



ЭНЕРГЕТИКА
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА
АВТОМАТИКА

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

РСДУ5

Общее описание системы

РАСПДУ5



Содержание

1	Термины, определения, обозначения и сокращения	3
2	Введение	7
3	Назначение системы.....	8
4	Основы организации комплекса РСДУ5.....	9
4.1	Общая информационная модель.....	9
4.2	Международные стандарты и спецификации.....	10
4.3	Микросервисная архитектура	10
4.4	Состав и структура технических средств	10
4.5	Системное программное обеспечение	15
5	Принципы построения Базы Данных РСДУ5.....	16
5.1	Иерархия Базы Данных РСДУ5	16
5.2	Разделы и классы	20
5.3	Добавление новых разделов	21
5.4	Поддержка общей информационной модели CIM (IEC 61970/61968)	22
5.4.1	Введение	22
5.4.2	Соответствие CIM (IEC 61970/61968).....	23
5.4.3	Внесение изменений и поддержка версионности модели.....	24
5.4.4	Экспорт/импорт модели в формат RDF	25
6	Состав подсистем и исполняемые функции по подсистемам	28
6.1	Протоколы информационного обмена	29
6.2	Подсистема сбора, обработки, обмена телеметрической информацией	29
6.3	Подсистема сбора информации от устаревших устройств ТМ	34
6.4	Подсистема контроля и управления электрическим режимом	36
6.5	Процессор топологии	39
6.5.1	Назначение процессора топологии	39
6.5.2	Подготовка данных	40
6.5.3	Работа с процессором топологии из приложения просмотра схем	40
6.6	Подсистема DMS	43
6.6.1	Оценка состояния	44
6.6.2	Расчет установившегося режима	45
6.6.3	Расчет токов короткого замыкания.....	46
6.6.4	Модуль прогнозирования энергопотребления	48
6.7	Подсистема коммерческой диспетчеризации.....	50
6.8	Подсистема ведения оперативного электронного журнала	54

6.9 Подсистема управления производством ремонтных и аварийно-спасательных работ.....	57
6.10 Подсистема OMS.....	60
6.11 Подсистема географического представления данных	66
6.12 Мобильный клиент РСКДУ5	67
6.12.1 Описание модуля карт	68
6.12.2 Описание модуля сообщений	69
6.13 Подсистема хранения исторических данных.....	72
6.14 Подсистема интеграции приложений.....	74
6.14.1 Интеграция РСКДУ5 и ПТК «MODES-Centre».....	76
6.14.2 Интеграция РСКДУ5 ОИК и СК-2007	77
6.14.3 Интеграция РСКДУ5 ОИК и «ёЖ-2».....	78
6.14.4 Интеграция РСКДУ5 ОИК и «АСУРЭО»	79
6.15 Подсистема ведения точного времени	81
6.16 Подсистема администрирования и вспомогательных служб	81
6.17 Подсистема ведения суточных графиков	84
6.18 Подсистема учета электроэнергии.....	86
6.19 Подсистема отображения информации.....	87
6.20 Подсистема WEB-приложений	102
6.20.1 Пользовательский интерфейс	102
6.20.2 Просмотр оперативных данных.....	105
6.20.3 Администрирование	126
6.20.4 Завершение работы	127
6.21 Подсистема управления средствами представления информации коллективного пользования	127
6.22 Подсистема автоматического регулирования частоты и перетоков активной мощности в энергосистеме	131
6.23 Подсистема контроля технического состояния силового оборудования в режиме мониторинга	134
7 Особенности системы.....	141
8 Развитие РСКДУ5.....	142
9 Обучение и сервисная поддержка	144

1 Термины, определения, обозначения и сокращения

В настоящем документе приняты следующие термины, определения, обозначения и сокращения:

AMQP (Advanced Message Queuing Protocol) – открытый протокол для передачи сообщений между компонентами системы с использованием брокера сообщений.

API (Application Programming Interface) – набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением (библиотекой, сервисом) или операционной системой для использования во внешних программных продуктах.

CIM (Common Information Model) – общая информационная модель на основе стандартов IEC 61970/61968.

DAO (Data Access Objects) – шаблон проектирования, позволяющий реализовать специфический (для PCДУ) интерфейс доступа к информационной модели и данным, исключая зависимость от метода и систем хранения данных.

DMS (Distribution Management System) – подсистема комплекса PCДУ, предназначенная для оценки текущего и прогнозируемого режима работы электрической сети.

JSON-RPC (JavaScript Object Notation Remote Procedure Call) – протокол удаленного вызова процедур, использующий JSON для кодирования сообщений. JSON-RPC поддерживает уведомления и множественные вызовы.

OPC (OLE for Process Control) – семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами.

RDF (Resource Description Framework) – формат хранения информационной модели на основе XML.

REST (Representational State Transfer) – архитектурный стиль взаимодействия компонентов распределённого приложения в сети.

SOAP (Simple Object Access Protocol) – протокол обмена структурированными сообщениями в распределённой вычислительной среде. Первоначально SOAP предназначался для реализации удалённого вызова процедур (RPC). Сейчас протокол используется для обмена произвольными сообщениями в формате XML. SOAP является расширением протокола XML-RPC.

АИИС КУЭ (АСКУЭ) – автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учёта электроэнергии

АРМ (Автоматизированное Рабочее Место) – программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида автоматизированных систем. Объединяет программно-аппаратные средства, обеспечивающие взаимодействие человека с компьютером, предоставляет возможность ввода информации (через клавиатуру, компьютерную мышь, сканер и пр.) и её вывод на экран монитора, принтер, графопостроитель или иные устройства вывода.

АС СО – автоматизированная система Системного Оператора.

АСДТУ – автоматизированная система диспетчерского и технологического управления.

АСДУЭ – автоматизированная система диспетчерского управления электроснабжением.

АСТУ – автоматизированная система технологического управления.

АСТУЭ – автоматизированная система технологического учёта электроэнергии.

АСУТП – автоматизированная система управления производственным процессом.

Брокер сообщений – серверное программное обеспечение, предназначенное для организации упорядоченной, в виде очередей и подписок, транспортировки информационных сообщений. Брокер сообщений поддерживает стандартные протоколы транспортировки сообщений, такие как AMQP.

Веб-сервер (англ. web-server) – серверное программное обеспечение, обеспечивающее выполнение приложений с пользовательским интерфейсом, доступным средствами интернет браузеров. Кроме того, веб-сервер может выступать основой для создания сервера приложений и обеспечивать доступ к интерфейсам веб-сервисов на базе протоколов HTTP и HTTPS.

Веб-служба, веб-сервис (англ. web-service) – идентифицируемая веб-адресом программная система со стандартизированными интерфейсами. Веб-службы могут взаимодействовать друг с другом и со сторонними приложениями посредством сообщений, основанных на определённых протоколах (SOAP, JSON-RPC, XML-RPC, REST и т. д.).

Внешний эквивалент – эквивалент электрической сети, используемый для определения параметров и характеристик точки подключения схемы замещения в общую электрическую сеть.

ГОУ – групповой объект управления.

Граничный узел – объект информационной модели, созданный на основе соединительного узла схемы и служащий для определения границ схемы замещения.

ГТП – группа точек поставки.

ДДГ – Доводимый Диспетчерский График.

ДП – диспетчерский пункт.

Интеграционный адаптер – это приложение, обеспечивающее передачу инициатив и данных от внешней системы в РСДУ и наоборот. Передача инициатив осуществляется путем вызова функций сервера приложений или с использованием брокера сообщений.

КДУ – команда диспетчерского управления.

КЗ – короткое замыкание.

МРСК (межрегиональная распределительная сетевая компания) – основа структуры распределения электроэнергии в России.

ОИК (оперативно-информационный комплекс) – совокупность программно-аппаратных средств, предназначенных для построения диспетчерских информационно-управляющих систем реального времени.

ОМП – определение места повреждения.

РЗА – релейная защита и автоматика.

РСДУ – распределённая система диспетчерского управления. Программно-технический комплекс производства ООО «ЭМА» г. Новосибирск.

РЭС (район электрических сетей) – производственное подразделение районного масштаба в рамках областной энергетической компании энергосистемы России.

Сервер приложений – компонентная программная платформа, предназначенная для эффективного исполнения и множественного использования общих программных модулей, реализующих различные алгоритмы обработки данных, системные и прикладные функции информационной системы. Доступ к программным модулям сервера приложений осуществляется посредством веб-сервисов.

СН – собственные нужды, график потребления станции.

СО – системный оператор.

Соединительный узел – объект информационной модели, предназначенный для электрического соединения зажимов оборудования.

СОТИ АССО – система обмена технологической информацией энергообъекта с автоматизированной системой Системного Оператора.

СТМиС – система телемеханики и связи энергообъекта.

СУБД (Система Управления Базами Данных) – совокупность программных и лингвистических средств общего или специального назначения, обеспечивающих управление созданием и использованием баз данных.

Схема замещения – участок электрической сети энергосистемы, границы которого заданы граничными узлами.

УДГ (Уточненный Диспетчерский График) – величина, полученная в результате изменения графика ДДГ путём отдачи команд СО в отношении ГТП.

ЦАС КИТ – централизованная автоматизированная система сбора и обработки коммерческой и технологической информации.

2 Введение

Современный уровень требований к управлению режимами энергосистемы требует наличия оперативного доступа к большому количеству разнородных данных об объекте управления (энергосистеме). К таким данным относятся сведения о текущем электрическом режиме, состоянии энергетического оборудования, текущей топологии сети, составе, характеристиках и состоянии устройств релейной защиты и автоматики, характеристиках окружающей среды, а также сведения о текущих работах, ограничениях и сведения экономического характера. Кроме информации о текущем состоянии объекта управления, необходимы также разносторонние данные о предшествующих состояниях (архивные данные).

Для достижения наибольшей эффективности использования имеющихся данных необходимо обеспечить возможность их совокупного представления и обработки в автоматизированной системе на всех уровнях иерархии энергокомпании, таких как:

- ✓ региональный уровень (ЦУС) – включает организационные подразделения и эксплуатируемые ими программно-технические комплексы, объединяющие данные от всех подчиненных подразделений территориального уровня;
- ✓ территориальный уровень (филиалы, РЭС) – включает организационные подразделения и эксплуатируемые ими программно-технические комплексы, объединяющие оперативно-технологическую информацию от всех АСТУ/ОИК сетевой компании в пределах зоны ответственности филиала/РЭС;
- ✓ энергообъект – к данному уровню относятся все программно-технические средства, устанавливаемые на энергообъектах сетевых компаний, включая компоненты измерительных каналов учета, телеметрии, устройств консолидации данных, АСУТП подстанций. В определенных случаях на данном уровне находятся также организационные подразделения, обеспечивающие эксплуатацию АСУТП энергообъекта.

Система РСДУ5 удовлетворяет самым высоким требованиям в области построения АСУ и может, по желанию Заказчика, объединять в себе функции диспетчерского и технологического управления, технического учета энергоресурсов, являясь основой для фактического воплощения технологии Smart Grid.

Система РСДУ5 обеспечивает высокое качество информационного обеспечения оперативного управления и технической эксплуатации и строится на основе современных информационных технологий и общепринятых мировых стандартов.

Данный документ не охватывает всех возможностей РСДУ5, но на примере базовых подсистем позволяет получить полное представление об архитектуре построения, гибкости выбора используемых аппаратных платформ, характеристиках масштабируемости, системе представления и обработки информации.

3 Назначение системы

Система РСДУ5 обеспечивает выполнение функций оперативно-технологического контроля и управления в электроэнергетике для генерирующих и распределительных сетевых компаний, крупных промышленных предприятий и предприятий нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей.

На базе системы РСДУ5 могут быть построены современные автоматизированные системы различного назначения:

- ✓ автоматизированные системы информационно-аналитической поддержки работы генерирующих компаний на рынке электроэнергии;
- ✓ централизованная автоматизированная система сбора и обработки коммерческой и технологической информации исполнительных аппаратов и электростанций генерирующих компаний;
- ✓ автоматизированные системы управления ситуационно-аналитических центров МРСК;
- ✓ автоматизированные системы технологического управления (АСТУ) Центров Управления Сетями филиалов МРСК – распределительных сетевых компаний;
- ✓ автоматизированные системы диспетчерского управления и технического учета электроэнергии промышленных предприятий;
- ✓ автоматизированные системы диспетчерского управления электроснабжением предприятий нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей;
- ✓ оперативно-измерительные комплексы (ОИК) диспетчерских пунктов РЭС;
- ✓ АСУТП подстанций класса напряжений 110 кВ и выше;
- ✓ СТМиС и СОТИ АССО электростанций.

4 Основы организации комплекса РСДУ5

Построение отраслевых систем автоматизации и технологического управления требует значительных временных и финансовых затрат. В связи с этим, обязательными характеристиками подобных систем являются:

- ✓ максимальная эффективность инвестиций;
- ✓ неограниченный срок жизни системы;
- ✓ максимальное использование уже имеющихся систем;
- ✓ масштабируемость системы в условиях постоянного изменения правил и корпоративной инфраструктуры;
- ✓ независимость прикладных задач друг от друга при их модификации;
- ✓ возможность быстрого развертывания системы с ограниченным набором функций, поэтапное расширение системы;
- ✓ совместимость с другими типами информационных систем и систем управления;
- ✓ единая распределённая система для всех подразделений;
- ✓ независимость от поставщика основных решений.

Для реализации высоких требований к системам технологического управления и обеспечения указанных характеристик в основу комплекса РСДУ5 заложены принципы, приведенные ниже.

4.1 Общая информационная модель

Основу комплекса РСДУ5 составляет общая информационная модель, которая содержит описание объекта автоматизации, основного оборудования и его характеристик, справочники организационных структур и персонала, описание технологических функций, алгоритмов, аппаратных и программных средств комплекса, а так же другие информационные объекты, необходимые для выполнения прикладных задач и построения систем автоматизации.

Информационная модель комплекса построена на базе стандартов и принципов CIM (Common Information Model), что позволяет выполнять ее масштабирование и расширение при создании систем технологического управления различного уровня сложности и назначения.

Комплекс РСДУ5 содержит необходимые инструменты и средства для управления информационной моделью, а также управления связями между объектами информационных моделей внешних систем при создании интеграционных решений.

4.2 Международные стандарты и спецификации

Комплекс РСДУ5 реализован с использованием открытых международных стандартов и спецификаций на описание информации и организацию информационного обмена между модулями и приложениями.

Этот подход обеспечивает расширяемость системы в части аппаратных средств, программных компонентов и исполняемых функций, позволяет решать различные интеграционные задачи.

4.3 Микросервисная архитектура

В целях выполнения требований к масштабируемости, надежности, модульности и автономности работы подсистем в основу РСДУ5 заложена микросервисная архитектура. Этот подход позволяет обеспечить следующие характеристики:

- ✓ простота и независимость развертывания подсистем комплекса;
- ✓ обеспечение возможности поэтапного внедрения комплекса;
- ✓ простота миграции и масштабирования комплекса при обновлении общесистемных программных компонентов или модернизации аппаратных средств;
- ✓ независимость от технологий, языков программирования, библиотек, общесистемных компонентов и т.д.;
- ✓ высокая надежность работы комплекса за счет обеспечения слабых связей между модулями системы и выделения работы технологических функций в отдельные независимые среды (микросервисы);
- ✓ простота и минимизация затрат на реализацию интеграционных задач.

4.4 Состав и структура технических средств

В качестве примера на рисунке приведена типовая структура технических средств комплекса РСДУ5 для Диспетчерского Пункта (ДП) центра управления сетями.

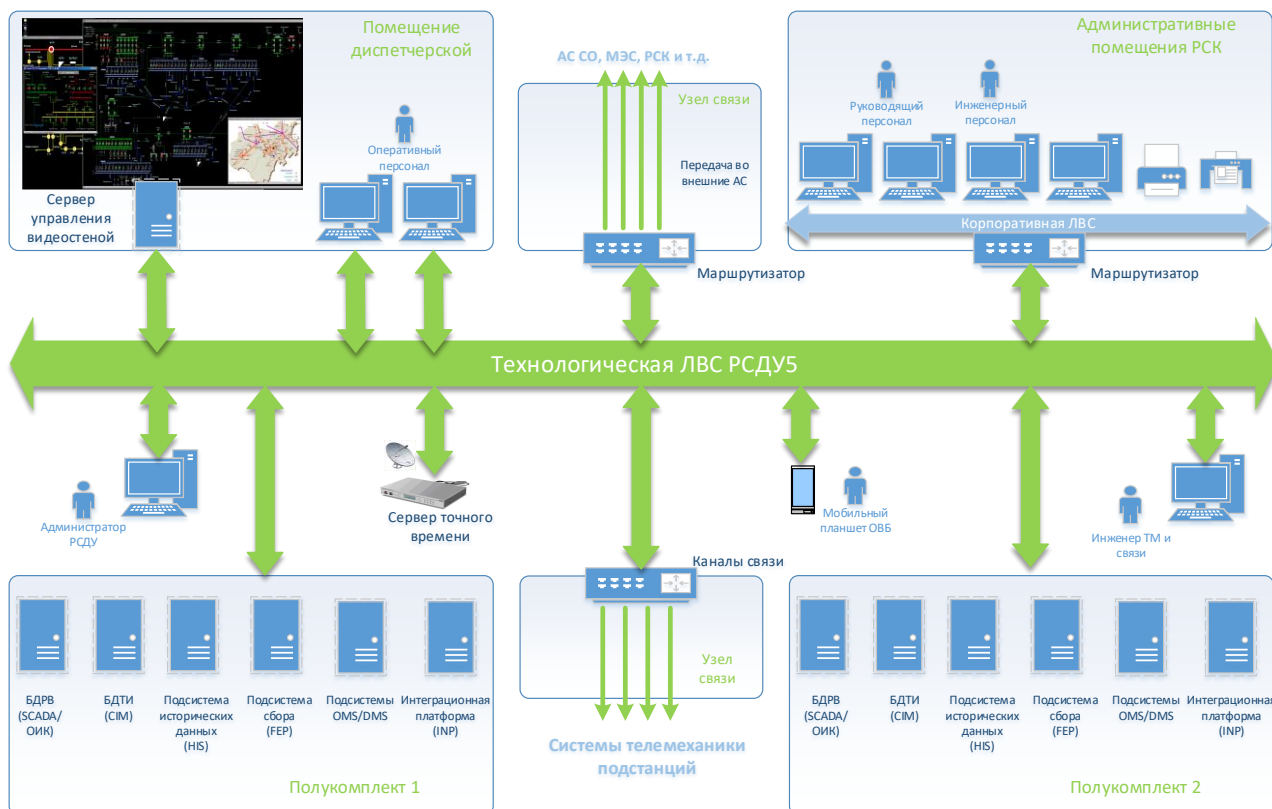


Рисунок 1 – Типовая структура технических средств комплекса РСДУ5 для ДП ЦУС

В состав комплекса входят следующие подсистемы:

- ✓ **БДТИ (СИМ)** – база данных технологической информации. Подсистема обеспечивает хранение информационной модели и предоставляет средства для управления и доступа к ней.
- ✓ **БДРВ (SCADA/ОИК)** – база данных реального времени. Подсистема обеспечивает выполнение технологических и оперативных функций, также предоставляет средства визуализации данных.
- ✓ **Подсистема исторических данных (HIS)** – подсистема обеспечивает долгосрочное хранение архивов и журналов, также предоставляет средства доступа и визуализации исторических данных в виде таблиц, графиков, отчетов и т.д.
- ✓ **Подсистема сбора (FEP)** – подсистема выполняет функции сбора, первичной обработки и передачи данных в другие системы с различных источников (счетчики, контроллеры, измерители, датчики и т.д.).
- ✓ **Подсистема OMS/DMS** – подсистема обеспечивает выполнение функций управления простоями и отключениями энергоснабжения потребителей, проведения ремонтно-восстановительных работ, оценки состояния, анализа и оптимизации режима работы электрической сети.

- ✓ **Интеграционная платформа (INP)** – подсистема предоставляет инструменты и средства для управления связями объектов информационных моделей внешних систем, настройки функций интеграции и контроля работы интеграционных адаптеров.

Взаимодействие подсистем, АРМ, приложений мобильных устройств, контроллеров видеостены и других модулей комплекса осуществляется в единой технологической вычислительной сети (ЛВС – локальная вычислительная сеть). ЛВС комплекса обеспечивает работу общей технологической шины данных, которая выполняет функции транспорта событий, данных, команд управления и другой информации.

На рисунке ниже представлена типовая структура построения серверной части подсистем комплекса.

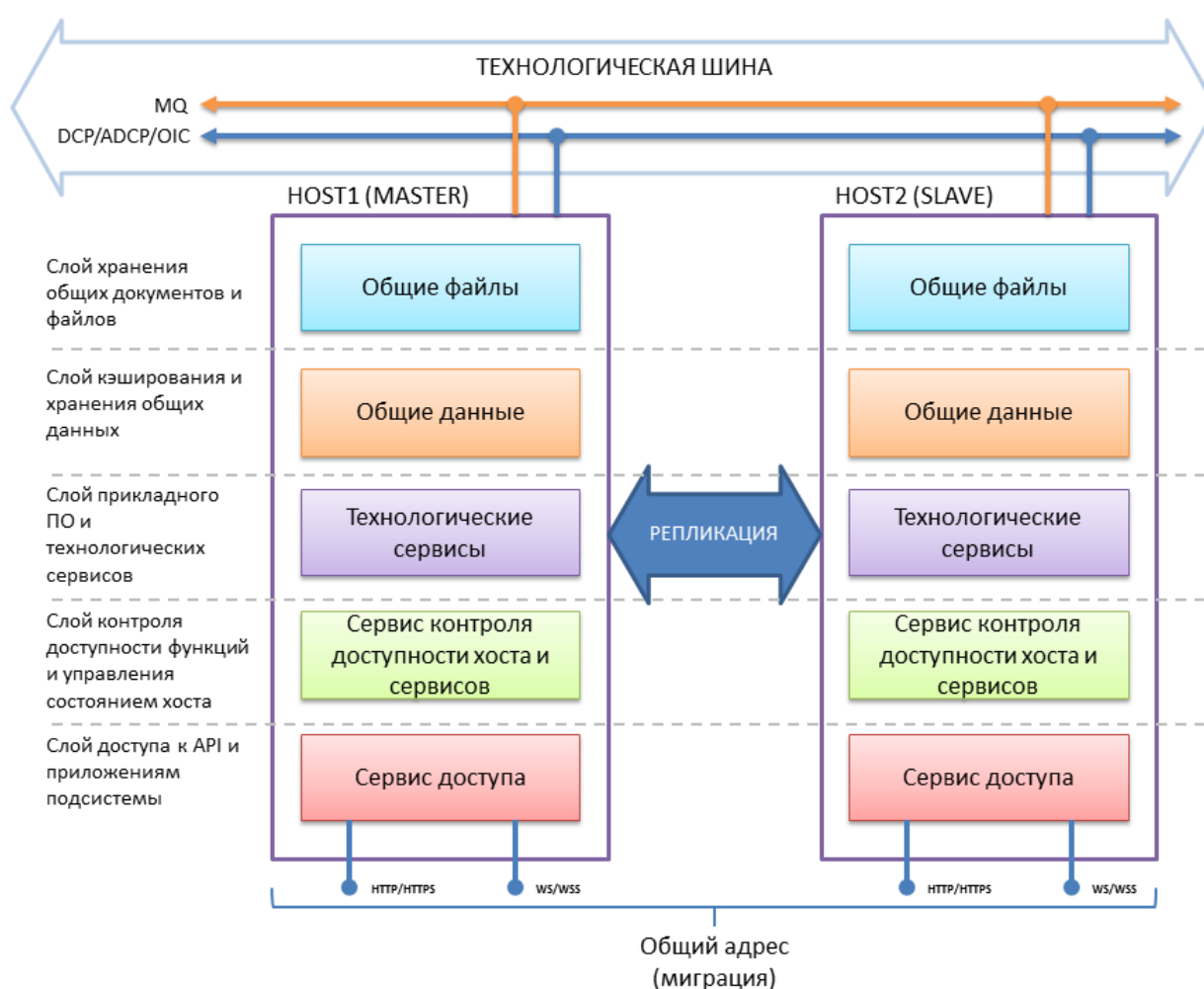


Рисунок 2 - Типовая структура построения серверной части подсистем комплекса

Структура построения серверной части подсистем условно содержит несколько программных слоев:

- ✓ **Слой доступа к API и приложениями подсистемы.** Этот слой обеспечивает надежную и безопасную публикацию точек доступа (портов) к программным интерфейсам и приложениями подсистемы.
- ✓ **Слой контроля доступности функций и управления состоянием хоста.** Этот слой выполняет функции контроля доступности хоста и точек доступа на уровне сети, контроля работоспособности системных и технологических сервисов, функций и приложений подсистемы. Слой принимает решение о переключении работы на резервный полукомплект в случае обнаружения проблем в работе подсистемы.
- ✓ **Слой прикладного ПО и технологических сервисов.** Слой содержит комплект сервисов и другого программного обеспечения подсистемы комплекса, обеспечивающего выполнение прикладных функций подсистемы.
- ✓ **Слой кэширования и хранения общих данных.** Программный слой обеспечивает распределенное хранение и доступ к общим данным подсистем. Слой отвечает за консистентность данных на всех хостах комплекса.
- ✓ **Слой хранения общих документов и файлов.** Слой обеспечивает распределенное хранение и доступ к общим документам и файлам подсистем. Слой отвечает за синхронизацию документов и файлов между хостами комплекса.

Все подсистемы комплекса поддерживают работу в режиме «горячего» резервирования. Репликация данных и синхронизация общих файлов между хостами комплекса осуществляется на каждом слое индивидуально с применением оптимальных для этой задачи технологий. Доступ к хостам и функциям подсистем осуществляется как по индивидуальному адресу хоста, так и на основе общего мигрирующего адреса. Это решение позволяет контролировать данные и выполнение функций на основном и резервном полукомплектах комплекса.

В зависимости от объема данных, требований к работе и используемых вычислительных ресурсов подсистемы могут быть развернуты как на отдельных аппаратных или виртуальных серверах, так и объединены на общих хостах комплекса.

Программное обеспечение комплекса создано с использованием системных компонентов, операционных систем и других программных модулей отечественного производства, а также известных мировых производителей, продукты которых официально используются на территории России.

Основной операционной системой для запуска серверных модулей является семейство ОС Linux. При выпуске релизов ПО комплекса PCДУ5 тестируется на ОС Astra Linux, Debian и SUSE Linux Enterprise Server (SLES). В составе комплекса ОС Windows используется для запуска сервисов интеграции с внешними системами, предоставляющими Windows-ориентированное API, модулей поддержки технологии OPC и организации доменной инфраструктуры.

Функционирование серверного программного обеспечения обеспечивается технологическими вычислительными машинами архитектуры x64 с поддержкой процессоров INTEL, AMD и других процессоров, используемых в отраслях промышленности. В качестве технических средств могут быть применены как выделенные серверы или Blade-системы, так и виртуальные машины под управлением гипервизоров VMware, Microsoft Hyper-V и Proxmox.

Для обеспечения контролируемого доступа к информации из других вычислительных сетей и разделения потоков данных между сетями предприятия используются маршрутизаторы различных мировых производителей, продукты которых стали стандартом де-факто при организации сетевой инфраструктуры промышленных предприятий.

Синхронизация внутренних часов серверов и рабочих мест комплекса осуществляется с помощью выделенного сервера точного времени спутниковой системы глобального позиционирования GPS/GLONASS с поддержкой стандартного протоколов NTP (спецификация RFC 1351) и TIME (спецификация RFC 868).

Подсистема сбора (FER) комплекса РСДУ5 обеспечивает прием информации от современных устройств измерения технологических параметров, счетчиков электроэнергии, контроллеров телемеханики, регистраторов аварийных событий, систем защит, указателей напряжения, устройств ОМП, различных систем мониторинга и диагностики оборудования сторонних производителей. Подсистема FER поддерживает работу по стандартным протоколам обмена данными: FDST, Modbus/RTU, Modbus/TCP, PML ION, СПЕ542, СЭТ4-ТМ, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, ГОСТ Р МЭК 60870-5-103, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, МЭК 60870-6-503 (TASE.2 ICS), OPC и другие. Состав поддерживаемых протоколов может быть расширен, по заказу компания выполняет реализацию поддержки проприетарных протоколов других производителей при наличии на протокол соответствующей документации.

Прием информации от устаревших устройств телемеханики (УТМ) выполняется с помощью специализированных адаптеров интерфейсов RS422/485. Подсистема FER комплекса РСДУ5 поддерживает следующие протоколы устаревших систем телемеханики: МКТ-1, МКТ-2, МКТ-3, RPT80 («АИСТ»), Гранит, ТМ-120, ВРТФ, УТМ-7.

Передача данных во внешние автоматизированные системы выполняется по стандартным протоколам: ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, МЭК 60870-6-503 (TASE.2 ICS), Modbus/TCP, FDST, OPC.

Комплекс РСДУ5 поддерживает средства представления информации для коллективного пользования (видеостены, видеопанели, мозаичные щиты и т.д.) известных производителей, продукты которых используются в электроэнергетике и нефтегазовой отрасли.

Для интеграции комплекса РСДУ5 с автоматизированными системами управления сторонних производителей, системами учета энергоресурсов, корпоративными

сервисами предприятия, системами управления активами, аналитическими системами планирования ремонтов, системами документа-оборота и т.д. используется «Интеграционная платформа» (подсистема INP). Интеграционная платформа PCДУ5 предоставляет инструменты и средства для задания связей информационных моделей внешних систем, контроля нарушения связей, комплект готовых интеграционных адаптеров для интеграции с известными или типовыми системами (АИИСКУЭ, АСКУТЭ, ёЖ-2, MODES-Terminal, MODES-Centre, АСУРЭО и т.д.), а так же подсистема предоставляет открытое API для создания новых интеграционных адаптеров на основе технологий ODBC\SQL, REST\JSON и XML, SOAP\XML, JSON-RPC и других стандартных программных интерфейсов.

4.5 Системное программное обеспечение

Системное программное обеспечение комплекса PCДУ5 состоит из следующих компонентов:

- ✓ Операционные системы Linux для запуска серверной части подсистем комплекса. Поддерживаются следующие ОС Linux: Astra Linux, Debian и SLES. Рекомендуется к применению российская операционная система специального назначения Astra Linux Special Edition, сертифицированная по требованиям безопасности информации ФСТЭК России.
- ✓ Операционные системы MS Windows для рабочих станций используются для запуска клиентского программного обеспечения комплекса на АРМ пользователей и контроллерах видеостен.
- ✓ Серверные операционные системы MS Windows Server для запуска интеграционных адаптеров, сервисов поддержки технологии OPC и организации контроллера домена.
- ✓ Реляционные СУБД с поддержкой SQL для хранения общей информационной модели комплекса. Поддерживаются следующие СУБД: Postgres Pro, MySQL и Oracle. Начиная с версии PCДУ5 5.20.3.0 (2020 год), в качестве СУБД рекомендуется применение российской СУБД Postgres Pro, зарегистрированной в Государственном реестре сертифицированных средств защиты информации ФСТЭК России.
- ✓ Документо-ориентированная NoSQL СУБД MongoDB для хранения общих документов, файлов и журналов.
- ✓ СУБД временных рядов Cassandra для организации долгосрочного хранения архивов и журналов подсистемы исторических данных.

Брокер сообщений RabbitMQ для организации управляемого транспорта событий и системы сигнализации комплекса.

5 Принципы построения Базы Данных РСДУ5

Основа принципа построения базы данных – максимальное соответствие задачам диспетчерского и технологического управления энергетическим объектом и выполнение следующих условий:

- ✓ по возможности избежать введения каких-либо ограничений на объемы и виды информации, хранимые в БД;
- ✓ обеспечить возможность постепенного наращивания объемов данных и структуры БД без каких-либо коренных перестроек БД;
- ✓ обеспечить возможность реализации любых подсистем комплекса в виде специализированных разделов БД.

Схема базы данных РСДУ5 разрабатывалась с учетом поддержки СУБД распределенных баз данных и поэтому не имеет специального географического или административного деления. Предполагается, что физическое хранение информации осуществляется в месте ее наиболее интенсивного использования.

5.1 Иерархия Базы Данных РСДУ5

Все таблицы в информационной модели РСДУ5 организованы в виде иерархического дерева и имеют как вертикальные, так и горизонтальные связи. Схема БД описывается отдельными таблицами с целью обеспечения быстрой навигации и поддержки специализированных функций управления БД. Управление специальными таблицами осуществляется инструментальными средствами ведения БД, поставляемыми с комплексом. На рисунке приведен пример дерева структуры для базы данных РСДУ5.

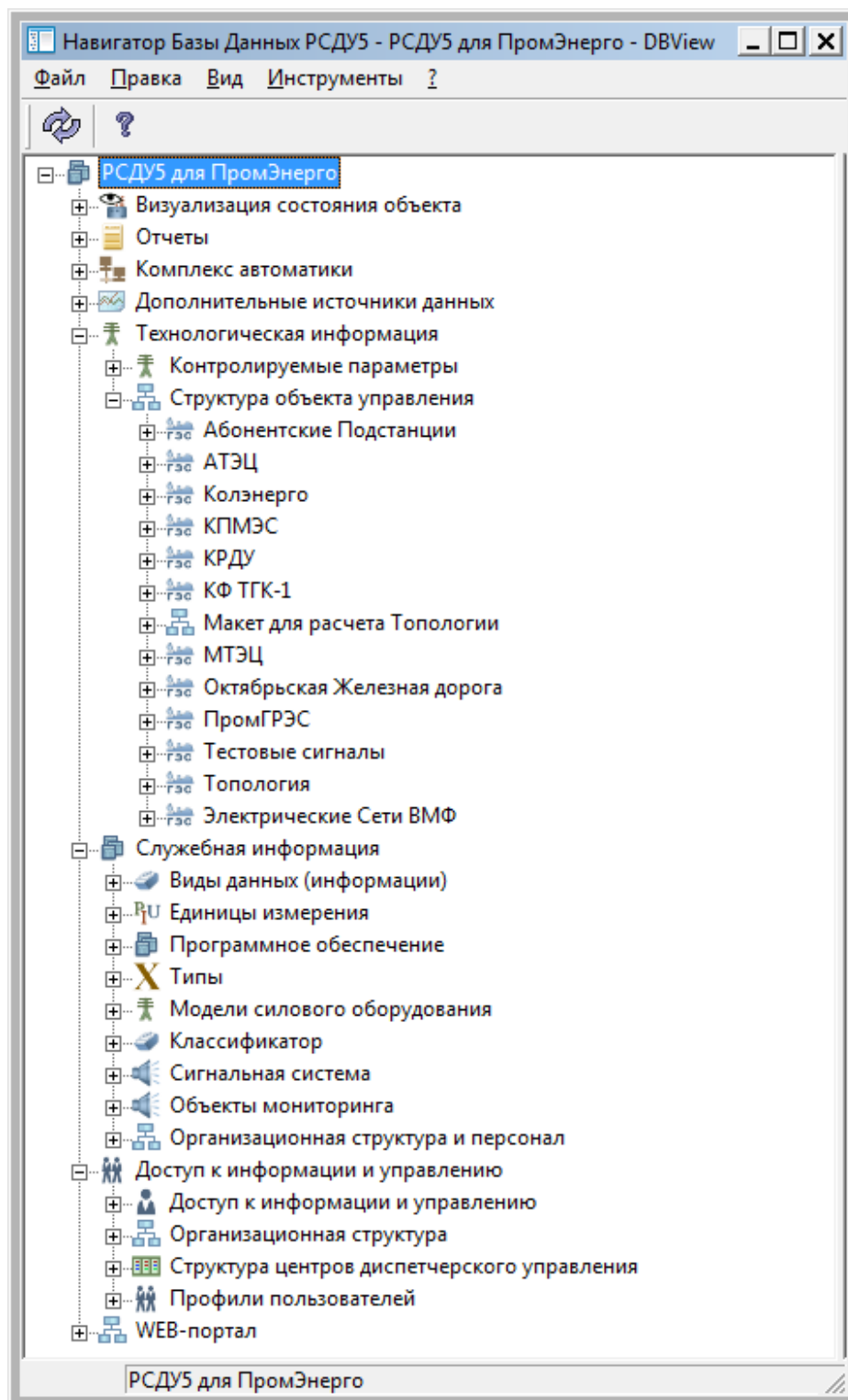


Рисунок 3 - Пример дерева структуры для базы данных РСДУ5

Общая концепция построения базы данных основана на наличии базовых таблиц двух видов:

- ✓ таблицы, содержащие списки параметров;

- ✓ таблицы-классификаторы, содержащие типы объектов или параметров и информацию о топологии связи (таблицы-каталоги, таблицы типов).

В таблицах-каталогах содержится систематизирующая информация о группе параметров. Предусмотрены три уровня классификации с использованием этих типов таблиц:

- ✓ главная таблица разделов – позволяет определить набор параметров (конечную таблицу-список), с которыми необходимо произвести какие-либо действия. Она может расширяться пользователем, а в базовом варианте содержит данные, необходимые для работы подсистемы оперативной информации. Она также явно указывает на таблицу-каталог, определяющую первичную сортировку параметров.
- ✓ таблицы-каталоги подразделов – позволяют выбрать из списка только параметры с одинаковым характеризующим признаком. Например, большая часть параметров, описывающих электрическую сеть (участок сети), относится к конкретному энергетическому объекту. Таблица объектов позволяет выбрать параметры, относящиеся только к одному объекту. Для каждой таблицы-каталога существует таблица типов узлов (объектов).
- ✓ общая таблица типов параметров – позволяет дополнительно отсортировать параметры по их типам.

Таблицы первых двух уровней содержат информацию о структуре дерева, а именно – взаимные связи узлов. Описания самих узлов содержатся в сопряженных таблицах типов узлов. В таблицах-списках содержится базовая информация о параметрах, группируемых по общности функционального назначения, общности необходимых функций обработки и хранения. Например, параметры электрического режима, положения силовых коммутационных аппаратов, однолинейные схемы энергетических объектов, информационные табло (кадры) отображения перетоков активной мощности и т.п.

Таблицы-каталоги первых двух уровней могут описывать сложную древовидную структуру подкаталогов (подразделов). Для этого служит специальное поле, показывающее на «запись-родитель» и обеспечивающее связь подкаталогов между собой. На рисунке приведен пример для раздела «Объекты и параметры энергетической сети» и класса «Параметры электрического режима».

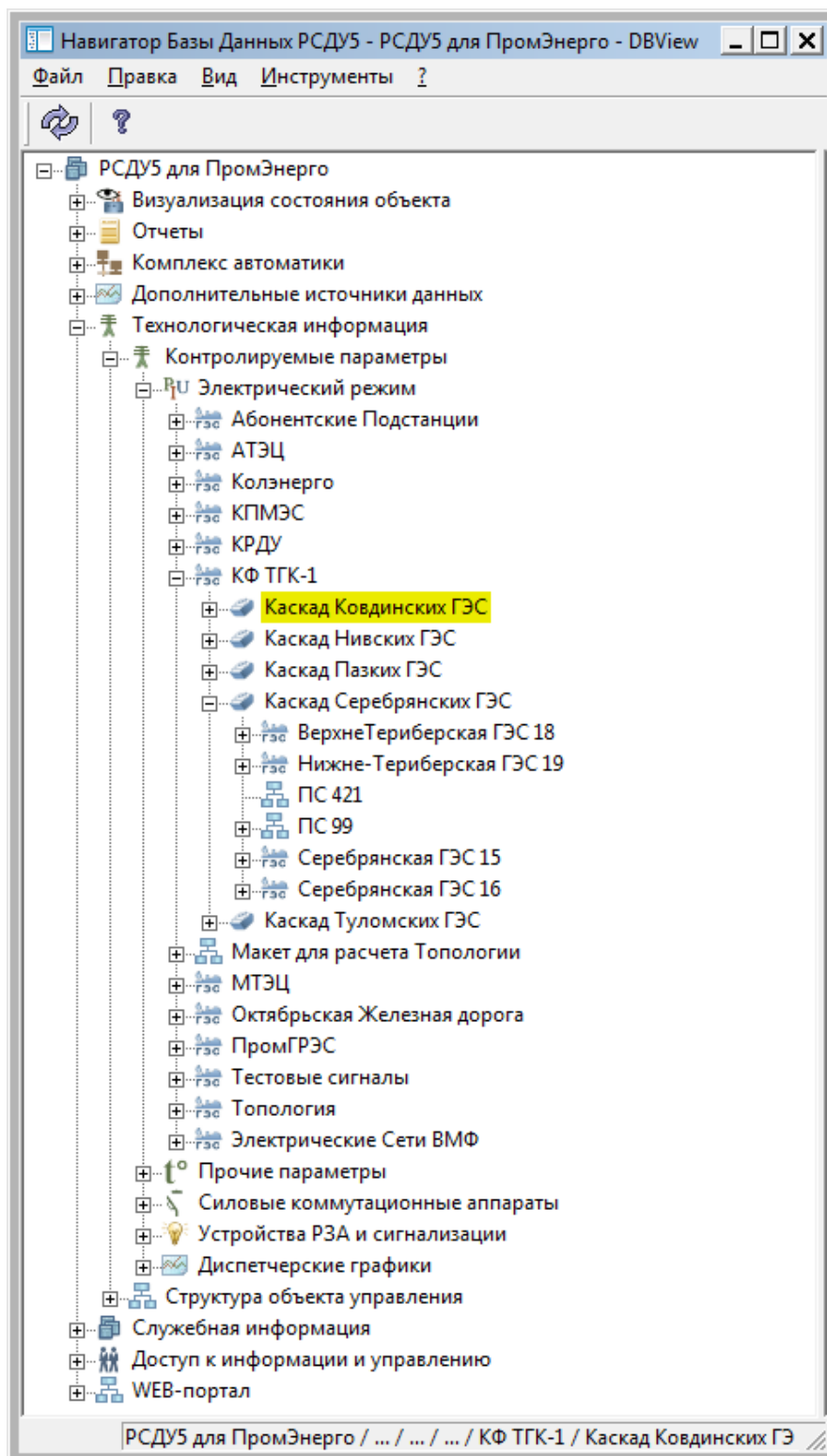


Рисунок 4 – Пример дерева для раздела «Объекты и параметры энергетической сети» и класса «Параметры электрического режима»

Подробное описание структур таблиц приведено в документе «Описание структуры БД РСДУ. Руководство администратора», который входит в комплект документации, поставляемой с комплексом РСДУ5.

5.2 Разделы и классы

Разделы и **Классы** являются необходимыми уровнями иерархии структуры БД РСДУ5.

Под разделом понимается совокупность таблиц, отражающих либо отдельный набор свойств, либо физическую, либо логическую часть объекта управления или самой системы управления. Количество разделов не ограничивается, они могут дополняться по мере необходимости. На первом этапе определены следующие разделы:

- ✓ **Административная структура** – объединяет таблицы, описывающие административное деление в целях как хозяйственного, так и диспетчерского управления.
- ✓ **Объекты и параметры энергетической сети** – набор таблиц, описывающих состояние, состав и характеристики электрической сети в объеме, необходимом для оперативного управления режимами. В основном они служат целям отображения текущего состояния объекта, оперативного контроля его отдельных характеристик, фиксации происходящих событий и воздействий, предупреждения диспетчерского персонала о возникающих событиях и изменениях, накопления ретроспективной информации, обеспечения оперативного доступа к другим видам информации, необходимым для управления объектом. Также эти таблицы необходимы для проведения простых расчетов изменения режима с целью исследования поведения подсистем регулирования и настройки их характеристик.
- ✓ **Визуализация состояния объекта** – набор таблиц, описывающих возможности по визуализации состояния объекта и свойства форм визуализации. Служат для гибкого создания форм и оперативного доступа к ним (электрические и другие схемы, табло наборов параметров, динамические графики и др.).
- ✓ **Отчеты** – набор таблиц, описывающих свойства и возможности журналов, архивов, отчетов и автоматизированных форм других документов, необходимых для записи, представления и анализа архивной информации.
- ✓ **Пользователи** – набор таблиц, описывающих пользователей информации, как физических лиц, так и процессов. Предназначены для регулирования прав доступа к информации, управлению объектом, изменению характеристик системы диспетчерского управления.
- ✓ **Комплекс автоматики** – набор таблиц, описывающих текущую конфигурацию и свойства аппаратных и программных средств АСДУ.

- ✓ **Характеристики оборудования** – таблицы, содержащие характеристики оборудования, необходимые для оперативного управления, принятия решений, обеспечения работы других частей комплекса. Используются также для проведения сложных расчетов по устойчивости, надежности режима, для предварительного анализа режима перед проведением планируемых воздействий на электрическую сеть.
- ✓ **Руководящие и нормативные документы** – таблицы, содержащие информацию для оперативного доступа к документам, наиболее часто используемым при управлении режимами.
- ✓ **Служебная информация** – вспомогательные таблицы, таблицы с данными, общими для всех (или части) разделов БД, таблицы, описывающие схему данных.

Под классом понимается совокупность таблиц, описывающих группу свойств объекта управления или системы управления с идентичными функциями получения, обработки, хранения и управления данными. Например, данные класса «Электрический режим» (P, Q, U, I, ЗУо, Зю и т.д.) необходимо контролировать по уставкам, рассчитывать среднечасовые значения, записывать ретроспективу изменения. Значения этих данных связаны физическими законами и могут рассчитываться друг из друга. Данные класса «Электрические схемы объектов» описывают средства визуализации векторной графики. Такие схемы могут масштабироваться, иметь уровни детализации представления, внутренние взаимные связи и т.п. Обязательной таблицей класса является таблица-список членов класса (группы параметров). Остальные таблицы, дополняющие информацию, добавляются по мере необходимости. Структура и содержание этих таблиц определяются прикладными задачами и ПО, которое их реализует.

Классом также определяются принципы построения иерархического дерева для всех нижних уровней, то есть класс определяет имя таблицы-каталога соответствующего класса.

5.3 Добавление новых разделов

Приведенный выше принцип построения таблиц позволяет описывать практически любые характеристики объекта или системы и при этом осуществлять быструю навигацию и визуализацию всей структуры базы данных. В качестве примера можно привести такие разделы, как: каталоги кадров и схем, каталоги отчетов, описание самого комплекса автоматики и т.д. Если необходимо добавить какую-либо информацию в базу данных, и при этом она должна отображаться с помощью инструментальных средств комплекса, необходимо создать классификационные таблицы (таблицу-каталог, таблицу типов узлов, таблицу-список) в соответствии с прилагаемой спецификацией и зарегистрировать созданные таблицы.

Для реализации требований спецификации может быть более целесообразным использование не таблиц, а именованных запросов – представлений (view). В этом случае таблицы могут иметь любую структуру и даже модернизироваться со временем без влияния на текущую работу системы.

Как следует из вышеизложенного, комплекс РСКДУ5 с минимальными изменениями может использоваться для обработки и хранения информации о прочих энергоресурсах, используемых на предприятии.

5.4 Поддержка общей информационной модели CIM (IEC 61970/61968)

5.4.1 Введение

Общая информационная модель CIM (IEC 61970/61968) является абстрактной моделью, которая представляет все основные объекты электроэнергетической компании, участвующие в процессе производства, передачи и распределения электроэнергии. Эта модель включает в себя общие классы и атрибуты этих объектов, а также отношения между ними. Использование Общей информационной модели CIM распространяется не только на ее применение в отдельно взятой системе автоматизации управления технологическими процессами, но и на интеграцию автоматизированных систем разных производителей и разного назначения.

База данных комплекса РСКДУ5 обеспечивает поддержку общей информационной модели в соответствии с требованиями стандарта IEC 61970/61968 и ГОСТ Р МЭК 61970-301.

В качестве эталонной CIM-модели в РСКДУ5 используется UML модель `iec61970cim15v01_iec61968cim10v30_combined`, являющаяся пятой редакцией стандарта МЭК. На основе данной модели была сформирована контекстная информационная модель, ограниченная профилем `RSDU5CIM`. Профиль `RSDU5CIM` подготовлен с помощью программы Sparx Enterprise Architect с надстройкой CIM EA. Он используется при верификации моделей, экспорте и импорте моделей с целью обмена с информационными системами других производителей.

