количество, шт. |
|---|---|---|-----------------|
| 2 | АРМ диспетчера-оператора.<br>Минимальные требования:<br>процессор Pentium II – 350, ОЗУ – 64 МВ, ЖК видеомонитор 15"; видеоадаптер; сетевая карта Ethernet  | Операционная система: Windows NT, X-сервер и программный пакет X Win-32 фирмы StarNet                                   | 1               |
| 3 | Сервер информационно-технологической системы  | Реализован на базе серверной станции SUN, операционная система: Solaris 8, прикладное ПО ELVIS                          | 1               |
| 4 | Сервер приложений   | СУБД Oracle   | 1               |
| 5 | Система речевых сообщений: многоканальный усилитель, громкоговорители и аудио-сервер: компьютер на базе HP Compaq d530 DF364A Intel® Pentium® 4 2,6; 256 МБ; PC3200 40 ГБ, DVD-ROM 16x IDE Windows XP Pro, многоканальная звуковая карта Echo Gina 24 | ПО аудио-сервера по технологии клиент-сервис предназначено для приёма сообщений от СИТС и их выдачи по звуковому каналу | 1               |
| 6 | Источник бесперебойного питания SMART UPS 500   | —   | 5               |

Таблица 5

| № | Наименование  | Количество, шт. |
|---|---|-----------------|
| 1 | Автоматизированная система управления процессом электролиза алюминия «СААТ». Руководство по эксплуатации  | 1               |
| 2 | Система измерительная автоматизированной системы управления технологическим процессом электролиза «СААТ-2» ОАО «РУСАЛ Новокузнецк». Паспорт                         | 1               |
| 3 | МП 177-12 ГСИ. Система измерительная автоматизированной системы управления технологическим процессом электролиза «СААТ-2» ОАО «РУСАЛ Новокузнецк». Методика поверки | 1               |

### Поверка

осуществляется по документу МП 177-2012 «ГСИ. Система измерительная автоматизированной системы управления технологическим процессом электролиза «СААТ-2» ОАО «РУСАЛ Новокузнецк». Методика поверки», утвержденному руководителем ГЦИ СИ ФБУ «Томский ЦСМ» 31 октября 2012 г.

Основные средства поверки:

- калибратор программируемый П320;
- калибратор тока программируемый П321.

Основные метрологические характеристики калибраторов приведены в таблице 6.

Таблица 6

| Наименование и тип средства поверки   | Основные метрологические характеристики   |   |
|---|---|---|
|   | диапазон измерений, номинальное значение  | погрешность, класс точности, цена деления   |
| Калибратор программируемый ПЗ20   | Воспроизведения напряжения постоянного тока<br>от 0 до 10 В;<br>от 10 до 100 В;<br>от 100 до 1000 В | $\Delta = \pm (20 \cdot U_{\text{показ.}} + 40) \text{ мкВ};$<br>$\Delta = \pm (40 \cdot U_{\text{показ.}} + 500) \text{ мкВ};$<br>$\Delta = \pm (0,05 \cdot U_{\text{показ.}} + 5) \text{ мВ}$ |
| Калибратор тока программируемый ПЗ21  | Воспроизведение сигналов силы постоянного тока в диапазоне от 0,01 мА до 10 А                       | $\Delta = \pm (0,1 \cdot I_{\text{показ.}} + 0,5) \text{ мА}$   |
| Примечание – В таблице приняты следующие обозначения: КТ – класс точности; $\Delta$ – абсолютная погрешность; $\delta$ – относительная погрешность; $I_{\text{показ.}}$ , $U_{\text{показ.}}$ – показания силы и напряжения постоянного тока соответственно |   |   |

#### Сведения о методиках (методах) измерений

Описание метода измерений содержится в руководстве по эксплуатации автоматизированной системы управления процессом электролиза алюминия «СААТ».

#### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к Системе измерительной автоматизированной системы управления технологическим процессом электролиза «СААТ-2» ОАО «РУСАЛ Новокузнецк»

1 ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.

2 ГОСТ Р 51841-2001 Программируемые контроллеры. Общие технические требования и методы испытаний.

3 ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

4 Автоматизированная система управления электролизом алюминия серии 8 Новокузнецкого Алуминиевого Завода. Проект привязки

5 Производство алюминия-сырца на электролизёрах с самообжигающимися анодами с верхним токоподводом.ТИ 451.01.02-2010

#### Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

#### Изготовитель

Открытое акционерное общество «РУСАЛ Новокузнецкий Алуминиевый Завод» (ОАО «РУСАЛ Новокузнецк»)

Россия, 654000, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, Ферросплавный проезд, 7

Тел. (3843) 39-73-22, факс (3843) 37-48-29

Сайт: <http://www.rusal.ru>

**Испытательный центр**

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Томской области» (ФБУ «Томский ЦСМ»)

Юридический адрес: Россия, 634012, г. Томск, ул. Косарева, д.17-а

Тел. (3822) 55-44-86, факс (3822) 56-19-61, 55-36-76

E-mail: [tomsk@tcsms.tomsk.ru](mailto:tomsk@tcsms.tomsk.ru)

Сайт: <http://tomskcsm.ru>

Аттестат аккредитации государственного центра испытаний средств измерений №30113-08 от 04.08.2011 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.