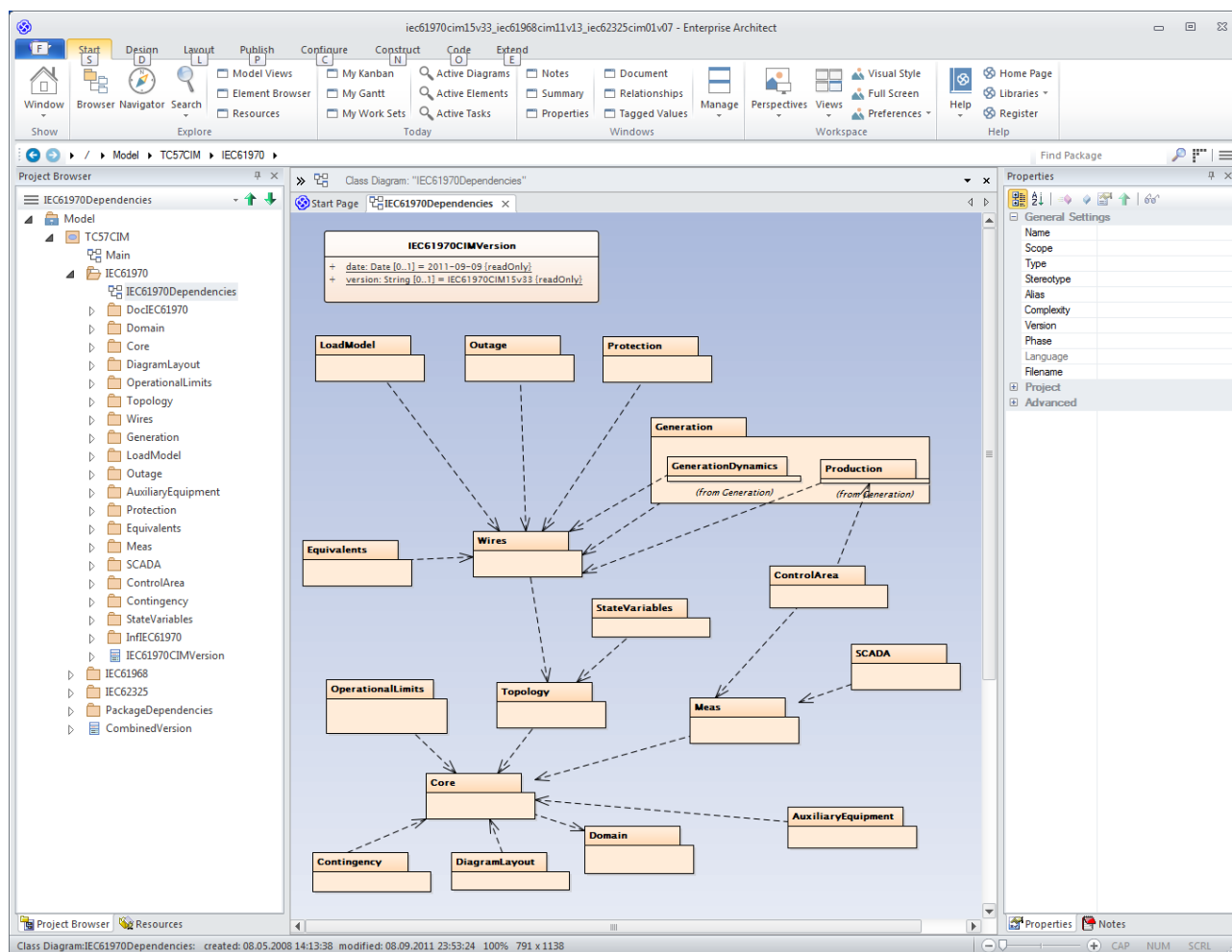


Рисунок 5 – Среда Sparx Enterprise Architect

Применение Sparx Enterprise Architect для разработки модели и профиля CIM в РСКУ5 было выбрано исходя из того, что официально UML-модели CIM публикуются в формате именно этой программы начиная с 2008 года.

Программа Sparx Enterprise Architect (<http://www.sparxsystems.com/products/ea/sysreq.html>) является лицензируемым продуктом. Для разработки профилей применяется свободно распространяемая надстройка CIM EA к Sparx Enterprise Architect (<http://www.cimea.org/>).

Для верификации и валидации CIM-моделей применяется свободно распространяемое программное обеспечение CIMTool (<http://wiki.cimtool.org/index.html>). Выбор CIMTool был сделан из списка программного обеспечения, рекомендуемого CIM Users Group (<http://cimug.ucaiug.org/default.aspx>).

5.4.2 Соответствие CIM (IEC 61970/61968)

Структура базы данных РСКУ5, основывающаяся на иерархии разделов и классов, описании в виде отдельных таблиц свойств и взаимных связей объектов, позволяет,

как и CIM, описывать практически любые характеристики объекта или системы и осуществлять быструю навигацию и визуализацию всей структуры базы данных.

Внутреннее представление классов, их иерархии и атрибутов в БД РСДУ5 выполнено в соответствии с CIM-моделью. Наименование классов и их атрибутов сопоставлены классам и атрибутам модели CIM. На рисунке ниже представлен пример редактирования сопоставления класса оборудования РСДУ5 классу CIM-модели.

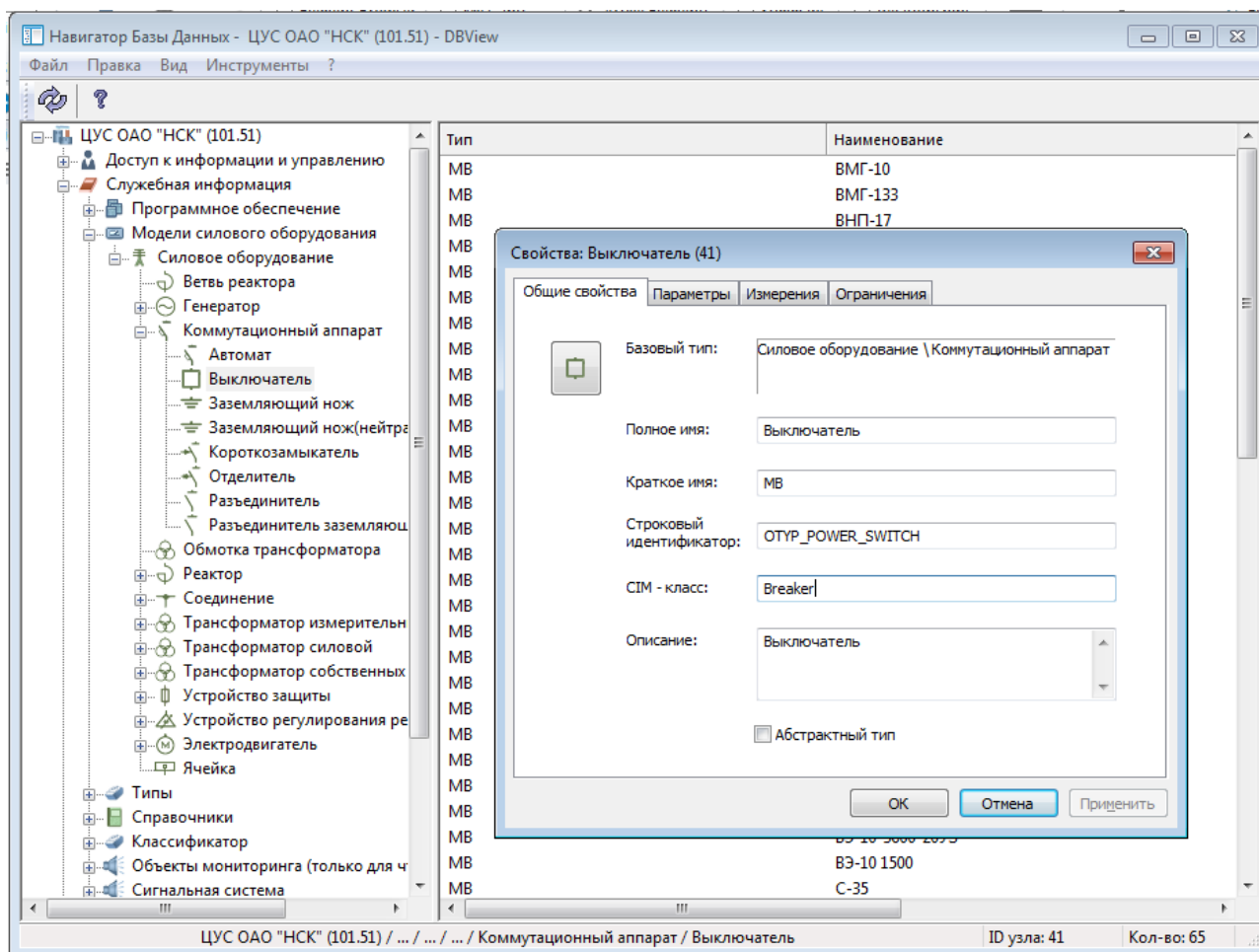


Рисунок 6 - Пример редактирования сопоставления класса оборудования РСДУ5 классу CIM-модели

5.4.3 Внесение изменений и поддержка версионности модели

В РСДУ5 имеется возможность выполнения экспорта/импорта полной (или отдельных разделов) модели в файл в формате CIM/XML в соответствии с требованиями стандартов IEC 61970-501 и IEC 61970-552. Функции полного экспорта/импорта модели необходимы для начальной загрузки серверного программного обеспечения РСДУ5, резервного копирования и восстановления данных.

Файлы экспорта хранятся в репозитории системы управления версиями информационной модели. Этим обеспечивается внесение изменений, хранение и сравнение различных версий общей информационной модели электроэнергетической системы на основе определенного перечня классов оборудования, устройств и их атрибутов (свойств), определенных профилем «ЭМА РСКДУ5 v1.1». Функции экспорта/импорта информационной модели позволяют выполнять объединение информационных моделей нижестоящих уровней управления электрической сетью (например, подстанция, РЭС, производственное отделение) в единую информационную модель вышестоящего уровня (РСК, МРСК), а также выполнять синхронизацию этих моделей. На рисунке ниже представлен пример диалога экспорта полной модели РСКДУ5.

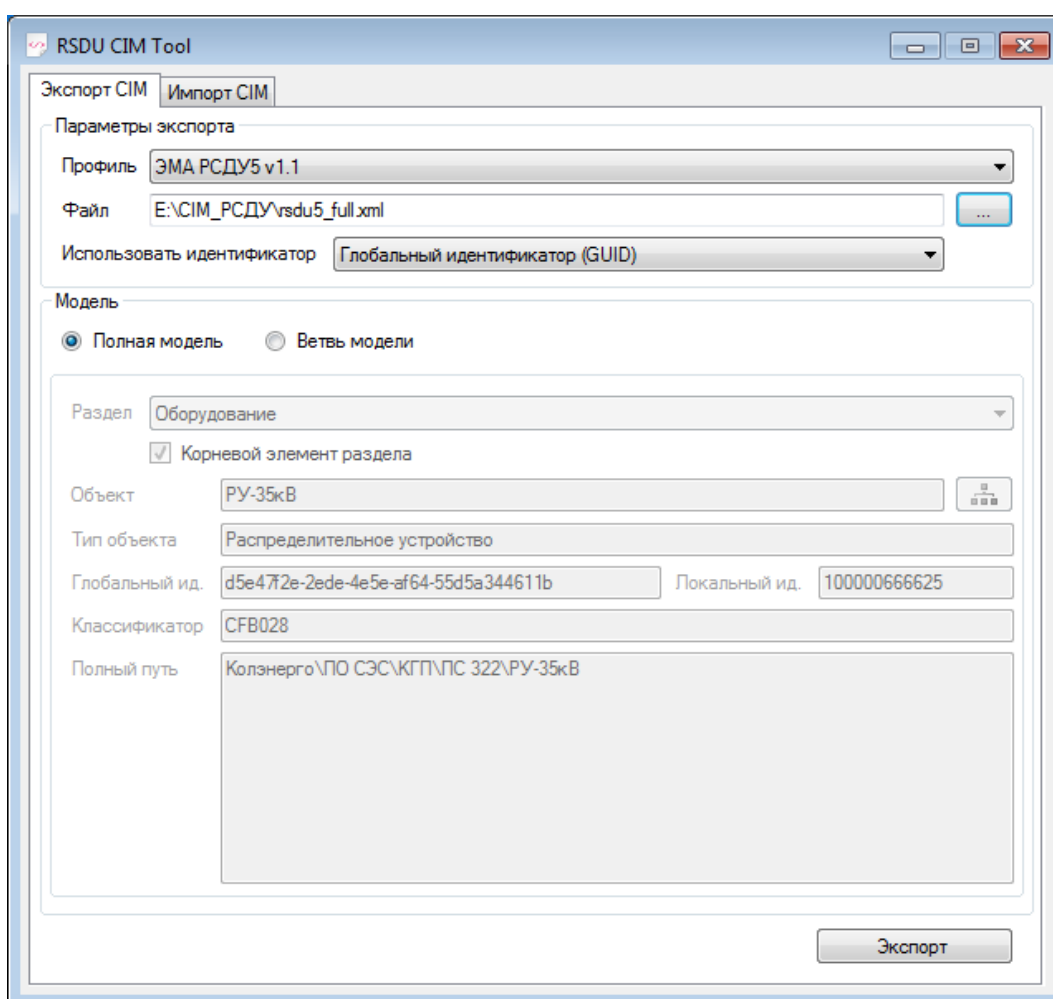


Рисунок 7 - Пример диалога экспорта полной модели РСКДУ5

5.4.4 Экспорт/импорт модели в формат RDF

Для обмена с автоматизированными системами других производителей в РСКДУ5 имеется возможность экспорта/импорта модели в формате RDF согласно МЭК 61968-13.

Стандарт МЭК 61968-13 определяет формат и правила для обмена информационной моделью CIM для распределительной электрической сети. Основанный на профиле CPSM (IEC 61970-452) для передающей сети, стандарт МЭК 61968-13 определяет профиль CDPSM для моделирования распределительной сети.

Экспорт/импорт в RDF может быть выполнен для объектов справочника «Структура объекта управления». Функция экспорта/импорта выполняется для всего справочника либо только для отдельной ветки, но не ниже узла типа «Присоединение» в иерархической структуре. При этом, в соответствии с требованиями МЭК 61968-13, в файл экспорта будет занесена информация не только о содержащемся в выбранной ветке оборудовании, но и о ее принадлежности вышестоящим узлам иерархии (подстанция, РЭС, филиал и т.д.). Пример диалога экспорта ветви информационной модели в формат RDF приведен ниже на рисунке.

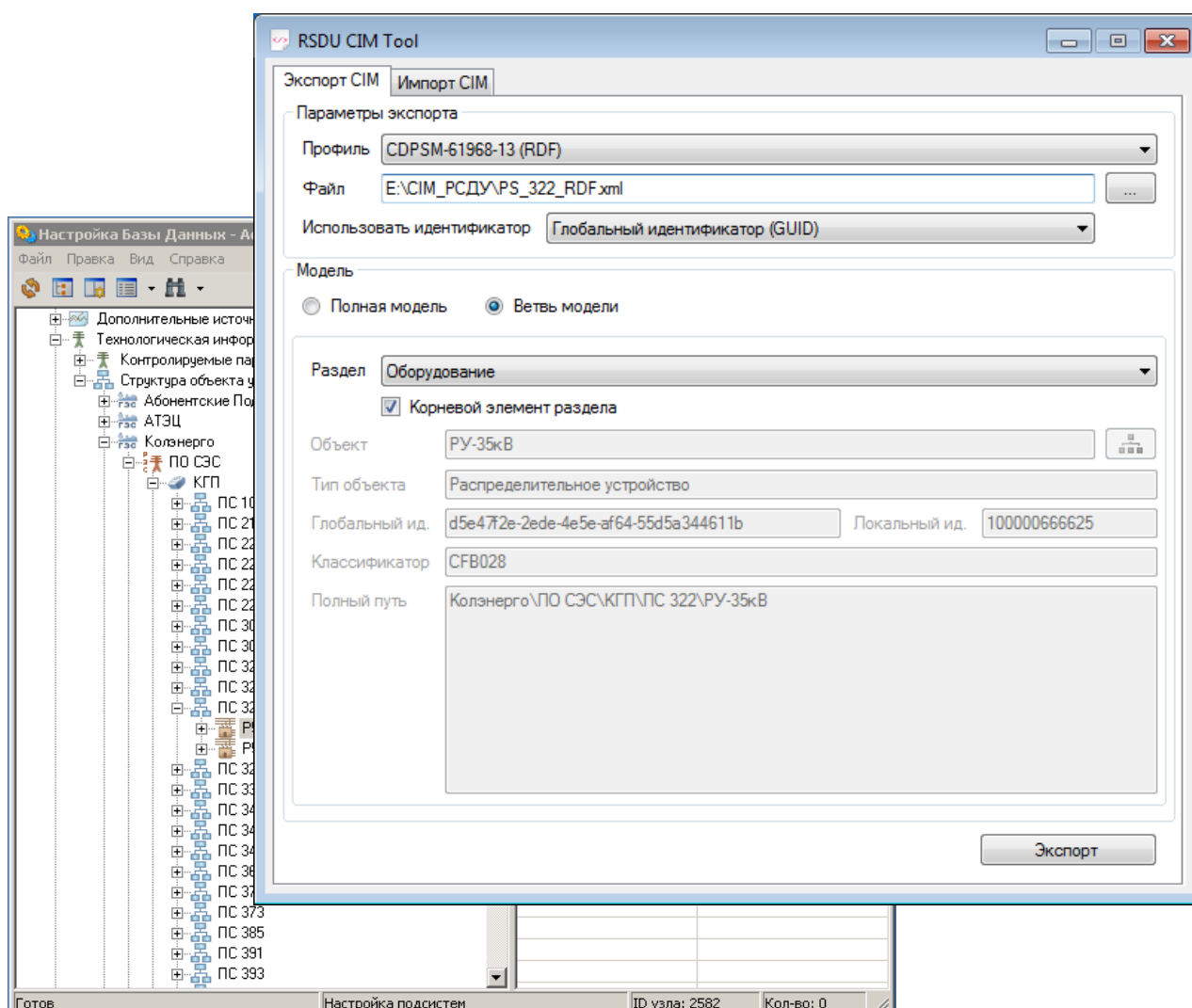


Рисунок 8 - Пример диалога экспорта ветви информационной модели в формат RDF

Экспорт/импорт выполняется в соответствии с профилем «CDPSM-61968-13 (RDF)», разработанным в программе CIM EA&Sparx Enterprise Architect. Данный профиль содержит минимальный состав классов, атрибутов и связей, которые должны присутствовать в RDF-файле для соответствия МЭК 61968-13.

Ниже на рисунке приведен пример диалога импорта ветви раздела технологической структуры из файла RDF.

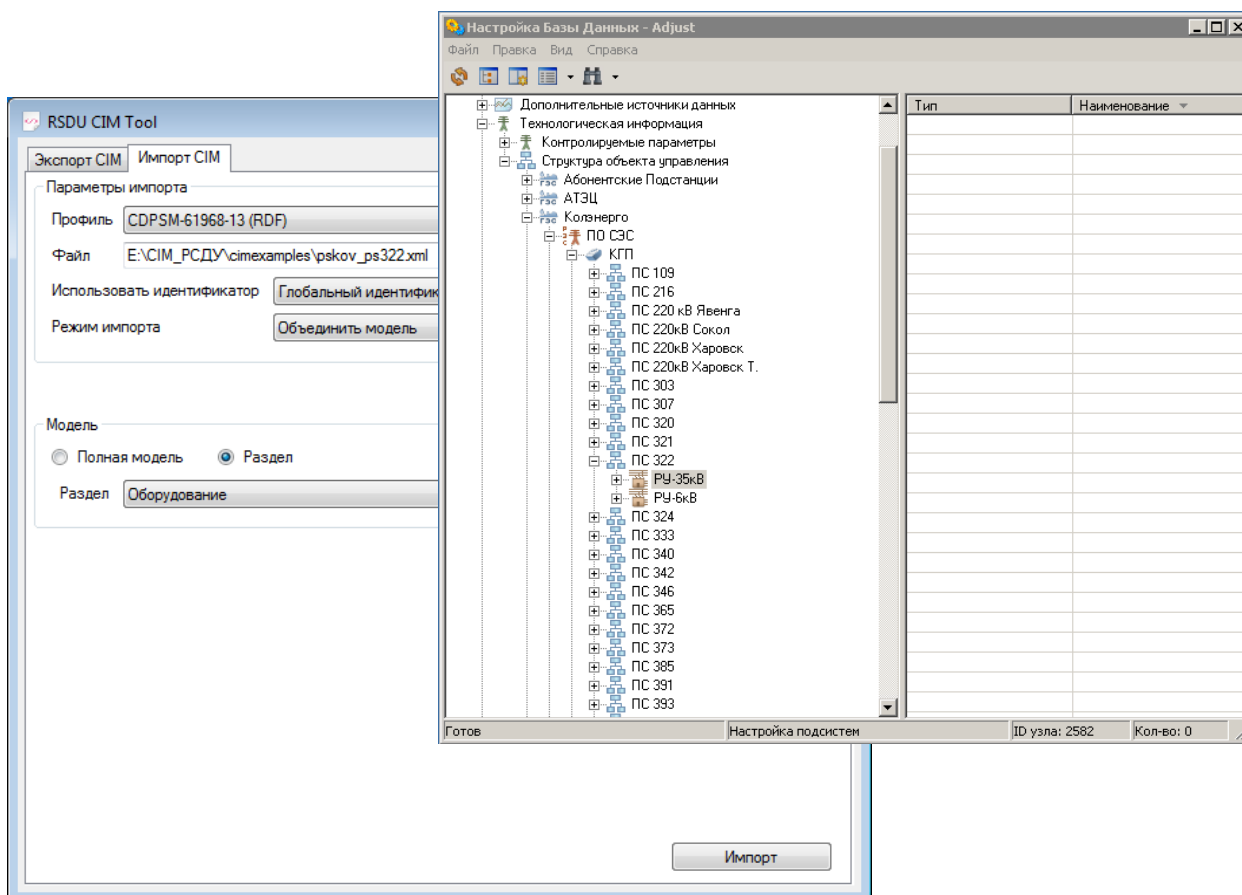


Рисунок 9 - Пример диалога импорта ветви раздела технологической структуры из файла RDF

6 Состав подсистем и исполняемые функции по подсистемам

Прикладные задачи РСДУ5 объединены в подсистемы по принципу общности выполняемых функций: сбор и обработка данных от устройств телемеханики, оперативная информация о параметрах режима электрической сети и т.д.

Каждая подсистема в зависимости от объемов данных и сложности обработки, может состоять из одного или нескольких технологических серверов. Распределение функций между серверами подсистемы осуществляется как по видам (глобальным типам данных) обрабатываемой информации, так и по общности выполняемых функций для данного вида информации.

В составе РСДУ5 присутствуют следующие подсистемы:

- ✓ подсистема сбора, обработки, обмена телеметрической информацией;
- ✓ подсистема сбора информации от устаревших устройств телемеханики;
- ✓ подсистема контроля и управления электрическим режимом;
- ✓ процессор топологии;
- ✓ подсистема DMS;
- ✓ подсистема коммерческой диспетчеризации;
- ✓ подсистема ведения оперативного электронного журнала;
- ✓ подсистема управления производством ремонтных и аварийно-восстановительных работ;
- ✓ подсистема OMS;
- ✓ подсистема географического представления данных;
- ✓ подсистема хранения исторических данных;
- ✓ подсистема интеграции приложений;
- ✓ подсистема ведения точного времени;
- ✓ подсистема служб администрирования и вспомогательных служб;
- ✓ подсистема ведения суточных графиков;
- ✓ подсистема учета электроэнергии;
- ✓ подсистема отображения информации;
- ✓ подсистема WEB-приложений;
- ✓ подсистема управления средствами представления информации коллективного пользования;

- ✓ подсистема автоматического регулирования частоты и перетоков активной мощности в энергосистеме;
- ✓ подсистема диагностики состояния силового оборудования.

6.1 Протоколы информационного обмена

Информационный обмен между технологическими серверами подсистем РСКДУ5 осуществляется по следующим протоколам:

- ✓ Для доступа к данным технологических серверов, управления их характеристиками (свойствами) и управления объектами РСКДУ служит **протокол DCP**.
- ✓ **Протокол ADCP** предназначен для управления характеристиками (свойствами) и контроля состояния технологических серверов и устройств автоматики.
- ✓ **Протокол OIC** предназначен для доступа к данным технологических серверов.

Обмен данными между клиентами и технологическими серверами по протоколу DCP обеспечивается через серверы данных и управления. Один сервер данных и управления обычно обслуживает несколько технологических серверов. В качестве транспортного протокола используется стек протоколов TCP/IP.

Для обмена данными с внешними автоматизированными системами используются протоколы SOAP и JSON.

Для передачи/приема сообщений и сигналов (уведомлений о событии) задействован механизм рассылки и подписки на получение сообщений, реализуемый брокером сообщений на базе RabbitMQ. Все сигналы должны быть описаны в базе данных РСКДУ5.

Для доступа к БДТИ серверных и клиентских приложений РСКДУ5 используется программный интерфейс ODBC.

6.2 Подсистема сбора, обработки, обмена телеметрической информацией

Подсистема сбора, обработки, обмена телеметрической информации обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ прием в реальном масштабе времени телеметрической информации по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, ГОСТ Р МЭК 60870-5-103, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, МЭК 60870-6-503 (TASE.2 ICCP), OPC, Modbus RTU, Modbus TCP, FDST, СП-сеть, СЭТ4-ТМ, PML ION, АИСТ, ЛИАНА с поддержкой синхронизации времени;
- ✓ прием телесигнализации (однобитовая, двухбитовая) с меткой времени;

- ✓ прием текущих телеизмерений (аналоговые, дискретные) с меткой времени и без метки времени;
- ✓ присвоение локальных меток времени сигналам, полученным без меток времени;
- ✓ прием телеметрической информации по запросу (общему опросу), в спорадическом и периодическом режимах;
- ✓ передача в реальном масштабе времени телеметрической информации по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, МЭК 60870-6-503 (TASE.2 ICCP), OPC, FDST, Modbus TCP с поддержкой синхронизации времени;
- ✓ передача телеметрической информации по запросу (общему опросу), в спорадическом и периодическом режимах;
- ✓ осуществление передачи сигналов, полученных от внешних подсистем, с меткой времени и без изменения меток времени;
- ✓ передача команд телеуправления коммутационным оборудованием (в том числе РПН) по протоколам стандарта ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, Modbus с контролем исполнения команд;
- ✓ достоверизация входных данных, с использованием контроля по необновлению или неизменению значения;
- ✓ возможность независимого управления включением и отключением достоверизации для каждого параметра;
- ✓ масштабирование входных данных, включая преобразование данных из технических единиц;
- ✓ обработка последовательностей событий (SOE) и изменений статуса (COS);
- ✓ запись кольцевых архивов всех принимаемых значений с глубиной хранения до 1 месяца;
- ✓ автоматическая диагностика работы направлений сбора и передачи данных, с возможностью передачи статусной информации;
- ✓ обеспечение механизма горячего резервирования серверов сбора данных;
- ✓ обеспечение возможности для внешних систем обмена телеинформацией с комплексом РСДУ5 по нескольким независимым выделенным цифровым каналам: основному и резервному, организованным по различным трассам.

Для данной подсистемы отсутствует программное ограничение по количеству обрабатываемых направлений телемеханики и общему объему принимаемых/передаваемых данных. Кроме того, существует возможность расширения числа поддерживаемых протоколов и каналов приема/передачи в процессе эксплуатации системы. В случае, если внешняя автоматизированная

система или устройство имеет цифровой интерфейс передачи данных (Ethernet, RS232/422/485) и собственный протокол обмена, в составе подсистемы сбора и передачи данных РСДУ5 имеются драйверы данного протокола обмена. Реализация таких драйверов производится согласно документации на протокол обмена, предоставляемой разработчиком интегрируемой системы.

Кроме приема данных из внешних устройств, работающих по цифровым протоколам передачи данных, в составе подсистемы сбора и передачи данных РСДУ5 имеются программные средства для организации сбора данных следующими способами:

- ✓ обмен данными с помощью файлов;
- ✓ обмен данными на уровне СУБД;

Для обмена данными с помощью файлов могут быть использованы текстовые, двоичные файлы, либо файлы стандартных Windows-приложений (файлы формата *.CSV, *.XLS и т.д.). Обмен файлами производится через общий файловый ресурс, посредством FTP-доступа, передачей сообщений электронной почты или другими способами. Для разборки полученного файла в составе подсистемы сбора и передачи данных РСДУ5 имеются специализированные программные модули (парсеры), работающие в ручном или автоматическом режиме по расписанию. Как правило, парсеры размещаются на серверах приложений и запускаются в работу по предварительно задаваемому расписанию. После получения требуемого файла производится разборка его содержимого. Полученная информация записывается в архивы РСДУ5 и становится доступна всем серверным и клиентским приложениям комплекса для последующей обработки и представления пользователю.

Для обмена данными на уровне СУБД применяются специализированные сервисы в составе подсистемы сбора и передачи данных РСДУ5. Для обмена данными с СУБД в составе внешней системы применяются стандартные средства ODBC/SQL. Сервисы переноса данных размещаются на серверах приложений и запускаются в работу по предварительно задаваемому расписанию. Специализированный сервис производит обращение к информации в таблицах внешней СУБД, считывает ее и производит запись в таблицы комплекса РСДУ5. Указанные сервисы имеют в своем составе точки доступа по протоколам OIC и DCP для взаимодействия с технологическими серверами РСДУ5. С их помощью получаемая из внешних СУБД информация доступна пользователям в оперативном режиме.

Обмен данными на уровне СУБД может быть использован, например, для получения данных от систем учёта электрической энергии (АСТУЭ и АИИС КУЭ) с целью замещения и достоверизации телеинформации.

В состав подсистемы сбора и передачи данных РСДУ5 входит один (или более) технологический сервер обслуживания направлений сбора/передачи данных. Вся конфигурационная информация, необходимая для работы каждого технологического сервера, содержится в базе данных технической информации (БДТИ) комплекса.

Состав и схема взаимодействия основных модулей подсистемы представлена на рисунке.

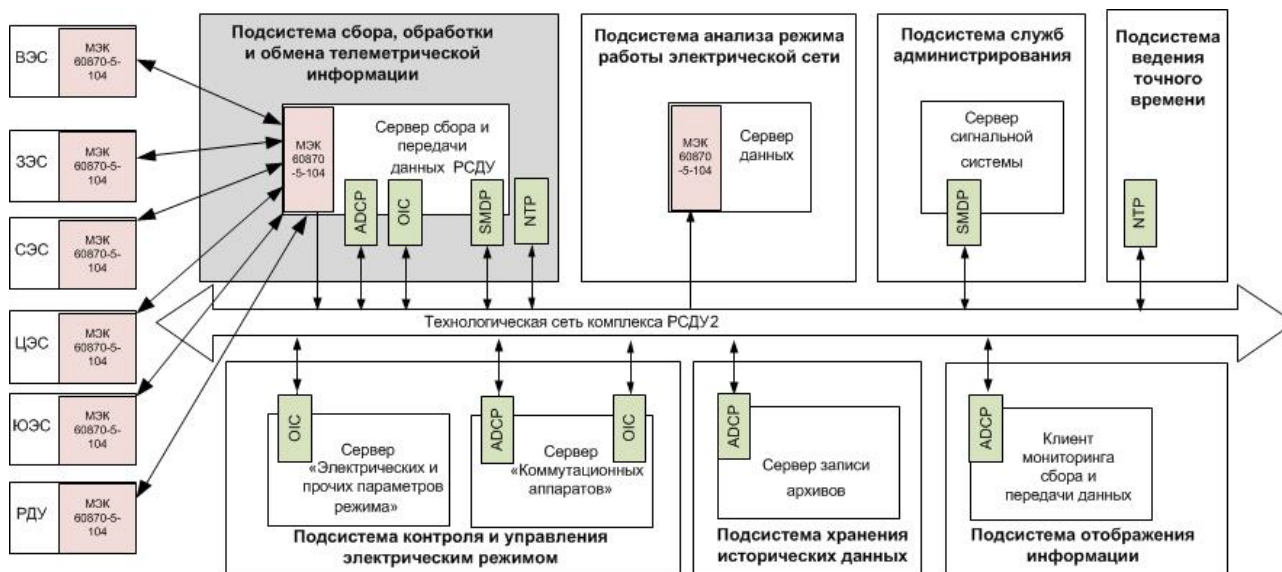


Рисунок 10 - Состав и схема взаимодействия основных модулей подсистемы сбора и передачи данных

После получения информации с внешних подсистем коммуникационный сервер сбора добавляет метку времени (если ее нет), анализирует статус присланного измерения (формируемый на основе проверки достоверности, присвоенной внешней системой), присваивает на основе этого статусную информацию. Обработанная сервером сбора информация передается технологическим серверам ОИК либо технологическим серверам хранилища исторических данных (ХИД), или ретранслируется во внешние системы.

Серверы подсистемы сбора, обработки, обмена телеметрической информации имеют специализированный интерфейс для просмотра обрабатываемых данных и управления его характеристиками и оборудованием. Клиентом служит прикладное программное обеспечение инженера-технолога, отвечающего за работу устройств телемеханики – клиент коммуникационного сервера сбора и передачи данных.

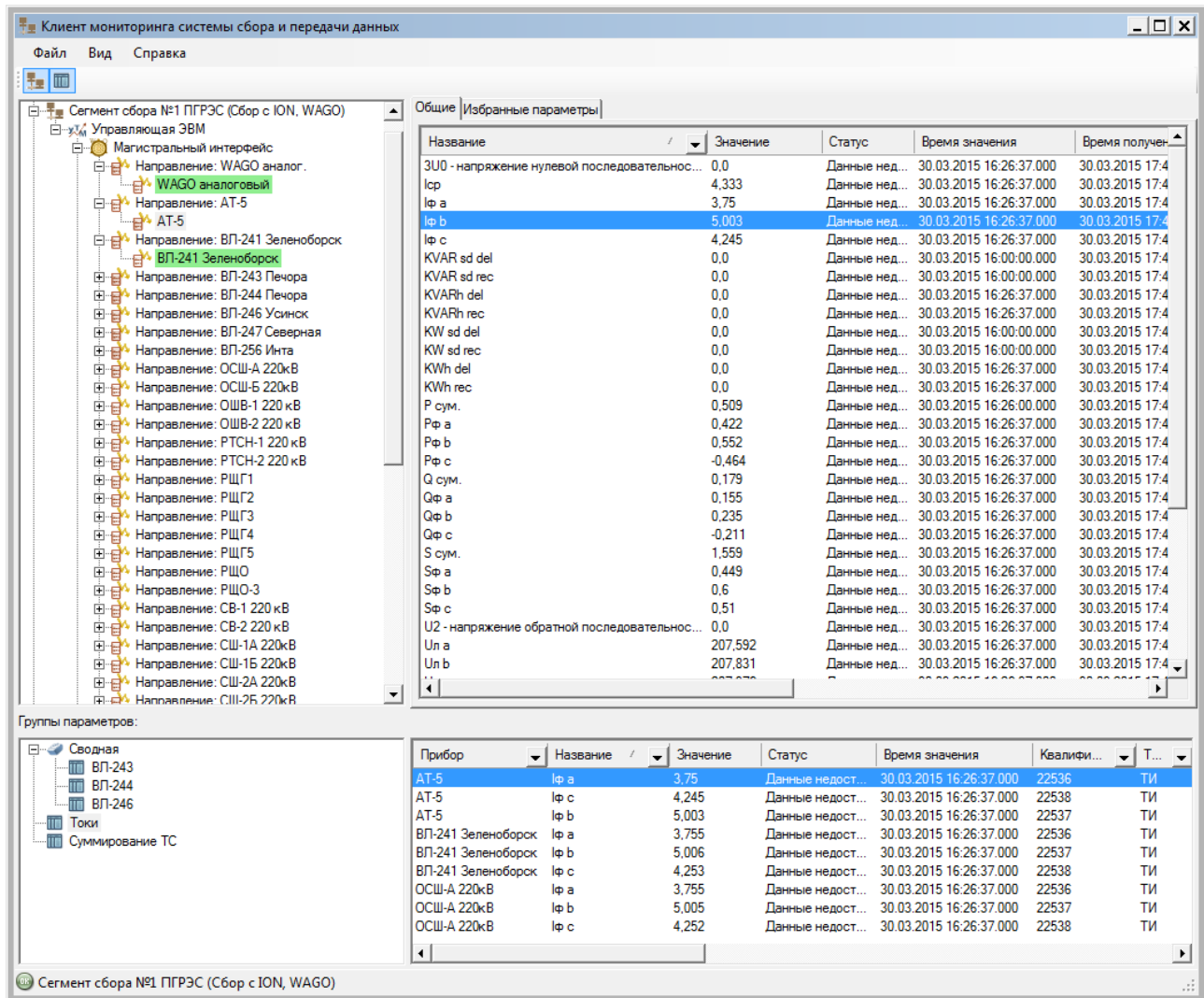


Рисунок 11 – Клиент мониторинга подсистемы сбора и передачи данных

Все события в подсистеме сбора (сбои передачи или приема данных, переключения между каналами, сообщения о загрузке и инициализации) передаются серверу сигнальной системы для фиксации в соответствующих журналах комплекса.

Доступ к данным и управлению обеспечивается посредством протоколов OIC, DCP и ADCP. В качестве клиента может использоваться любое ПО, поддерживающее данные протоколы в среде TCP/IP. В комплексе РСДУ5 клиентами являются серверы подсистемы ОИК.

Для каждого филиала, РЭС или подстанции в разделе распределенной системы сбора и передачи данных описывается свой сегмент сбора данных, благодаря чему достигается независимость сбора данных одного объекта от другого. Для каждого объекта описывается несколько направлений сбора данных (как правило, два направления) – по основному каналу и по резервному. Перечень параметров для сбора описывается один раз для направления сбора по основному каналу (для резервного берется список основного канала автоматически).

Сбор и обработка телеметрической информации с объектов осуществляется в объеме и в соответствии с предварительно разработанными профилями сбора данных. Для параметров сбора указываются значения апертур, коэффициентов масштабирования, выставляется класс напряжения, приоритет, указывается необходимость ведения 1-секундных периодических архивов ТИ и по изменению архивов ТС.

В случае ввода в работу новых подстанций либо модернизации существующих систем телемеханики и связи, профили сбора и передачи данных могут расширяться (изменяться) администраторами комплекса с помощью предоставляемых в составе РСДУ5 инструментальных программных средств.

6.3 Подсистема сбора информации от устаревших устройств ТМ

Подсистема сбора информации от устаревших устройств телемеханики (ТМ) обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ прием в реальном масштабе времени телеметрической информации по протоколам МКТ-1, МКТ-2, МКТ-3, RPT80 («Аист»), Гранит, ТМ-120, ВРТФ, УТМ-7;
- ✓ присвоение локальных меток времени сигналам, полученным без меток времени;
- ✓ передача в реальном масштабе времени телеметрической информации по протоколу RPT80 («Аист»);
- ✓ осуществление передачи сигналов, полученных от внешних подсистем, с меткой времени и без изменения меток времени;
- ✓ передача команд телеуправления по протоколам МКТ-3, ТМ-120 с контролем исполнения команд;
- ✓ достоверизация входных данных, используя контроль по необновлению значения, контроль по физическим пределам, контроль по скорости изменения значения параметра;
- ✓ возможность независимого управления включением и отключением достоверизации для каждого параметра;
- ✓ масштабирование входных данных, включая преобразование данных и технических единиц;
- ✓ запись статистики приема данных по каждому направлению и КП;
- ✓ автоматическая диагностика работы направлений сбора и передачи данных, с возможностью передачи статусной информации;
- ✓ обеспечение механизма горячего резервирования серверов сбора данных.

При этом для данной подсистемы отсутствует программное ограничение по количеству обрабатываемых направлений телемеханики и общему объему принимаемых/передаваемых данных. Кроме того, существует возможность расширения числа поддерживаемых протоколов и каналов приема/передачи в процессе эксплуатации системы.

В состав подсистемы входит один (или более) сервер обслуживания каналов телемеханики. Функциональная схема сервера представлена на рисунке.

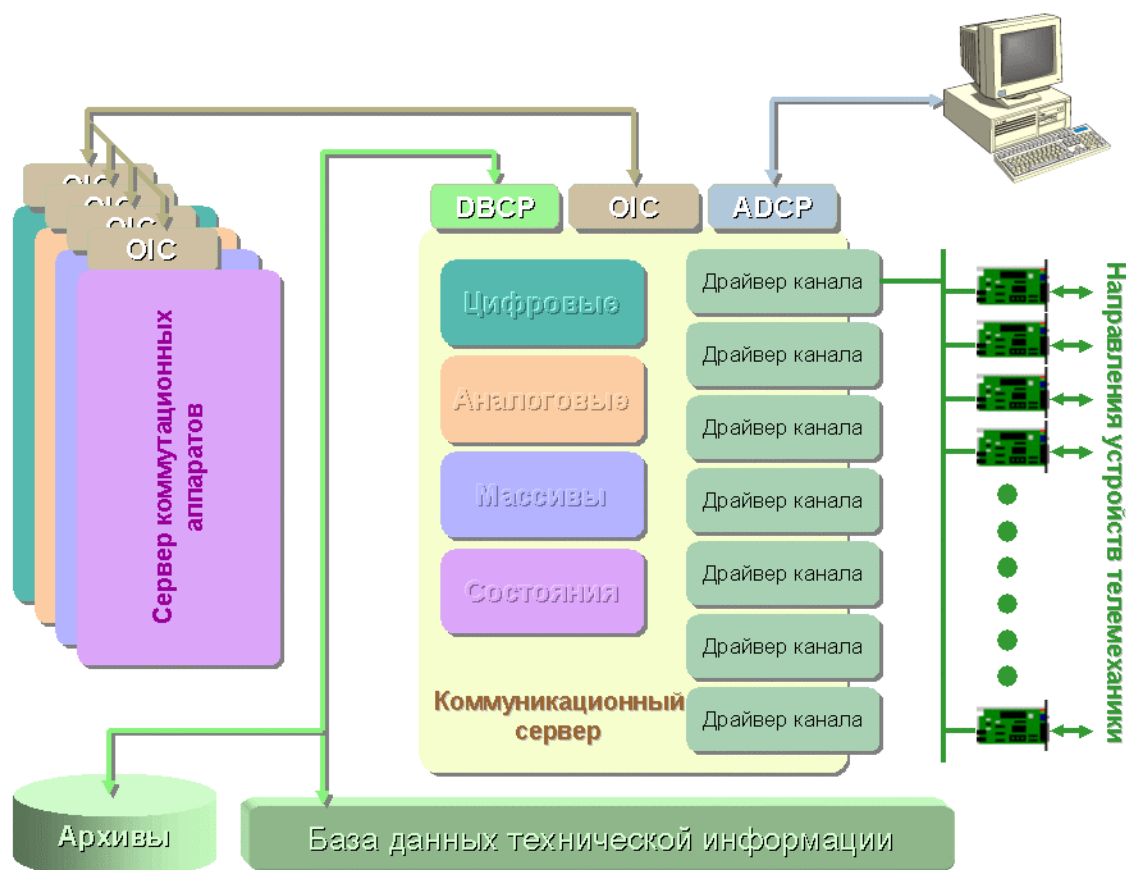


Рисунок 12 - Функциональная схема сервера обслуживания каналов телемеханики

Канал телемеханики подключается к адаптеру, специализированному для обработки конкретного типа устройства телемеханики (УТМ). Количество адаптеров определяется количеством направлений УТМ, приходящих на пункт управления. Выходной интерфейс адаптеров подключается к сегменту (каналу) локальной сети нижнего уровня (ЛС УТМ). К одному сегменту сети можно подключать до 28 адаптеров. Один сервер способен обслуживать до 8 сегментов ЛС УТМ.

По выполняемым функциям сервер аналогичен распространенной в энергетике подсистеме на базе RPT-80. Доступ к данным и управлению обеспечивается

посредством протоколов OIC, DCP и ADCP. В качестве клиента может использоваться любое ПО, поддерживающее данные протоколы в среде TCP/IP. В комплексе РСДУ5 клиентами сервера УТМ являются серверы подсистемы ОИК.

Сервер УТМ имеет также специализированный интерфейс для управления его характеристиками и оборудованием. Клиентом служит ПО инженера-технолога, отвечающего за работу устройств телемеханики. Вся конфигурационная информация сервера содержится в базе данных технической информации (БДТИ) комплекса.

6.4 Подсистема контроля и управления электрическим режимом

Подсистема контроля и управления режимом работы электрической сети (ОИК) предназначена для организации оперативного диспетчерского управления энергетической системой.

Подсистема контроля и управления электрическим режимом обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ Отображение текущих положений телесигналов, значений телеизмерений (измеряемых или дорасчитываемых) на мнемосхемах и информационных панелях, с визуализацией свойств телеинформации.
- ✓ Отображение свойств (атрибутов) для параметров телесигнализации и телеизмерений, оборудования.
- ✓ Автоматическое изменение графического представления и статуса (в работе, заземлен) элементов электрической сети, связанных с текущими производимыми переключениями и поступающими телесигналами.
- ✓ Исключение возможности одновременного управления одним и тем же оборудованием двумя и более диспетчерами.
- ✓ Дорасчет параметров режима по произвольным формулам на основе измеряемых параметров режима.
- ✓ Расчет интегральных значений на различных интервалах.
- ✓ Расчет фактических балансов электроэнергии для различных интервалов времени (час, сутки, месяц, квартал и год) и контроль небалансов.
- ✓ Формирование балансовых отчетов.
- ✓ Возможность задания и изменения пользователем источника информации (телеизмерение, ручной ввод, дорасчёт).
- ✓ Для обеспечения гибкости и расширения условий контроля блокировки возможность прикрепления/снятия диспетчерской пометки к любому объекту модели, отображаемому на мнемосхеме, с краткими указаниями по объекту. Диспетчерские пометки (плакаты) реализованы в соответствии со стандартами

ОАО «СО ЕЭС» (СТО 59012820.27.010.003-2015), ОАО «ФСК ЕЭС» (СТО 56947007-25.040.70.101-2011) и ПАО «Россети» (СТО 34.01-6.2-001-2014).

- ✓ Формирование и выполнение программ последовательности автоматизированных переключений реализовано в соответствии с требованиями СТО 59012820.29.020.005-2011 и содержит следующий функционал:
 - функция автоматизированного составления плановых и типовых последовательностей переключений на основе подготовленных пользователем шаблонов;
 - фиксирование действий пользователя по выполнению последовательностей переключений;
 - обеспечение возможности ввода пользователем информации по оперативным заявкам с помощью экранных форм системы, включая возможность копирования предварительно созданных последовательностей, отображение существующих оперативных заявок;
 - обеспечение архивного хранения последовательностей переключений в течение не менее 3-х лет;
 - обеспечение автоматической проверки последовательности действий пользователя при создании и производстве переключений;
 - возможность сохранения и передачи следующей диспетчерской смене актуальных последовательностей переключений.
- ✓ Автоматическая блокировка противоречивых сигналов управления, поступающих от различных операторов.
- ✓ Контроль несанкционированного изменения положения коммутационной аппаратуры.
- ✓ Автоматический и автоматизированный расчет коммутационного ресурса оборудования: подсчет числа срабатываний коммутационных аппаратов (включений и отключений), возможность ручной корректировки (сброса) количества переключений, контроль приближения числа срабатываний к предельному, установленному пользователем значению.
- ✓ Контроль уставок с возможностью задания пользователем предельных значений различных уровней (предупредительный, аварийный и т.д.).
- ✓ Определение и контроль выхода за вычисляемые (косвенные) уставки (пределы ограничений) телеизмерений, зависящих от других телеизмеряемых параметров (например, температуры окружающей среды).
- ✓ Задание зоны нечувствительности для сигналов и пределов телеизмерений.
- ✓ Автоматическая фиксация происходящих событий: времени поступления события; места и объекта, вызвавшего событие; описание события; тип

(приоритет), класс события. Доступ к данной информации пользователю осуществляется с учетом следующих функций:

- предоставление пользователю возможности выполнять комплексную фильтрацию журнала событий, поиск событий по определенным критериям, группировку событий;
- выполнение звукового оповещения оперативного персонала о событиях, фиксирующихся в журнале аварийных событий;
- поддержка различных типов (приоритетов) событий;
- вывод на дисплей аварийных сообщений в хронологическом или обратном хронологическом порядке;
- по запросу пользователя навигация на элемент, вызвавший событие, из журнала на схему сети или ПС (навигация в точку события).
- ✓ Квитирование пользователем (подтверждения пользователем) события со схемы сети или из журнала аварийных событий, с автоматическим фиксированием этого события в БД:
 - фиксация факта/времени квитирования, оператора и рабочего места, с которого было произведено квитирование.
- ✓ Отображение квитированных и неквитированных сигналов в журнале и на схеме сети.
- ✓ Возможность квитирования отдельных сообщений или групп сообщений.
- ✓ Генерация вторичного аварийного сообщения в случае, если первое поступившее сообщение не принято диспетчером.
- ✓ Обеспечение следующих возможностей работы с мнемосхемой:
 - иерархическое представление схем электрических сетей по принципу от общего к частному в графической форме с использованием векторной графики;
 - плавное и бесшовное масштабирование схем электрических сетей;
 - открытие схем сети или ПС в отдельных окнах для оптимизации рабочего пространства.
- ✓ Возможность вызова с мнемосхемы или информационной панели отображения справочной (атрибутивной) информации, хранимой в БД системы.
- ✓ Обеспечение доступа к документам по объектам в БД, хранящимся на файловом сервере, напрямую из элементов на схеме сети. Такими документами могут быть:
 - спецификации;
 - чертежи;

- фотографии;
- карты;
- инструкции.
- ✓ Обеспечение доступа к графикам архивных ТИ с изображения ТИ на схеме сети или с информационной панели с функциями:
 - экспорт архивных значений ТИ в виде таблицы и трендов во внешние форматы (в формат XLS);
 - представление аналоговых величин в виде трендов (как оперативных, так и исторических);
 - просмотр нескольких трендов в одном окне;
 - просмотр нескольких трендов одновременно в разных окнах;
 - возможность изменения пользователем цвета при определении графического вида трендов;
 - масштабирование трендов – увеличение или уменьшение масштаба по осям.
- ✓ Предоставление возможности пользователю выполнять поиск оборудования в базе данных по определенным критериям, возвращать перечень оборудования, отвечающего критериям поиска, отображать это оборудование на схеме сети.
- ✓ Запись необходимого набора измеряемых и рассчитываемых значений в архивы с регулируемой длительностью хранения и архивы длительного хранения.
- ✓ Автоматизированное замещение и восстановление источников данных.

6.5 Процессор топологии

6.5.1 Назначение процессора топологии

Процессор топологии содержит топологическое представление электрической сети и на основе этого представления, и информации о состоянии коммутационных аппаратов из существующего ОИК позволяет решать следующие задачи:

- ✓ Нахождение электрически связанных участков сети и отображение этой связности на однолинейной схеме (трассировка).
- ✓ Отображение состояния электрических проводников на схеме сети:
 - цепь под напряжением;
 - цепь обесточена;
 - цепь заземлена с одной или со всех сторон возможной подачи напряжения.

- ✓ Проверка возможности проведения оперативного переключения согласно «Инструкции по проведению оперативных переключений в электроустановках» в зависимости от текущего состояния сети с выполнением блокировок при определении следующих состояний:
 - подача напряжения на заземлённый участок;
 - введение заземляющего ножа/переносного заземления на участок под напряжением;
 - включение/выключение разъединителя под нагрузкой;
 - оперативные переключения на заблокированном или находящемся не в рабочем состоянии оборудовании;
 - появление в результате переключений изолированных участков (ошибочное отключение второго трансформатора при одном, находящимся в ремонте; переключения, приводящие к потерям собственных нужд; и т.д.).
- ✓ Возможность выполнения моделирования связности электрической сети с учетом нормального или текущего состояния КА и возможности представления следующих стандартных положений КА:
 - включён;
 - отключён;
 - заземлен;
 - недостоверное положение;
 - заблокирован от случайного включения.

Процессор топологии используется при работе с электронными бланками/программами переключений с возможностью пошаговой проверки проведения последовательности переключений для актуального состояния схемы.

Информация из процессора топологии об обесточивании фидеров используется модулем управления потребителями для формирования списка обесточенных потребителей и составления соответствующих сводок.

6.5.2 Подготовка данных

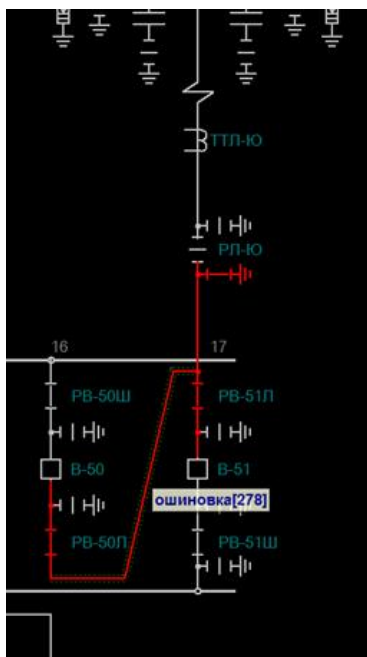
Топологическая схема сети создаётся с помощью приложения РСДУ «Редактор схем объектов» из однолинейной схемы сети, выполненной в редакторе МОДУС.

6.5.3 Работа с процессором топологии из приложения просмотра схем

Пользователь РСДУ использует данные, получаемые от процессора топологии, через приложение просмотра однолинейных схем.

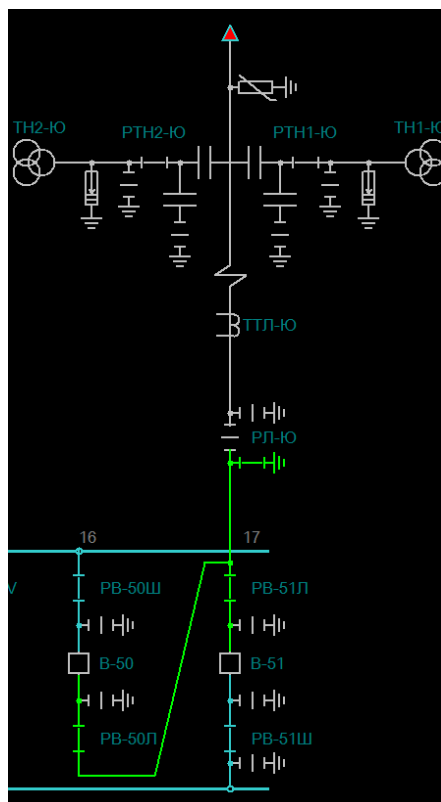
Например, для нахождения электрической связности сети от заданного узла необходимо выбрать курсором узел и в контекстном меню пункт

«Топология → Трассировка». В результате на схеме цветом отобразится путь тока от заданного узла.



**Рисунок 13 – Отображение результата вызова пункта меню
«Топология → Трассировка»**

Перейдя в режим отображения «Топология → Состояние сети» на схеме будет отображено в цветовой раскраске состояние электрических цепей зависимости от положения коммутационных аппаратов.



**Рисунок 14 – Отображение результата вызова пункта меню
«Топология → Состояние сети»**

Например, зеленым цветом показан заземленный участок, цветом класса напряжения показан участок под напряжением, а серым цветом – изолированный участок.

При проведении коммутации с помощью телеуправления или переключения ручного ввода производится проверка возможности проведения коммутации и, в случае блокирования, происходит отображение информации о причине.

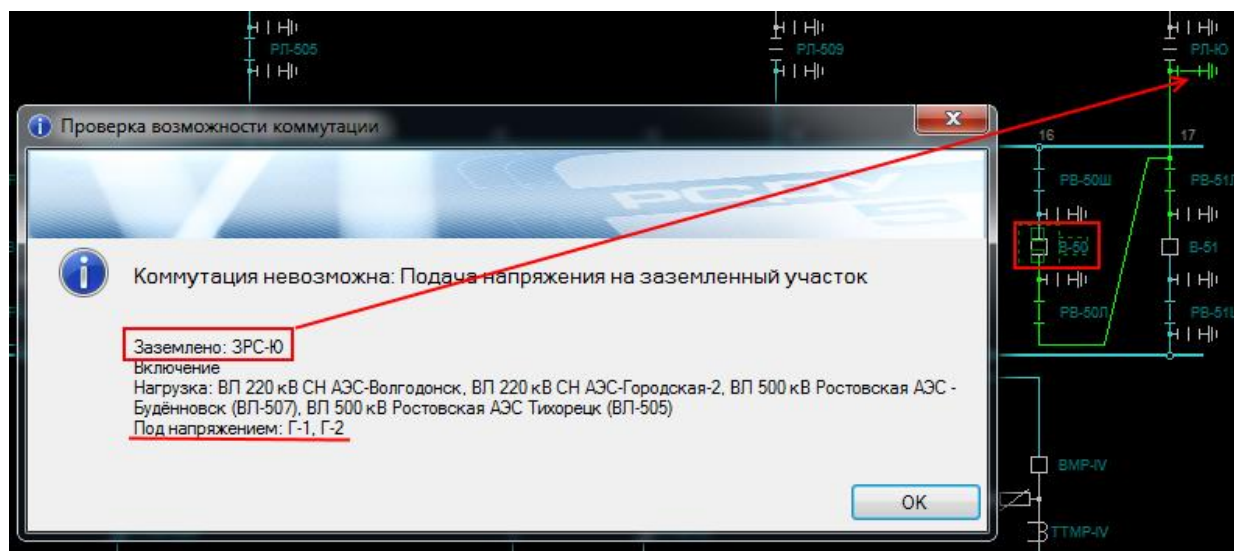


Рисунок 15 – Отображение информации о невозможности коммутации

6.6 Подсистема DMS

Подсистема DMS комплекса РСДУ предназначена для оценки текущего и прогнозируемого режима работы электрической сети.

Подсистема реализует следующие функции:

- ✓ оценка состояния распределительной сети в оперативном режиме и режиме моделирования, с возможностью разнесения нагрузок по замерам на головных участках фидеров;
- ✓ расчеты установившихся режимов работы распределительной сети при моделировании изменений конфигурации сети, нагрузок и уровней напряжений;
- ✓ расчеты токов короткого замыкания в распределительной сети в режиме моделирования;
- ✓ расчеты технических потерь;
- ✓ расчеты будущего энергопотребления на основе данных о фактическом энергопотреблении и условиях работы электрической сети за прошедший период.

При выполнении функций подсистемы DMS используется база данных РСДУ5, в которой хранится топология сети, характеристики ее элементов, состояния коммутационных аппаратов, измерения в центрах питания токов, активных и реактивных мощностей по линиям, напряжений на секциях шин. В базе данных РСДУ5 формируется единая информационная модель всей электрической сети (классы напряжений от 330 кВ до 0.4 кВ). Топология сети в базе данных РСДУ5 реализована в соответствии с CIM-моделью: каждый токопроводящий элемент сети

имеет один или несколько терминальных узлов (зажимов), которые соединены друг с другом в соединительных узлах. В зависимости от состояния коммутационных аппаратов (включен, отключен) соединительные узлы объединяются в топологические узлы и формируется граф электрической сети. Ветви такого графа являются токопроводящими элементами сети с параметрами, соответствующими СИМ-модели.

Для решения конкретных задач, например, оценивание состояния участка распределительной сети 6-10 кВ, из всей модели формируется схема замещения, ограничивающая решение задачи на выбранном участке сети. В схеме замещения все силовые элементы соединены друг с другом соединительными узлами. Ветви схемы замещения являются токопроводящими элементами сети с соответствующими характеристиками. Ветвями являются и коммутационные аппараты независимо от их состояния (ВКЛ, ОТКЛ). Для создания схемы замещения из соединительных узлов, которые находятся на границе участка сети, формируются граничные узлы. В граничном узле указываются подходящие к нему ветви, включаемые в схему замещения.

Для выполнения конкретного расчета дополнительно формируется расчетная задача, в которой задаются тип расчета (оценивание состояния, расчет установившегося режима, расчет токов короткого замыкания), параметры расчета, тип рассчитываемой сети, используемая схема замещения. Для каждого вида расчета формируются внешние эквиваленты, которые можно подключать к граничным узлам, и параметры результатов расчетов. Параметры результатов расчета могут в дальнейшем использоваться в других расчетных задачах или выводиться на графическую схему.

6.6.1 Оценка состояния

Оценка состояния распределительной сети состоит в том, что на основе измерений мощностей и напряжений уточняются сами измеренные параметры режима электрической сети, а также выполняются расчеты всех остальных параметров. В результате оценивания определяются перетоки активных и реактивных мощностей по всем ветвям схемы, модули и фазы узловых напряжений, активные и реактивные нагрузки во всех узлах, токи во всех ветвях, потери активной и реактивной мощности в каждой ветви и в целом по сети.

Особенность оценки состояния в распределительной сети заключается в недостаточном для обеспечения ее наблюдаемости количестве измерений в сети. Наблюдаемость электрической сети достигается путем получения мощностей в узлах фидеров по измерениям мощностей на головных участках фидеров (разнесение нагрузок). Алгоритм разнесения может быть осуществлён по мощностям трансформаторов, установленных на ТП, или по выполненным заранее контрольным замерам.

В качестве критерия оценивания используется минимум взвешенных квадратов отклонений измеренных параметров от их рассчитанных значений. Параметры режима в программном модуле описываются уравнениями узловых напряжений, заданными в форме баланса токов.

Для решения нелинейной системы уравнений используется метод Ньютона с применением при решении линеаризованных уравнений в качестве матрицы собственных и взаимных проводимостей.

Оценивание распределительной сети может выполняться в двух режимах:

- ✓ периодическом;
- ✓ моделирования.

При периодическом расчете вычисления выполняются автоматически с заданным интервалом. Результаты расчета сохраняются в базе данных РСДУ5 и выводятся на графическую схему.

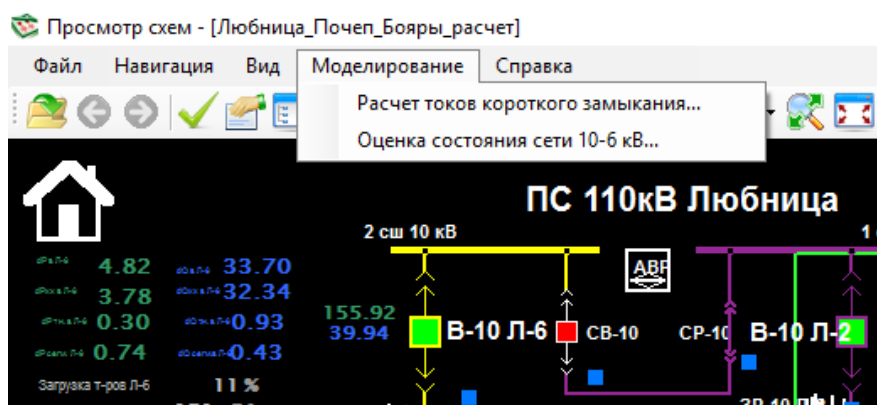


Рисунок 16 – Меню вызова оценки состояния сети

В режиме моделирования оценивание состояния выполняется на срезе информации из реальной базы данных. В этом режиме можно выполнять любые коммутации и изменения измерений и по измененным данным проводить расчеты. Изменения вносятся только в срез данных, не влияя на реальные замеры и состояния коммутационных аппаратов.

6.6.2 Расчет установившегося режима

Расчет установившегося режима распределительной сети всегда выполняется в режиме моделирования. Особенность такого моделирования заключается в том, что первым этапом является оценивание состояния сети по текущему срезу информации. Результатами оценки состояния для задачи расчета установившегося режима являются мощности нагрузочных узлов. Эти мощности не зависят от конфигурации сети и могут использоваться при моделировании различных переключений. Для расчета режимов в программном модуле используются уравнения узловых напряжений, заданные в форме баланса токов. Для всех узлов,

кроме балансирующих, заданными величинами в узле являются мощности нагрузок, для балансирующих узлов – модуль и фаза напряжения. Если сеть разомкнутая, то число балансирующих узлов совпадает с количеством центров питания (ЦП), т.е. секций шин питающих подстанций, откуда поступает электроэнергия в линии электропередач распределительной сети.

В расчетах установившихся режимов распределительной сети в РСДУ5 используется модифицированный метод Ньютона. Использование указанной методики для расчетов установившихся режимов позволяет рассчитывать в распределительных сетях схемы с любой конфигурацией, в том числе и закольцованные. Последнее важно при работе с кабельными сетями городов, где есть необходимость проверки возможности питания потребителей от двух источников.

При моделировании установившихся режимов можно менять положения коммутационных аппаратов, менять отпайки трансформаторов, узловые нагрузки, напряжения в центрах питания. Результаты расчета могут выводиться в виде таблиц с сохранением в формате XLS, а также на графической схеме.

6.6.3 Расчет токов короткого замыкания

Расчет токов короткого замыкания выполняется с использованием уравнения узловых напряжений, заданных в форме баланса токов.

Ток двухфазного короткого замыкания на землю из-за отсутствия в распределительной сети заземления нейтралей силовых трансформаторов на питающих подстанциях (отсутствие расчетной схемы нулевой последовательности) определяется моделированием этого вида короткого замыкания соединением в точке КЗ эквивалентов обратной и прямой последовательностей. Так как последовательности в данной сети имеют одинаковую конфигурацию и одинаковые значения параметров элементов, то токи двухфазного короткого замыкания получаются умножением тока трехфазного (симметричного КЗ) короткого замыкания на коэффициент 0.866.

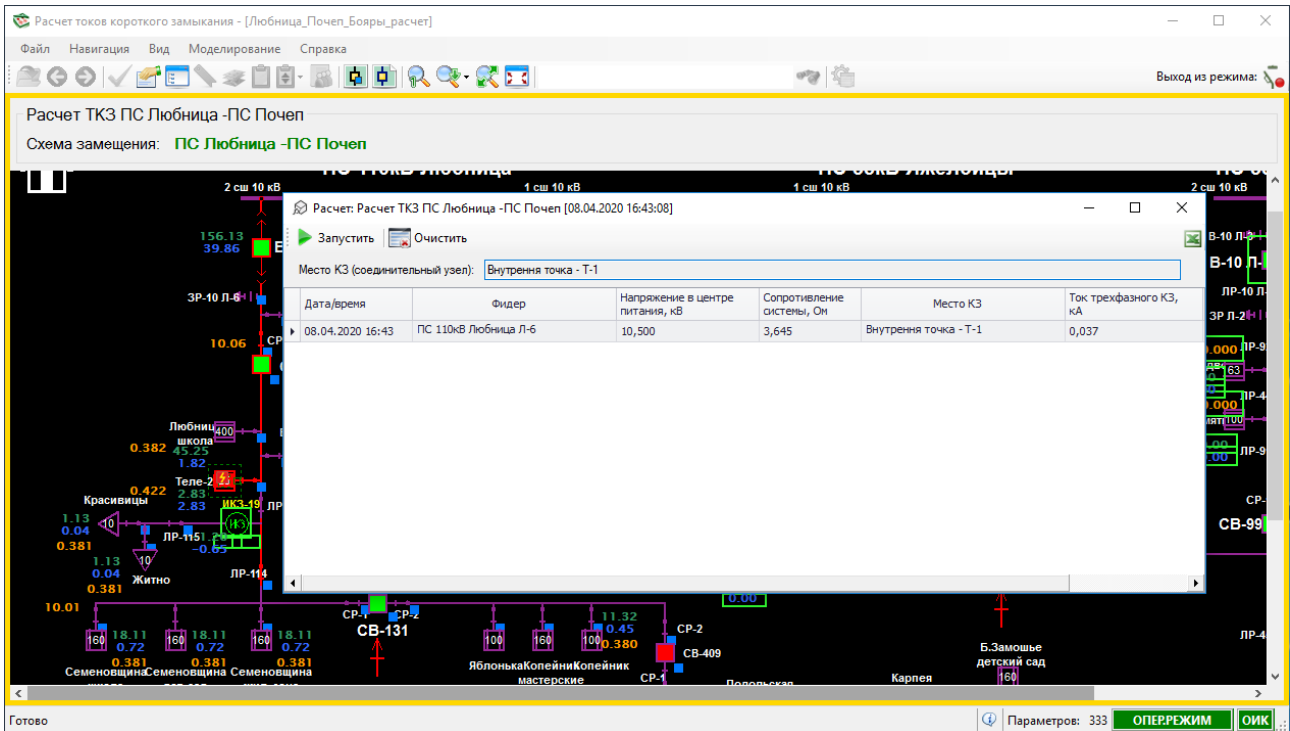


Рисунок 17 – Расчет ТКЗ

Токи трехфазного и двухфазного на землю коротких замыканий вычисляются в режиме моделирования на срезе данных из комплекса РСДУ5. При моделировании можно менять с помощью переключения коммутационных аппаратов конфигурацию сети, отпайки у трансформаторов. Задание точки короткого замыкания осуществляется на графической схеме на любом элементе сети.

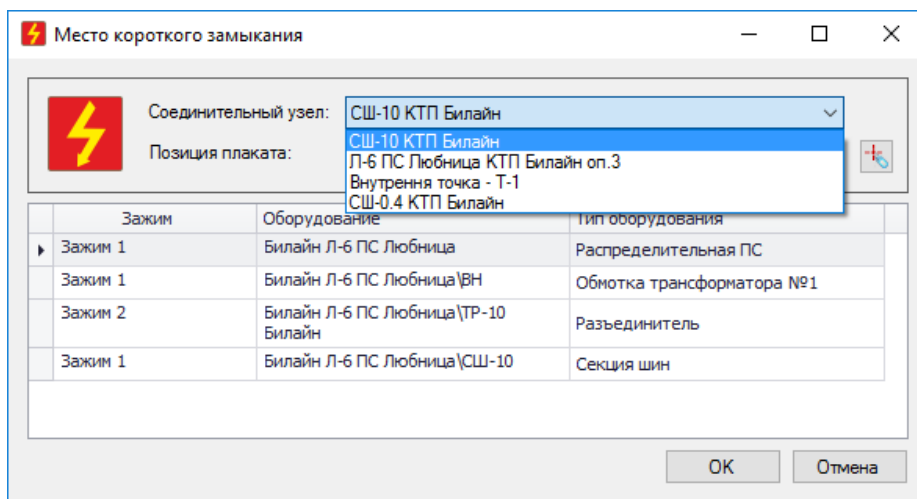


Рисунок 18 – Место короткого замыкания

6.6.4 Модуль прогнозирования энергопотребления

Модуль прогнозирования энергопотребления входит в состав подсистемы DMS комплекса РСДУ и состоит из серверной части и клиентских приложений.

На стороне серверной части осуществляется получение и подготовка исходных данных для расчета, расчет прогнозируемых параметров по расписанию или инициативе пользователя, сохранение результатов в архивы комплекса РСДУ.

Клиентские приложения выполняют функции управления задачами расчета прогнозируемых параметров и просмотра результатов прогнозирования.

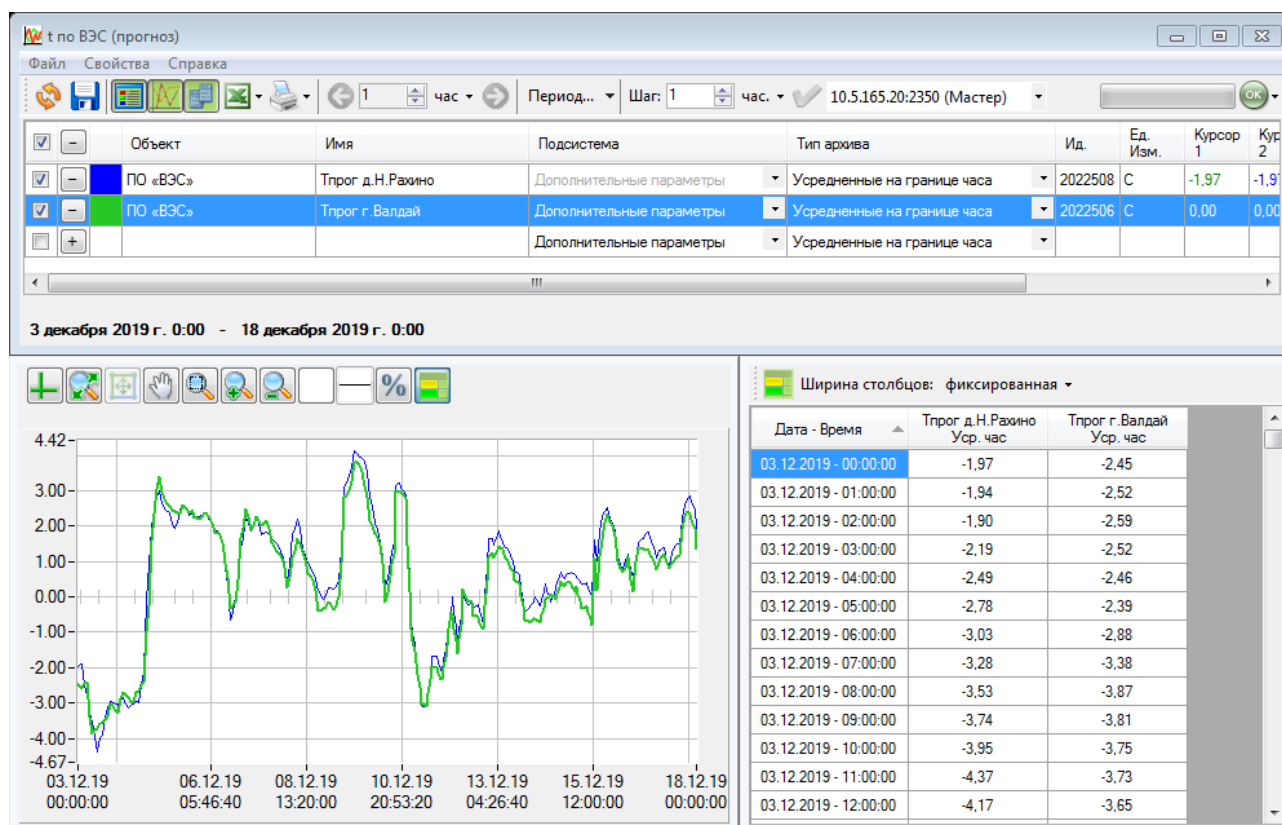


Рисунок 19 – Просмотр результата прогнозирования

Модуль прогнозирования подсистемы DMS комплекса РСДУ выполняет краткосрочный прогноз суточного потребления и профиля нагрузки. Алгоритм краткосрочного прогнозирования, реализованный в модуле, использует модель прогнозирования потребления на основе следующих данных:

- ✓ данные о фактическом потреблении электроэнергии за прошедший период;
- ✓ данные о фактической температуре окружающего воздуха за прошедший период;
- ✓ данные прогноза погоды на период прогнозирования.

Результатом прогнозирования является:

- ✓ прогноз суточного потребления – значения суммарного энергопотребления в кВт*ч на прогнозируемые сутки;
- ✓ прогноз профиля потребления – значения энергопотребления в кВт*ч на полчасовых или часовых интервалах прогнозируемых суток.

Прогноз суточного потребления представляет собой расчет суммарного объема потребления электроэнергии за сутки на основе данных о фактическом потреблении, фактической и прогнозируемой среднесуточной температуры.

Алгоритм состоит из следующих этапов:

- ✓ вычисление линейной корреляции между среднесуточной температурой и суточным потреблением на основании выборки ближайших архивных данных;
- ✓ вычисление среднесуточной температуры на прогнозируемые сутки на основании прогноза погоды;
- ✓ вычисление прогнозного значения на основании последнего (ближайшего) архивного значения с учетом температурной корреляции.

Прогноз суточного профиля потребления представляет собой расчет значений потребления с заданной дискретностью (30 минут, 1 час) на основе данных о фактическом потреблении.

Алгоритм состоит из следующих этапов:

- ✓ вычисление суточного объема потребления на прогнозируемые сутки;
- ✓ вычисление весовых коэффициентов интервалов в суточном потреблении для прогнозируемых суток на основании выборки ближайших архивных данных заданной дискретности;
- ✓ вычисление суточного профиля заданной дискретности на основании нормированного суточного профиля и прогнозируемого суточного потребления.

Модуль прогнозирования поддерживает установку следующих статусов достоверности для результатов прогнозирования:

- ✓ Ненулевое значение, статус «Ок» – значение вычислено корректно;
- ✓ Ненулевое значение, статус «Недостоверно» – расчет выполнен, входные данные для расчета имели статус «Недостоверно»;
- ✓ Нулевое значение, статус «Недостоверно» – расчет прогноза выполнить не удалось:
 - отсутствуют значения исходных данных (фактической температуры, фактического потребления, прогноза температуры);
 - недостаточно входных данных: по результатам предобработки (фильтрации) входных данных отсеяно слишком много значений фактического потребления, отклоняющихся от общей тенденции;

- прогнозное значение вышло за допустимые границы (потребление не может быть меньше нуля, потребление не может превышать паспортные характеристики).

6.7 Подсистема коммерческой диспетчеризации

Подсистема коммерческой диспетчеризации служит для контроля режима работы станций генерирующих компаний в реальном времени, ретроспективного анализа работы станций и выработки рекомендаций по ведению режима.

Приложения подсистемы могут быть сконфигурированы для работы как на отдельной станции с одной или несколькими ГТП, так и в Исполнительном Аппарате Генерирующей Компании.

В случае установки в исполнительном аппарате Генерирующей Компании подсистема обеспечивает контроль выполнения диспетчерского графика каждой станцией, включая прием и исполнение станциями команд КДУ.

Подсистема «Диспетчерские графики» РСДУ5 включает инструменты автоматизации производственных и бизнес-процессов, связанных с подготовкой данных для планирования, оперативного контроля режимов работы и анализа деятельности генерирующих компании на рынке электроэнергии и мощности.

Условно работу на рынке электроэнергии можно разделить на несколько этапов:

- ✓ планирование – анализ работы на рынке и формирование заявок о составе оборудования, объемах выработки и потребления электроэнергии и мощности на будущий торговый период;
- ✓ оперативная работа – ведение режима работы оборудования как баланса оптимальной загрузки и обеспечения надежности работы оборудования при получении максимальной прибыли.

На каждом этапе применяются собственные инструментальные средства, нацеленные на автоматизацию подготовки данных, обеспечение выполнения технологических операций, аналитических расчетов и выдачу рекомендаций.

Для оперативной работы в подсистеме реализованы следующие функции:

- ✓ интеграция с информационными системами СО ЕЭС и НП АТС (MODES-Terminal, MODES-Centre и т.д.);
- ✓ регистрация команд диспетчерского управления (КДУ), выдаваемых СО ЕЭС;
- ✓ формирование уточненных графиков на основе КДУ и контроль их выполнения;
- ✓ прогнозирование объемов производства и потребления электроэнергии в рамках оперативного часа и суток;
- ✓ выдача рекомендации ведения режима в рамках оперативного часа;
- ✓ сигнализация о нарушении режимов работы;

- ✓ ведение архивов оперативных данных и графиков, журналов КДУ и событий подсистемы;
- ✓ организация единого распределенного информационного пространства на уровнях исполнительного аппарата генерирующей компании и структурных подразделений (единые данные на всех уровнях технологического и диспетчерского управления – плановые графики, КДУ, данные о фактическом производстве и потреблении электроэнергии и т.д.).

В части планирования в подсистеме выделяются функции:

- ✓ ручной и автоматизированный ввод данных тарифов электроэнергии;
- ✓ ручной и автоматизированный ввод данных торгового графика;
- ✓ подготовка аналитических отчетов о потреблении и производстве электроэнергии за прошедшие торговые периоды;
- ✓ подготовка финансовых аналитических отчетов о работе компании на рынке за прошедшие торговые периоды.

Основным рабочим инструментом коммерческого диспетчера является приложение «Диспетчерские графики», которое предоставляет функции оперативного контроля и прогнозирования режимов работы генерирующей компании.

Приложение выполняет следующие функции:

- ✓ просмотр информации о выполнении плана генерации на текущие сутки (на любую доступную дату) в графическом и табличном вариантах;
- ✓ просмотр информации о выполнении плана потребления на текущие сутки (на любую доступную дату) в графическом и табличном вариантах;
- ✓ просмотр графика генерации/потребления в отдельном окне в темпе реального времени;
- ✓ просмотр текущих показателей станции и рассчитанных рекомендаций для выполнения плана на текущий час;
- ✓ поддержка ввода КДУ и пересчета графика генерации;
- ✓ расчет рабочего коридора, в пределах которого допускается отклонение графика;
- ✓ расчет отклонений от плановых графиков, как в абсолютных, так и относительных величинах;
- ✓ сигнализация об отклонении от графика.

Ниже приведены примеры интерфейса приложения (общий вид приложения, регистрация команд диспетчерского управления, контроль объемов для ГТП генерации) с кратким пояснением.

6.7.1 Общий вид приложения «Диспетчерские графики»

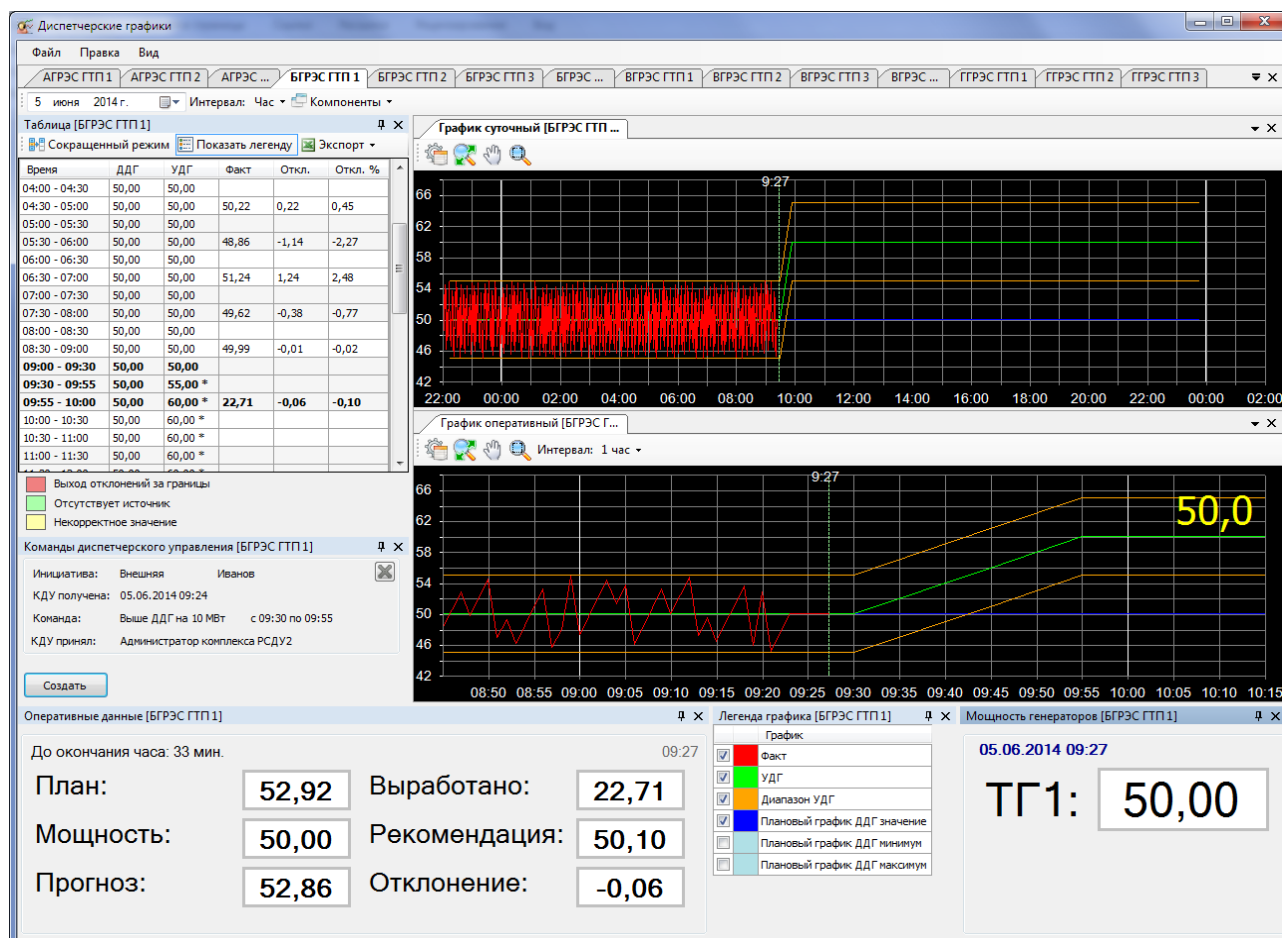


Рисунок 20 - Общий вид приложения «Диспетчерские графики»

Для ГТП генерации в окне отображаются следующие данные:

- ✓ график ДДГ;
- ✓ график УДГ;
- ✓ график фактической мгновенной мощности генерации;
- ✓ допустимый коридор УДГ: графики минимума и максимума для мгновенной мощности, которые рассчитываются по формуле: значение $УДГ \pm \text{MAX}(2\%, 5\text{МВт})$;
- ✓ технический минимум и максимум по каждой ГТП.

Для ГТП потребления в окне отображаются следующие данные:

- ✓ плановый график СН;
- ✓ график фактической мгновенной мощности потребления;

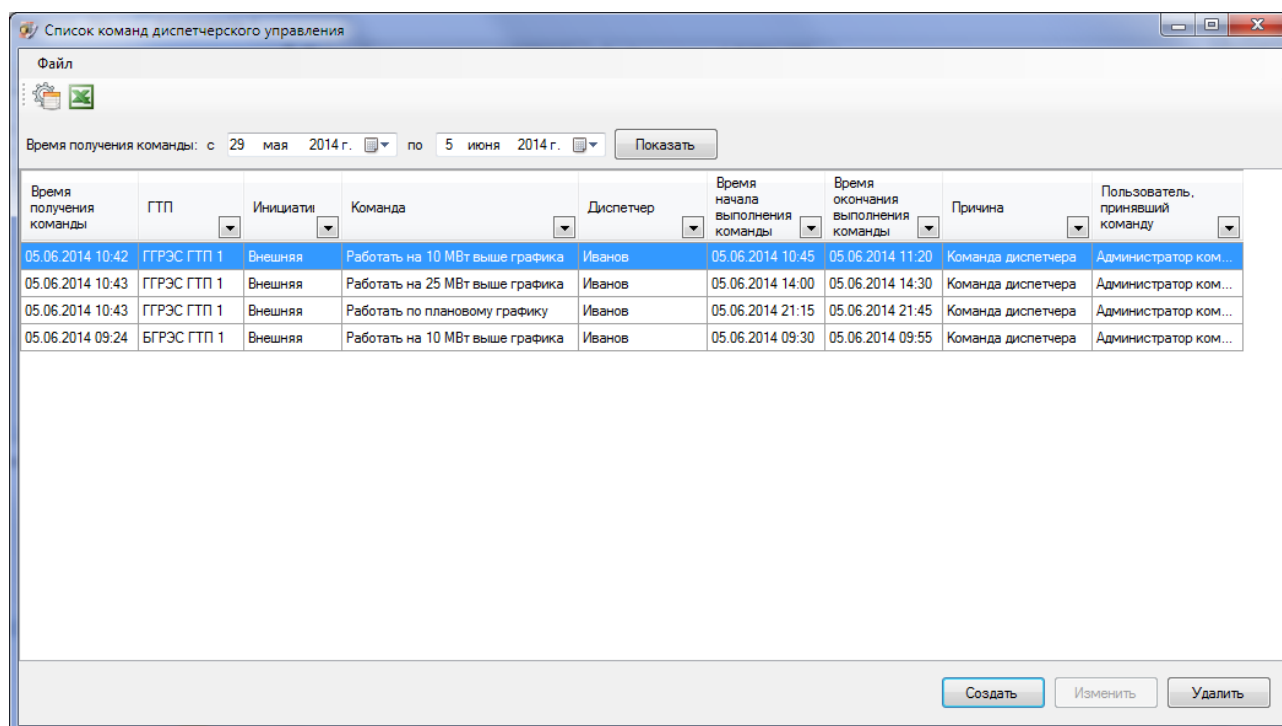
- ✓ предупредительный коридор контроля СН: графики минимума и максимума для мгновенной мощности, которые рассчитываются по формуле: значение $СН\pm 5\%$;
- ✓ аварийный коридор контроля СН: графики минимума и максимума для мгновенной мощности, которые рассчитываются по формуле: значение $СН\pm 10\%$.

6.7.2 Регистрация команд диспетчерского управления

Приложение поддерживает функции регистрации и удаления команд диспетчерского управления. Журнал команд сохраняется в БД комплекса РСДУ.

При регистрации или удалении КДУ приложение автоматически выполняет расчет уточненного диспетчерского графика (УДГ), допустимого коридора активной мощности и плановых объемов выработки электроэнергии для ГТП.

Комплекс РСДУ может автоматически выполнять ретрансляцию журнала КДУ в темпе регистрации/удаления команд в РСДУ или другие системы уровня исполнительного аппарата (филиала) генерирующей компании. Для этого необходимо выполнить настройку и запуск дополнительных интеграционных модулей РСДУ.



Время получения команды	ГТП	Инициати	Команда	Диспетчер	Время начала выполнения команды	Время окончания выполнения команды	Причина	Пользователь, принявший команду
05.06.2014 10:42	ГГРЭС ГТП 1	Внешняя	Работать на 10 МВт выше графика	Иванов	05.06.2014 10:45	05.06.2014 11:20	Команда диспетчера	Администратор ком...
05.06.2014 10:43	ГГРЭС ГТП 1	Внешняя	Работать на 25 МВт выше графика	Иванов	05.06.2014 14:00	05.06.2014 14:30	Команда диспетчера	Администратор ком...
05.06.2014 10:43	ГГРЭС ГТП 1	Внешняя	Работать по плановому графику	Иванов	05.06.2014 21:15	05.06.2014 21:45	Команда диспетчера	Администратор ком...
05.06.2014 09:24	БГРЭС ГТП 1	Внешняя	Работать на 10 МВт выше графика	Иванов	05.06.2014 09:30	05.06.2014 09:55	Команда диспетчера	Администратор ком...

Рисунок 21 – Список команд диспетчерского управления

Окно содержит список команд диспетчерского управления для текущего ГТП, действие которого распространяется на период выбранных суток. Форма

представления журнала КДУ табличная, каждая команда отображается в виде отдельной строки.

6.7.3 Контроль объёмов для ГТП генерации за текущие сутки

Время	ДДГ	УДГ	Факт	Откл.	Откл. %
00:00 - 01:00	200,00	250,00	250,00	0,00	0,00
01:00 - 02:00	200,00	253,75	250,00	-3,75	-1,48
02:00 - 03:00	200,00	258,75	250,00	-8,75	-3,38
03:00 - 04:00	200,00	260,00	250,00	-10,00	-3,85
04:00 - 05:00	200,00	260,00	250,00	-10,00	-3,85
05:00 - 06:00	200,00	275,00	250,00	-25,00	-9,09
06:00 - 07:00	200,00	257,50	250,00	-7,50	-2,91
07:00 - 08:00	200,00	250,00	250,00	0,00	0,00
08:00 - 09:00	200,00	250,00	250,00	0,00	0,00
09:00 - 10:00	212,50	250,00	250,00	0,00	0,00
10:00 - 11:00	250,00	250,00	250,00	0,00	0,00
11:00 - 12:00	250,00	250,00	250,00	0,00	0,00
12:00 - 13:00	212,50	250,00	250,00	0,00	0,00
13:00 - 14:00	200,00	250,00	250,00	0,00	0,00
14:00 - 15:00	200,00	250,00	198,96	-51,04	-20,42
14:48	160,00	200,00		-1,04	-0,52
15:00 - 16:00	200,00	250,00			
16:00 - 17:00	187,50	250,00			
17:00 - 18:00	150,00	250,00			
18:00 - 19:00	150,00	250,00			
19:00 - 20:00	162,50	250,00			
20:00 - 21:00	200,00	250,00			
21:00 - 22:00	200,00	250,00			
22:00 - 23:00	200,00	250,00			
23:00 - 00:00	200,00	250,00			
Итого	4775,00	6065,00	3698,96	-2366,04	-39,01

Выход отклонений за предупредительные границы
 Выход отклонений за аварийные границы
 Отсутствует источник
 Недостоверное значение

Рисунок 22 - Контроль объёмов для ГТП генерации за текущие сутки

Таблица содержит значения объёмов по плану, по факту и разницу между ними за сутки, выбранные в панели инструментов окна ГТП. В зависимости от настройки интервала на панели инструментов окна ГТП, каждая строка таблицы соответствует временному интервалу 30 минут или 1 час.

6.8 Подсистема ведения оперативного электронного журнала

Подсистема ведения оперативного электронного журнала предназначена для ведения, хранения и анализа оперативно-диспетчерской документации.

Подсистема реализуется как на основе программного модуля «Электронный журнал» в составе РСДУ5, так и путем интеграции с электронным журналом «ёЖ-2» производства ЗАО «Монитор Электрик» (г. Пятигорск).

Подсистема ведения оперативного электронного журнала обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ запись всех выполняемых оперативным персоналом действий в сети (дата и время получения команды (согласования), наименование объекта и оборудования, где будут выполняться переключения, ФИО диспетчера, выдавшего команду (согласование), дата и время исполнения и уведомления об исполнении команды (согласования)) в электронный журнал;
- ✓ запись выполнения команд (например, допуск на ВЛ) с возможностью использования готовых штампов фраз в электронный журнал;
- ✓ запись о размещении на мнемосхемах диспетчерских пометок в электронный журнал;
- ✓ запись о размещении переносных заземлений, допуске бригад, выводе автоматик и защит в электронный журнал;
- ✓ возможность установки статуса отмененной записи в электронном журнале;
- ✓ запрет на удаление записей из электронного журнала;
- ✓ обеспечение возможности внесения записей в электронный журнал только персоналом, имеющим управление над объектами сети.

Программный «Электронный журнал» имеет клиент-серверную архитектуру, работает под управлением ОС Linux. Внесение записей в журнал и просмотр информации журнала производится с помощью специального интерфейса, поддерживается внесение информации одновременно несколькими пользователями, работающими в локальной вычислительной сети и имеющими соответствующие права на доступ к функциям журнала. Все записи электронного журнала автоматически помещаются в архив. Предусмотрена возможность просмотра записей как за текущее время, так и за любой другой интервал. Корректировка записей запрещена для всех категорий персонала. Для фиксации, автоматизации и упрощения процесса приема-передачи смены диспетчерским персоналом, а также для обеспечения безопасности и санкционирования доступа диспетчерского персонала к терминалам диспетчерского управления, в журнале используется функция «Прием-передача смены».

В случае интеграции РСДУ5 с ПТК «ёЖ-2» обеспечивается реализация следующих функций:

- ✓ автоматическая запись информации о выполняемых в РСДУ5 переключениях в электронный журнал;
- ✓ автоматическая запись о размещении диспетчерских пометок на схеме в электронный журнал.

Схема интеграции PCДУ5 с программным комплексом «ёЖ-2» приведена на следующем рисунке.

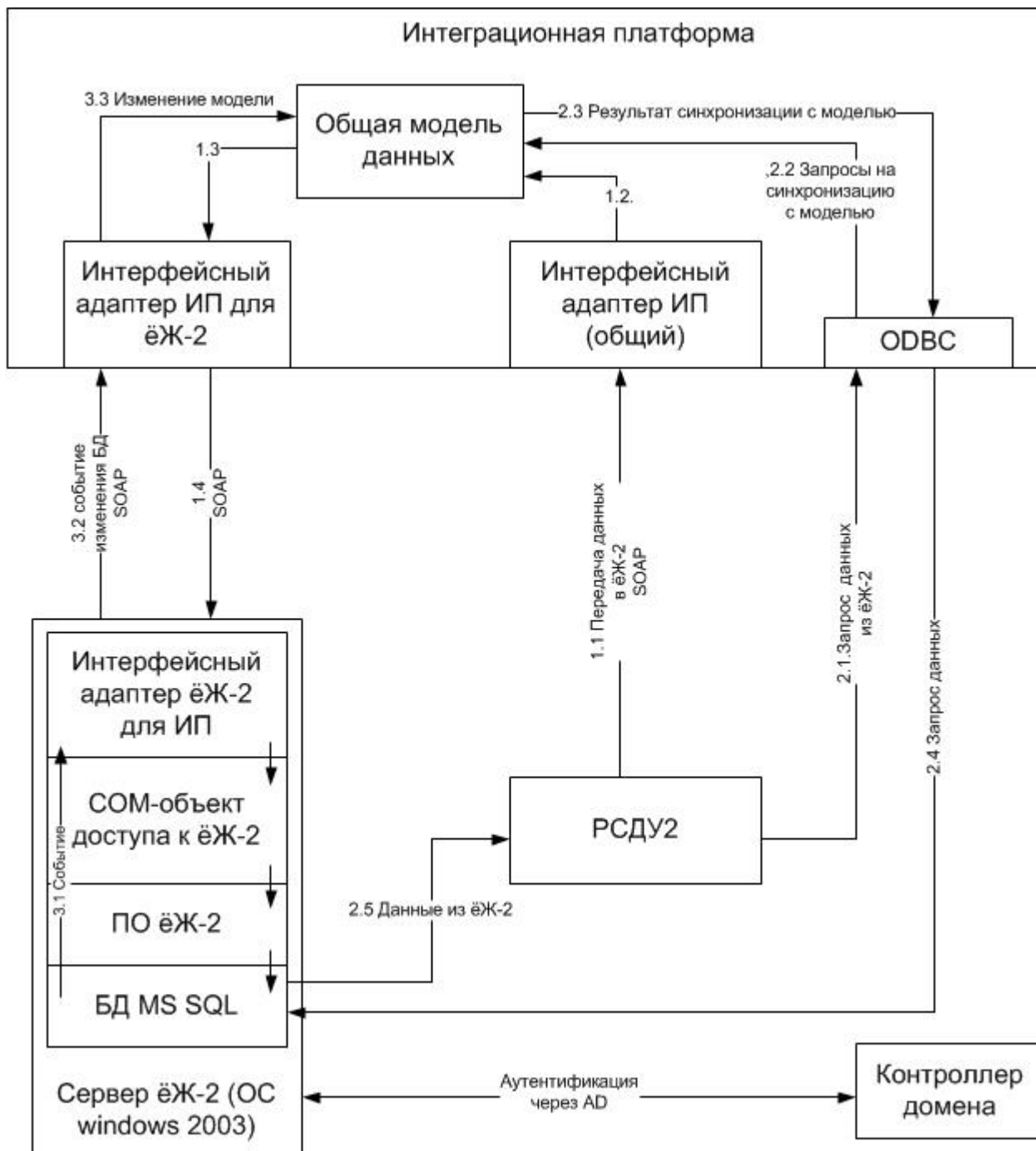


Рисунок 23 - Схема интеграции PCДУ5 с программным комплексом «ёЖ-2»

Для доступа к функциям API ПТК «ёЖ-2» из внешних приложений используется «Интерфейсный адаптер (ИА) «ёЖ-2» из состава интеграционной платформы PCДУ5. Для взаимодействия между интегрируемой системой и ПТК «ёЖ-2» используется протокол SOAP. В состав PCДУ5 входит интеграционная платформа, предоставляющая SOAP-интерфейс для возможности интеграции с внешними

системами. SOAP-интерфейс осуществляет обмен информацией с внешними системами в обоих направлениях, является как принимающей стороной (сервер), так и передающей (клиент). SOAP-сообщения могут передаваться поверх HTTP либо HTTPS протоколов. Инициатором записи данных в журнал может быть любой сервис РСДУ5. Приведение данных из модели РСДУ5 в модель ПТК «ёЖ-2» осуществляет интеграционная платформа.

6.9 Подсистема управления производством ремонтных и аварийно-спасательных работ

Подсистема управления производством ремонтных и аварийно-спасательных работ предназначена для автоматизации процесса создания, рассмотрения и обработки диспетчерских заявок на ремонт энергетического оборудования на всех уровнях диспетчерского управления.

Подсистема обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ автоматизированный обмен заявками с ПК «Заявки», установленным в филиале ОАО «СО ЕЭС»;
- ✓ подготовка заявок;
- ✓ маршрутизация заявок;
- ✓ оповещение о вновь поступивших заявках;
- ✓ учет заявок и статистика ремонтов;
- ✓ создание и выполнение работ по открытым заявкам.

Программные средства подсистемы реализованы на базе ПК «АСУРЭО» производства «СМС-автоматизация» (г. Самара).

Благодаря интеграции ПТК «АСУРЭО» с РСДУ5 реализуются следующие функции:

- ✓ выполнение работ по открытой заявке;
- ✓ закрытие заявки по завершении работ.

Схема интеграции РСДУ5 с ПК «АСУРЭО» приведена на рисунке ниже.

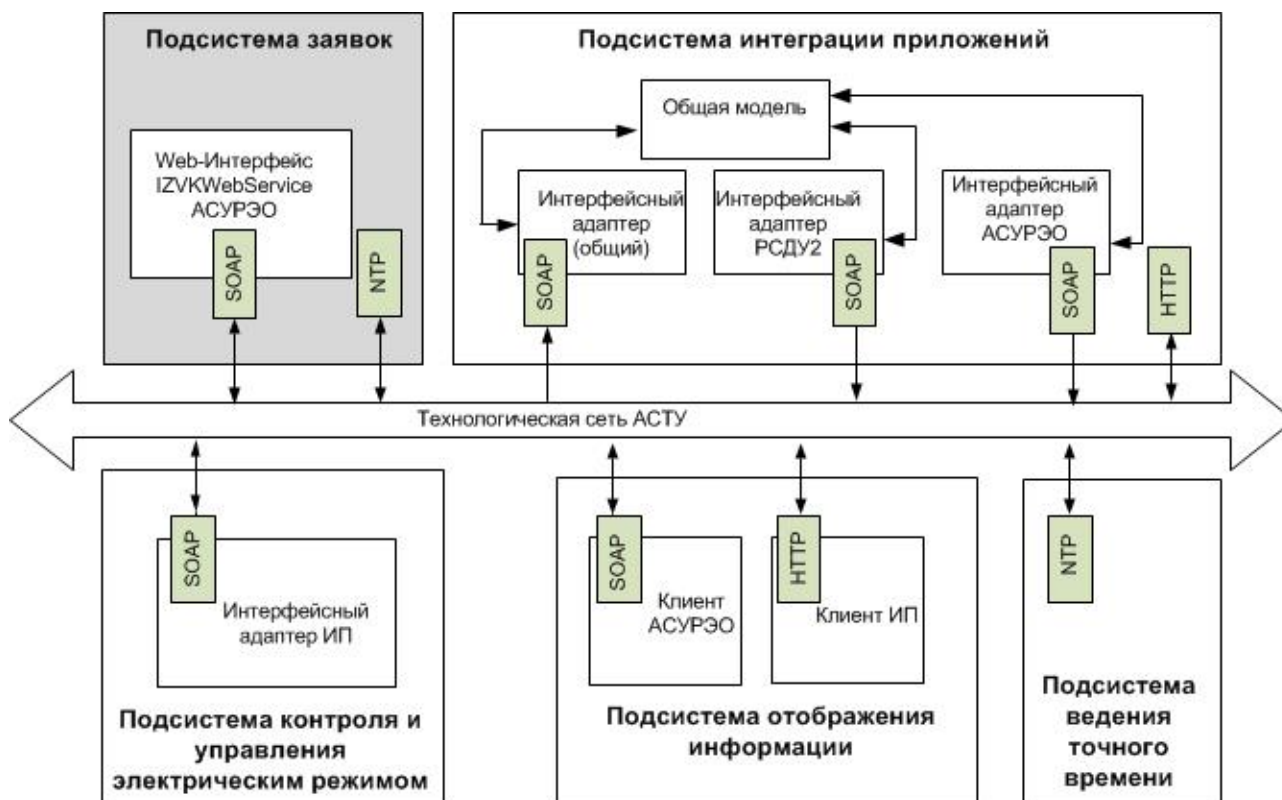


Рисунок 24 - Схема интеграции РСДУ5 с ПК «АСУРЭО»

Для интеграции комплекса РСДУ5 и ПК «АСУРЭО» используется SOAP-интерфейс. В состав РСДУ5 входит интеграционная платформа, предоставляющая SOAP-интерфейс для возможности интеграции с внешними системами. SOAP-интерфейс осуществляет обмен информацией с внешними системами в обоих направлениях, является как принимающей стороной (сервер), так и передающей (клиент). SOAP-сообщения могут передаваться поверх HTTP либо HTTPS протоколов.

Примеры экранных форм подсистемы приема и обработки оперативных заявок на вывод в ремонт оборудования приведены на следующих рисунках.

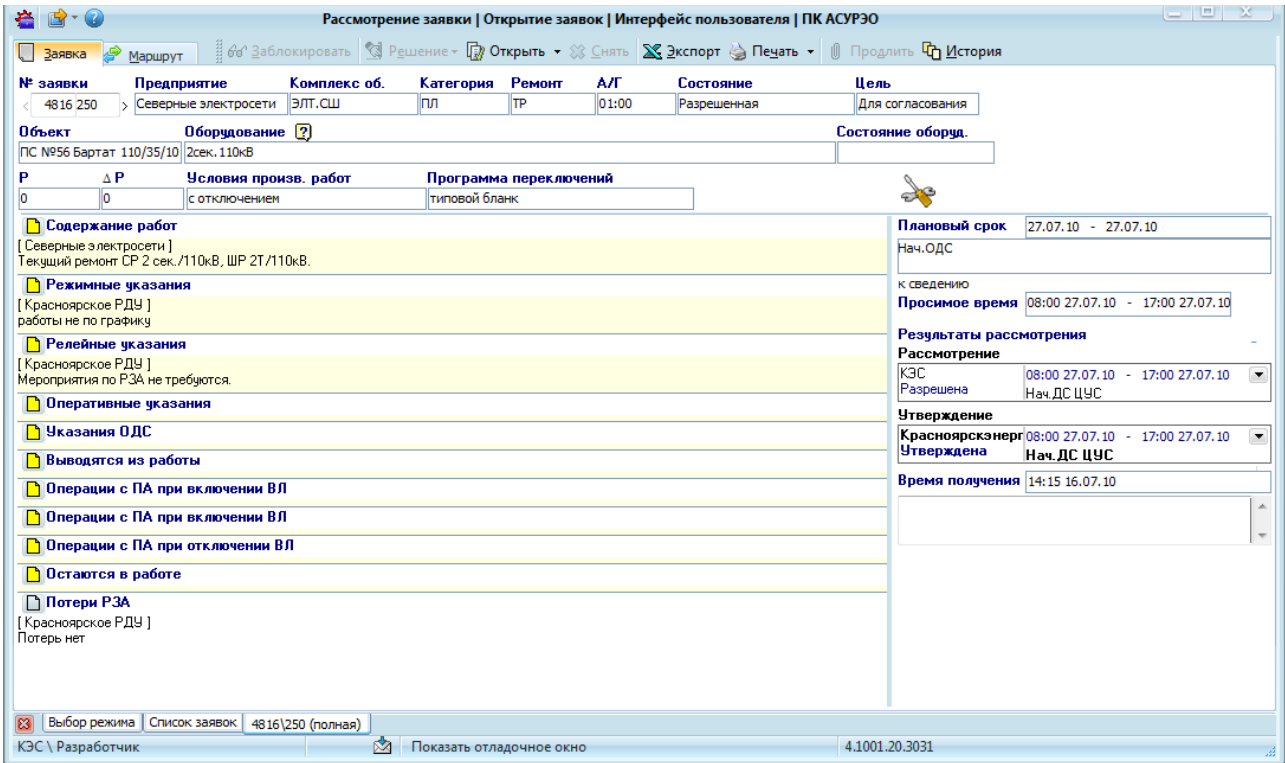


Рисунок 25 - Интерфейс для процедуры рассмотрения заявки

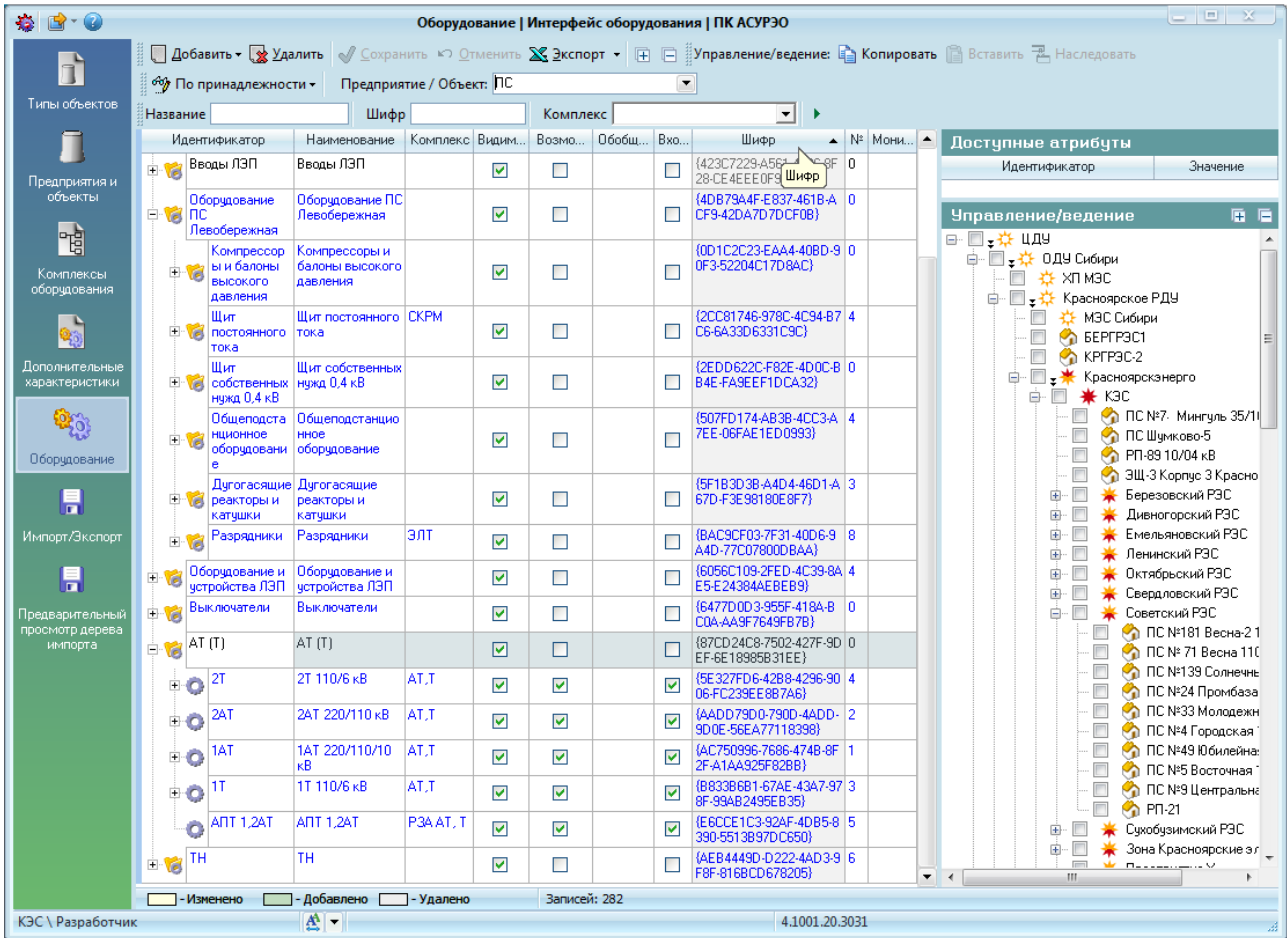


Рисунок 26 - Интерфейс оборудования

6.10 Подсистема OMS

Система управления аварийными отключениями (OMS) предназначена для сокращения продолжительности простоев за счет быстрого обнаружения повреждений электрической сети и представления подробной информации с помощью геоинформационной системы (ГИС). Доступ пользователей к рабочему месту OMS осуществляется через WEB-интерфейс.

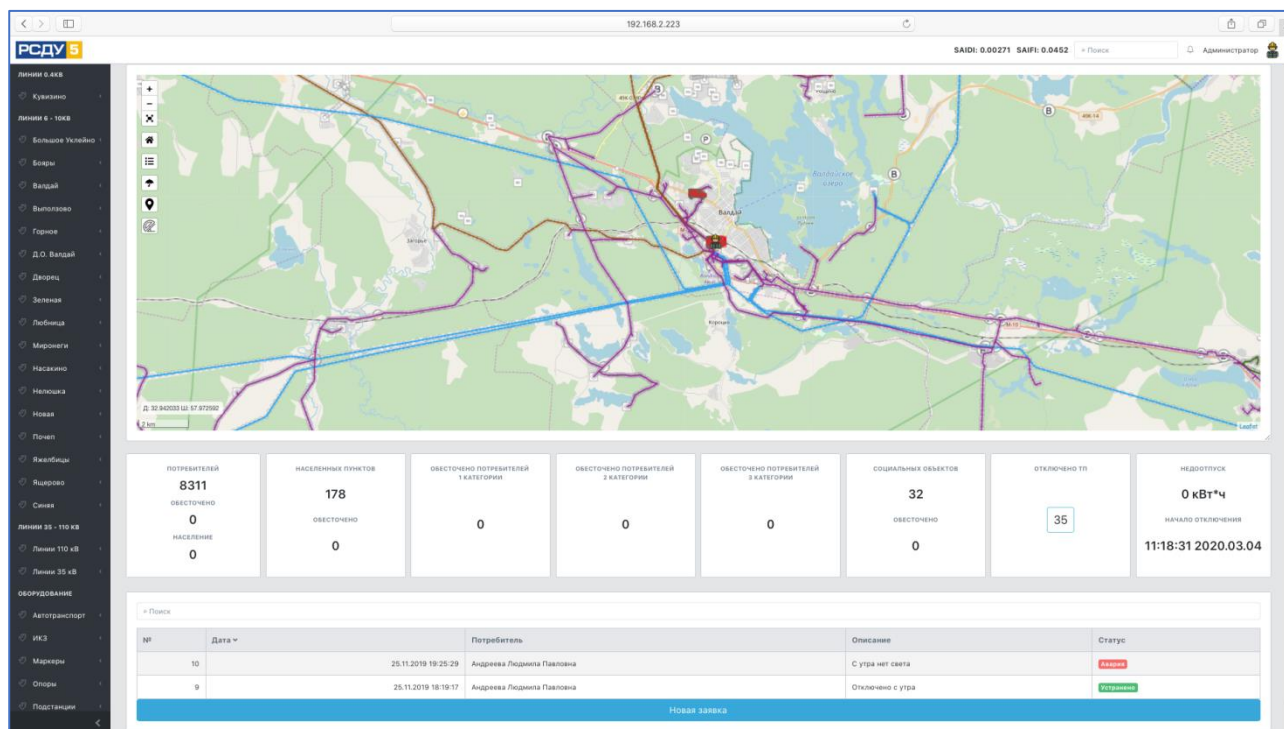


Рисунок 27 – Окно приложения OMS

Система управления отключениями потребителей программного комплекса РСДУ5 OMS – интегрированная программная подсистема, предназначенная для автоматизации процесса управления плановыми и внеплановыми (аварийными) отключениями потребителей и деятельностью персонала сетевой компании, обеспечивающего данный процесс.

Подсистема OMS обеспечивает возможность автоматизации функции занесения данных по аварийным и плановым отключениям. Подсистема OMS обеспечивает технические службы достоверной и актуальной информацией об отключенных объектах электрической сети, отключенных потребителях, составе персонала и материально-технических средств, привлеченных к работе по плановым и аварийным отключениям.

На основании хранимой в OMS информации выполняется расчет основных показателей надежности электрической сети: SAIDI (средняя длительность отключений потребителей) и SAIFI (средняя частота отключений потребителей).

Подсистема OMS охватывает большой состав исполняемых функций, объединенных общей задачей поддержания бесперебойности электроснабжения потребителей.

В части ведения информационной модели OMS:

- ✓ создание и редактирование справочной информации о потребителе электрической энергии, его точках привязки;
- ✓ создание и редактирование справочной информации о ремонтном персонале;

- ✓ создание и редактирование информации о ремонтных бригадах;
- ✓ создание и редактирование справочной информации о привязке потребителя к фидерам;
- ✓ создание и редактирование справочной информации о фидерах.

В части общего управления инцидентами:

- ✓ ручное и автоматическое создание инцидентов;
- ✓ управление состоянием инцидента, закрытие инцидента;
- ✓ расчет времени восстановления электроснабжения;
- ✓ информирование потребителей об инциденте и ходе аварийно-восстановительных работ;
- ✓ предоставление информации об инцидентах заинтересованным лицам;
- ✓ расчет времени перерывов в электроснабжении потребителей;
- ✓ расчет индексов SAIDI, SAIFI, CAIDI, CAIFI по методике согласно приказу Минэнерго №1256 от 29.11.2016.

В части управления производством аварийно-восстановительных работ:

- ✓ управление состоянием питающих фидеров;
- ✓ формирование программ переключений для производства аварийно-восстановительных работ по различным критериям;
- ✓ выполнение программ переключений.

В части управления ремонтными бригадами:

- ✓ формирование ремонтных бригад;
- ✓ выдача заданий ремонтным бригадам для производства аварийно-восстановительных работ;
- ✓ внесение информации в систему о произведенных переключениях.

В части представления данных пользователю:

- ✓ поиск и отображение информации о потребителях, питающих фидерах;
- ✓ поиск и отображение информации о ремонтном персонале и бригадах;
- ✓ формирование и отображение списка отключенных потребителей;
- ✓ отображение информации о текущих инцидентах;
- ✓ отображение информации о составе отключенного оборудования и об отключенной мощности;
- ✓ отображение положения ремонтных бригад на местности;
- ✓ отображение информации об обесточенных районах на карте.

В части формирования сводок и отчетов:

- ✓ формирование аварийных сводок по установленным формам;
- ✓ формирование сводок о произошедших инцидентах за период времени;
- ✓ выдача информации по инцидентам в форме 8.1 (согласно приказу Минэнерго №1256 от 29.11.2016).

Подсистема OMS является тесно интегрированной с другими подсистемами РСДУ:

- ✓ FEP (Подсистема сбора) и SCADA, определяющие коммутации на основании сигналов о положении коммутационных аппаратов;
- ✓ Процессор топологии;
- ✓ Программные модули формирования и исполнения программ переключений;
- ✓ ГИС-подсистема для отображения положения ОВБ и состояния сети на карте;
- ✓ Мобильный клиент РСДУ5.

Основным понятием в подсистеме OMS является «инцидент» – перерыв в электроснабжении потребителя. Инциденты могут быть запланированные и незапланированные (аварии), открытые (текущие) и завершенные. На основе информации об инцидентах выполняется представление информации пользователю – динамической (постоянно рассчитываемой и обновляемой в темпе процесса о ходе выполнения работ, команды на исполнение, их подтверждение, расчет индексов надежности и т.д.) и статической (формируемой по запросу пользователя и представляемой в виде сводок, отчетов, статистики и т.д.).

На рисунке ниже показано взаимодействие технологических модулей, непосредственно выполняющих функции OMS.

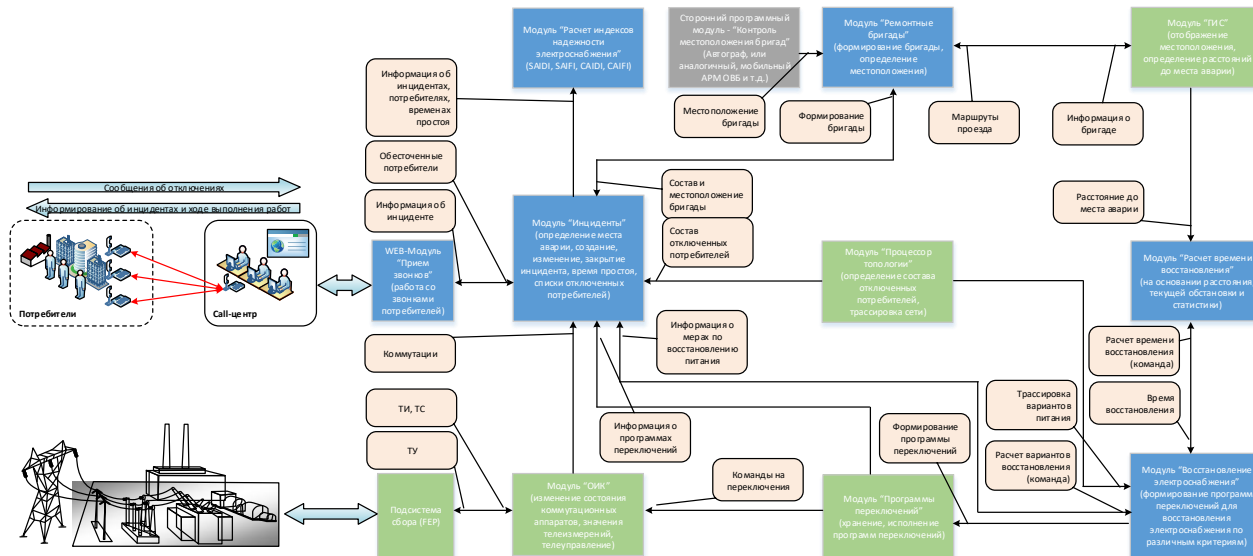


Рисунок 28 - Взаимодействие технологических модулей, выполняющих функции OMS

Информация об инциденте может поступать в систему тремя путями:

- ✓ создание инцидента вручную диспетчером;
- ✓ создание инцидента оператором call-центра на основании звонков потребителей;
- ✓ создание инцидента автоматически модулем «Инциденты» на основании телеинформации, поступающей в него от объекта по каналам телемеханики.

При создании инцидента автоматически модуль «Инциденты» учитывает информацию, поступающую от модуля «Программы переключений». В случае, если имеется открытая программ переключений, в которой присутствует операция по отключению данного коммутационного аппарата, инцидент не создается.

При создании инцидента вручную диспетчером инцидент создается с указанием предварительно поврежденного оборудования.

При создании инцидента на основании звонков потребителя инцидент создается при поступлении первого же звонка, но подтверждается только при поступлении повторных звонков, привязанным к одному и тому же источнику питания.

После создания инцидента диспетчер назначает ремонтную бригаду для проведения аварийно-восстановительных работ. Для этого выдается команда модулю «Ремонтные бригады» на назначение бригады. В случае, если нет доступных бригад, или они не сформированы, модуль «Ремонтные бригады» выполняет ее формирование из имеющегося в наличии персонала.

Для проведения аварийно-восстановительных работ диспетчер инициирует проработку модулем «Восстановление электроснабжения» вариантов для

восстановления электроснабжения и создание программы переключений. Программа переключений для выполнения аварийно-восстановительных работ может быть сформирована:

- ✓ вручную диспетчером путем внесения отдельных операций по переключениям;
- ✓ выбрана диспетчером вручную из состава уже имеющихся программ;
- ✓ автоматически выбрана модулем «Восстановление электроснабжения» из состава заранее подготовленных для неисправного оборудования программ переключений;
- ✓ автоматически модулем «Восстановление электроснабжения». Для этого в модуль «Восстановление электроснабжения» передается информация о неисправном оборудовании. Модуль «Восстановление электроснабжения» инициирует процессор топологии для поиска вариантов восстановления электроснабжения.

Выбор применяемой программы переключений производится диспетчером на основании различных критериев – по отсутствию обесточенных категорийных потребителей, по минимуму отключенных потребителей, по минимуму обесточенного населения, по минимальному времени восстановления питания и т.д. При выборе и формировании программы переключений задействован процессор топологии, показывающий в режиме эмуляции результат выполняемых действий, на основании которого производится выбор наиболее оптимального варианта.

Расчет времени восстановления электроснабжения инициирует модуль «Восстановление электроснабжения» при формировании каждого варианта. Расчет выполняется модулем «Расчет времени восстановления». В расчете участвуют статистические данные о времени восстановления электроснабжения при аналогичных авариях, расстояние от местоположения ОВБ до места аварии, которое модуль получает от «ГИС», оперативная обстановка по пути следования бригады и т.д. Рассчитанное значение привязывается к конкретному варианту восстановления электроснабжения. Расчет времени восстановления периодически корректируется в процессе выполнения аварийно-восстановительных работ.

Выполнение аварийно-восстановительных работ может выполняться в двух режимах – ручном и автоматическом. При ручном режиме на место аварии выезжает ОВБ. Диспетчер выдает бригаде команды на переключение в соответствии с подготовленной программой, персонал ОВБ подтверждает каждую операцию сообщением о ее выполнении по телефону или на мобильном планшете. Таким образом выполняются все операции по программе переключений. В автоматическом режиме все операции выполняет модуль «Программы переключений», который отправляет команды на переключение коммутационных аппаратов через FER+ОИК на объектовые устройства телемеханики. Следует отметить, что для производства работ в автоматическом режиме все оборудование на объектах (включая

заземляющие ножи и разъединители) должно быть телемеханизировано с функциями телеуправления.

Отображение текущего местоположения бригады, подбор маршрута для проезда к месту аварии выполняются в модуле «ГИС».

Расчет индексов надежности электрической сети выполняется модулем «Расчет индексов надежности». Расчет выполняется на основе исторических данных об инцидентах в энергосистеме. Расчет производится периодически, и его результаты динамически обновляются и сохраняются в архивах. Расчет выполняется в соответствии с методикой, приведенной в приказе Минэнерго №1256 от 29.11.2016.

6.11 Подсистема географического представления данных

Подсистема географического представления данных совмещает графическую визуализацию пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о состоянии и режиме работы электрической сети.

Средства визуализации подсистемы являются основным интерфейсом подсистемы OMS.

Подсистема обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ предоставление геоинформации о пространственном расположении объектов – линий электропередач, подстанций, дорог и улиц, лесных насаждений, населенных пунктов, водных ресурсов (реки, озера и т.д.), зданий и сооружений;
- ✓ предоставление информации о местоположении ремонтных бригад;
- ✓ отображение информации о местоположении автотранспорта на географической карте. Информация о местоположении транспорта поступает из системы Wialon;
- ✓ редактирование атрибутов и параметров объектов;
- ✓ включение/отключение отображения различных типов объектов;
- ✓ поиск объектов на карте;
- ✓ топологическая раскраска ЛЭП и других энергетических объектов;
- ✓ переход на детальные однолинейные схемы объектов;
- ✓ ввод информации о ходе ремонтных работ, ликвидации повреждений и характере повреждений на объектах;
- ✓ внесение информации о событиях на объектах;
- ✓ редактирование информации о пространственном расположении объектов и об их взаимосвязях;
- ✓ редактирование информации о техническом состоянии объектов.

6.12 Мобильный клиент РСДУ5

Приложение «РСДУ5 ОББ» является мобильным приложением, поддерживающим платформы iOS и Android. Это приложение устанавливается на планшетные компьютеры промышленного исполнения, используемые персоналом ОББ.

Приложение реализует следующие функции:

- ✓ сбор и обработка информации о местоположении и перемещении сотрудников;
- ✓ получение информации о плане работ и возможность внесения данных о ходе и фактическом результате выполнения работ;
- ✓ получение необходимой документации, пошаговых сценариев выполнения работ;
- ✓ осуществление дистанционных консультаций с административно-техническим персоналом и мастерами в части выполнения работ;
- ✓ фиксирование дефектов и нарушений с приложением подтверждающих фото/видео файлов;
- ✓ отображение на геоинформационной подложке состояния силового оборудования.

При каждом запуске приложения необходимо ввести логин и пароль. После успешной аутентификации пользователь получает доступ к функционалу, который соответствует его уровню доступа.

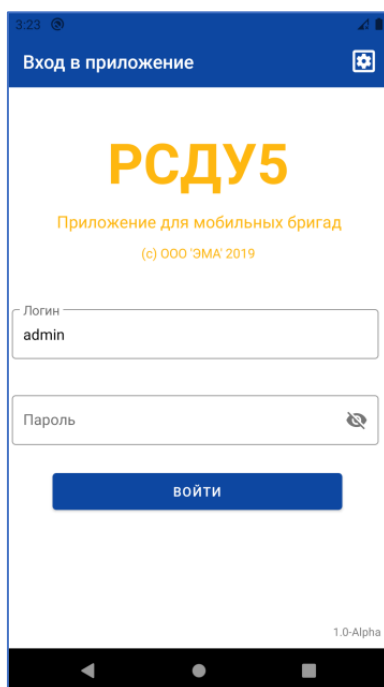


Рисунок 29 – Окно аутентификации

6.12.1 Описание модуля карт

При запуске приложения происходит загрузка и отображение слоев на карте.

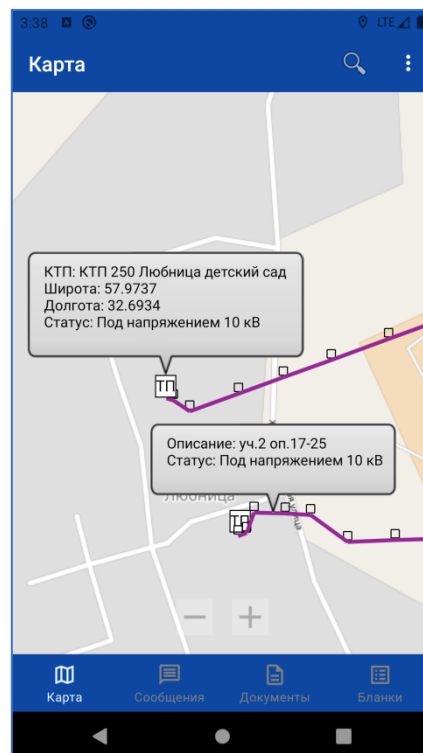
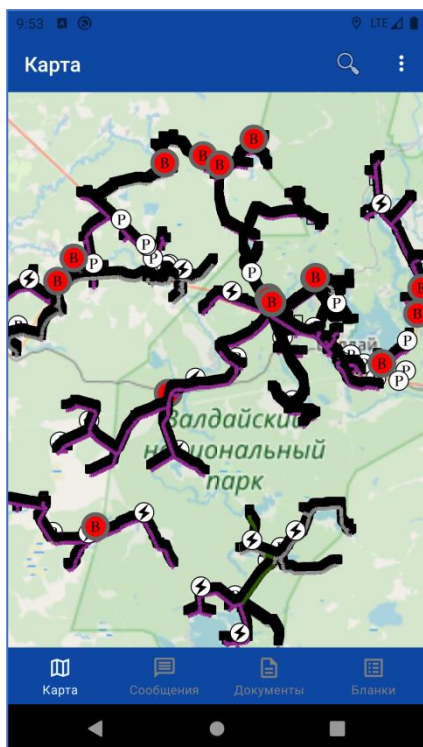


Рисунок 30 – Пример отображения различных слоев на карте

Слой – совокупность информации, включающая в себя такие данные как:

- ✓ местоположение объектов;
- ✓ краткая информация об объектах;
- ✓ статус объекта.

Карта поддерживает изменение масштаба как жестами, так и кнопками «+» и «-», которые расположены над панелью навигации. Также присутствует возможность искать объект по его названию, кликнув на пиктограмму лупы. Если нет необходимости отображать все слои, присутствует возможность выбрать только желаемые.

6.12.2 Описание модуля сообщений

Эта часть приложения представляет собой средство обмена сообщениями. Сообщения могут включать как текстовую информацию, так и фотографии.

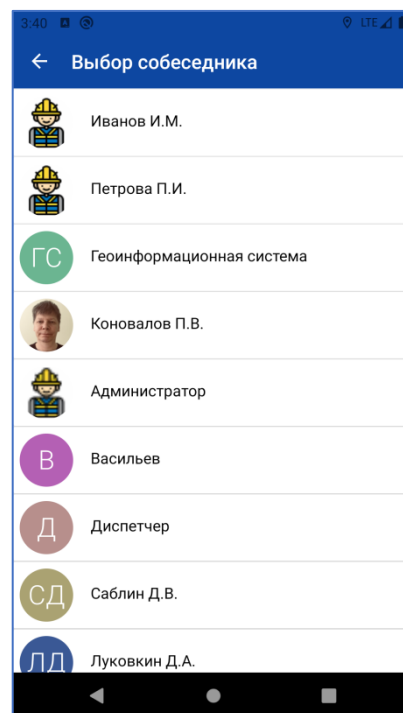
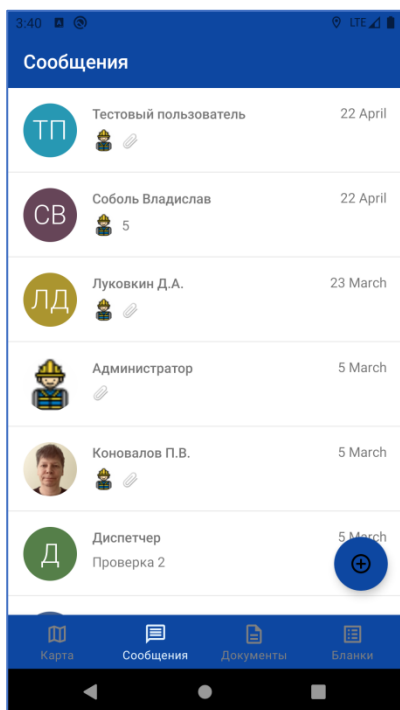


Рисунок 31 – Модуль сообщений

Для отправки текстового сообщения достаточно ввести текст в поле с надписью «Сообщение...» и нажать на пиктограмму справа от поля ввода. Для прикрепления к сообщению изображения, необходимо нажать на пиктограмму «+», слева от поля ввода. После нажатия будет открыт диалог с выбором источника изображения. После выбора изображения сообщение с ним отправится автоматически.

6.12.2.1 Описание модуля документов

Модуль представляет собой древовидную структуру папок и расположенных в них документов, которая представлена в виде прокручиваемых списков. Каждый элемент списка имеет иконку, обозначающую его тип.

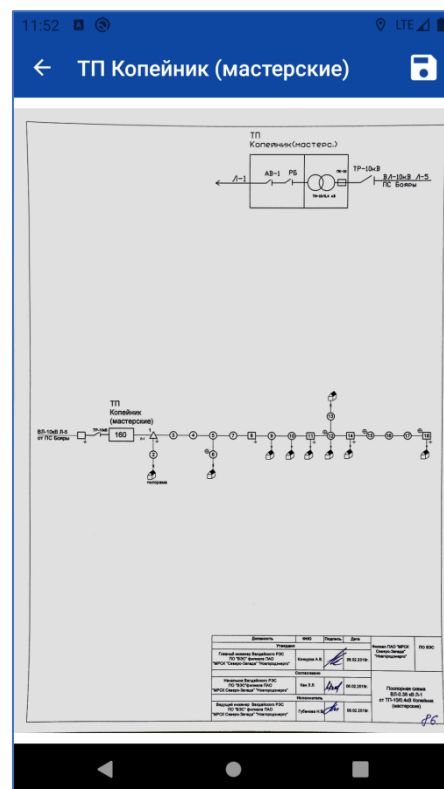
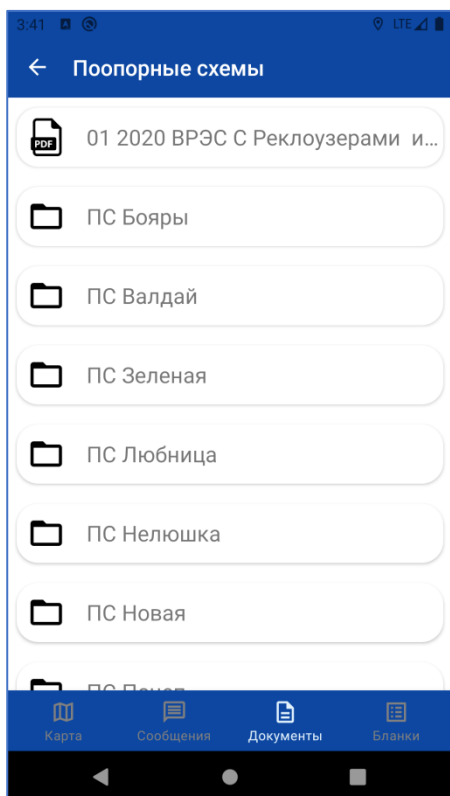


Рисунок 32 – Модуль документов

От типа элемента зависит действие, которое произойдет при нажатии на него. Если это папка – будет открыт новый список с вложенными в выбранную папку элементами. Если выбран элемент типа Portal Document Format (PDF) или Microsoft Word Document (DOC, DOCX), он будет открыт в стороннем приложении на устройстве пользователя (перед началом работы необходимо убедиться, что такое приложение установлено, им может выступать как специальная программа, так и обычный браузер). Последним возможным типом являются изображения. При нажатии на изображение оно будет открыто внутри программы.

6.12.2.2 Описание модуля бланков и программ переключений

Бланк переключений – это оперативный документ, в котором приводится строгая последовательность операций с коммутационными аппаратами, заземляющими разъединителями (ножами), цепями оперативного тока, устройствами релейной защиты, противоаварийной и режимной автоматики, операций по проверке отсутствия напряжения, наложению и снятию переносных заземлений, вывешиванию и снятию плакатов, а также необходимых (по условиям безопасности персонала и сохранности оборудования) проверочных операций.

По бланкам переключений выполняются сложные переключения, а также все переключения (кроме одиночных) на электроустановках, необорудованных блокировочными устройствами или имеющих неисправные блокировочные устройства.

Программы переключений (типовые программы) применяются оперативными руководителями при производстве переключений в электроустановках разных уровней управления и разных энергообъектов.

В мобильном приложении бланки представляют собой карточки с краткой информацией о состоянии объекта.

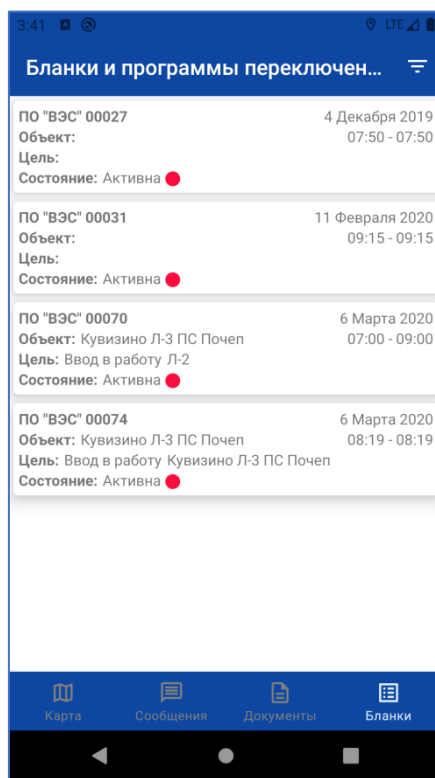


Рисунок 33 – Бланки и программы переключений

Каждый бланк имеет 2 состояния: свернутое и развернутое. По умолчанию все бланки свернуты. Развернутое состояние необходимо для более детальной информации о бланке и перехода к его программе переключений.

В бланках переключений устанавливается порядок и последовательность операций при проведении переключений в схемах электрических соединений электроустановок и цепях РЗиА.

Для проведения работ по переключениям с помощью мобильного приложения необходимо выбрать соответствующий бланк переключений и получить разрешение от диспетчера на начало проведения работ согласно бланку.

В списке шагов бланка появится кнопка «ПОДТВЕРДИТЬ», нажатие на которую вызовет подтверждение выполнения шага бланка (программы) переключений.

При подтверждении выполнения шага, приложение зафиксирует дату и время выполнения, а также кто из оперативного персонала подтвердил выполнение.

Если по каким-то причинам выполнение шага невозможно, то можно отменить ожидание выполнения шага и согласовать с диспетчером дальнейшие действия.

В дальнейшем можно продолжить выполнение программы переключений с прерванного шага.

Во время выполнения программы переключений на АРМе диспетчера отображается выполнение всех шагов программы. По завершению выполнения переключений программа автоматически переводится в состояние «Завершена».

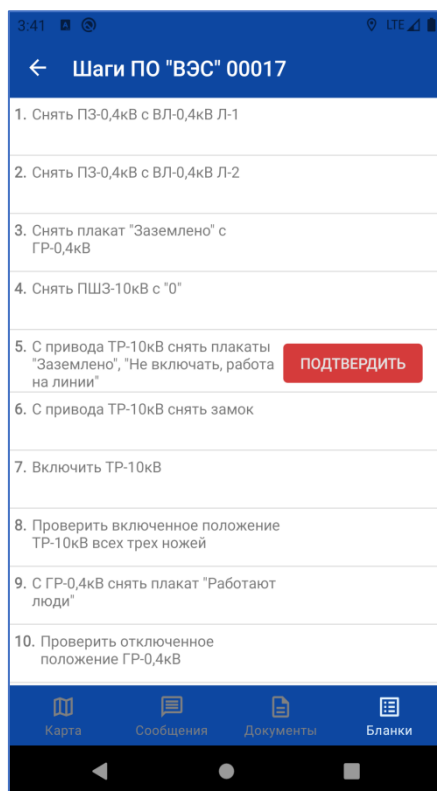


Рисунок 34 – Шаги программы переключений

6.13 Подсистема хранения исторических данных

Подсистема хранения исторических данных (ХИД) обеспечивает запись, хранение и доступ к архивам различных подсистем в составе РСДУ5.

Подсистема обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ сбор данных от подсистемы ОИК, подсистемы анализа режима работы электрической сети, подсистем сбора информации;
- ✓ хранение истории изменения значений параметров электроэнергетического режима на основе модели электрической сети;
- ✓ унифицированное представление данных клиентским приложениям конечных пользователей и обмен данными на основе единой информационной модели с прикладными системами;

- ✓ архивирование ТИ на границе 1-секунды без усреднений и предварительной обработки;
- ✓ архивирование ТС по изменению;
- ✓ архивирование мгновенных и усредненных ТИ на границе настраиваемых интервалов (1,3,5,10,15,30... минут);
- ✓ архивирование параметров суточной ведомости, усредненных на границе 1 часа;
- ✓ архивирование интегральных значений параметров с настраиваемым интервалом (1,3,5,10,15,30... минут);
- ✓ архивирование прочей информации в системе (информация о работе программного обеспечения, о входе/выходе пользователей в системе и т.п.).

Доступ к архивным данным предоставляется пользователю через клиентские приложения РСДУ5, а также через SQL-запросы.

Архивы РСДУ5 сохраняются в БД архивов под управлением специализированной СУБД для хранения временных рядов. Данная СУБД является распределённой и полностью резервированной. Дополнительно, для повышения надёжности и возможности восстановления данных в случае потери БД архивов, данные сохраняются в локальных БД, располагаемых на хостах ОИК. В комплексе РСДУ5 присутствует функция автоматического восстановления пропущенных значений в БД архивов. Глубина хранения архивов и количество записываемых параметров ограничивается дисковым пространством сервера СУБД архивов, а также оперативной памятью и мощностью процессора. Благодаря распределённой архитектуре СУБД архивов, при необходимости записывать очень большие объёмы данных, запись архивов можно распределить на несколько серверов с сохранением резервирования на уровне СУБД.

Состав и схема взаимодействия основных модулей подсистемы архивов РСУ5 представлена на следующем рисунке.

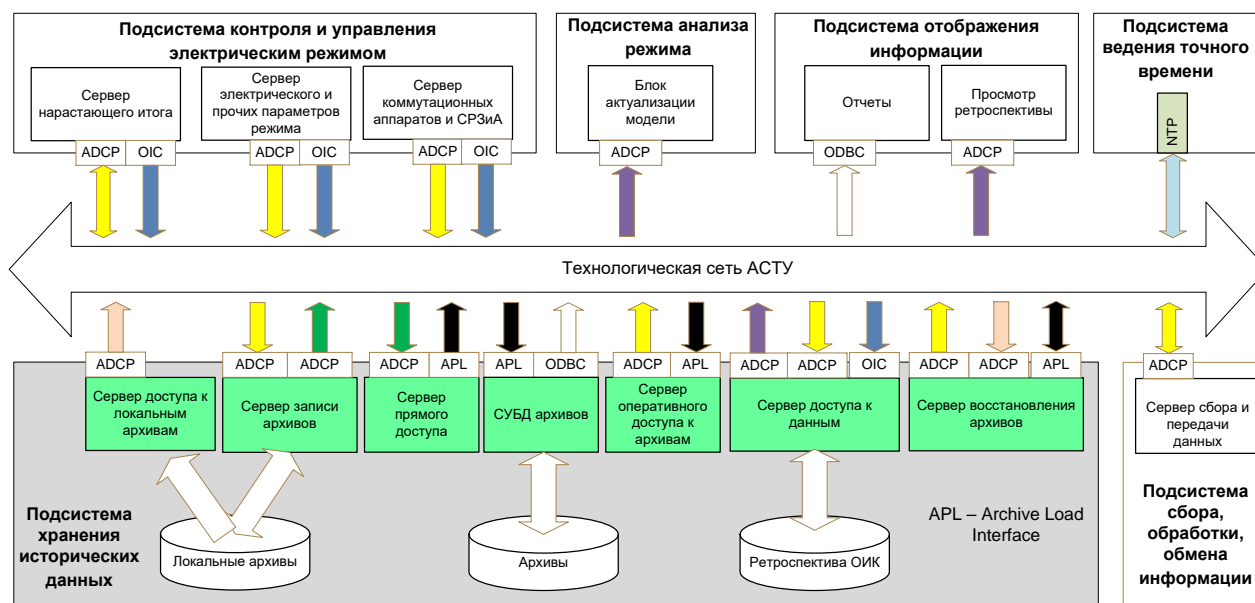


Рисунок 35 - Состав и схема взаимодействия основных модулей подсистемы архивов РСУ5

Возможность записи архива определенного типа настраивается индивидуально для каждого параметра.

Доступ к архивам предоставляется любым внешним приложениям через SQL-запросы (например, через ODBC-драйвер). Клиентское ПО для просмотра ретроспективы РСУ5 обращается к архивам через специальный сервис, благодаря чему обеспечивается оперативный доступ к любым видам архивов.

Устаревшие данные в архивах чистятся автоматически согласно заданной глубине хранения.

6.14 Подсистема интеграции приложений

Полноценное функционирование АСТУ на уровне ЦУС распределительной сетевой компании требует большое количество разнородной технологической информации. Источником этой информации являются различные автоматизированные системы на объекте. Эти системы, как правило, не связаны между собой, используют различные информационные модели, отличающиеся форматы хранения и представления данных и поддерживают разные протоколы обмена этими данными. Для консолидации всей требуемой информации из различных автоматизированных систем в едином месте и последующего ее представления пользователю необходимо провести интеграцию этих систем с ПТК РСУ5. Для этой цели в составе РСУ5 используется подсистема интеграции приложений.

Подсистема интеграции приложений (Интеграционная платформа РСДУ5) обеспечивает создание единой информационной среды для взаимодействия ПТК РСДУ5 с внешними программными продуктами: ПТК «Modes-Terminal», ПТК «Modes-Centre», ПТК «АСУРЭО», ПТК «ёЖ-2» и иными приложениями в рамках дальнейшего развития системы.

Подсистема обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ предоставление инструментальных средств для ведения общей информационной модели;
- ✓ преобразование специфичных для интегрируемой системы интерфейсов к принятой модели информационного обмена;
- ✓ синхронизация моделей для интегрируемых систем.

Интеграционная платформа (INP) реализована в архитектуре MDI (Model Driven Integration).

Основой интеграционной платформы является общая информационная модель. Для хранения информационной модели и прототипов сообщений используются средства СУБД РСДУ5. Для выполнения требований совместимости со стандартом МЭК 61968 создаются независимые модели данных и сообщений, необходимые для координации функций и синхронизации изменения информации в интегрируемых системах.

С помощью инструментальных средств интеграционной платформы осуществляется согласование и объединение информации нескольких комплексов в единую информационную модель.

В качестве инфраструктуры используется интеграционная шина данных, обеспечивающая доступ ко всем предоставляемым сервисам интегрируемых систем посредством Интерфейсных адаптеров и системы асинхронного обмена сообщениями. Интеграционная шина представляет собой набор Web-сервисов, обеспечивающих доставку (Message Queuing), преобразование (Translation), маршрутизацию (Routing) сообщений.

Каждая из интегрируемых систем взаимодействует только с интеграционной шиной посредством Интерфейсных адаптеров.

Интерфейсный адаптер (ИА) – это программный модуль, преобразующий интерфейсы, специфичные для интегрируемой системы к принятой модели информационного обмена в рамках интеграционной платформы. Для каждой системы создается собственный адаптер, реализующий ту технологию обмена данными, которая поддерживается данной системой (взаимодействие посредством веб-сервисов, программных интерфейсов, доступ к базе данных через ODBC, работа по TCP/IP и т.п.).

К функциям ИА относятся:

- ✓ приведение данных к формату, соответствующему общей Информационной Модели;
- ✓ предоставление стандартных для интеграционной платформы интерфейсов к интегрируемой системе.

Взаимодействие осуществляется по общепринятому протоколу SOAP с использованием единого формата представления данных, принятого информационной моделью системы интеграции. Такой подход позволяет в дальнейшем расширять функциональные возможности, интегрировать новые системы, сведя к минимуму какие-либо изменения в существующей реализации.

В интеграционной платформе используются специализированные протоколы и программные интерфейсы (API) интегрируемых продуктов, основанные на технологиях MS Windows Communication Foundation (WCF), MS Component Object Model (COM) и Simple Object Access Protocol (SOAP).

Далее приведены примеры интеграции внешних автоматизированных систем с PCДУ5 с помощью подсистемы интеграции приложений.

6.14.1 Интеграция PCДУ5 и ПТК «MODES-Centre»

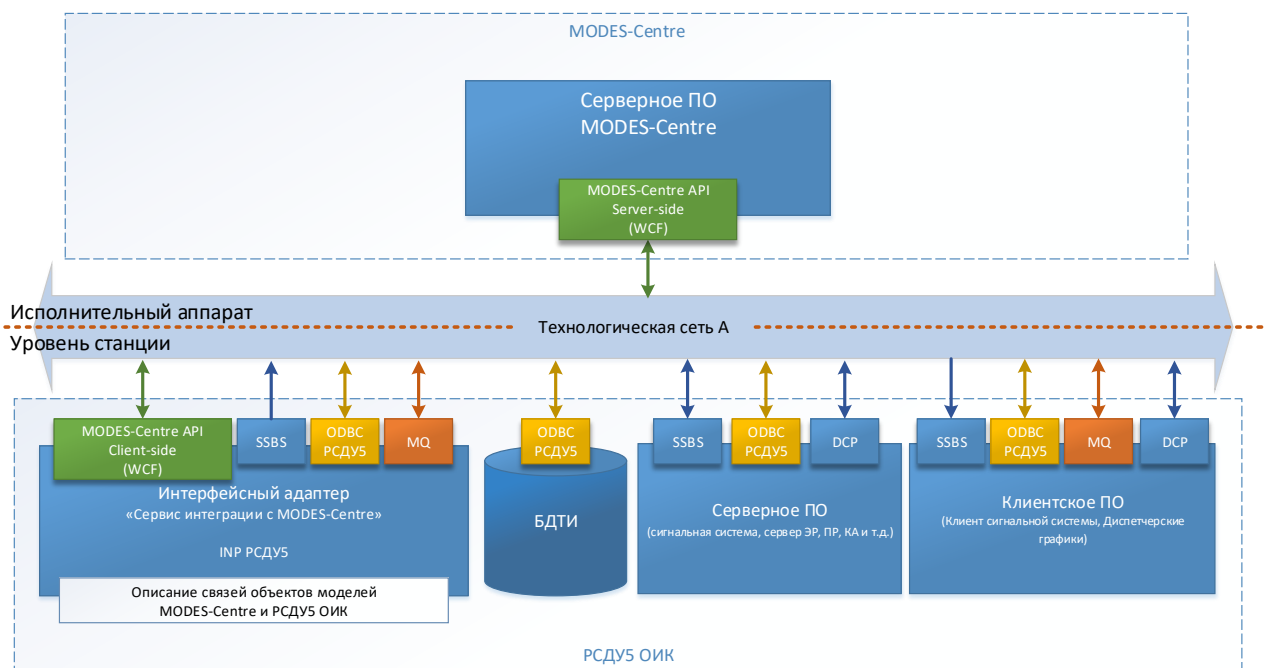


Рисунок 36 - Типовая структурная схема интеграции ПТК «MODES-Centre» и PCДУ5

Для интеграции с внешними системами в ПТК «MODES-Centre» содержится специализированный программный интерфейс (API) доступа к данным и функциям системы, разработанный с использованием технологии MS Windows Communication Foundation (WCF) и представленный библиотекой `ModesApiExternal.dll`.

В РСДУ5 для информационного взаимодействия с ПТК «MODES-Centre» применяется интерфейсный адаптер «Сервис интеграции с MODES-Centre», использующий `ModesApiExternal.dll` с одной стороны и протоколы доступа к данным и функциям РСДУ5 с другой. Сервис обеспечивает получение плановых графиков ДДГ, запись их в БДТИ комплекса, генерацию событий и сигнальных сообщений о фактах получения графиков. Получение графиков ДДГ производится комбинировано в двух режимах – по событию (доведение ДДГ) и периодическим опросом сервера ПТК «MODES-Centre».

В режиме «По событию» сервер ПТК «MODES-Centre» автоматически извещает «Сервис интеграции с MODES-Centre» РСДУ5 ОИК о получении ДДГ и производит передачу нового графика.

В режиме «Периодического опроса» сервис интеграции РСДУ5 ОИК с заданным периодом производит опрос сервера ПТК «MODES-Centre» и получает текущий (актуальный) график. При наличии изменений в данных полученный график передается в РСДУ5 ОИК для обработки, архивирования и отображения.

По факту получения нового графика производится обновление визуальных кадров, расчет уточнённого графика УДГ и рабочего коридора в подсистеме коммерческой диспетчеризации РСДУ5.

6.14.2 Интеграция РСДУ5 ОИК и СК-2007

Команды диспетчерского управления (КДУ) доводятся СО ЕЭС оперативному персоналу станции по телефону. При получении КДУ оперативный персонал станции заводит КДУ в РСДУ5 в ручном режиме через приложение «Диспетчерские графики» подсистемы коммерческой диспетчеризации. Интеграционное решение РСДУ5 и СК-2007 обеспечивает автоматическую ретрансляцию КДУ в СК-2007 исполнительного аппарата в темпе поступления и изменения команд оперативным персоналом станции.

На рисунке представлена типовая структурная схема интеграции ПТК РСДУ5 и СК-2007 в части ретрансляции КДУ.

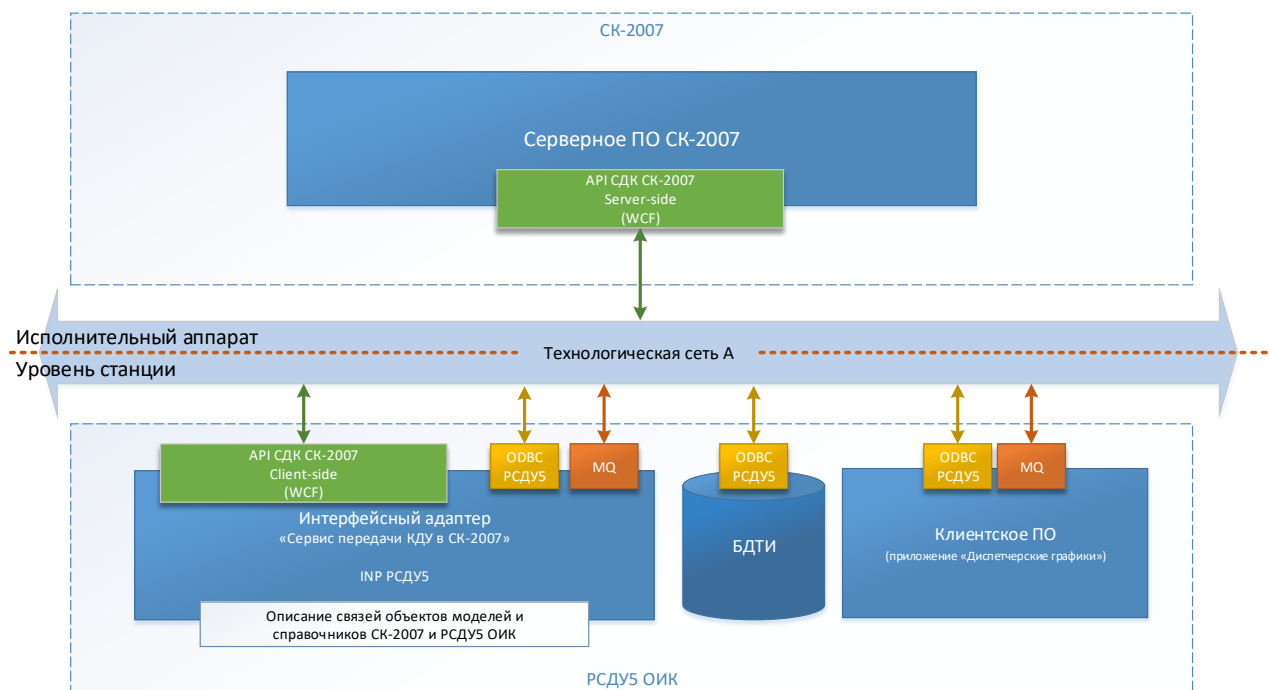


Рисунок 37 - Типовая структурная схема интеграции ПТК РЖДУ5 и СК-2007

СК-2007 предоставляет специализированный клиент-серверный API СДК СК-2007 (Сервис Диспетчерских Команд СК-2007) на базе WCF. В РЖДУ5 для передачи КДУ в СК-2007 используется интерфейсный адаптер «Сервис передачи КДУ в СК-2007», использующий API СДК с одной стороны и протоколы доступа к данным и функциям РЖДУ5 с другой. Сервис обеспечивает получение КДУ из журналов РЖДУ5 в темпе их поступления и редактирования, генерацию описания КДУ в формате XML СК-2007 и надежную передачу полученного XML в СК-2007 с использованием API СДК. Формирование описания КДУ в формате XML СК-2007 производится в соответствии с настроенными связями элементов информационной модели и справочников РЖДУ5 и СК-2007. Сервис поддерживает работу с двухсерверной архитектурой СК-2007.

6.14.3 Интеграция РЖДУ5 ОИК и «ёЖ-2»

Интеграция РЖДУ5 и электронного журнала «ёЖ-2» обеспечивает формирование записей в журнале «ёЖ-2» в оперативном режиме на основе сигналов и журналов комплекса РЖДУ5.

В составе РЖДУ5 функции интеграции с «ёЖ-2» выполняет интерфейсный адаптер «Сервис записи сигналов в ёЖ-2», использующий API доступа к функциям «ёЖ-2» с одной стороны и протоколы доступа к данным и функциям РЖДУ5 с другой. Программный интерфейс доступа к функциям «ёЖ-2» представлен библиотекой DJCore.dll и использует технологию MS Component Object Model (COM). Библиотека DJCore.dll использует ODBC для работы с БД «ёЖ-2» при выполнении функций чтения и сохранения записей журнала.

На рисунке представлена структурная схема типового интеграционного решения РСДУ5 и «ёЖ-2».

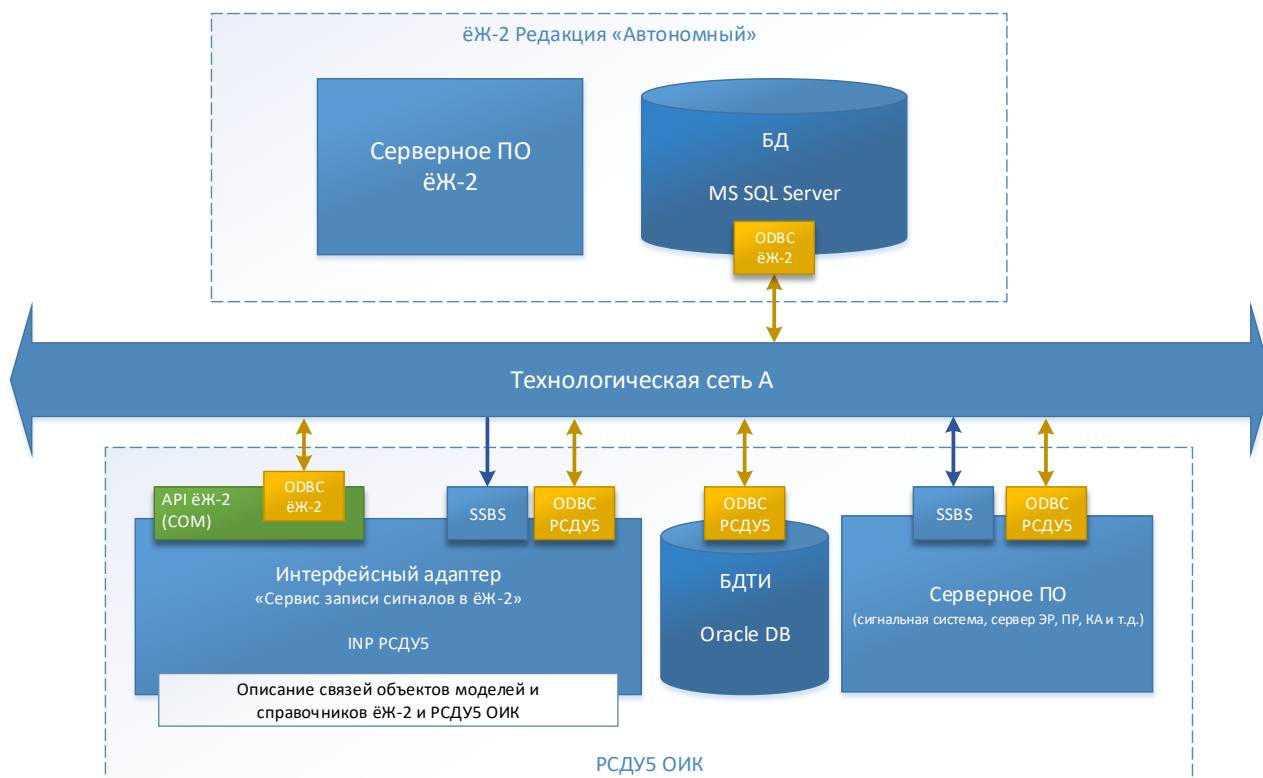


Рисунок 38 - Структурная схема типового интеграционного решения РСДУ5 и ёЖ-2

«Сервис записи сигналов в ёЖ-2» обеспечивает получение сигналов сигнальной системы РСДУ5, формирование и передачу в «ёЖ-2» записей электронного журнала на основе полученных сигналов. Формирование записей электронного журнала производится по заданным правилам и в соответствии с настроенными связями элементов информационных моделей и справочников РСДУ5 и «ёЖ-2».

6.14.4 Интеграция РСДУ5 ОИК и «АСУРЭО»

На рисунке представлена структурная схема типового интеграционного решения РСДУ5 и «АСУРЭО».

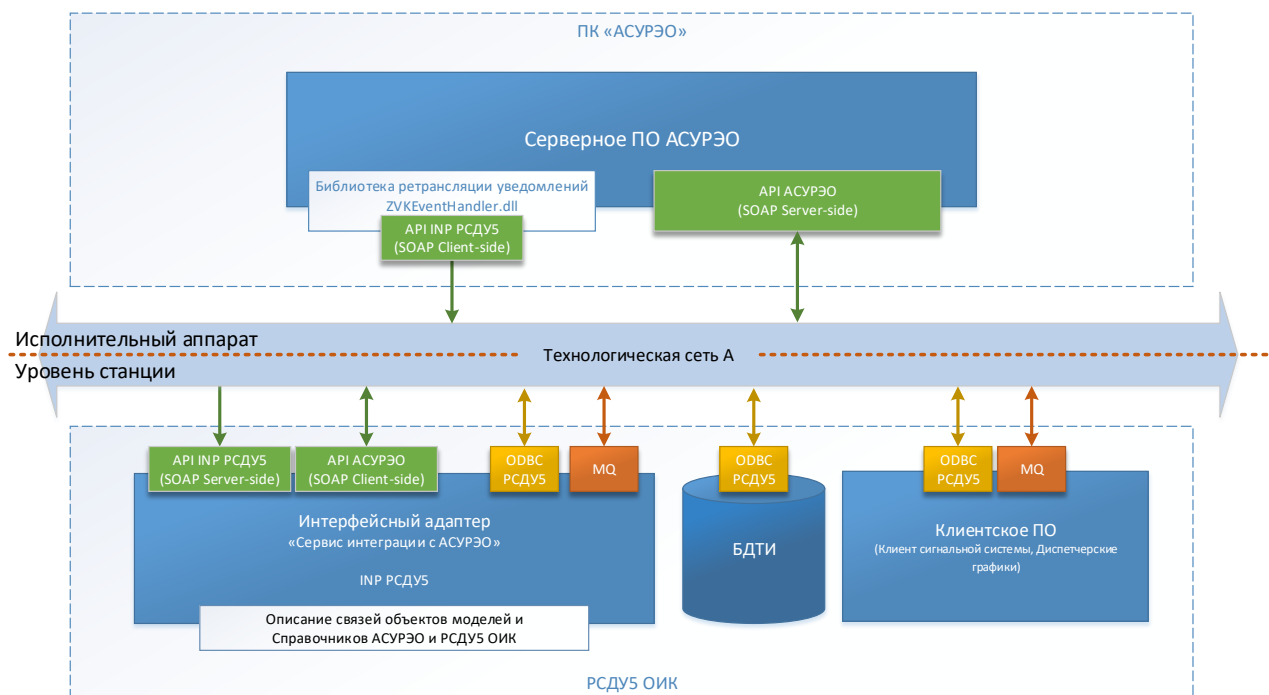


Рисунок 39 - Структурная схема типового интеграционного решения PCДУ5 и ПК «АСУРЭО»

Интеграционное решение PCДУ5 и ПК «АСУРЭО» обеспечивает транслирование информации о заявках на вывод оборудования в ремонт из центрального сервера ПК «АСУРЭО» в PCДУ5. Информация о заявках ретранслируется в режиме получения уведомлений. Далее эта информация сохраняется в журналах, используется в задачах визуализации состояния основного оборудования и построения аналитических отчетов средствами PCДУ5. В интеграционном решении применяется протокол Simple Object Access Protocol (SOAP) для доступа к данным и функциям систем ПК «АСУРЭО» и PCДУ5.

Интеграционное решение PCДУ5 и ПК «АСУРЭО» состоит из двух частей:

- ✓ библиотека трансляции уведомлений – программный модуль PCДУ5, работающий непосредственно на сервере ПК «АСУРЭО» и выполняющий роль информационного шлюза при ретрансляции уведомлений от ПК «АСУРЭО» в PCДУ5 станции.
- ✓ интерфейсный адаптер «Сервис интеграции с АСУРЭО» – программный модуль PCДУ5 из состава модулей подсистемы INP комплекса, работающий на уровне станции и обеспечивающий обработку и сохранение информации о заявках на вывод оборудования в ремонт.

Библиотека трансляции уведомлений реализовывает с одной стороны API ПК «АСУРЭО» для передачи уведомлений во внешние системы, с другой стороны поддерживает API INP PCДУ5 на базе SOAP для доступа к функциям комплекса. При

получении уведомлений библиотека выполняет подключение к «Сервису интеграции с АСУРЭО» и производит передачу информации о заявках.

Интерфейсный адаптер «Сервис интеграции с АСУРЭО» реализует серверную часть API INP РСДУ5 и клиентскую часть API АСУРЭО на базе SOAP с одной стороны и протоколы доступа к данным и функциям РСДУ5 с другой. Сервис при получении уведомлений (заявок) выполняет обработку полученной информации, определение соответствия объектов моделей и справочников систем «АСУРЭО» и РСДУ5, сохранение информации заявок в журналах РСДУ5 ОИК для дальнейшей визуализации и построения отчетов.

6.15 Подсистема ведения точного времени

Подсистема ведения точного времени обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ синхронизация эталонного сервера времени по системе GPS/GLONASS;
- ✓ периодическая синхронизация системного времени на всех серверах и устройствах по протоколу NTP с сервером времени;
- ✓ поддержка единого времени в ПТК в случае выхода из строя эталонного сервера времени.

Эталонный сервер точного времени синхронизируется со спутником по системе GPS/GLONASS. В комплексе РСДУ5 на всех серверах и АРМ настраивается периодическая синхронизация времени с эталонным сервером точного времени. Контроль синхронизации времени на серверах и АРМ осуществляет подсистема администрирования.

В случае выхода из строя эталонного сервера времени синхронизация всех серверов и устройств выполняется с резервным сервером времени. В качестве резервного сервера времени, например, также может быть выбран сервер сбора, время которого синхронизируется по протоколу МЭК-60870-5-104 от сервера РДУ.

6.16 Подсистема администрирования и вспомогательных служб

Подсистема администрирования и вспомогательных служб обеспечивает резервирование ПТК и контроль его работоспособности.

Подсистема обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ поддержка технологии резервирования данных у всех серверов, функционал которых связан с приемом и хранением данных;
- ✓ поддержка горячего резервирования либо распределение нагрузки у всех ключевых компонентов;
- ✓ автоматическое восстановление функциональности системы в случае сбоя компонента системы путем переключения на резервный компонент;

- ✓ обеспечение надежности и резервирования узлов системы путем репликации данных между серверами БДРВ. Репликация (синхронизация) данных между серверами БДРВ системы полная и без прерывания работы, выполняется для следующих типов информации, поступающих в систему:
 - телеинформации и телесигнализации (в том числе аварийные сообщения), получаемой с объектов через подсистему сбора данных;
 - действия оператора (ручной ввод, смена источников и др.);
 - системные события;
- ✓ связь между узлами системы через технологическую ЛВС;
- ✓ поддержка возможности запланированного отключения одного из резервированных компонентов системы для проведения технического обслуживания. При обратном включении компонента автоматическое обновление конфигурации и данных системы с работавшего компонента;
- ✓ возможность мониторинга показателей работы комплекса для предупреждения сбоев с помощью установленного специализированного ПО, к числу таких параметров относятся:
 - запущенные системные процессы;
 - объем свободной виртуальной памяти;
 - объем свободного места на дисках;
 - доступность БДТИ;
 - работа сервиса репликации данных;
 - доступность сервиса синхронизации времени;
- ✓ ведение лог-файлов системы с фиксацией информации, необходимой для диагностики системы.

Основной и резервный комплекс БДРВ зеркально повторяют друг друга, на них выполняются одни и те же приложения (и в большинстве случаев с одними и теми же настройками). Каждый узел сбора имеет аналогичный по составу приложений и обрабатываемым параметрам резервный узел.

Два хоста БДТИ одновременно являются основными. Запись архивов (при отсутствии выделенного сервера архивов) выполняется на любой из хостов БДТИ, при любых сбоях данного хоста – автоматическое переключение на другой хост.

Клиентские приложения в обычном режиме работают только с основным комплексом БДРВ. Технологические сервера, выполняющиеся на основном и резервном кластерах БДРВ, ведут обмен с основными серверами сбора данных.

Комплекс в режиме «резервный» не выполняет следующих функций:

- ✓ запись архивов в БД архивов;

- ✓ обновление конфигурации в БДТИ (смена источников, смена параметров уставки, смена значения оператора и пр.);
- ✓ посылку сигналов о нарушении режима;
- ✓ посылку сигналов о срабатывании СРЗиА;
- ✓ посылку сигналов о переключении коммутационных аппаратов;
- ✓ сбор данных с внешних систем.

Каждый комплекс самостоятельно ведет внутренние (локальные) архивы независимо от своего текущего статуса. Это позволяет снизить вероятность потери информации.

Комплекс РСДУ5 может работать без резервного комплекса, однако наличие последнего дает следующие преимущества:

- ✓ возможность проверить функции комплекса перед установкой обновления на основном комплексе;
- ✓ возможность проверить функции комплекса после обновления конфигурации БДТИ – расширение модели энергосистемы и пр.;
- ✓ осуществление горячего резервирования: быстрый автоматический переход на резервный комплекс, в случае отказа оборудования или программного обеспечения на основном комплексе.

Контроль целостности кластера БДРВ производится несколькими способами:

- ✓ Контроль агентов хостов системным монитором. При обнаружении отказавшего хоста кластера происходит переход на резервный комплекс и автоматическая перезагрузка доступных хостов сбойного кластера (при соответствующих настройках).
- ✓ Контроль сетевой доступности основных сервисов подсистемы контроля и резервирования. При отказе сети происходит перезагрузка соответствующего хоста. При этом производится переход на резервный комплекс и автоматическая перезагрузка доступных хостов сбойного кластера.
- ✓ Контроль целостности приложений РВ: проверка доступности полного состава приложений. При обнаружении отказавшего приложения происходит переход на резервный комплекс и автоматическая перезагрузка доступных хостов сбойного кластера.

Дополнительно производится контроль состояния хоста с помощью сторожевых таймеров. С использованием сторожевых таймеров появляется возможность автоматического сброса хоста при «зависании» операционной системы, что повышает стабильность работы автоматизированной системы.

Функция автономной загрузки предназначена для повышения отказоустойчивости комплекса. Она обеспечивает загрузку сервисов комплекса при отсутствии доступа к

СУБД. Функционал автономной загрузки распространен на все сервера РВ комплекса, требующие при загрузке чтения информации из БДТИ.

Все технологические сервера посылают сигналы в службу сигнальной системы, которая их ретранслирует пользователям и записывает в журнал. Ведутся журналы входа-выхода пользователей в РСДУ5, журналы состояния процессов, журналы неисправностей в подсистеме сбора данных, журналы смены источников и значений ручного ввода, журналы команд телеуправления и др.

События, отображаемые в клиенте сигнальной системы, могут быть озвучены пользователю. В качестве инструментария для создания файлов озвучки применяется соответствующее приложение РСДУ5, использующее синтез речи. Синтез речи – это возможность обработки текстовой или числовой информации, согласно установленным правилам произношения языка, и преобразование ее в синтезированный голос, по восприятию близкий к человеческому.

6.17 Подсистема ведения суточных графиков

Подсистема ведения суточных графиков обеспечивает генерацию значений непрерывных и дискретных параметров в течение суток. Она применяется для задания плановых графиков, графиков ограничений, динамического изменения уставок, графиков автоматических переключений, введения «псевдоизмерений» и т.п.

Подсистема обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ генерация непрерывных функций по заданным значениям на каждые 30 минут суток с использованием следующих видов аппроксимации при расчете промежуточных значений:
 - постоянное значение на всем интервале (константа) – постоянное воспроизведение значения, заданного для времени 00:00:00 часов текущих суток;
 - линейная функция – генерация значений функций, изменяющихся по линейному закону от значений, заданных для текущих и следующих 30 минут;
 - дельтовидная функция – постоянное воспроизведение значения, заданного для текущих 30 минут, и его скачкообразное изменение при смене получасового интервала;
 - полином – постоянная генерация значений полинома девятой степени, параметры которого рассчитаны по заданным значениям на границах 30 минут;
- ✓ зашумление функцией случайных значений в процентах от текущего значения;

- ✓ генерация дискретных функций с заданным временем изменения состояния и значения состояния;
- ✓ автоматическое обновление данных на границе суток.

Принцип функционирования сервера суточных графиков представлен на следующем рисунке.

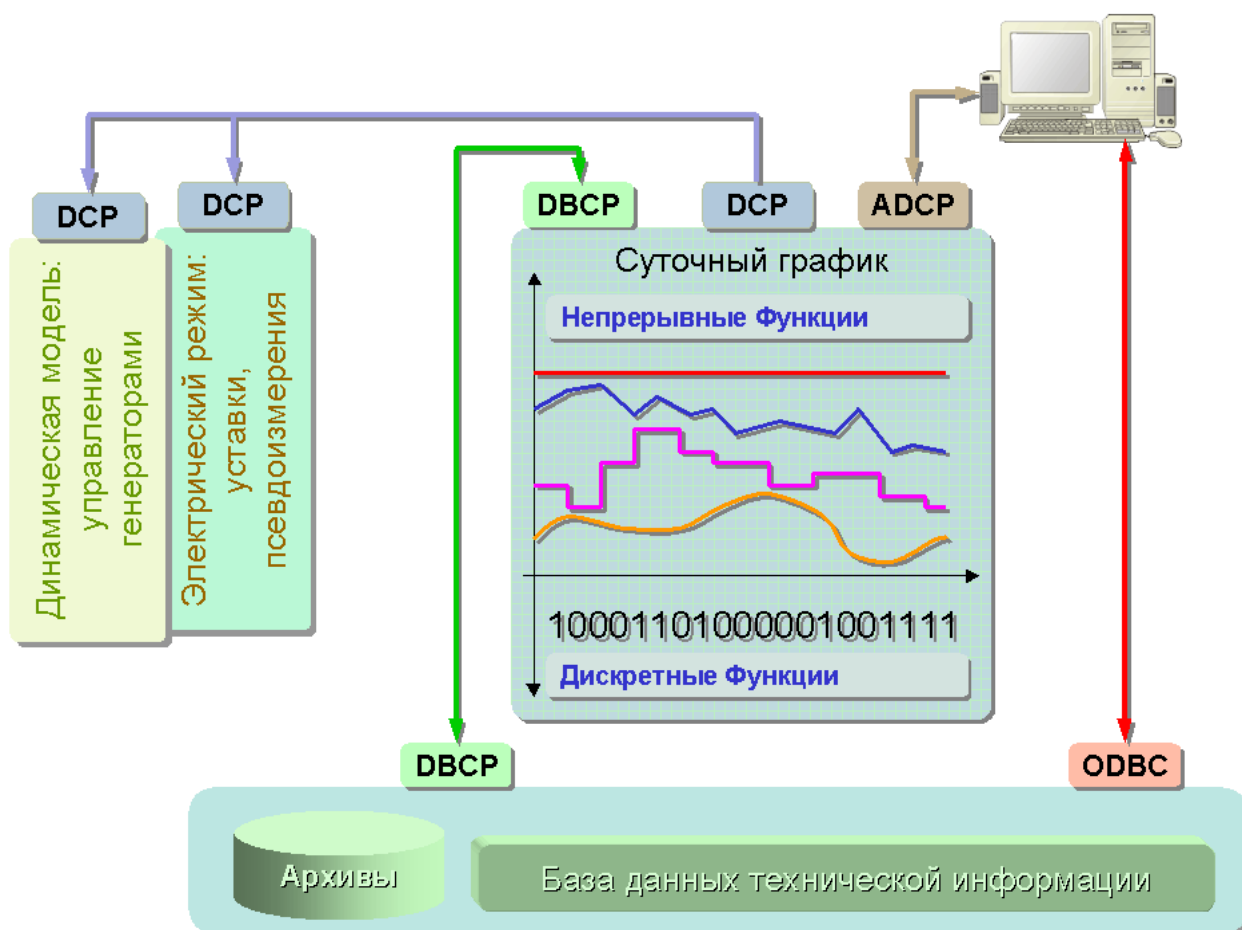


Рисунок 40 - Принцип функционирования сервера суточных графиков

При смене суток службой считывается из БД РСКДУ5 информация о параметрах аналоговых и дискретных функций на текущие сутки. Затем производится постоянная генерация значений в зависимости от текущего времени.

Подсистема оснащена интерфейсом OIC, предназначенным для обмена данными между технологическими серверами комплекса РСКДУ5.

Пример экранной формы для редактирования суточного графика приведен на следующем рисунке.

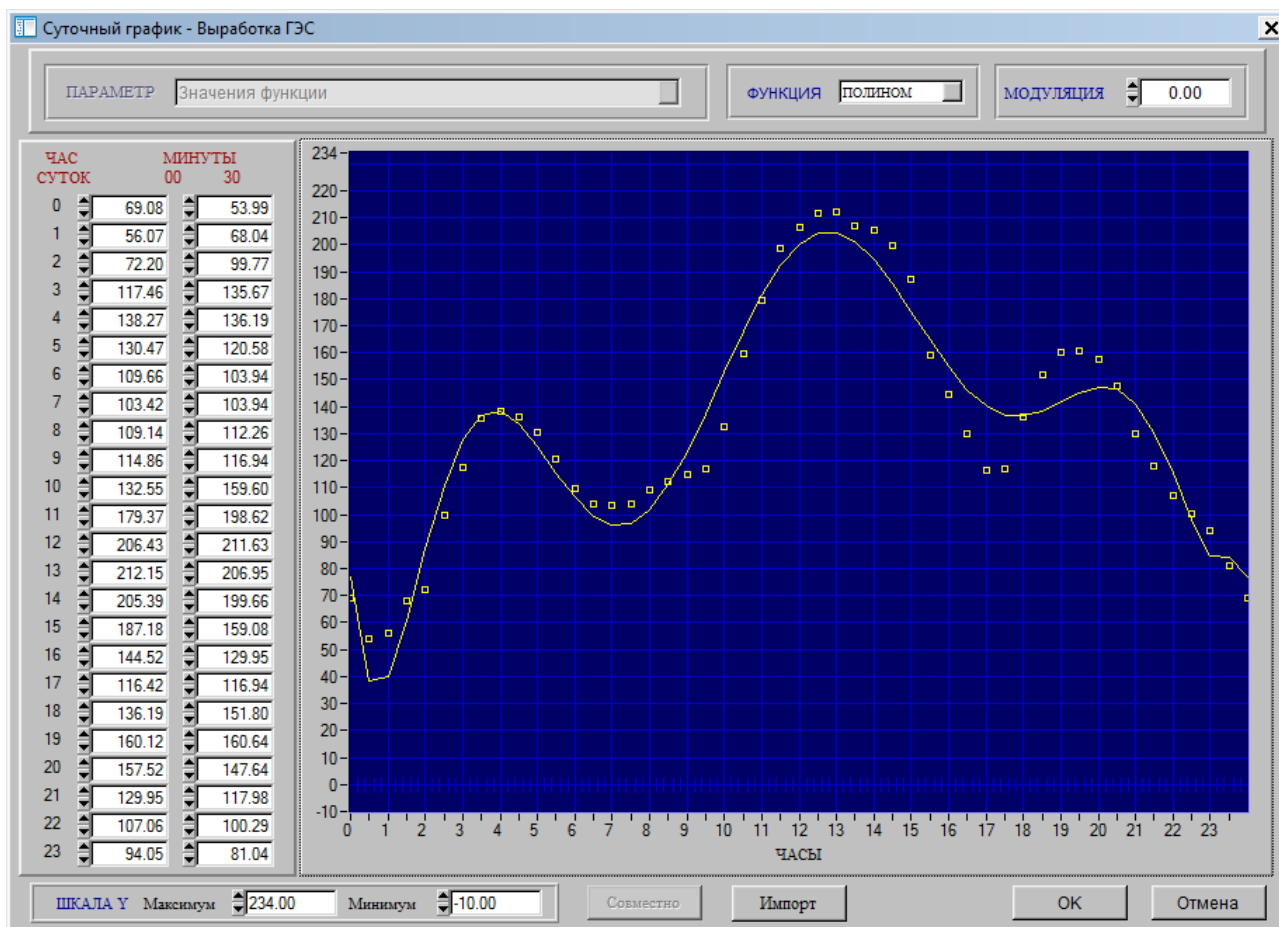


Рисунок 41 - Интерфейс для редактирования суточного графика

6.18 Подсистема учета электроэнергии

Данные технического учета электроэнергии помещаются в БДТИ непосредственно серверами обслуживания соответствующих систем сбора информации нижнего уровня, серверами приема/передачи макетов, специализированными формами ручного ввода и другими средствами. Для хранения данных используются два раздела – средних значений за фиксированный интервал времени и показаний счетчиков с нарастающим итогом. Основная обработка реализована средствами СУБД в виде периодически запускаемых заданий.

Для реализации коммерческого учета предназначены специальные экземпляры серверов с дополнительными средствами внутреннего хранения данных, ограничения и регистрации доступа по управлению.

Подсистема учета электроэнергии обеспечивает:

- ✓ сбор и передачу данных приборов технического учета электроэнергии, их хранение и обработку, передачу на верхний уровень;

- ✓ учет объемов поступления, транзита и потребления электроэнергии по каждой контролируемой точке (группе точек) учета с задаваемым интервалом времени;
- ✓ поддержку ручного ввода данных;
- ✓ вычисление, формирование, архивирование ведомости электропотребления (активная – потребление, реактивная – потребление, генерация) и мощности на интервале 3/30 минут за выбранный промежуток времени по выбранному счетчику или группе счетчиков;
- ✓ обработку данных и формирование ведомости экономического анализа электропотребления за выбранный промежуток времени по выбранному закону группирования счетчиков;
- ✓ сравнительный анализ текущего потребления мощности с соответствующим потреблением мощности за прошедшие сутки;
- ✓ формирование фактического баланса электроэнергии по предприятию;
- ✓ авторизованное предоставление информации пользователям системы;
- ✓ синхронизация собственных часов приборов учета/измерения и устройств сбора данных с требуемой точностью;
- ✓ ведение архивов обрабатываемых параметров.

6.19 Подсистема отображения информации

Подсистема отображения информации обеспечивает отображение информации на видеостене, мозаичном диспетчерском щите и АРМ пользователей, печать представляемой информации.

Подсистема обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ получение и отображение информационной модели объекта автоматизации;
- ✓ представление оперативных и расчетных данных в виде мнемосхемы;
- ✓ представление данных ОИК в виде информационных панелей;
- ✓ представление отчетной информации на основе подготовленных пользователем шаблонов в форматах Crystal Reports, Excel, MS SQL Reporting Server с возможностью задания параметров отчета (интервал времени, объект и т.д.);
- ✓ представление ретроспективной информации из ОИК в виде масштабируемых графиков и таблиц;
- ✓ представление в виде списка сгруппированных пользователем данных с отображением для них последнего значения из архива;
- ✓ предоставление интерфейса для смены источников ОИК, контроля уставок;

- ✓ предоставление интерфейса для управления заявками на ремонт оборудования, выполнением работ, телеуправлением;
- ✓ предоставление интерфейса для ввода и просмотра записей электронного журнала;
- ✓ предоставление интерфейса для управления расчетными задачами;
- ✓ получение значений параметров электроэнергетического режима на заданный пользователем момент времени из архива модели электрической сети;
- ✓ предоставление интерфейса для управления системой для задач администрирования.

Подсистема представляет собой клиентское программное обеспечение РСДУ5, работающее на рабочих станциях пользователей системы. Оно позволяет отображать информацию, управлять характеристиками системы, элементами электрической сети. Вся необходимая информация располагается в двух базах данных – БДТИ и БДРВ. Доступ к данным осуществляется с использованием открытых интерфейсов ODBC и DCP. Так как ресурсы РСДУ5 хранятся в файлах на общем сетевом ресурсе, доступ к ним обеспечивается сетевой файловой системой. Пользовательское программное обеспечения построено по модульному принципу с четко выделенными функциональными возможностями и данными. Средства визуализации позволяют создавать гибкие формы отображения с использованием различных средств настройки предпочтительных форм каждому пользователю. Гибкая система прав позволяет контролировать доступ пользователей к ресурсам комплекса и возможности по управлению.

Все вышеперечисленное предоставляет возможность создавать различные виды АРМ пользователей путем подбора необходимого состава модулей, форм визуализации, назначения необходимых прав. Функциональность АРМ определяется правами и настройками, хранящимися в СУБД, и не зависит от аппаратных средств. На одном и том же компьютере можно осуществить вход в систему под разными пользователями и получить функциональность различных АРМ.

Система отображения информации обеспечивает три основных вида представления данных:

- ✓ в виде табло приборов и коммутационных элементов различных видов, составляющих «кадр» скомпонованной информации;
- ✓ в виде электрических, структурных, функциональных и других схем;
- ✓ в виде таблиц значений параметров, динамически изменяющихся во времени.

Для всех видов представления данных обязательными являются следующие функции управления данными:

- ✓ преобразование представления непрерывных параметров в форму динамически изменяемого графика, действующую и после закрытия кадра (схемы, таблицы);
- ✓ вызов меню для осуществления управления текущими источниками значений, значений «ручного ввода», изменения значений уставок, включения/отключения контроля по уставкам, вызов просмотра свойств параметра, телеуправления;
- ✓ для схемы, таблицы – вызов статистических данных по всем параметрам.

Шаблоны отчетных форм выполняются в форматах Crystal Reports и MS SQL Reporting Server. В состав комплекса входят базовые шаблоны отчетов (Crystal Reports, MS SQL Reporting Server) для отображения ведомости коммутаций, нарушений параметров режима, журнала диспетчерских пометок, журнала квитирования и т.п. с возможностью задания временного интервала. В формате Excel поддерживается формирование журнала диспетчерских пометок, суточной ведомости (диспетчерской сводки), журнала сигнализации и другой ретроспективной информации из соответствующих приложений комплекса. Подготовка шаблонов осуществляется с помощью редакторов Crystal Reports, MS SQL Reporting.

Применение стандартизованных средств хранения и доступа к данным позволяет использовать для представления информации широко распространенные приложения общего применения, такие как Word, Excel из состава Microsoft Office, или приложения других производителей.

Некоторые функции по доступу к информации РСДУ реализованы с помощью технологии «тонкого клиента» – Web-браузера. К таким функциям относятся:

- ✓ доступ к отчетам, ведомостям, справкам, оперативной и режимной документации;
- ✓ доступ к формам интерактивного ввода данных за продолжительные интервалы времени непосредственно с рабочих мест персонала соответствующего уровня управления (запасы топлива, данные об электроэнергии, уровни водохранилищ и т.п.);
- ✓ доступ к оперативным данным в виде информационных панелей и схем;
- ✓ доступ к архивным данным.

Для создания системы отображения в виде панелей используется графический редактор интерфейсов из состава пакета «LabWindows/CVI» производства National Instruments Inc. Информационные панели могут быть скомпонованы для отображения информации по объекту с различной степенью детализации – от нескольких измерений присоединения до сводной информации по ЦУС.

Для создания схем используются графические редакторы электрических схем формата МОДУС, ТОПАЗ или АНАРЭС.

Хранение всех форм отображения осуществляется на сервере ресурсов.

В РСДУ5 существует представление ретроспективной информации в виде графиков и таблиц. Переход на графическое или табличное отображение ретроспективы возможен с информационных панелей и схем. Существует возможность экспорта табличного или графического представления ретроспективы в Microsoft Excel.

Далее приведены примеры экранов рабочего места пользователя.

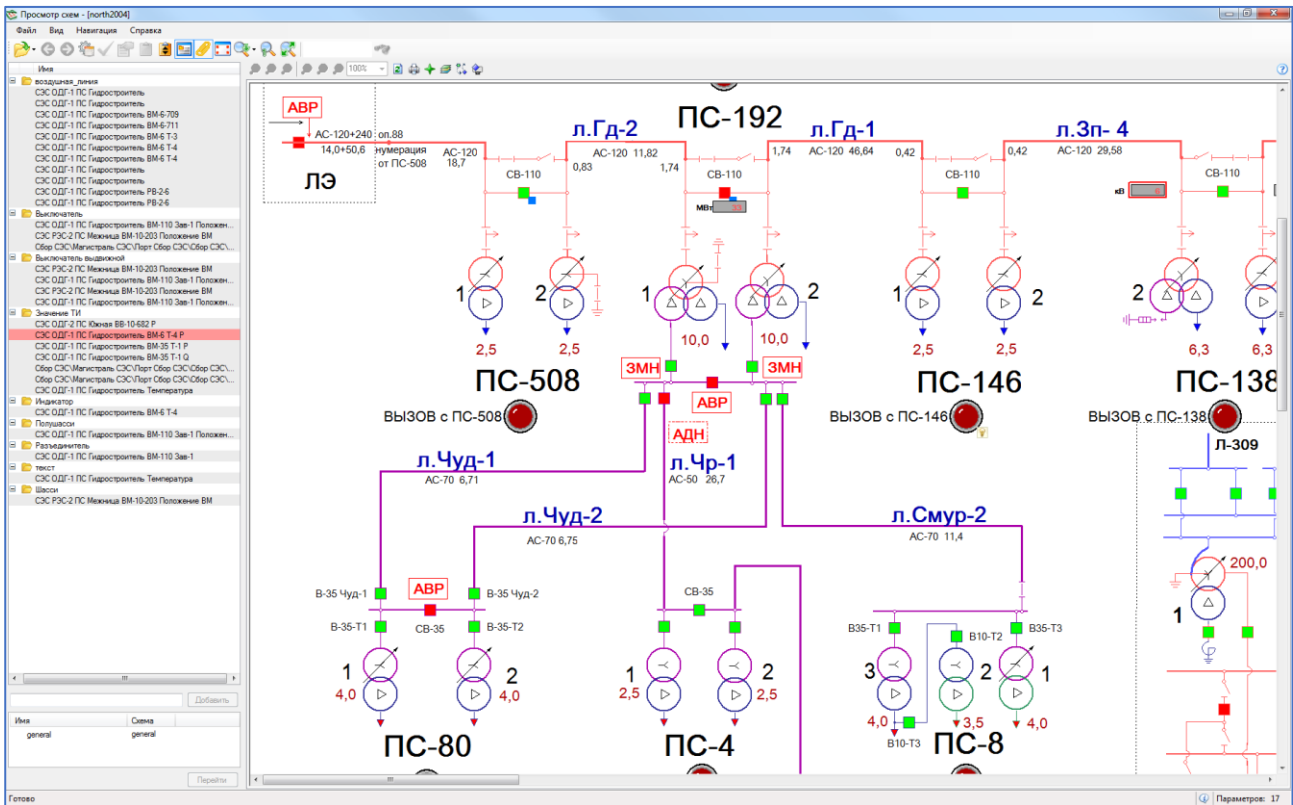


Рисунок 42 - Просмотр схемы МОДУС

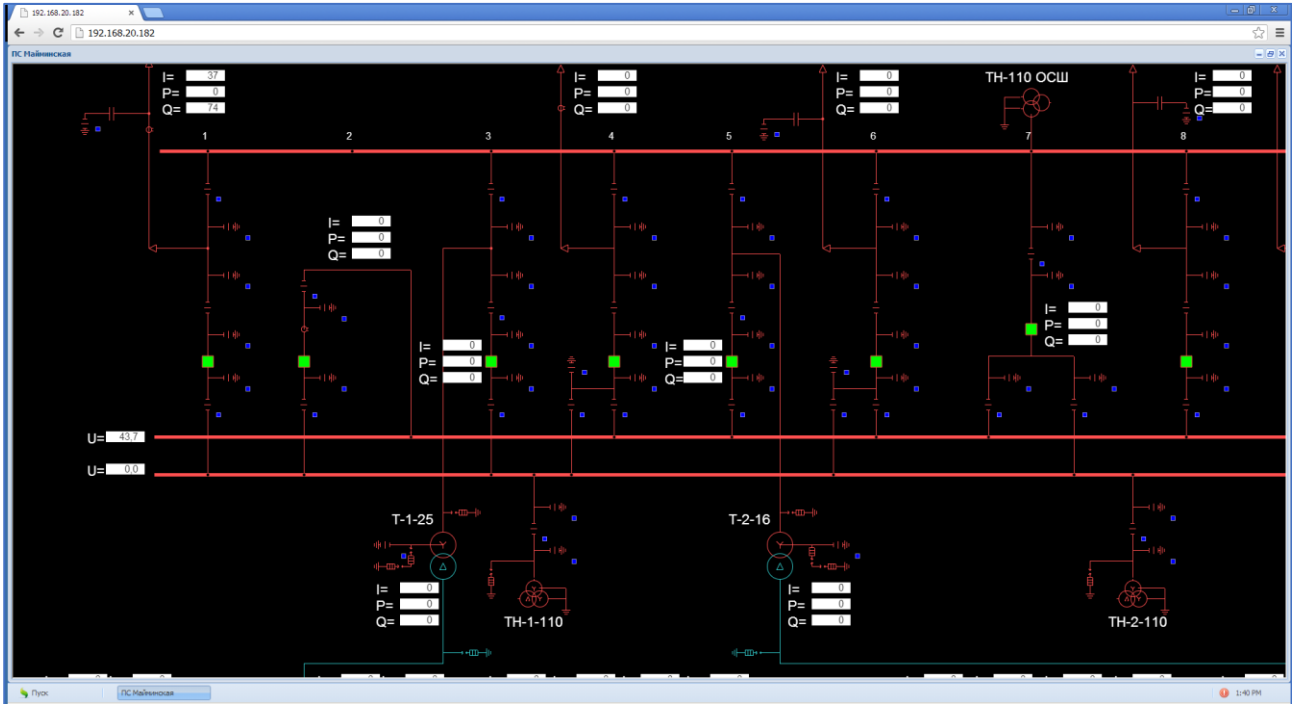


Рисунок 43 - Просмотр схемы МОДУС через WEB-браузер

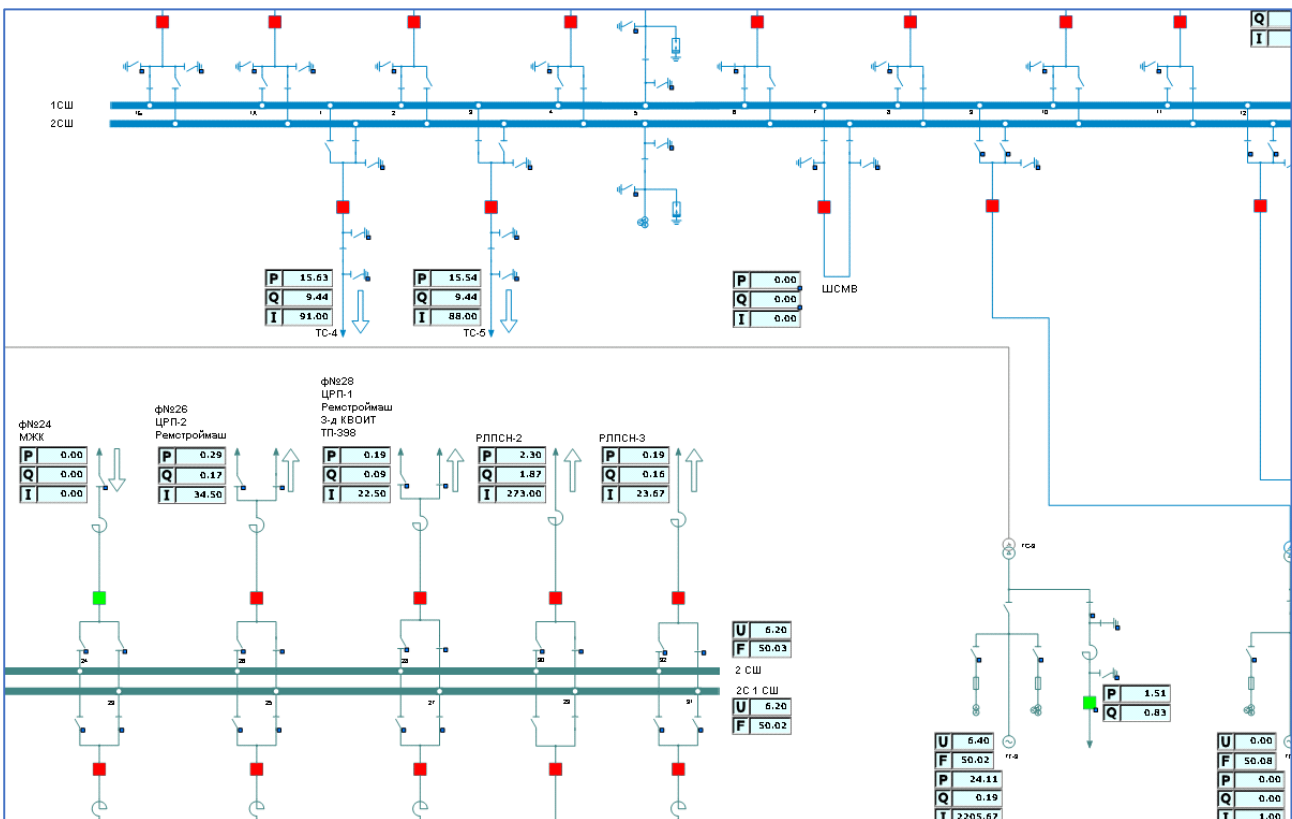


Рисунок 44 - Просмотр схемы ТОПАЗ

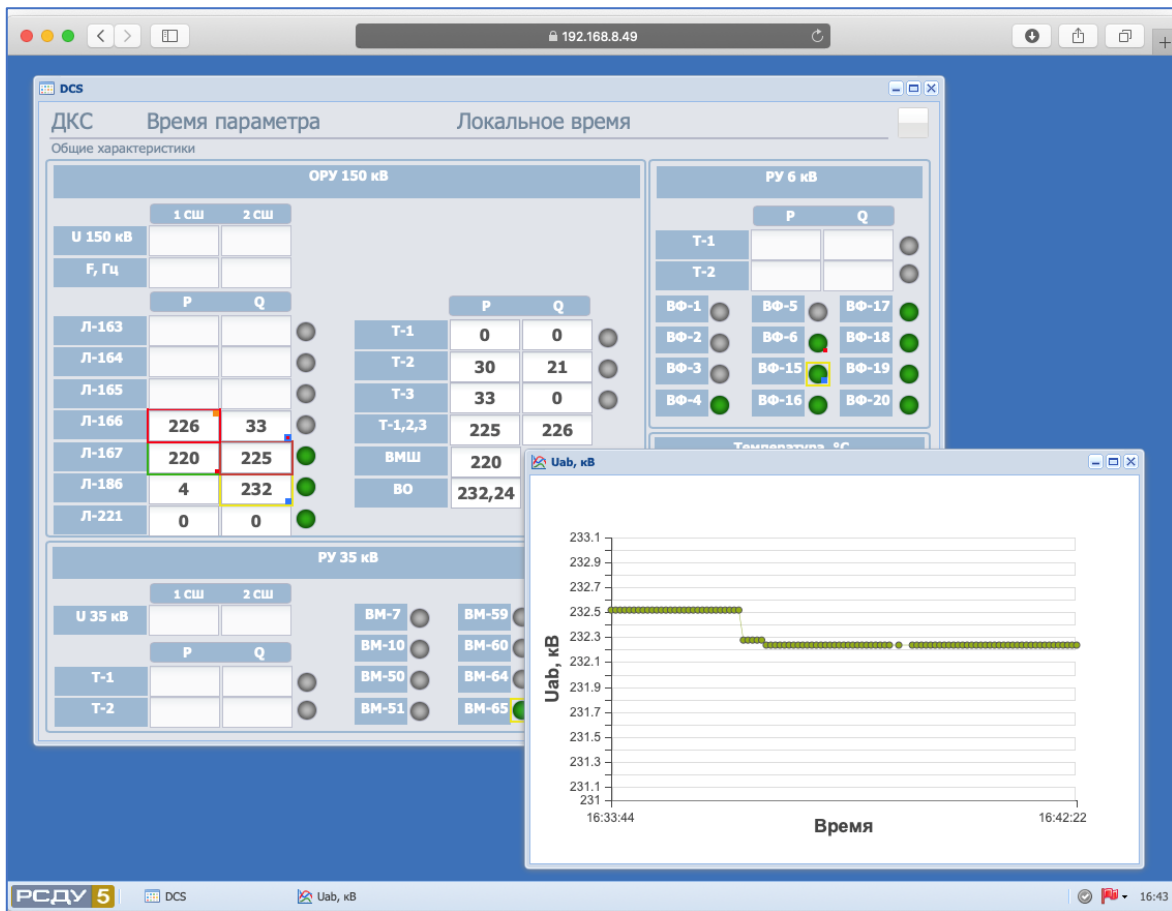


Рисунок 45 – Пример отображения графика параметра через web

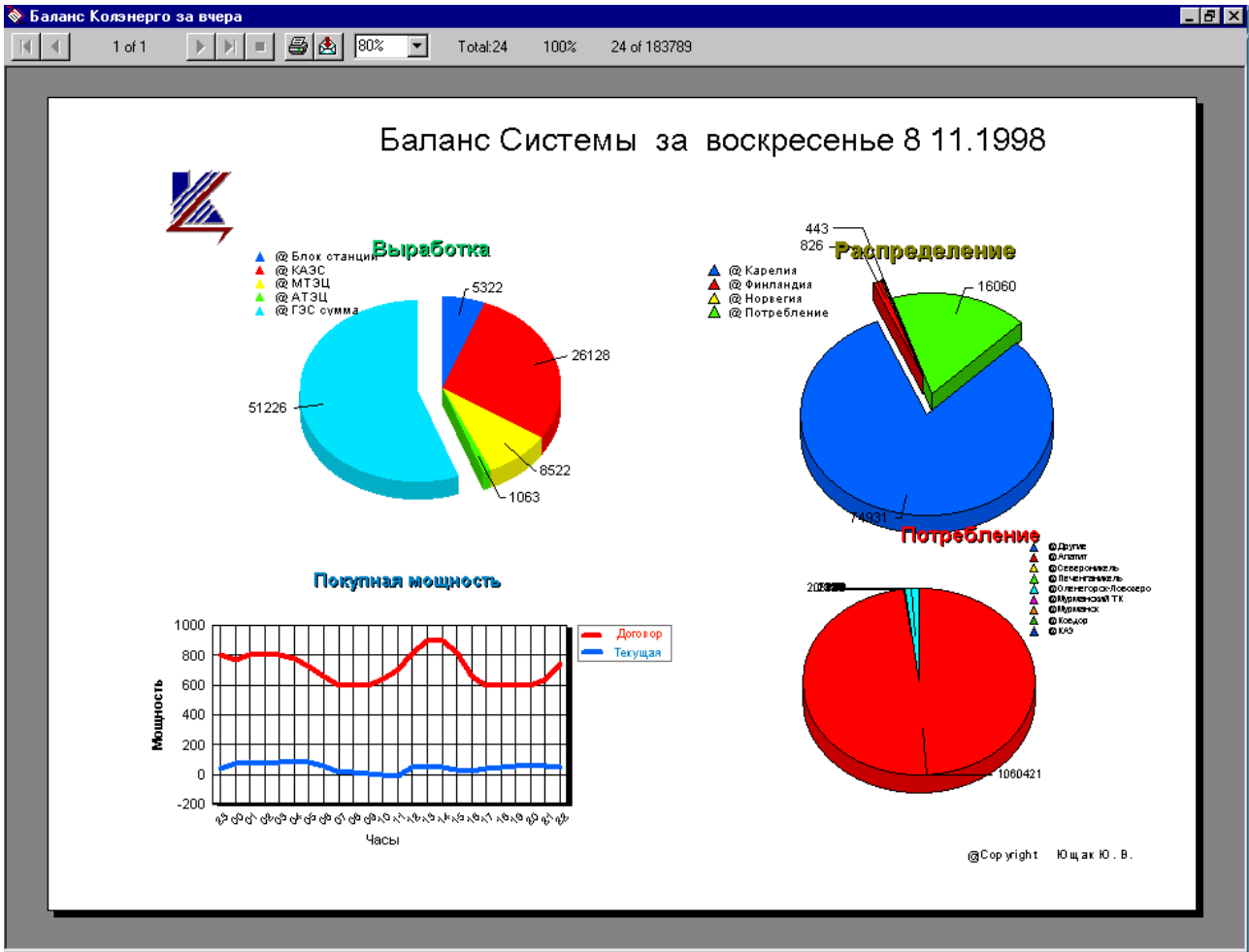


Рисунок 46 - Пример отчета Crystal Reports

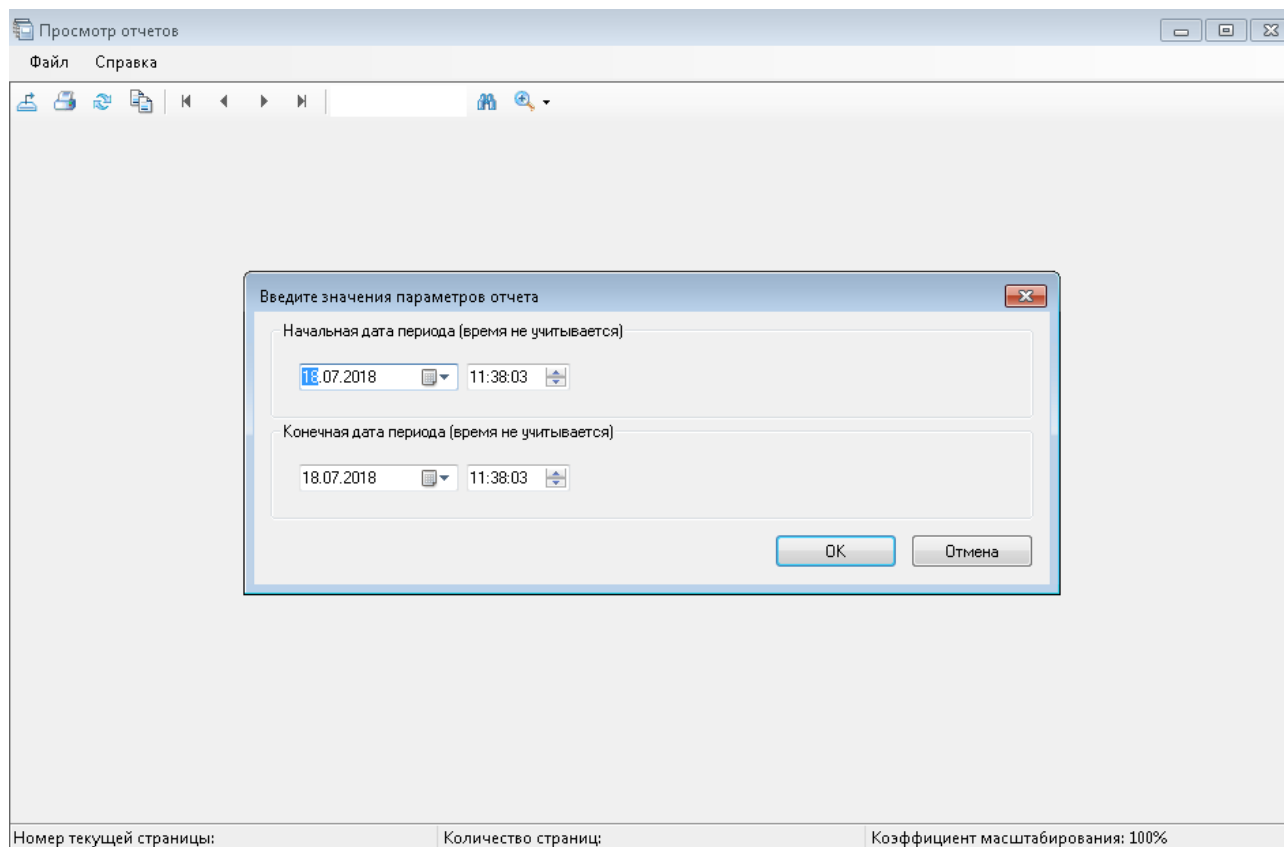


Рисунок 47 - Пример окна для ввода временного интервала для формирования отчета на основе шаблона Crystal Reports

Журнал квитирования сигналов за период с 17.07.2018 по 18.07.2018

Время сигнала	Наименование сигнала	Зона ответственности	Источник-объект	Источник-параметр	Значение	Квитирование		
						Время	Оператор	Хост
17.07.2018								
13:00:02	Выход за аварийные пределы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	Количество переключений В-110 Тайга-1	Выход за аварийные пределы	13:13:47	Администратор комплекса РСДУ	192.168.20.144
13:10:02	Повторное сообщение об аварии	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	Количество переключений В-110 Тайга-1	Выход за аварийные пределы	13:13:47	Администратор комплекса РСДУ	192.168.20.144
13:25:59	Квитирование со схемы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	В-110 Тайга 1	Отключение	13:26:06	Администратор комплекса РСДУ	10.20.51.55
11:41:45	Квитирование со схемы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	В-110 Тайга 2	Включение	13:38:13	Администратор комплекса РСДУ	192.168.20.144
12:40:36	Квитирование со схемы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	ЗН ШР-110 Тайга 1	Отключение	13:38:13	Администратор комплекса РСДУ	192.168.20.144
12:43:43	Квитирование со схемы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	ЛР-110 Тайга 1	Включение	13:38:13	Администратор комплекса РСДУ	192.168.20.144
13:30:32	Квитирование со схемы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	В-110 Тайга 1	Отключение	13:38:13	Администратор комплекса РСДУ	192.168.20.144
14:39:53	Выход за аварийные пределы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	ВЛ 110 кВ Тайга 2 I	Выход за аварийные пределы	14:40:03	Администратор комплекса РСДУ	10.20.51.40
14:39:58	Выход за аварийные пределы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	ВЛ 110 кВ Тайга 2 I	Выход за аварийные пределы	14:40:03	Администратор комплекса РСДУ	10.20.51.40
14:40:03	Выход за аварийные пределы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	ВЛ 110 кВ Тайга 2 I	Выход за аварийные пределы	14:40:06	Администратор комплекса РСДУ	10.20.51.40
14:40:09	Выход за аварийные пределы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	ВЛ 110 кВ Тайга 2 I	Выход за аварийные пределы	14:40:12	Администратор комплекса РСДУ	10.20.51.40
14:40:17	Выход за аварийные пределы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	ВЛ 110 кВ Тайга 2 I	Выход за аварийные пределы	14:40:42	Администратор комплекса РСДУ	10.20.51.40
14:40:28	Выход за аварийные пределы	диспетчер	ПС 110/10 кВ "Тайга"	ВЛ 110 кВ Тайга 2 I	Выход за аварийные пределы	14:40:42	Администратор комплекса РСДУ	10.20.51.40

Отчет подготовлен по данным комплекса РСДУ5 18.07.2018 11:40:10

3

РСДУ5

Рисунок 48 - Пример отчета Crystal Reports, созданного на основе шаблона с заданием временного интервала

Редактирование данных диспетчерской сводки

Файл Настройка Ведомость Формы ручного ввода

Добавить кадр Добавить список параметров 18 июля 2018 г.

Список параметров

Период... С 17 июля 2018 г. 0:00:00 по 18 июля 2018 г. 0:00:00

Интегральная за 30 минут Закреть

Время	ПромГЭС ТГ-1 Генерация активная	ПромГЭС ТГ-2 Генерация активная	ПромГЭС ТГ-3 Генерация активная	ПромГЭС ТГ-4 Генерация активная	ПромГЭС ТГ-5 Генерация активная
00:00	99,28	1,9	22,5	22,62	64,13
00:30	99,59	1,86	22,5	24,91	75,19
01:00	99,54	2,07	22,5	25,48	74,47
01:30	99,77	1,99	22,5	26,23	74,15
02:00	99,74	1,88	22,5	27,03	74,17
02:30	99,46	1,76	22,5	25,75	74,44
03:00	99,42	1,89	22,5	23,3	74,85
03:30	99,38	1,89	22,5	22,02	75,28
04:00	99,27	1,8	22,5	21,38	75,64
04:30	99,19	1,8	22,5	21,75	75,86
05:00	99,15	1,74	22,5	22,71	75,9
05:30	99,19	1,71	22,5	23,51	75,76
06:00	99,42	1,68	22,5	24,31	75,45
06:30	99,66	1,62	22,5	25,16	75,01
07:00	100,15	1,32	22,5	25,59	74,52
07:30	100,6	1,13	22,5	25,22	74,03
08:00	100,83	1,38	22,5	24,58	73,62

Показывать только пропуски Для копирования ячеек нажмите левую клавишу мыши и клавишу Ctrl

Добавить параметр Удалить параметр Сохранить Экспорт в Excel

Рисунок 49 - Пример задания параметров и временного интервала для формирования суточной ведомости (диспетчерской сводки) в формате Excel

	A	B	C	D	E	F	G
1	Список параметров						
2	на 17 июля 2018 г.						
3							
4	Время	ПромГРЭС ТГ-1 Генерация активная	ПромГРЭС ТГ-2 Генерация активная	ПромГРЭС ТГ-3 Генерация активная	ПромГРЭС ТГ-4 Генерация активная	ПромГРЭС ТГ-5 Генерация активная	
5	00:00	99,28	1,9	22,5	22,62	64,13	
6	00:30	99,59	1,86	22,5	24,91	75,19	
7	01:00	99,54	2,07	22,5	25,48	74,47	
8	01:30	99,77	1,99	22,5	26,23	74,15	
9	02:00	99,74	1,88	22,5	27,03	74,17	
10	02:30	99,46	1,76	22,5	25,75	74,44	
11	03:00	99,42	1,89	22,5	23,3	74,85	
12	03:30	99,38	1,89	22,5	22,02	75,28	
13	04:00	99,27	1,8	22,5	21,38	75,64	
14	04:30	99,19	1,8	22,5	21,75	75,86	
15	05:00	99,15	1,74	22,5	22,71	75,9	
16	05:30	99,19	1,71	22,5	23,51	75,76	
17	06:00	99,42	1,68	22,5	24,31	75,45	
18	06:30	99,66	1,62	22,5	25,16	75,01	
19	07:00	100,15	1,32	22,5	25,59	74,52	
20	07:30	100,6	1,13	22,5	25,22	74,03	
21	08:00	100,83	1,38	22,5	24,58	73,62	
22	08:30	100,53	1,63	22,5	23,94	73,37	
23	09:00	100,36	1,38	22,5	23,51	73,32	
24	09:30	99,86	1,19	22,5	24,1	73,52	
25	10:00	99,51	1,44	22,5	25,41	73,99	
26	10:30	99,4	1,59	22,5	25,79	74,72	
27	11:00	98,86	1,92	22,5	24,75	75,7	
28	11:30	98,86	2,13	22,5	23,52	76,87	
29	12:00	99,25	1,56	22,5	23,58	78,16	
30	12:30	99,7	1,79	22,5	24,75	79,49	
31	13:00	99,7	11,57	22,5	29,84	80,74	
32	13:30	99,2	21,06	22,5	35,07	81,83	
33	14:00	98,75	21,08	22,5	36,57	82,64	
34	14:30	98,24	19,46	22,5	36,14	83,08	
35	15:00	97,68	15,81	22,5	35,46	83,09	
36	15:30	97,34	12,15	22,5	30,2	82,61	
37	16:00	97,9	8,13	22,5	23,75	81,64	
38	16:30	99,03	4,39	22,5	23,69	80,21	
39	17:00	99,81	3,01	22,5	25,72	78,39	
40	17:30	100,39	2,46	22,5	25,42	76,31	
41	18:00	100,39	2,12	22,5	22,81	74,13	
42	18:30	100,43	2,3	22,5	22,81	72,04	
43	19:00	99,99	2,07	22,5	20,03	70,26	
44	19:30	94,7	1,74	22,5	15,31	69,02	
45	20:00	85,83	1,56	22,5	10,2	68,51	
46	20:30	78,39	1,62	22,5	3,79	68,84	
47	21:00	75,49	1,62	22,5	1,22	70,04	
48	21:30	75,49	1,59	22,5	2,34	71,95	
49	22:00	83,27	1,68	22,5	2,79	74,16	
50	22:30	93,03	1,62	22,5	3,91	75,95	
51	23:00	97,39	1,56	22,5	14,81	76,13	
52	23:30	99,55	1,68	22,5	22,11	73	
53							
54							

Рисунок 50 - Пример формирования суточной ведомости (диспетчерской сводки) на основе шаблона Excel

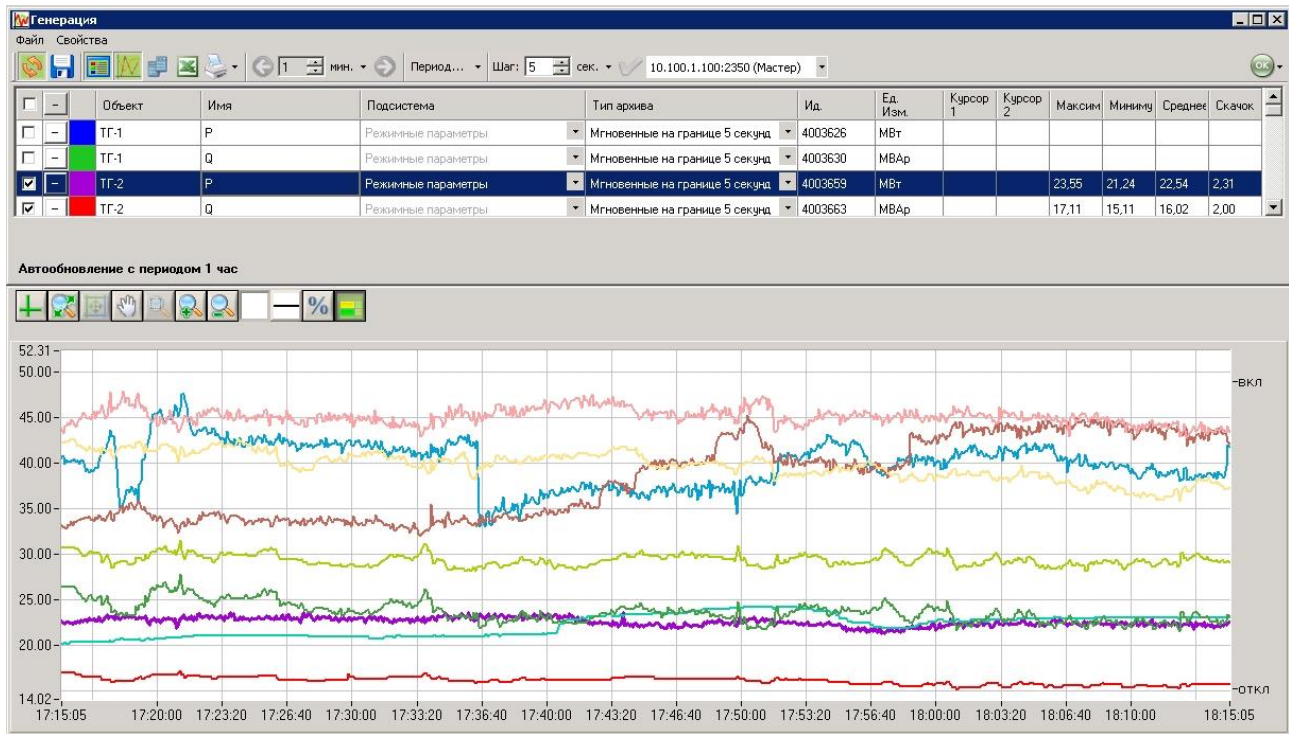


Рисунок 51 - Интерфейс приложения просмотра ретроспективы

Ведомость коммутаций-состояний

Не защищено | vld-app:8080/SSRSReportServer/Pages/ReportViewer.aspx?%2fВедомости+и+журналь%2fВедомость+коммутаций-сос...

Начальная дата: 08.07.2020 | Конечная дата: 08.07.2020 | Просмотр отчета

Раздел: - все - | Принадлежность: - все -; АБЗ (ДРСУ-4) Л-12 ПС Вр

ПО «N-ские электрические сети»
 Ведомость коммутаций, состояний СРЭиА, постановок на ручной ввод
 за период с 08.07.2020 00:00 по 08.07.2020 10:57

Дата	Время	Сигнал	Объект	Принадлежность	Текущий источник
08.07.2020	0:08:32 .408	Возврат сигнала	ПС 35кВ Зеленая, Состояние ТМ Канал связи с ПС Зеленая	ПС 35кВ Зеленая, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС
	0:21:45 .190	Возврат сигнала	ПС 110кВ Боры, Состояние ТМ Связь с КП_Боры	ПС 110кВ Боры, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС(Сбор ТС ЦЛПС ВЭС)
	0:22:01 .570	Срабатывание сигнала	ПС 110кВ Боры, Состояние ТМ Связь с КП_Боры	ПС 110кВ Боры, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС(Сбор ТС ЦЛПС ВЭС)
	0:26:26 .170	Возврат сигнала	ПС 110кВ Маево, Состояние ТМ Связь с КП_ПУ	ПС 110кВ Маево, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС(Сбор ТС ЦЛПС ВЭС)
	0:26:26 .430	Срабатывание сигнала	ПС 110кВ Маево, Состояние ТМ Связь с КП_ПУ	ПС 110кВ Маево, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС(Сбор ТС ЦЛПС ВЭС)
	0:27:02 .182	Срабатывание сигнала	ПС 35кВ Зеленая, Состояние ТМ Канал связи с ПС Зеленая	ПС 35кВ Зеленая, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС
	0:32:34 .520	Возврат сигнала	ПС 110кВ Елово, Состояние ТМ ПУ1 Связь с КП_Елово	ПС 110кВ Елово, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС(Сбор ТС ЦЛПС ВЭС)
	0:32:38 .620	Срабатывание сигнала	ПС 110кВ Елово, Состояние ТМ ПУ1 Связь с КП_Елово	ПС 110кВ Елово, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС(Сбор ТС ЦЛПС ВЭС)
	0:51:18 .120	Возврат сигнала	ПС 35кВ Зеленая, Состояние ТМ Канал связи с ПС Зеленая	ПС 35кВ Зеленая, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС
	0:51:26 .122	Возврат сигнала	ПС 35кВ Б. Зелейно, Состояние ТМ Канал связи с ПС Б. Зелейно	ПС 35кВ Б. Зелейно, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС
	0:51:36 .126	Возврат сигнала	ПС 110кВ Боры, Состояние ТМ ЭНКС-3М Канал связи с ПС Боры	ПС 110кВ Боры, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС
	0:52:43 .040	Возврат сигнала	ПС 110кВ Елово, Состояние ТМ ПУ1 Связь с КП_Елово	ПС 110кВ Елово, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС(Сбор ТС ЦЛПС ВЭС)
	0:52:47 .338	Включение	В-10 Л-12 Положение В	ПС 110кВ Волово	Сбор 1 ТС(Сбор 1 ТС (Новая ТМ))
	0:52:47 .535	Срабатывание сигнала	ПС 110кВ Волово, Состояние СРЭиА Л-12 10кВ (Терминал РЗА) – Вызов	ПС 110кВ Волово, Состояние СРЭиА	Сбор 1 ТС
	0:53:07 .610	Срабатывание сигнала	ПС 110кВ Елово, Состояние ТМ ПУ1 Связь с КП_Елово	ПС 110кВ Елово, Состояние ТМ	Сбор 1 ТС(Сбор ТС ЦЛПС ВЭС)
	0:54:28 .559	Отправлена команда	Реклоузер СВ-64 Положение В	ПС 110кВ Волово Л-12	Сбор 1 ТС

Рисунок 52 - Пример предоставления отчетной информации с помощью WEB-браузера

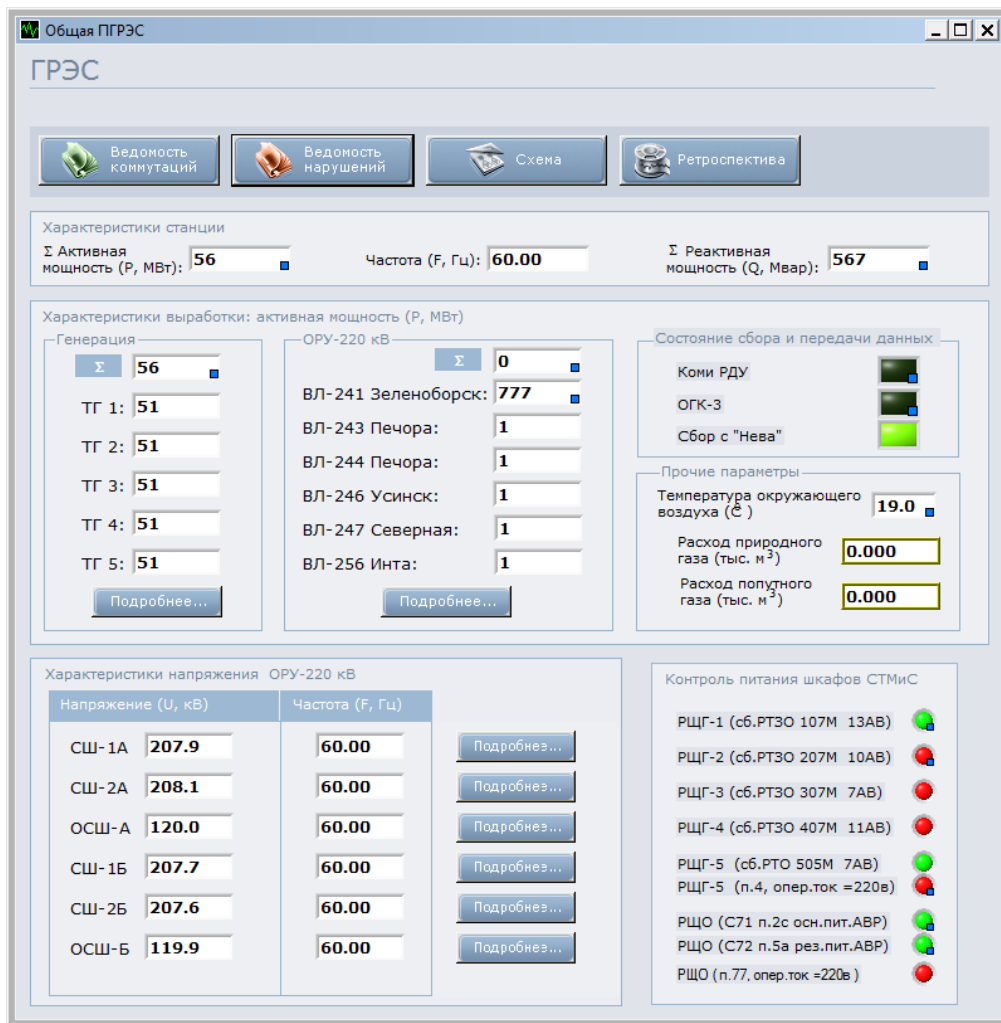


Рисунок 53 - Пример интерфейса информационной панели для объекта генерации



Рисунок 54 - Пример представления сводной информации в виде информационной панели

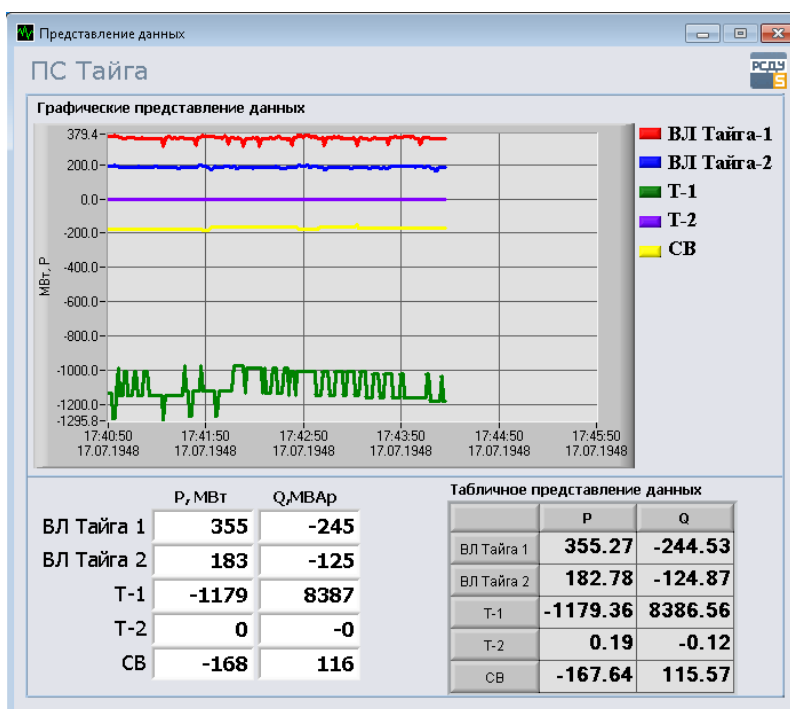


Рисунок 55 - Пример представления информации в виде графиков на информационной панели

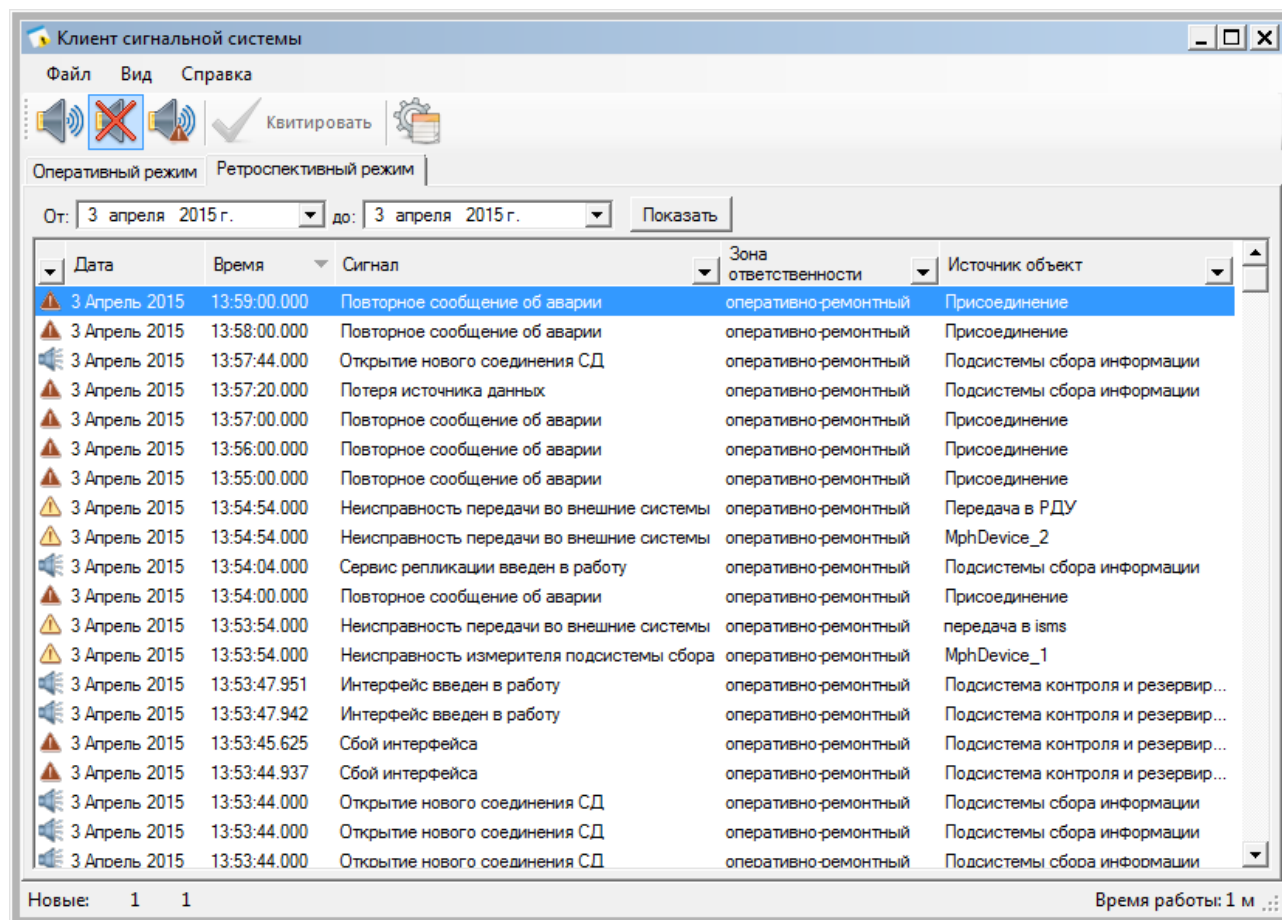


Рисунок 56 - Интерфейс клиента сигнальной системы

6.20 Подсистема WEB-приложений

6.20.1 Пользовательский интерфейс

6.20.1.1 Назначение и системные требования

WEB-интерфейс для доступа к оперативным данным распределенной системы диспетчерского управления (далее – WEB-интерфейс) представляет собой WEB-приложение, предназначенное для отображения оперативных и архивных данных в виде мнемосхем, панелей и отчетов на рабочем месте оператора.

Требования к аппаратной части рабочего места оператора:

- ✓ процессор: Intel Core i5 или выше;
- ✓ оперативная память: от 4 Гб;
- ✓ монитор с разрешением экрана 1280x1024, 19" или более;
- ✓ WEB-браузер: Google Chrome версия 23, Internet Explorer 10, Firefox 18 и выше.

6.20.1.2 Доступ к рабочему месту

Для входа в систему необходимо ввести IP-адрес или имя WEB сервера РСДУ в адресной строке WEB-браузера¹. Доступ осуществляется по протоколу `http`.

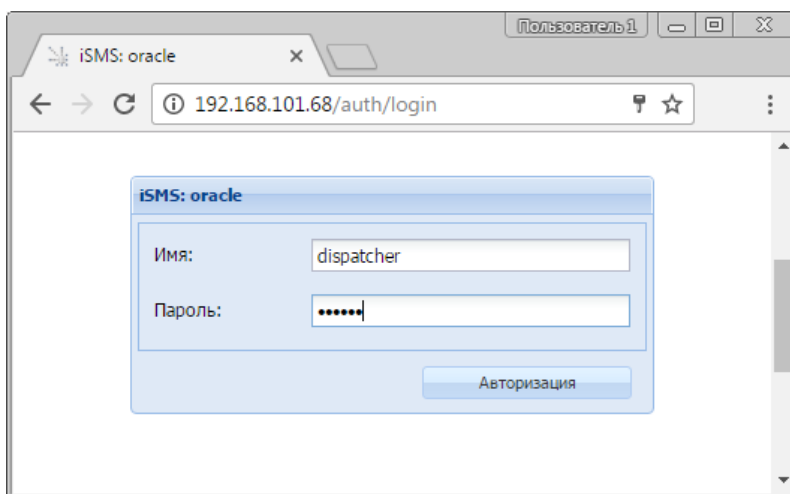


Рисунок 57 – Окно доступа к рабочему месту в WEB-интерфейсе

В окне авторизации необходимо ввести имя и пароль, которые заведены в системе РСДУ.

После успешной авторизации откроется рабочий стол, напоминающий привычный для многих пользователей рабочий стол ОС Windows.

Доступ к главному меню осуществляется при нажатии на кнопку «РСДУ» в левом нижнем углу рабочего стола.

Главное меню обеспечивает доступ к следующим разделам: «Схемы объектов», «Информационные панели», «Отчёты», «Конфигурация», «Администрирование» и «Документация».

¹Адрес сервера РСДУ определяется во время установки и конфигурации WEB-сервера.

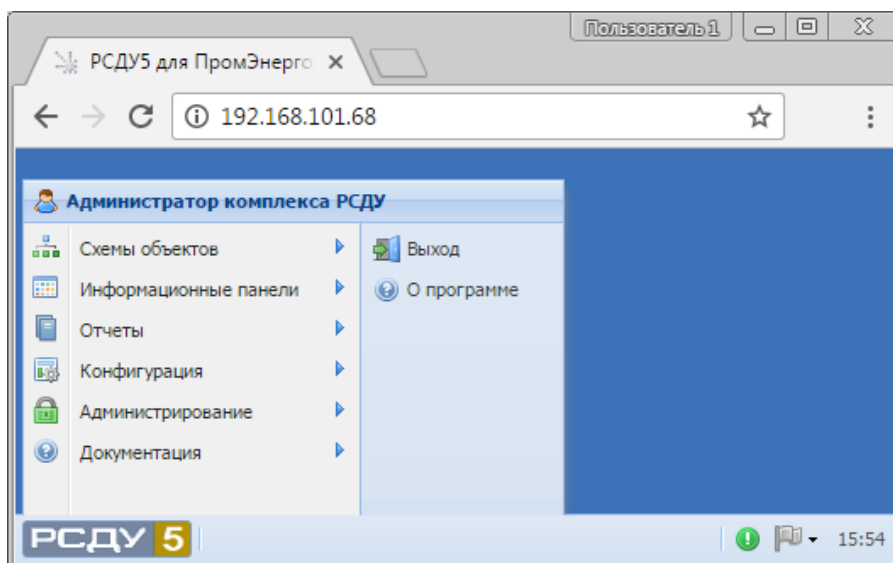


Рисунок 58 – Меню РСДУ5 WEB-интерфейса

Для ускорения доступа к наиболее часто используемым пунктам меню существует возможность добавления ярлыков на рабочий стол. Эта опция доступна для пунктов меню «Схемы объектов», «Информационные панели», «Отчёты», «Конфигурация» и «Администрирование».

Чтобы добавить ярлык на рабочий стол, следует выбрать нужный пункт меню и вызвать контекстное меню к нему правой кнопкой мыши. Затем выбрать пункт контекстного меню «Создать ярлык». После этого на рабочем столе будет создан ярлык для выбранного пункта меню.

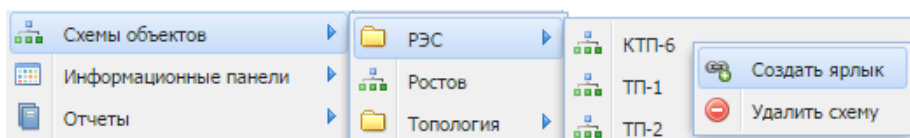


Рисунок 59 – Создания ярлыка приложения в WEB-интерфейсе

Чтобы удалить неиспользуемый ярлык, следует вызвать контекстное меню к нему и выбрать пункт «Удалить ярлык».

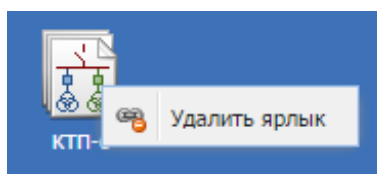


Рисунок 60 – Удаление ярлыка приложения в WEB-интерфейсе

ВНИМАНИЕ!

При работе с WEB-интерфейсом рекомендуется запускать не более одного браузерного окна (вкладки) на клиентской машине.

Если есть необходимость в запуске нескольких браузеров (вкладок), следует использовать многопользовательский режим браузера.

В браузере Google Chrome для добавления нового пользователя, которого можно использовать в многопользовательском режиме, необходимо выполнить следующие действия:

1. Войти в Chrome.
2. Открыть меню пользователя в правом верхнем углу браузера (это может быть имя текущего пользователя, адрес электронной почты или значок).
3. Выбрать «Сменить пользователя».
4. В нижней части окна нажать «Добавить пользователя».

6.20.1.3 Документация

Чтобы воспользоваться документацией к данной системе, необходимо нажать «РСДУ», выбрать пункт «Документация», раскрыть интересующий раздел и выбрать нужный документ.

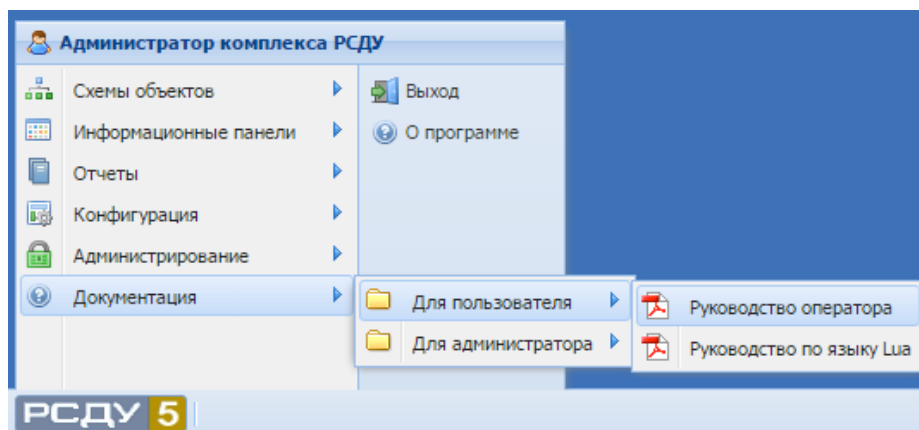


Рисунок 61 – Меню для работы с документацией в WEB-интерфейсе

При выборе пункта меню «РСДУ → О программе» появляется окно с информацией о версии используемого программного обеспечения и основных изменениях по сравнению с предыдущими версиями: новых функциях, улучшениях и исправлениях.

6.20.2 Просмотр оперативных данных

Просмотр оперативных данных доступен в формате однолинейных электрических схем, информационных панелей, виджетов, а также в табличном представлении в окне подсистемы сбора и передачи.

Оперативные данные в WEB-интерфейсе РСДУ обновляются с периодичностью 5 секунд. Период обновления данных может быть изменён в конфигурационном файле WEB-сервера.

6.20.2.1 Схемы объектов

6.20.2.1.1 Просмотр схем

Для отображения схемы необходимо нажать кнопку «РСДУ», выбрать пункт «Схемы объектов» и затем выбрать одну из доступных схем.

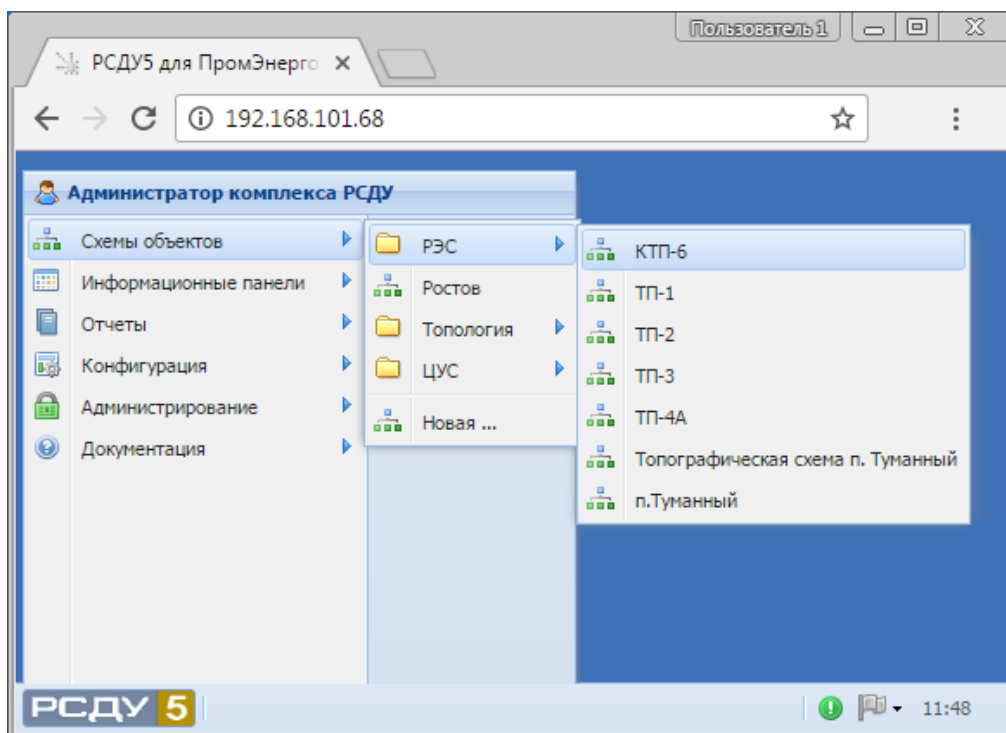


Рисунок 62 – Выбор схемы для просмотра в WEB-интерфейсе

В результате этого действия в отдельном окне будет загружена выбранная схема:

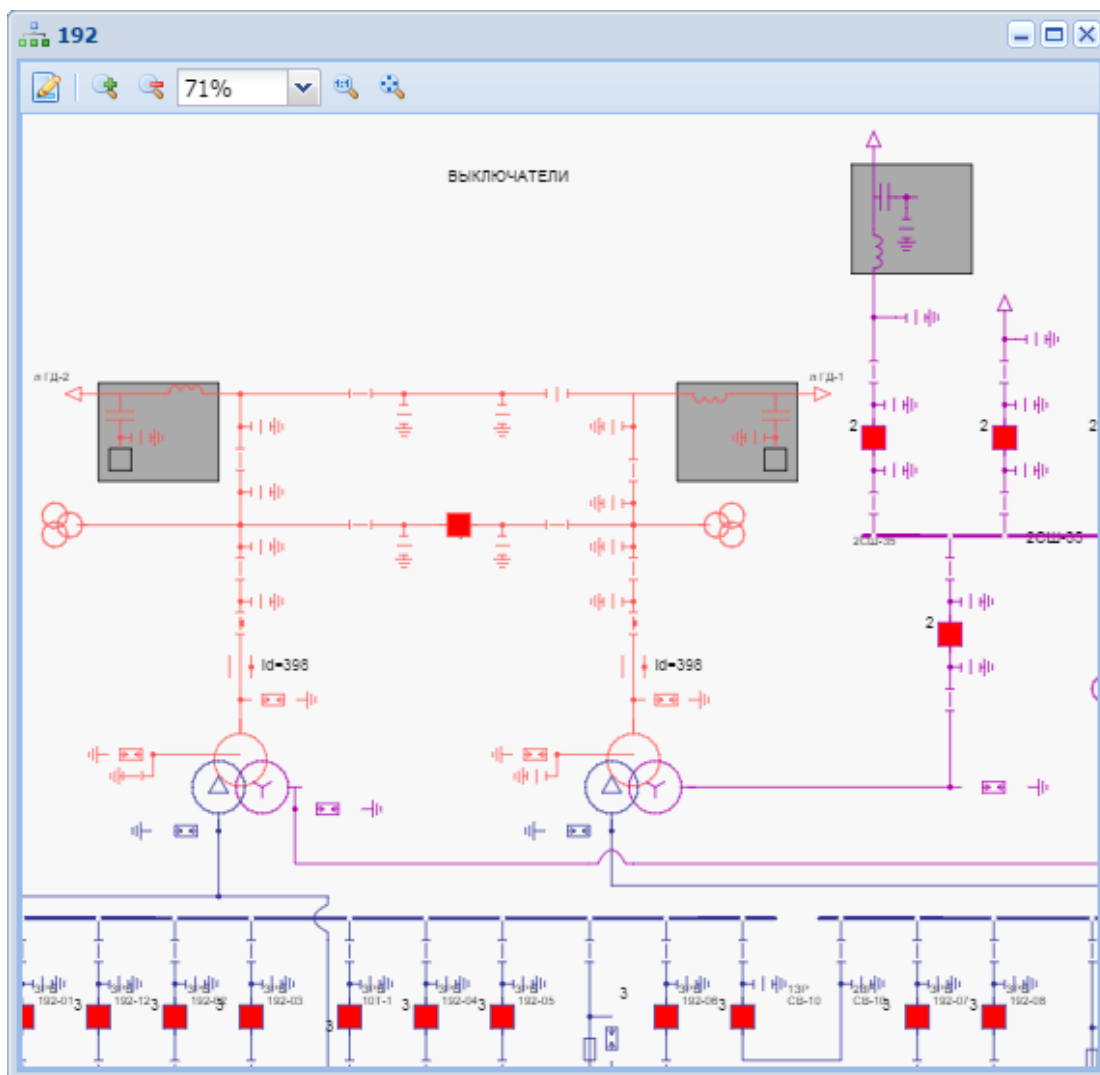


Рисунок 63 – Просмотр схем через WEB-интерфейс

В режиме просмотра схем доступно масштабирование схемы с помощью прокрутки колеса мыши или с использованием кнопок панели инструментов:

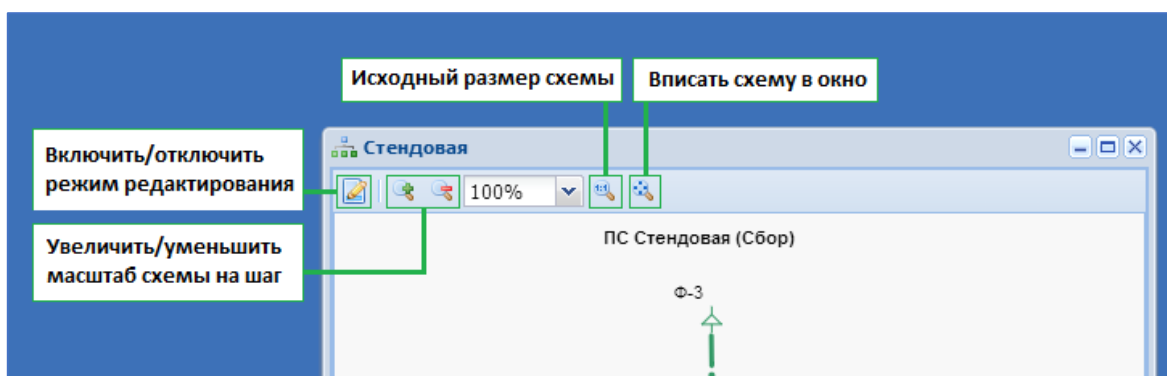


Рисунок 64 – Изменение масштаба схемы через WEB-интерфейс

Для перемещения по схеме необходимо навести курсор на свободную от элементов область, и, удерживая нажатой левую клавишу мыши, осуществить смещение в нужном направлении.

6.20.2.1.2 Отображение оперативных данных в окне подсистемы сбора и передачи

Для каждого настроенного устройства сбора и передачи предусмотрен режим отображения оперативных данных в окне подсистемы сбора и передачи.

Общий вид окна представлен на рисунке ниже.

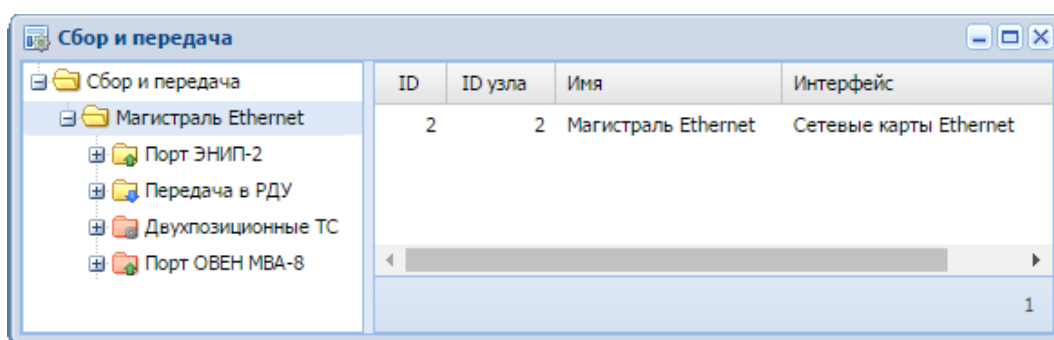



Рисунок 65 - Общий вид окна подсистемы сбора и передачи данных

Окно подсистемы сбора и передачи разделено на две части.

В левой панели окна отображаются магистральные интерфейсы, порты (каналы сбора-передачи) и устройства.

В правой панели окна отображаются свойства узла, выбранного в левой панели окна. При выборе узлов «Параметры», «Опции» отображаются соответственно список измеряемых параметров или опций для выбранного устройства.

Для активации режима отображения оперативных данных необходимо выполнить:

1. Нажать кнопку «РСДУ», выбрать пункт меню «Конфигурация», затем из раскрывшегося списка пункт «Сбор и передача». Откроется окно подсистемы сбора и передачи.
2. В левой части окна найти нужное устройство и выделить в нем узел «Параметры».
3. В панели параметров окна раскрыть подменю к столбцу «Данные» кнопкой .

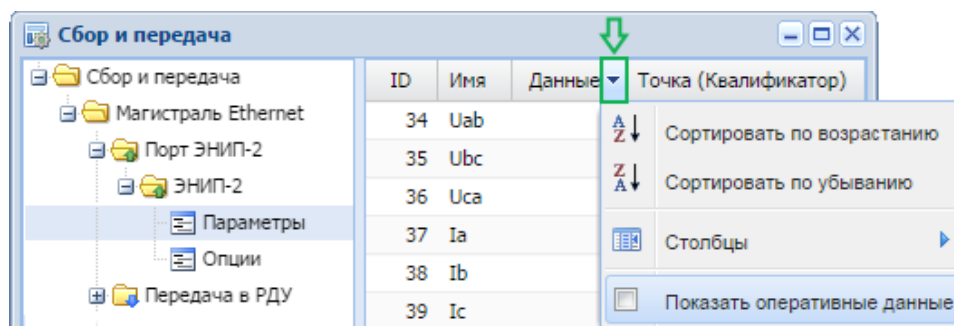
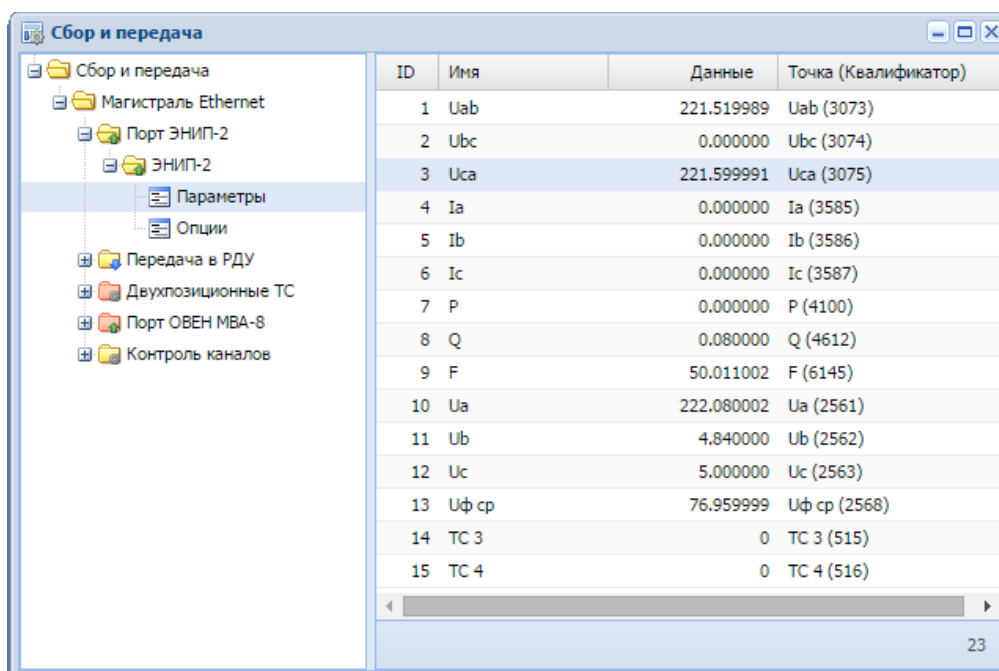


Рисунок 66 – Подменю к столбцу «Данные» в приложении «Сбор и передача» WEB-интерфейса

4. Выбрать пункт «Показать оперативные данные».


В столбце «Данные» появятся автоматически обновляемые значения:



The screenshot shows the same application window as Figure 66, but now the 'Данные' column contains numerical values. The 'Показать оперативные данные' checkbox is checked. The table is as follows:

ID	Имя	Данные	Точка (Квалификатор)
1	Uab	221.519989	Uab (3073)
2	Ubc	0.000000	Ubc (3074)
3	Uca	221.599991	Uca (3075)
4	Ia	0.000000	Ia (3585)
5	Ib	0.000000	Ib (3586)
6	Ic	0.000000	Ic (3587)
7	P	0.000000	P (4100)
8	Q	0.080000	Q (4612)
9	F	50.011002	F (6145)
10	Ua	222.080002	Ua (2561)
11	Ub	4.840000	Ub (2562)
12	Uc	5.000000	Uc (2563)
13	Уф ср	76.959999	Уф ср (2568)
14	ТС 3	0	ТС 3 (515)
15	ТС 4	0	ТС 4 (516)

Рисунок 67 – Отображение значений в приложении «Сбор и передача» WEB-интерфейса


Для отключения режима отображения данных необходимо раскрыть подменю к столбцу таблицы кнопкой  и убрать галочку напротив пункта «Показать оперативные данные».

Для отображения статуса оперативных данных используется цветная рамка либо отметка в правом углу рамки, подробное описание приведено в Таблица 1.

Таблица 1 – Описание отображения статусов оперативных данных в приложении «Сбор и передача»

Цвет рамки	Значения
Отсутствие рамки: 1033 ЭНИП-2 Uab 40.538800 Uab (3073)	Данные достоверны.
Зелёная рамка: 1033 ЭНИП-2 Uab 67.445100 Uab (3073)	Отсутствует источник данных. Например, при начальной загрузке РСДУ, когда сервер не успел опросить измерители.
Жёлтая рамка: 1036 ЭНИП-2 Ia 96.923100 Ia (3585)	Данные недостоверны. Например, оба бита двухпозиционного ТС установлены в одинаковое значение, или отсутствует ответ от измерителя, или статус недостоверности мог быть прислан опрашиваемым измерителем.
Красная рамка: 1035 ЭНИП-2 Uca 32.173600 Uca (3075)	Нарушены аварийные уставки. Этот статус сообщает о выходе за аварийные пределы, установленные для данного параметра.
Темно-красная рамка: 1038 ЭНИП-2 Ic 89.971700 Ic (3587)	Нарушены предупредительные уставки. Этот статус сообщает о выходе за предупредительные пределы, установленные для данного параметра.
Оранжевый, правый верх 1034 ЭНИП-2 Ubc 64.132100 Ubc (3074)	Замещение данных. Например, из внешней системы было получено значение со статусом ручного ввода, или в системе РСДУ произошло переключение на резервный источник данных.
Синий, правый низ 1038 ЭНИП-2 Ic 33.030000 Ic (3587)	Источник данных – ручной ввод. Текущим источником поступления данных у параметра является внутренний источник системы РСДУ «Оператор», для которого пользователь может задавать любое значение вручную.

Цвет рамки	Значения
Красный, правый низ	Нарушен обмен данными.
1040 ЭНИП-2 Q 54.620000 Q (4612)	Зафиксирована неисправность измерителя, с которым ведётся обмен (статус действителен при настройке в PCДУ измерителя в режиме SLAVE).

Вид правой панели окна «Сбор и передача» может задаваться пользователем в зависимости от того, какие свойства измерений ему необходимо видеть. Для того, чтобы отобразить нужные свойства, следует раскрыть подменю к любому столбцу таблицы кнопкой , выбрать пункт «Столбцы» и установить галочки напротив названий нужных столбцов.

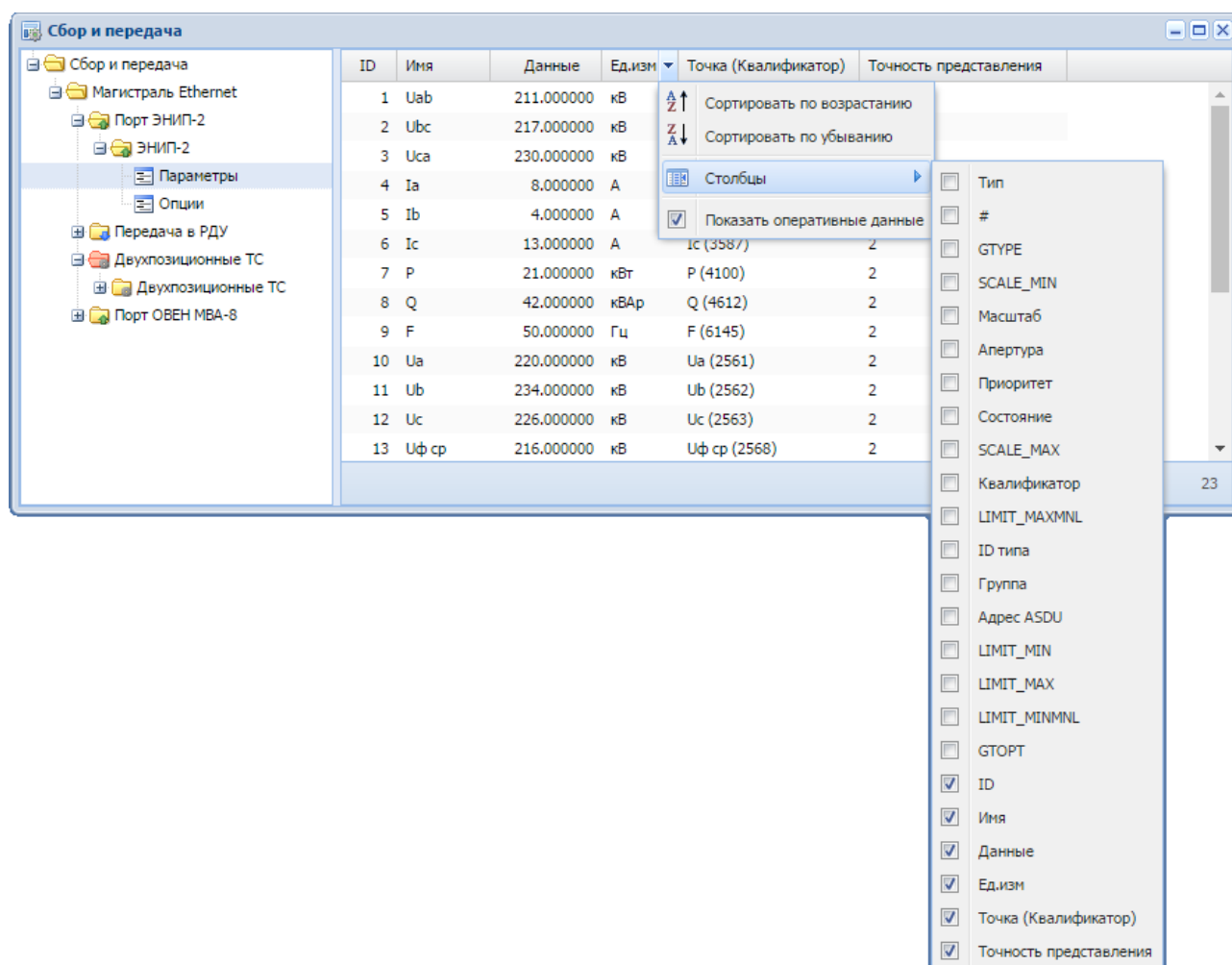


Рисунок 68 – Выбор отображения нужных столбцов в приложении «Сбор и передача» WEB-интерфейса

Чтобы не отображать какой-либо столбец, достаточно убрать галочку напротив названия этого столбца.

6.20.2.2 Виджеты

Для быстрого и наглядного отображения информации об отдельных параметрах предусмотрены вспомогательные графические модули – виджеты, которые могут быть размещены непосредственно на рабочем столе в удобной пользователю последовательности.

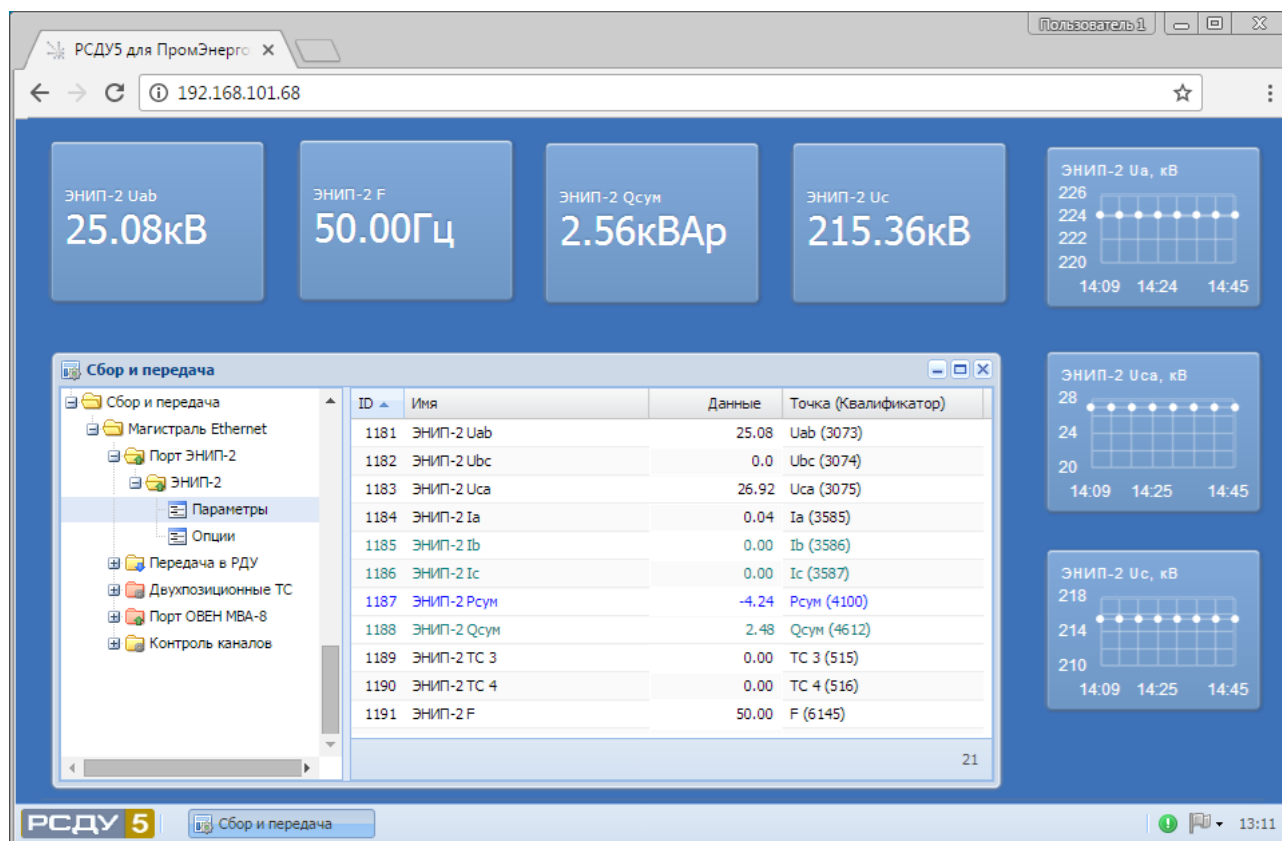


Рисунок 69 – Виджеты на рабочем столе WEB-интерфейса

6.20.2.2.1 Добавление виджетов

Для добавления виджетов из окна подсистемы сбора и передачи на рабочий стол необходимо:

1. Нажать кнопку «РСКДУ», выбрать пункт меню «Конфигурация», затем из раскрывшегося списка «Сбор и передача». Откроется окно подсистемы сбора и передачи.
2. Раскрыть структуру нужного устройства и выделить в нем узел «Параметры».
3. В таблице выделить один или несколько параметров.

- Используя метод drag-n-drop², переместить выбранные параметры на свободное пространство рабочего стола.

В выбранном месте на рабочем столе будут добавлены виджеты с численным представлением оперативных данных.

Виджеты можно перемещать по странице при нажатой левой клавише мыши.

Также можно упорядочить все виджеты на рабочем столе, расположив их столбцами или привязав к сетке. Для этого вызвать на любом свободном месте рабочего стола нажатием правой клавиши мыши контекстное меню и выбрать пункт «Упорядочить виджеты» или «Выровнять виджеты по сетке».

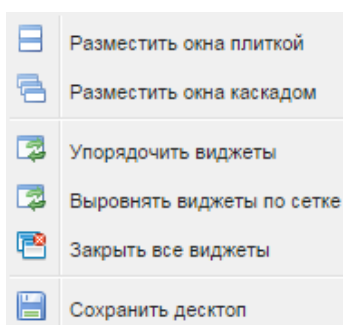


Рисунок 70 – Упорядочение виджетов на рабочем столе WEB-интерфейса

6.20.2.2 Настройка виджетов

Задание точности представления значений

Чтобы задать определённую точность отображения оперативных данных (количество знаков после запятой) в виджете, необходимо вызвать контекстное меню к виджету и выбрать в нем пункт «Свойства». В открывшемся окне свойств выбрать в поле «Точность представления» нужное значение и нажать кнопку «ОК». В результате отображаемое в виджете значение обновится согласно заданному в свойствах параметра количеству знаков после запятой.

² Метод drag-n-drop заключается в «захвате» (нажатии и удержании левой клавиши мыши) отображаемого на экране объекта и перемещении его в другое место либо на другой элемент.

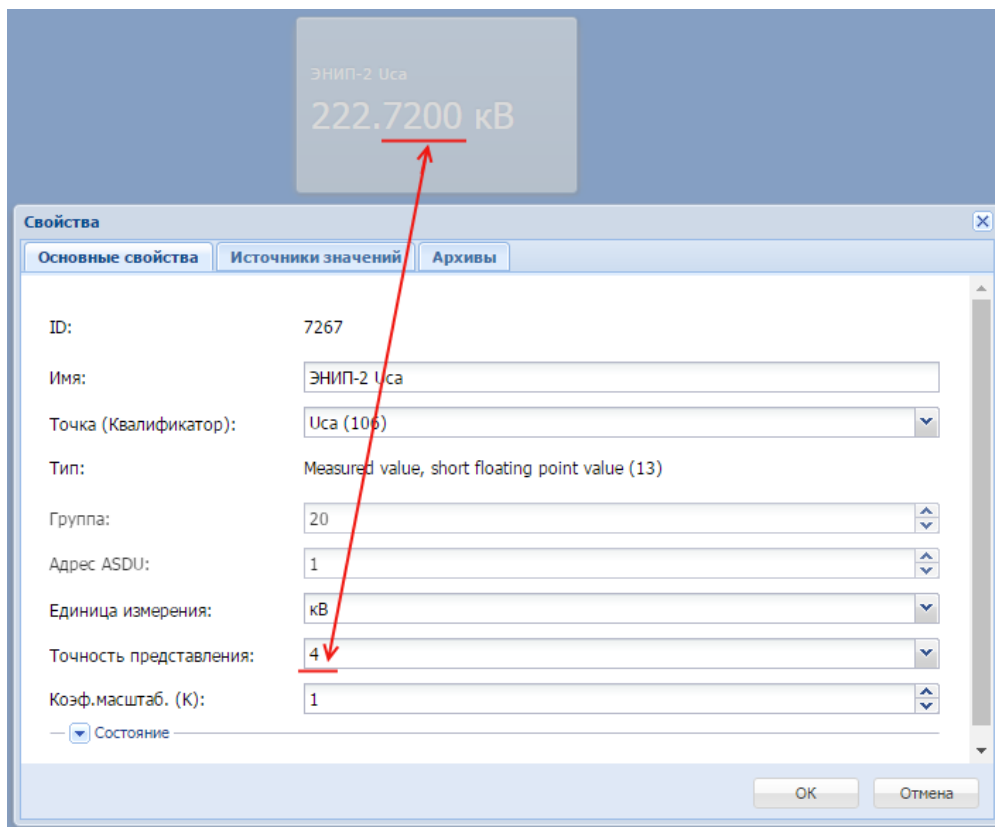


Рисунок 71 – Задание точности представления значения в виджете

ВНИМАНИЕ!

Оперативные данные, отображаемые в окне «Сбор и передача», не меняют свою точность отображения и всегда отображаются с такой точностью, с которой они приняты от измерителя.

Представление виджетов в виде графиков

Помимо численного представления значений в виджетах предусмотрено отображение в виде графика. Чтобы активировать графический режим, необходимо:

1. Добавить виджет на рабочий стол.
2. Вызвать контекстное меню к виджету нажатием правой клавишей мыши.
3. Выбрать пункт меню «График».

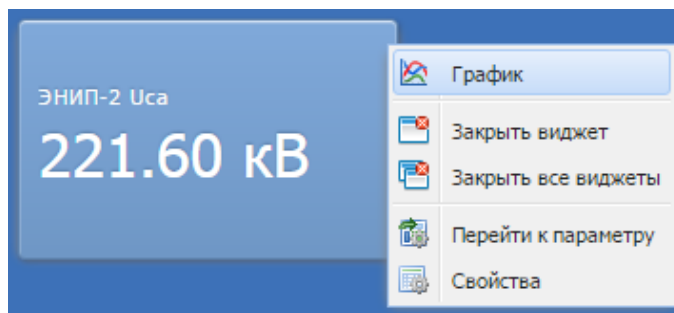


Рисунок 72 – Выбор представления виджета в виде графика

В результате отобразится график изменения значений по времени:

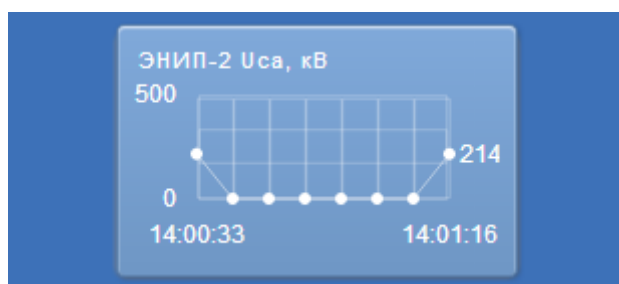


Рисунок 73 – Виджет в виде графика изменения значения параметра

В заголовке графика будет отображаться название параметра и единица измерения. Цвет точек на графике соответствует цвету рамки статуса параметров в режиме панели. Достоверные данные отображаются белым цветом. Возможные значения статусов и их обозначение приведены в Таблица 1 раздела «Отображение оперативных данных в окне подсистемы сбора и передачи».

Чтобы вернуться к численному представлению данных в виджете, необходимо в контекстном меню к виджету выбрать пункт меню «Панель».

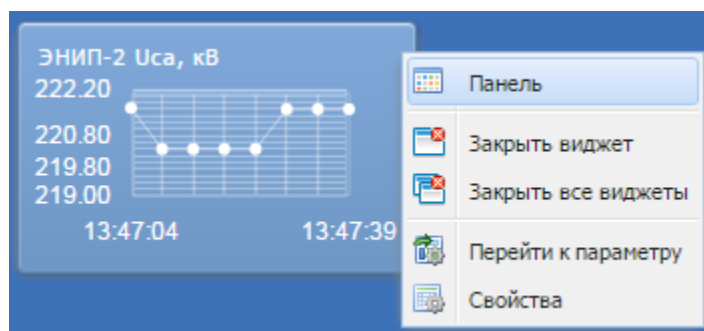


Рисунок 74 – Выбор табличного представления данных в виджете

6.20.2.2.3 Переход к параметру

Для быстрого перехода от виджета в приложение «Сбор и передача» к параметру, на который он настроен, следует воспользоваться пунктом контекстного меню «Перейти к параметру».

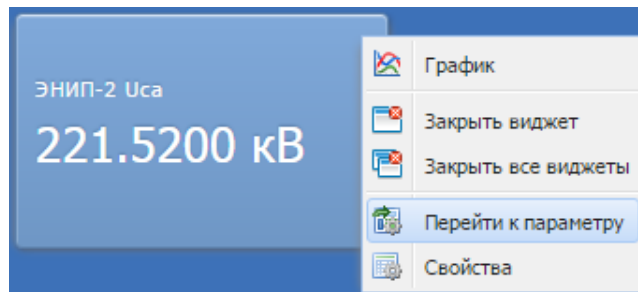


Рисунок 75 – Переход с виджета к параметру, на отображение значения которого он настроен

При выборе этого пункта откроется окно «Сбор и передача» с развернутой структурой устройства и выделенным в правой части окна соответствующим параметром:

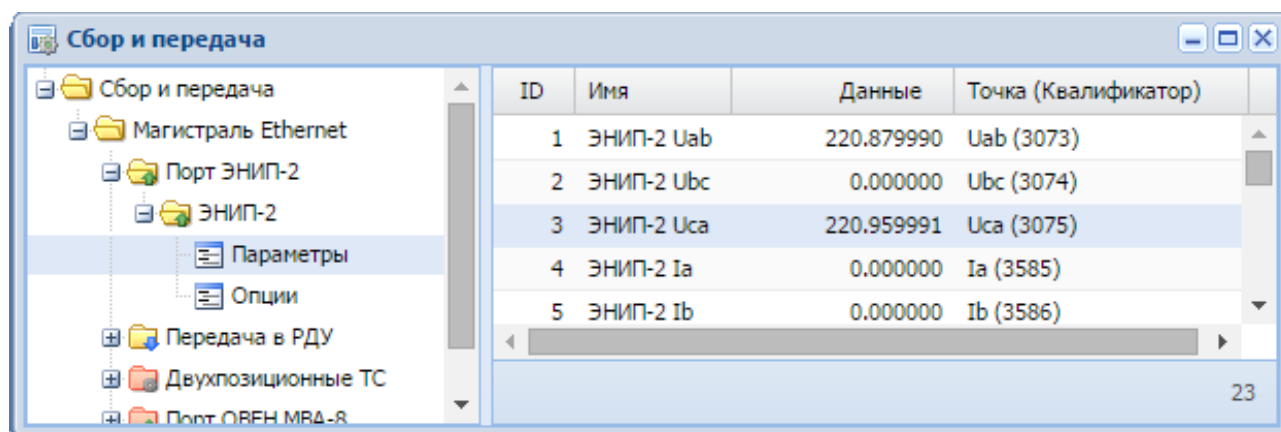


Рисунок 76 – Приложение «Сбор и передача» с выделенным параметром

6.20.2.2.4 Сохранение набора виджетов

Чтобы сохранить набор и расположение добавленных виджетов, необходимо вызвать контекстное меню на свободном месте рабочего стола и выбрать пункт «Сохранить десктоп».

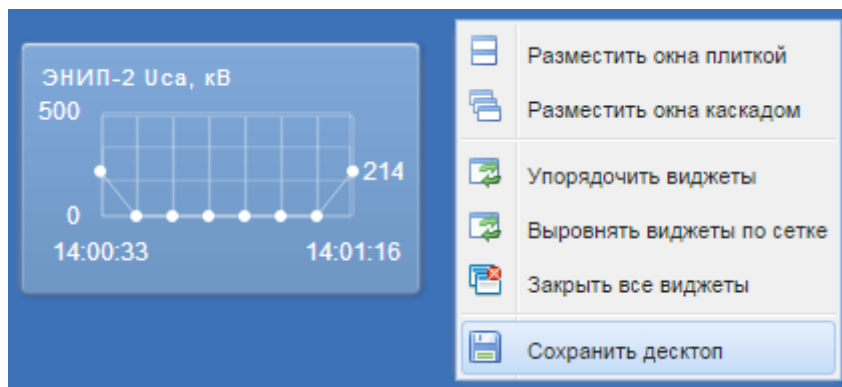


Рисунок 77 – Сохранение набора и расположения виджетов на рабочем столе

6.20.2.2.5 Удаление виджетов

Чтобы удалить виджет с рабочего стола, необходимо вызвать контекстное меню к виджету и выбрать пункт меню «Закреть виджет». Для удаления всех виджетов – «Закреть все виджеты».

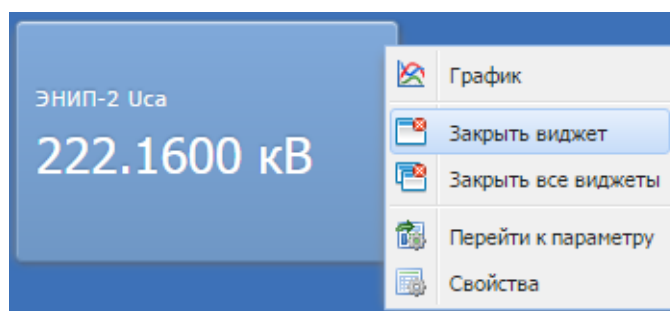


Рисунок 78 – Удаление виджета

6.20.2.3 Информационные панели

6.20.2.3.1 Назначение подсистемы

Подсистема «Информационные панели» предназначена для отображения текущих параметров оперативного режима в реальном времени.

6.20.2.3.2 Выбор панелей

Доступ к подсистеме осуществляется через главное меню. Чтобы открыть панель, необходимо нажать кнопку «РСДУ», выбрать пункт меню «Информационные панели» и затем выбрать одну из настроенных панелей.

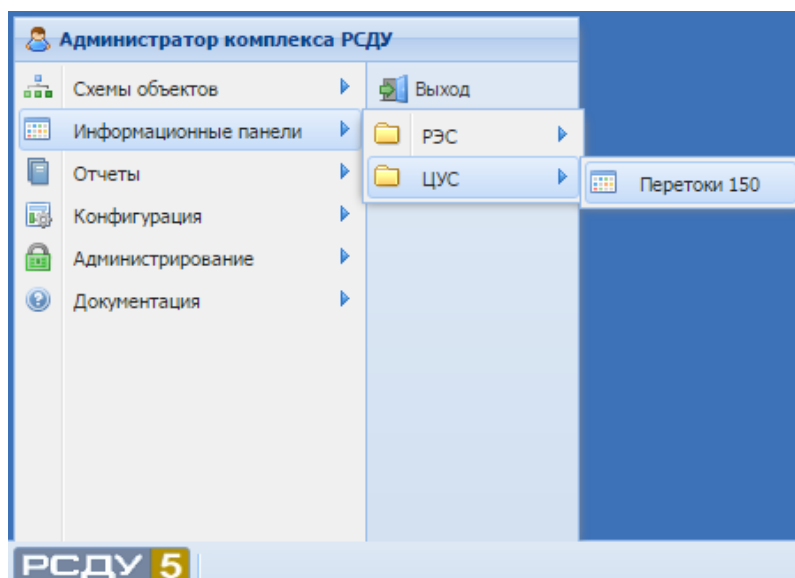


Рисунок 79 – Выбор информационной панели для открытия в WEB-интерфейсе

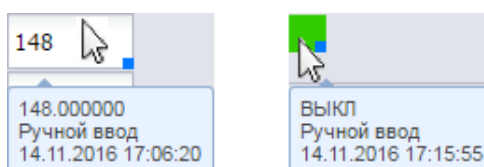
6.20.2.3.3 Работа с информационными панелями

Информационная панель представляет собой окно, на котором расположены элементы, на которые настроены параметры из подсистемы сбора и передачи. Вид приборов и компоновка информации полностью определяются пользователями. Ниже представлен пример панели.



Рисунок 80 - Пример информационной панели

При наведении курсора мыши на элемент появляется всплывающая подсказка, в которой отображается текущее значение (состояние) параметра, настроенного на этот элемент, его статус и время последнего изменения.



Достоверные оперативные данные отображаются на информационных панелях без цветных рамок и отметок. Если параметр, на который настроен элемент, имеет какой-либо другой статус, элемент будет выделен соответствующей рамкой либо отметкой в правом нижнем или верхнем углу рамки.

Возможные значения статусов и их обозначение приведены в Таблица 1 в разделе «Отображение оперативных данных в окне подсистемы сбора и передачи».

Если к элементу, настроенному на аналоговый параметр, вызвать контекстное меню (правой кнопкой мыши) и выбрать пункт «Графики», откроется окно, содержащее график изменения значений данного параметра.

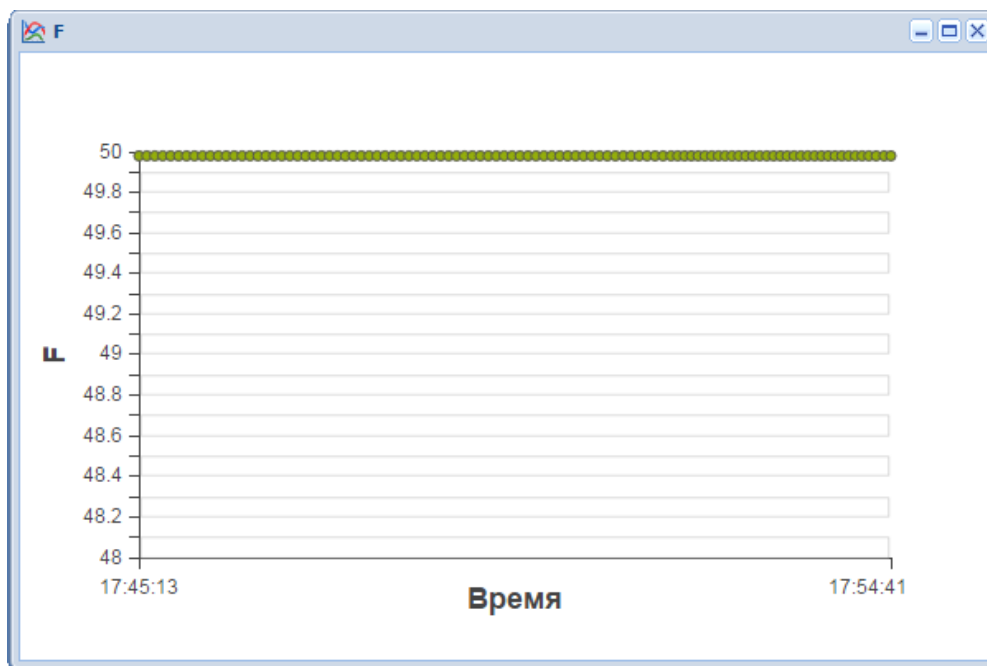


Рисунок 81 – График изменения значений параметра, вызванный с информационной панели в WEB-интерфейсе

На панели помимо настроек на параметры также может быть реализован вызов других панелей или схем (при нажатии на соответствующую кнопку).

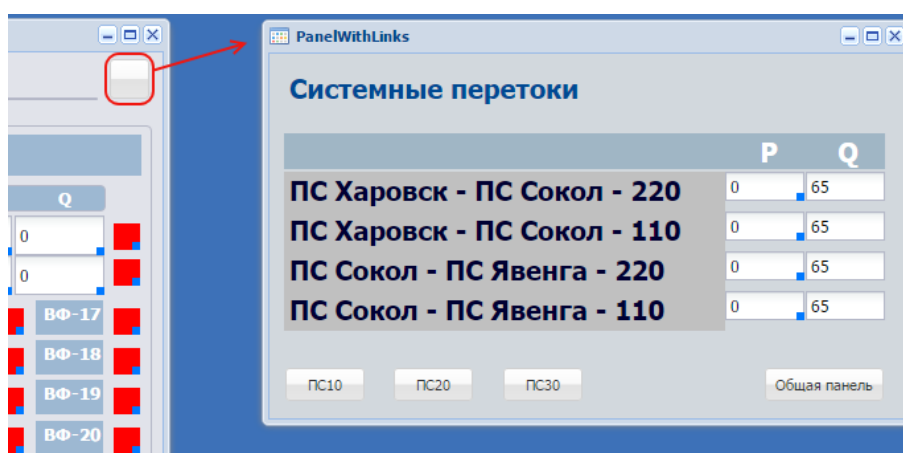


Рисунок 82 – Вызов информационной панели с информационной панели в WEB-интерфейсе

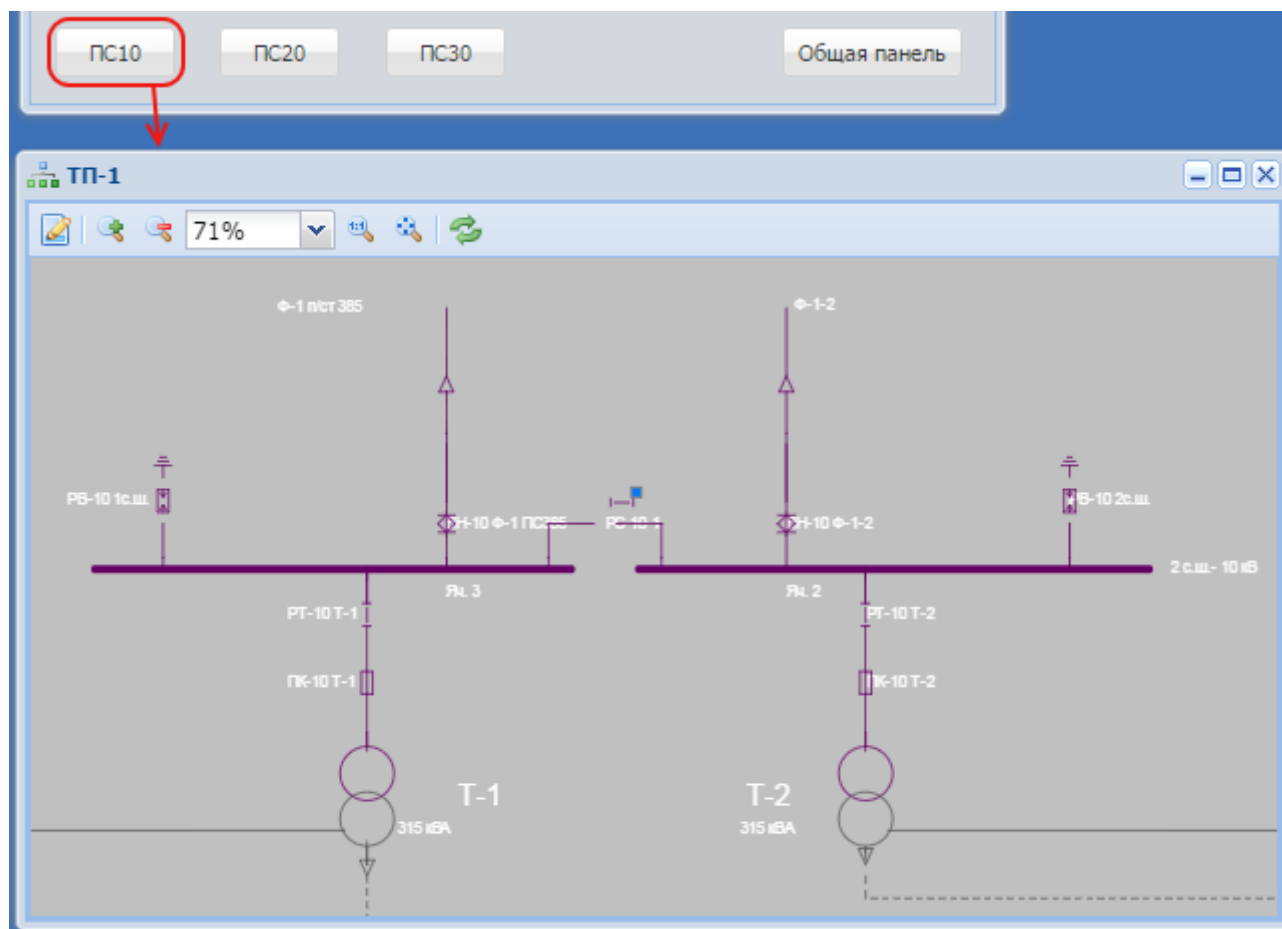


Рисунок 83 - Вызов схемы с информационной панели

6.20.2.4 Отчёты

6.20.2.4.1 Виды отчётов

В системе предусмотрены следующие отчёты:

Описание хостов. Содержит информацию о сетевых интерфейсах имеющихся хостов. Здесь указываются: наименование и номер хоста, домен, IP-адрес, маска сети и информация о сетевой карте.

Журнал состояния процессов. Содержит информацию обо всех процессах, происходящих в системе, и их состоянии. В журнале указываются дата, тип, и описание события (сигнал).

Журнал неисправностей измерителей. Содержит информацию о возникающих неисправностях измерителей при обмене данными с указанием даты события, вида неисправности, пользователя, устройства, в работе которого возникли проблемы, и статуса ошибки. Здесь же отображаются сообщения о восстановлении работоспособности устройств.

Отчёты для просмотра архивных значений. Предназначены для просмотра записанных значений параметров для соответствующих архивных профилей.

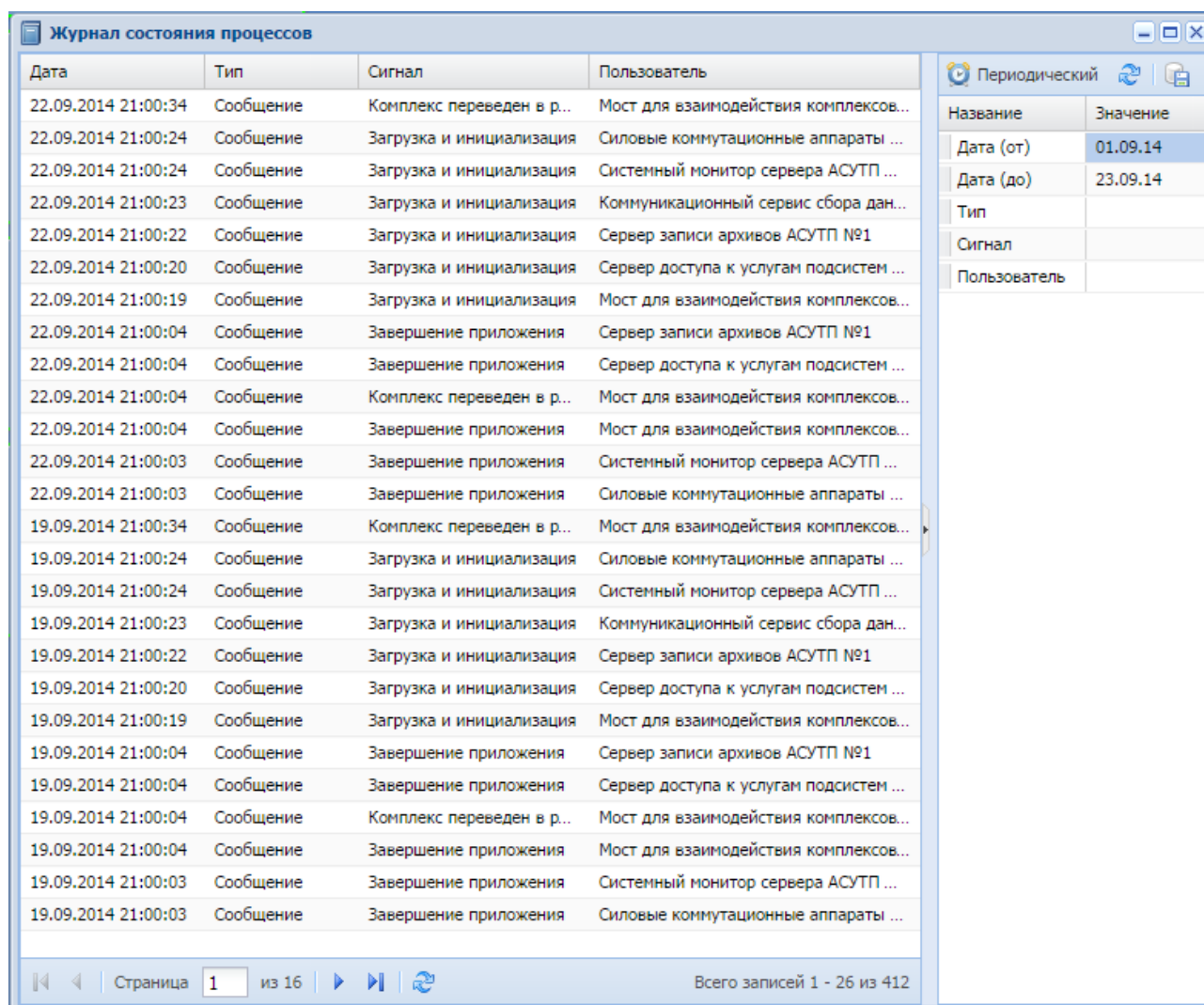
Отображается дата и время записи, название, идентификатор, значение и статус параметра.

Список измерителей подсистемы сбора и передачи. Содержит информацию обо всех измерителях, имеющихся в подсистеме сбора и передачи, с указанием идентификатора и имени порта, имени устройства, имени протокола, по которому оно работает, IP-адреса и IP-порта устройства и информации о состоянии порта.

6.20.2.4.2 Работа с отчётами

Чтобы приступить к работе с отчётами, необходимо нажать кнопку «РСДУ», выбрать пункт «Отчёты», затем выбрать нужный отчёт.

Диалоговое окно отчёта представляет собой интерфейс пользователя для просмотра данных журнальных таблиц.



Дата	Тип	Сигнал	Пользователь
22.09.2014 21:00:34	Сообщение	Комплекс переведен в р...	Мост для взаимодействия комплексов...
22.09.2014 21:00:24	Сообщение	Загрузка и инициализация	Силовые коммутационные аппараты ...
22.09.2014 21:00:24	Сообщение	Загрузка и инициализация	Системный монитор сервера АСУТП ...
22.09.2014 21:00:23	Сообщение	Загрузка и инициализация	Коммуникационный сервис сбора дан...
22.09.2014 21:00:22	Сообщение	Загрузка и инициализация	Сервер записи архивов АСУТП №1
22.09.2014 21:00:20	Сообщение	Загрузка и инициализация	Сервер доступа к услугам подсистем ...
22.09.2014 21:00:19	Сообщение	Загрузка и инициализация	Мост для взаимодействия комплексов...
22.09.2014 21:00:04	Сообщение	Завершение приложения	Сервер записи архивов АСУТП №1
22.09.2014 21:00:04	Сообщение	Завершение приложения	Сервер доступа к услугам подсистем ...
22.09.2014 21:00:04	Сообщение	Комплекс переведен в р...	Мост для взаимодействия комплексов...
22.09.2014 21:00:04	Сообщение	Завершение приложения	Мост для взаимодействия комплексов...
22.09.2014 21:00:03	Сообщение	Завершение приложения	Системный монитор сервера АСУТП ...
22.09.2014 21:00:03	Сообщение	Завершение приложения	Силовые коммутационные аппараты ...
19.09.2014 21:00:34	Сообщение	Комплекс переведен в р...	Мост для взаимодействия комплексов...
19.09.2014 21:00:24	Сообщение	Загрузка и инициализация	Силовые коммутационные аппараты ...
19.09.2014 21:00:24	Сообщение	Загрузка и инициализация	Системный монитор сервера АСУТП ...
19.09.2014 21:00:23	Сообщение	Загрузка и инициализация	Коммуникационный сервис сбора дан...
19.09.2014 21:00:22	Сообщение	Загрузка и инициализация	Сервер записи архивов АСУТП №1
19.09.2014 21:00:20	Сообщение	Загрузка и инициализация	Сервер доступа к услугам подсистем ...
19.09.2014 21:00:19	Сообщение	Загрузка и инициализация	Мост для взаимодействия комплексов...
19.09.2014 21:00:04	Сообщение	Завершение приложения	Сервер записи архивов АСУТП №1
19.09.2014 21:00:04	Сообщение	Завершение приложения	Сервер доступа к услугам подсистем ...
19.09.2014 21:00:04	Сообщение	Комплекс переведен в р...	Мост для взаимодействия комплексов...
19.09.2014 21:00:04	Сообщение	Завершение приложения	Мост для взаимодействия комплексов...
19.09.2014 21:00:03	Сообщение	Завершение приложения	Системный монитор сервера АСУТП ...
19.09.2014 21:00:03	Сообщение	Завершение приложения	Силовые коммутационные аппараты ...

Рисунок 84 – Отчет «Журнал состояния процессов»

В центральной части окна находится таблица с данными отчёта.

По нажатию на заголовке столбца таблицы осуществляется сортировка таблицы по указанному столбцу. Повторное нажатие меняет направление сортировки.

В нижней части таблицы расположена панель управления постраничной навигацией таблицы с информацией об общем количестве записей.

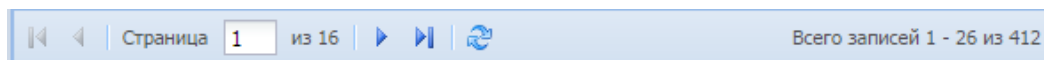


Рисунок 85 – Панель навигации в окне просмотра отчетов

В правой части окна располагается выдвижная панель, предоставляющая возможность изменять параметры формирования отчёта.

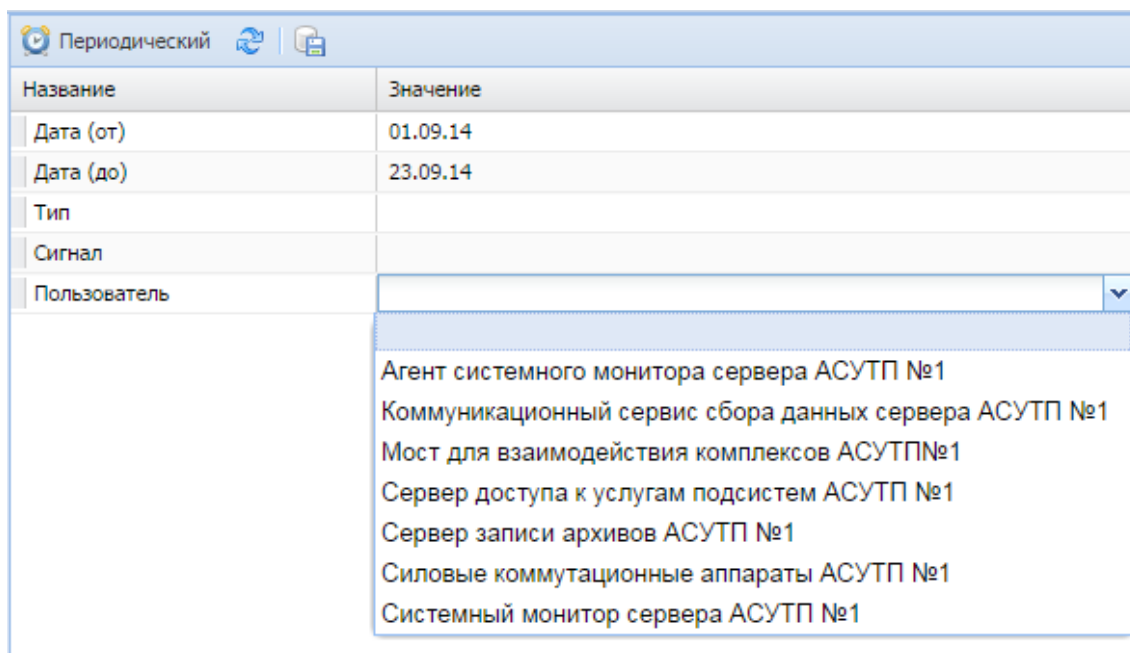





Рисунок 86 - Выдвижная панель для задания параметров формирования отчета

В верхней части панели окна расположены кнопки управления отчётами.

1. Кнопка  «Периодический» позволяет включать и отключать режим автоматического обновления отчёта. Период обновления отчёта составляет 5 секунд.
2. Кнопка  «Обновить» служит для принудительного обновления отчёта.
3. Кнопка  «Скачать архив» позволяет экспортировать выбранные данные отчёта в файл с расширением CSV. Данные сохраняются в кодировке UTF-8. Разделитель по умолчанию – точка с запятой. Чтобы открыть сохранённый файл в Microsoft Excel 2010, необходимо выполнить следующие действия:
 - А. Создать новую книгу в Excel, во вкладке «Данные» – «Получение внешних данных» выбрать опцию «Из Текста».

- В. В открывшемся диалоговом окне выбрать файл архива с расширением CSV и нажать кнопку «Импорт».
- С. В открывшемся мастере импорта выбрать формат данных «с разделителями», формат файла «Юникод (UTF-8)», нажать кнопку «Далее».
- Д. Выбрать символ-разделитель «точка с запятой», нажать кнопку «Готово».
- Е. В открывшемся диалоговом окне «Импорт данных» выбрать лист, на который следует поместить данные, например, «Новый лист», и нажать кнопку «ОК».

6.20.2.5 Системные сообщения и статусы WEB-сервера

Индикаторы системных сообщений и статусов WEB-сервера расположены в нижней правой части экрана приложения.

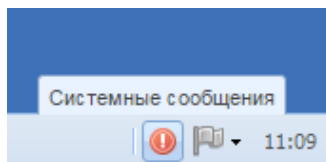





Рисунок 87 – Индикаторы системных сообщений и статусов WEB-сервера

На часах справа от индикаторов отображается время, взятое с сервера РСДУ.

6.20.2.5.1 Системные сообщения

Индикатор системных сообщений может отображаться в трех состояниях:

- ✓  неактивном, если системные сообщения отсутствуют;
- ✓  при появлении системных сообщений вид индикатора меняется с галочки на восклицательный знак и цвет становится зеленым;
- ✓  появление сообщения об ошибке приводит к изменению цвета индикатора на красный.

Текст системных сообщений WEB-сервера отображается во всплывающем окне в верхней части экрана.

При клике по индикатору открывается диалоговое окно со всеми сообщениями системы с момента загрузки WEB-клиента в окне браузера.

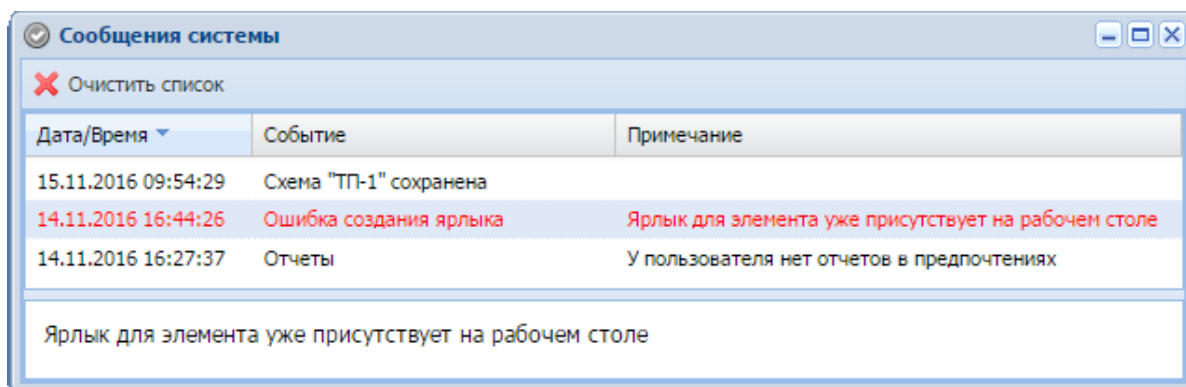



Рисунок 88 – Сообщения системы

Диалоговое окно сообщений системы состоит из 2-х частей:

1. В верхней части окна расположен список сообщений системы. В списке перечислены все сообщения системы с указанием даты и времени их возникновения. Критические сообщения³ имеют красный цвет шрифта. Сообщения, вызванные некорректным поведением пользователя, в том числе сообщения об отсутствии файлов ресурсов⁴, имеют чёрный цвет шрифта.
2. Нижняя часть диалогового окна содержит подробное описание сообщения. В этой части окна появляется подробная информация о выделенном в списке системном сообщении.

Для удаления просмотренных сообщений необходимо нажать на кнопку  «Очистить список» в левом верхнем углу диалогового окна, при этом все сообщения удалятся, а индикатор в правом нижнем углу окна браузера изменит свой цвет на серый (неактивный).

³ Сообщения об ошибках и предупреждениях серверной и клиентской частей.

⁴ Схемы, информационные панели и отчёты.

6.20.3 Администрирование

6.20.3.1 Лог-файлы

Пункт меню «Администрирование» позволяет просматривать лог-файлы синхронизации с сервером точного времени, WEB-сервера, системных сообщений и сообщений ядра ОС.

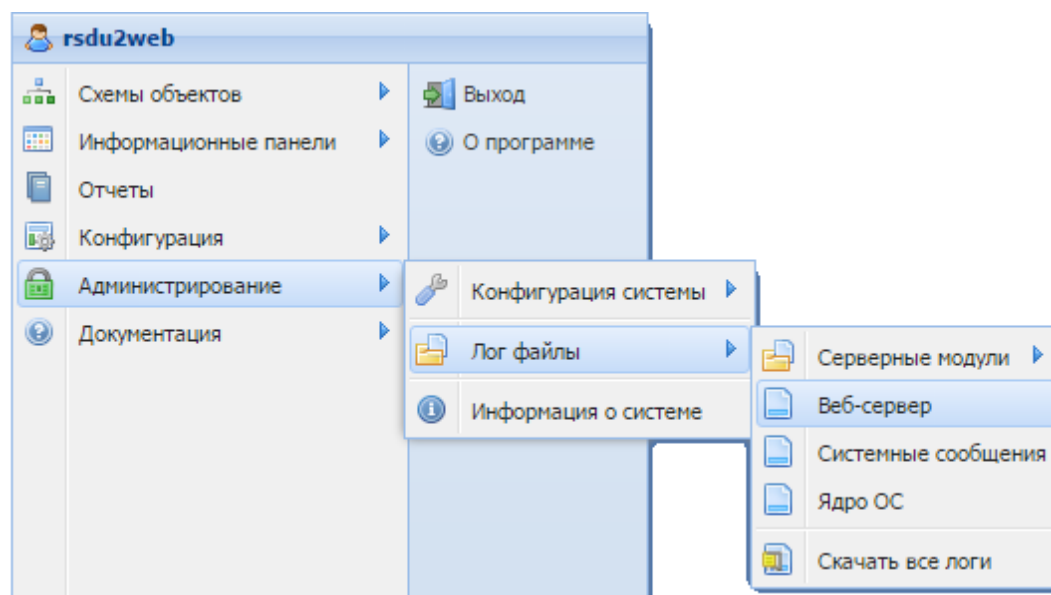


Рисунок 89 – Меню для открытия лог-файлов

При выборе одного из пунктов меню «Лог файлы» на жёсткий диск пользователя будет выгружен соответствующий лог-файл.

6.20.3.2 Информация о системе

Выбор пункта меню «Администрирование → Информация о системе» позволяет получить следующую информацию:

- ✓ имя хоста, IP-адреса сконфигурированных сетевых адаптеров, список DNS-серверов, адрес шлюза;
- ✓ версия дистрибутива и версия ядра ОС;
- ✓ список установленных пакетов с их версиями;
- ✓ текущая дата/время, часовой пояс;
- ✓ адрес сервера точного времени;
- ✓ полный объем оперативной памяти и объем свободной оперативной памяти;
- ✓ список дисковых устройств и точек монтирования; объемы дисков и свободное место на дисках;
- ✓ список запущенных процессов WEB-сервера с текущей загрузкой процессора/памяти.

6.20.4 Завершение работы

Для завершения работы с WEB-интерфейсом РСДУ необходимо нажать кнопку «РСДУ» и выбрать пункт «Выход».

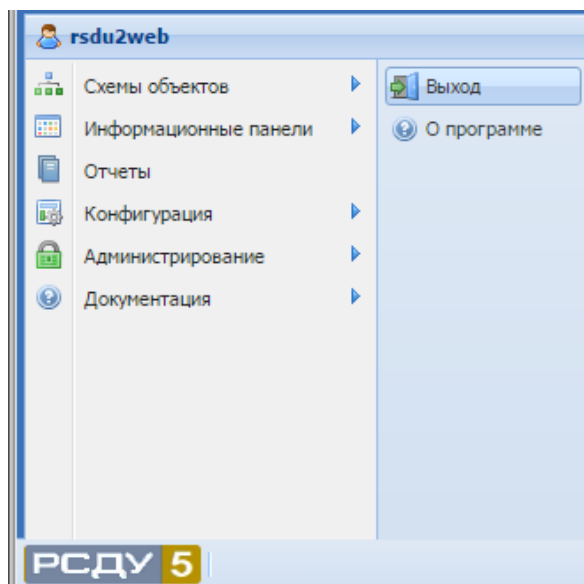


Рисунок 90 – Кнопка для завершения работы с WEB-интерфейсом

Появится запрос на подтверждение:

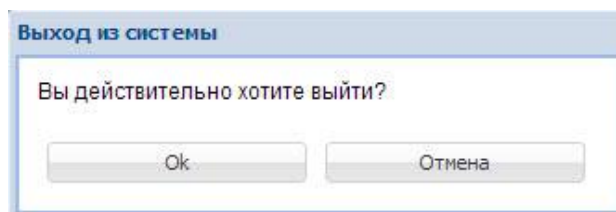


Рисунок 91 – Запрос на подтверждения выхода из WEB-интерфейса

После подтверждения выхода из программы страница обновится, и появится окно авторизации.

6.21 Подсистема управления средствами представления информации коллективного пользования

К средствам представления информации коллективного пользования относят видеостены либо дискретные и цифровые индикаторные приборы на мозаичных диспетчерских щитах.

Одним из наиболее распространенных средств представления информации коллективного пользования на диспетчерских пунктах (ДП) предприятий энергоснабжения является мозаичный диспетчерский щит (ДЩ) – мнемосхема мозаичного типа с заменяемым набором средств индикации. Современные системы

управления ДЩ выполняются обычно на базе контроллеров, подключенных к сети нижнего уровня.

Функциональная схема системы управления диспетчерским щитом представлена на следующем рисунке.

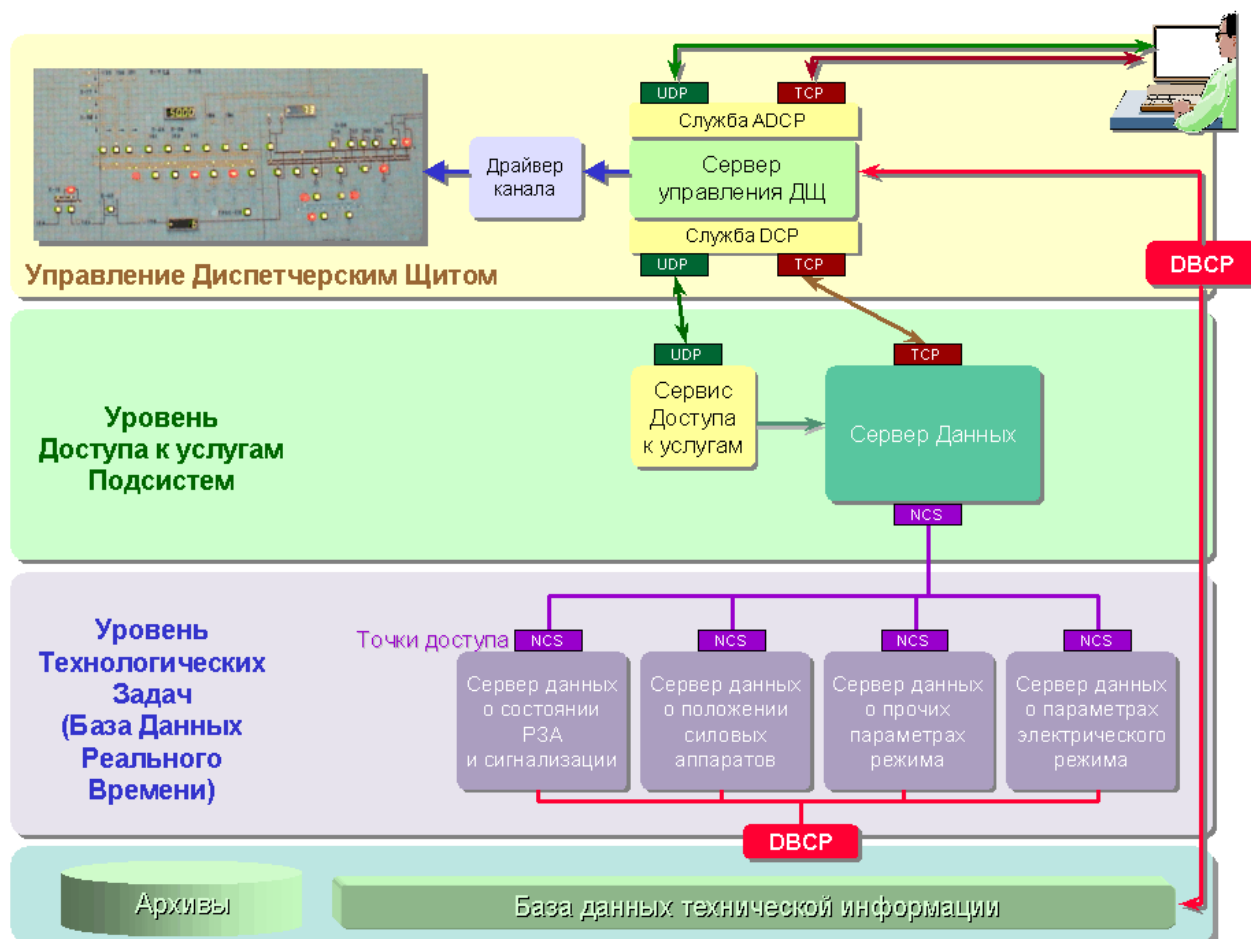


Рисунок 92 - Функциональная схема системы управления диспетчерским щитом

Информацию для отображения система получает от ОИК с использованием интерфейса DCP. Средства диспетчера по управлению щитом позволяют передавать сигнал «квитирование», изменять интенсивность и цвет свечения индикаторов, включать и отключать высвечивание сигналов состояния для выбранных логических групп.

Исходную информацию о конфигурации системы управления нижнего уровня и ее параметрах служба запрашивает из БД РСУ5. Также из БД служба получает информацию, необходимую для осуществления запросов данных из БДРВ и выдачи управляющих воздействий. Основной технологический цикл состоит из следующих операций:

- ✓ запрос данных из БДРВ (периодичность запросов может быть 1 секунда и более);
- ✓ выявление изменившихся значений с целью оптимизации времени обновления;
- ✓ анализ признаков состояния полученных данных и установка дополнительных параметров отображения (мигания цветом, изменение интенсивности, вид отображаемого знака и т.п.);
- ✓ рассылка команд обновления данных.

Параллельно производится также управление высвечиванием логических групп ТС, управление яркостью и цветом свечения индикаторов.

На фоне выполнения основных технологических функций операторам предоставляется возможность выборочного тестирования одного или нескольких элементов системы управления. Дежурному диспетчеру предоставлены возможности передачи сигнала квитирования, ручного управления высвечиванием (гашением) групп ТС, яркостью и цветом свечения элементов индикации.

В качестве аппаратных средств для вывода информации на диспетчерский щит применяются контроллеры Синком производства НТК «Интерфейс», либо контроллеры других производителей, поддерживающие управление индикаторами по одному из стандартных протоколов обмена данными.

Другим распространённым средством представления информации коллективного пользования являются видеостены – системы устройств представления информации (проекционные видеокубы, плазменные или ЖК-панели), которые объединены между собой и формируют единый экран большого разрешения.

В качестве видеостены применяются видеокубы производства BARCO, Planar или большеэкранные панели.

Возможно применение комбинированного решения, когда для вывода статической информации для диспетчера применен мозаичный щит, а для вывода изменяющихся оперативных данных в дополнение к нему устанавливаются информационные панели.

Примеры построения диспетчерских пунктов приведены на следующих рисунках.

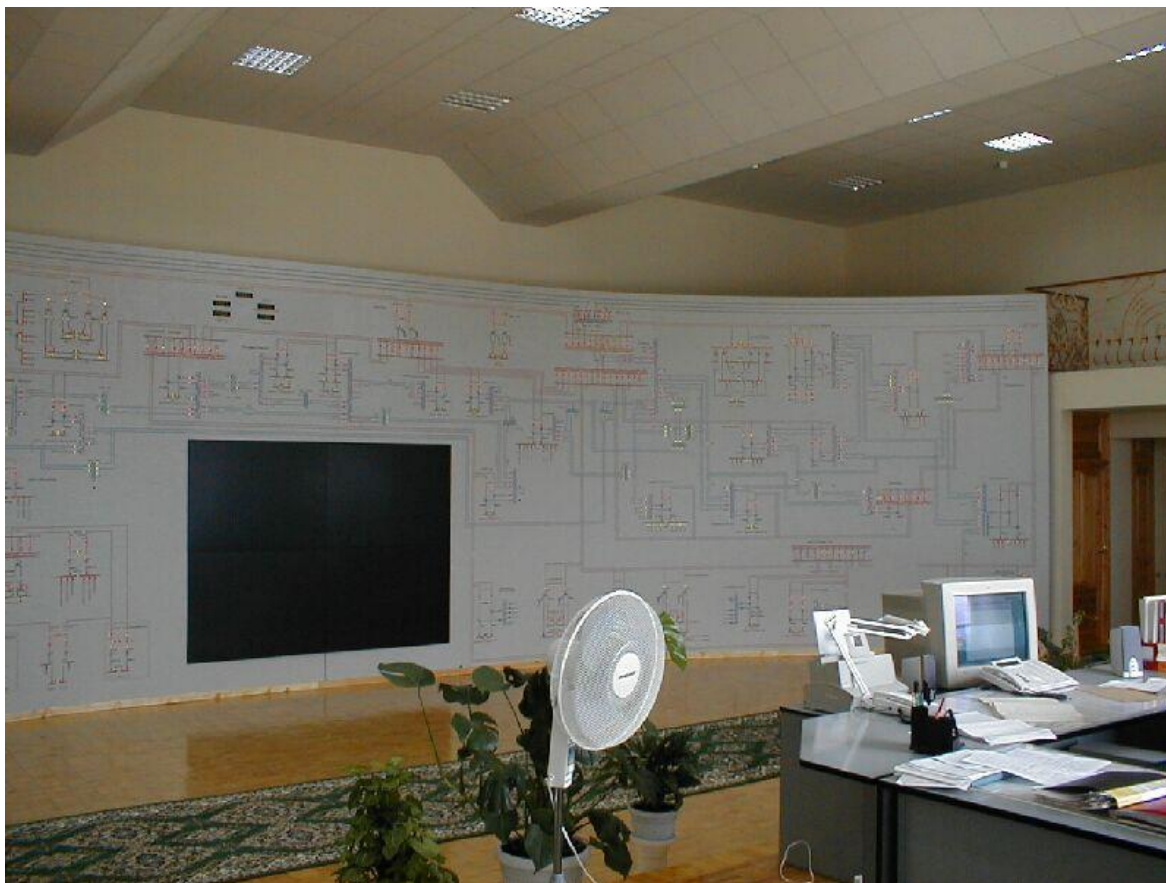


Рисунок 95 - Комбинированное решение

6.22 Подсистема автоматического регулирования частоты и перетоков активной мощности в энергосистеме

Подсистема автоматического регулирования частоты и перетоков активной мощности в энергосистеме позволяет осуществлять управление объектами, закон регулирования которых описывается пропорционально-интегральным (ПИ) и пропорционально-интегрально-дифференциальным (ПИД) алгоритмами.

Подсистема обладает следующими функциональными возможностями:

- ✓ Задание любых характеристик алгоритма – вид цикла, коэффициенты передачи, постоянные времени, времена упреждения/запаздывания, линейность цикла и другие. Дополнительно введены изменяемые зоны нечувствительности и ускорения. Зона нечувствительности – диапазон изменения входного сигнала, при котором выходной сигнал регулирования не изменяется. Зона ускорения – диапазон изменения входной величины, при выходе за который коэффициент передачи интегральной составляющей увеличивается в 10 раз.
- ✓ Формирование входного сигнала регулятора из нескольких величин с использованием математических операций (можно также использовать

интегральные законы). Возможно задание диапазона изменения входной величины. Допустимо задание нескольких источников для одной и той же входной величины, что позволяет повысить надежность функционирования.

- ✓ Большое количество настраиваемых пользователем режимов регулирования (до 255). Все режимы заводятся администратором. Оператор может изменять оперативно некоторые характеристики режима – постоянные времени, коэффициент передачи, уставку, ширину зон нечувствительности, ограничения, уставки автоматической инициализации.
- ✓ Автоматическое переключение между режимами регулирования по наступлению события. Каждому режиму может быть присвоен уникальный приоритет и настроены уставки, при выходе за которые будет произведен автоматический переход на этот режим, если предыдущий режим имел более низкий приоритет.
- ✓ Ручное переключение между режимами регулирования. Возможно также переключение, осуществляемое внешней программой по протоколу ADCP.
- ✓ Регистрация переходных и аварийных процессов. Настраиваются состав архива, его глубина и скважность записи. Запись происходит по заданным событиям – превышение входной величиной заданного диапазона, превышение предела входной величины по производной.
- ✓ Открытый протокол доступа. Для доступа к данным и управлению многорежимного регулятора используются протоколы DCP, ADCP.
- ✓ Возможность использования как законченного компонента сложных систем управления.

На следующем рисунке приведена структурная схема одного экземпляра регулятора в составе подсистемы.

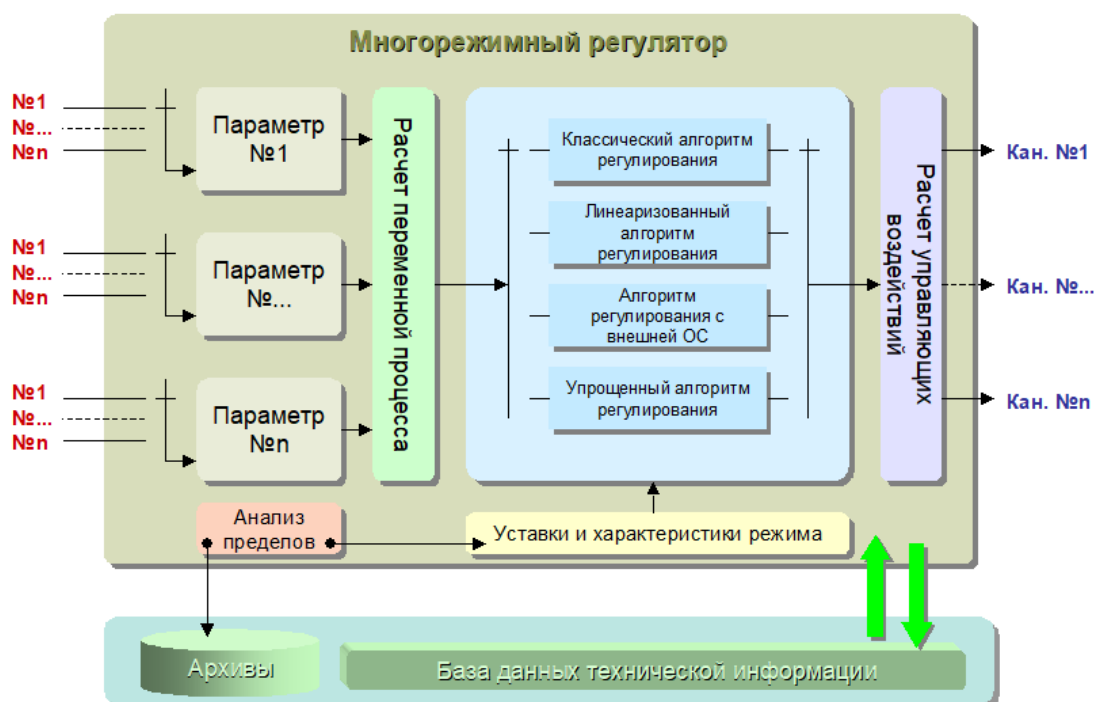


Рисунок 96 – Структурная схема экземпляра регулятора

При инициализации сервер запрашивает всю необходимую для работы информацию из БД технической информации. За время одного технологического цикла сервер производит следующие операции:

- ✓ подготовка внутреннего архива к приему информации;
- ✓ параллельный запрос и прием данных от всех источников;
- ✓ расчет значения переменной процесса;
- ✓ расчет величины регулирования;
- ✓ параллельная рассылка величины регулирования каналам управления;
- ✓ сравнение значений входных параметров с пределами;
- ✓ при выходе любого значения за пределы производится либо изменение режима работы регулятора, либо запись всех значений входных и выходных переменных в архив на заданном интервале времени, либо и то и другое одновременно.

Пример экранной формы для оперативного управления работой регулятора приведен на рисунке.

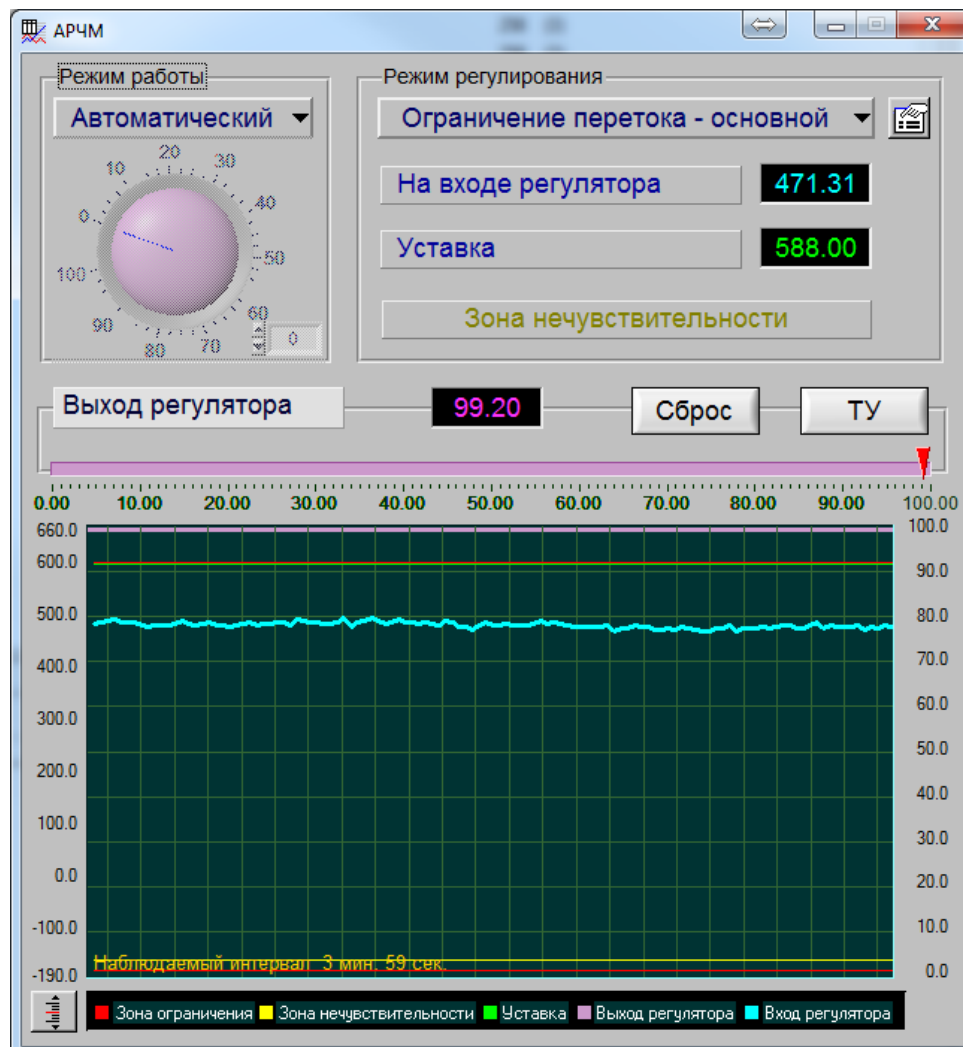


Рисунок 97 - Пример экранной формы для оперативного управления работой регулятора

6.23 Подсистема контроля технического состояния силового оборудования в режиме мониторинга

Подсистема контроля технического состояния силового оборудования в режиме мониторинга предназначена для отдельных единиц оборудования в виде силовых и измерительных трансформаторов, выключателей, разъединителей и кабельных линий.

Назначением подсистемы является предупреждение опасности процессов развития дефектов в силовом оборудовании и, соответственно, повышение его эксплуатационной надежности.

Применение системы контроля технического состояния оборудования в режиме мониторинга с высокоразвитой информационно-вычислительной базой позволяет добиться следующего эффекта:

- ✓ исключение аварийных ситуаций;
- ✓ получение значений диагностических параметров, описывающих реальное техническое состояние оборудования;
- ✓ продление срока службы оборудования в результате своевременного выявления дефектов и их устранения;
- ✓ оптимизация режимов эксплуатации оборудования в соответствии с техническим состоянием;
- ✓ изменение структуры и уменьшение объема ремонтных работ; снижение расходов на проведение ремонтов контролируемого оборудования;
- ✓ уменьшение затрат на страхование оборудования;
- ✓ сокращение инвестиционных затрат на необоснованное обновление контролируемого оборудования.

Система контроля технического состояния оборудования предназначена в первую очередь для основного силового высоковольтного оборудования, наиболее предрасположенного к образованию дефектов и их развитию до создания аварийной ситуации. К числу такого оборудования на подстанциях 110 кВ распределительных сетей и предприятий относятся силовые трансформаторы и кабельные линии. Другие виды оборудования (измерительные трансформаторы тока и напряжения, конденсаторы связи и масляные выключатели) имеют более высокий уровень эксплуатационной надежности.

Система контроля технического состояния силового оборудования основывается на методах неразрушающих испытаний в режиме мониторинга под рабочим напряжением (режим «on-line»).

Система контроля технического состояния силового оборудования обеспечивает:

- ✓ контроль технического состояния оборудования;
- ✓ определение вида и степени опасности дефекта;
- ✓ оценка остаточного ресурса с использованием параметров стойкости к отказу.

Основными диагностическими параметрами контроля кабельных линий являются:

- ✓ характеристики частичных разрядов (ЧР);
- ✓ амплитудное значение и форма тока;
- ✓ амплитудное значение и форма напряжения;
- ✓ температура жилы по длине кабельной линии.

Кажущийся заряд ЧР используется в качестве диагностического параметра дефекта и выявления динамики его развития. Метод измерения – электрический. Применяются специализированные схемы с устройствами присоединения (датчиками), имеющими измерительные элементы в виде импульсных трансформаторов. Измерение тока предусматривает определение значения перегрузки кабельной линии по току и время ее действия. Измеряемый сигнал выводится с трансформатора тока. Измерение напряжения позволяет определить значение перенапряжения на кабельной линии и сопоставлять время его возникновения с характеристикой ЧР. Измерение напряжения производится по сигналу с измерительного трансформатора напряжения и устройства осциллографического измерения перенапряжения. Измерение температуры жилы дает возможность определять термическую стойкость кабельной линии.

Система контроля состояния трансформаторов основывается на методах неразрушающих испытаний в режиме мониторинга диагностических параметров под рабочим напряжением («on-line»). Объектами испытаний являются силовые трансформаторы, установленные на подстанциях распределительных сетей. Наименее надежными узлами в трансформаторах 110 кВ являются вводы и устройства РПН.

Для силовых трансформаторов применяются следующие основные диагностические параметры:

- ✓ значение напряжения каждой фазы ($kV_{д}$), и его форма;
- ✓ значение тока в каждой фазе (A), и его форма;
- ✓ температура верхних слоёв масла в баке;
- ✓ содержание влаги в масле бака;
- ✓ уровень масла в баке;
- ✓ температура нижних слоёв масла;
- ✓ количество пусков электродвигателей маслонасосов и вентиляторов;
- ✓ значения моточасов вентиляторов (по группам);
- ✓ значения моточасов маслонасосов;
- ✓ количество переключений РПН;
- ✓ уровень масла в баке РПН;
- ✓ температура верхнего слоя масла в РПН;
- ✓ кажущийся заряд частичных разрядов;
- ✓ давление масла в маслонаполненных вводах (если это предусмотрено конструкцией вводов);
- ✓ температура окружающей среды (воздуха);

- ✓ сигналы струйного реле и реле Бухгольца.

Большая группа контролируемых параметров определяется с использованием информации в цепях РЗА. Среди параметров, определяемых измерительными средствами системы, находится влажность масла, заряд ЧР и давление масла во вводах.

Функциональная схема системы контроля состояния силового оборудования на примере одного трансформатора и одной кабельной линии приведена на следующем рисунке.

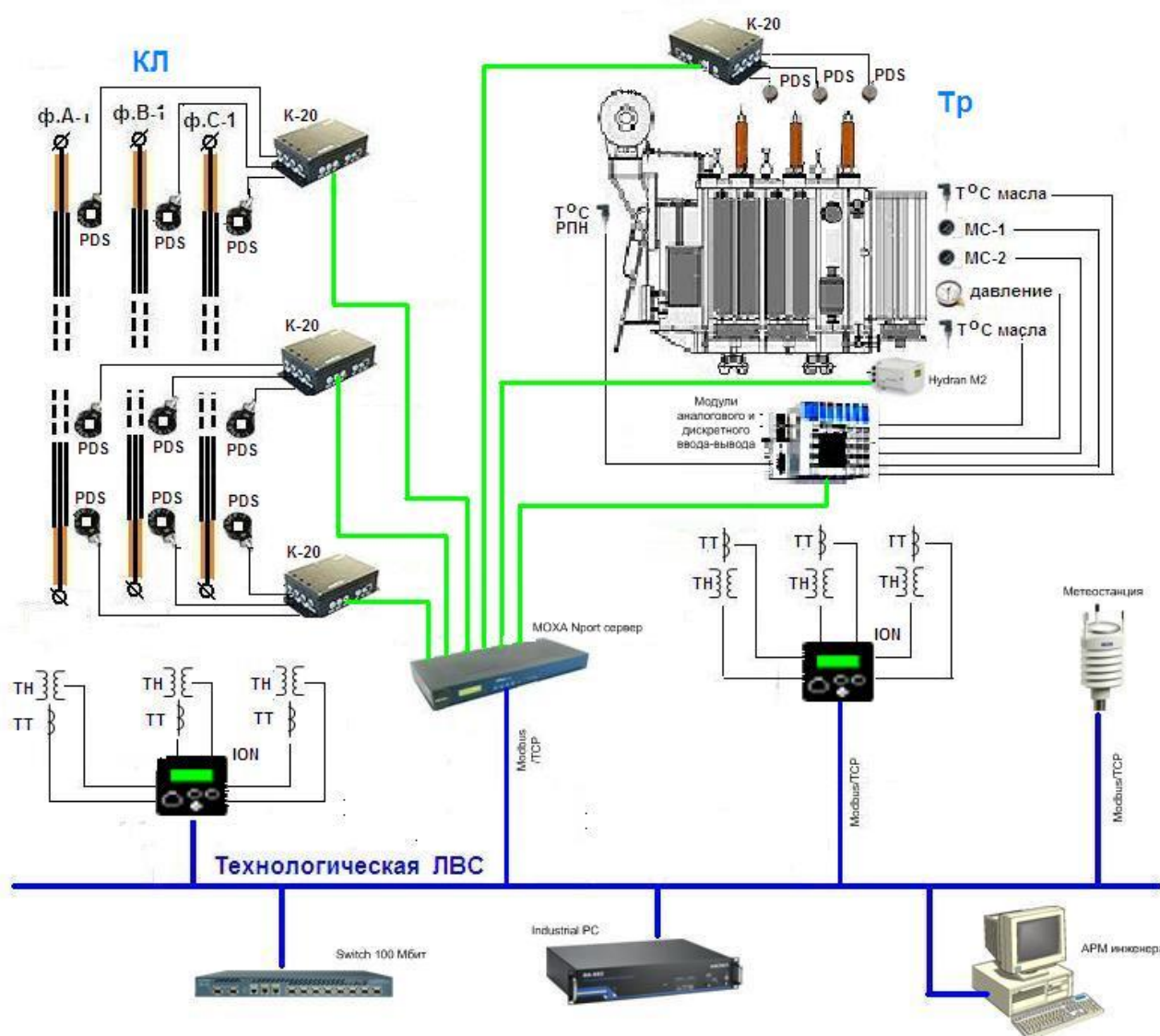


Рисунок 98 – Пример функциональной схемы системы контроля состояния силового оборудования

Система контроля состоит из трех функциональных составных частей:

- ✓ средства контроля состояния кабельной линии;

- ✓ средства контроля состояния силового трансформатора;
- ✓ средства обработки данных и представления результатов контроля пользователю (верхний уровень).

Единой средой, объединяющей все составные части, является технологическая локально-вычислительная сеть (ЛВС). В эту сеть включены измерители диагностируемых параметров, контроллеры оборудования, технологический сервер системы, а также рабочие места пользователей. Общее количество рабочих мест в системе не ограничивается. Информация о результатах контроля состояния, а также все диагностируемые параметры передаются во внешнюю АСУТП подстанции по одному из стандартных протоколов обмена данными: МЭК-60870-5-104, Modbus. Поддерживается обмен документами в формате XML.

Следует отметить, что при оснащении средствами контроля состояния дополнительного оборудования на подстанции, установка программно-аппаратных средств верхнего уровня не потребуется. Так, при оснащении средствами контроля еще нескольких кабельных линий или трансформаторов, потребуется установка датчиков, измерителей ЧР и контроллеров только на самом оборудовании и включение их в технологическую ЛВС системы. Дальнейшее включение их в работу будет производиться путем дополнительного конфигурирования программного обеспечения верхнего уровня системы.

В подсистеме контроля технического состояния силового оборудования в режиме мониторинга применяются запатентованные методики.

Примеры экранных форм для отображения диагностической информации приведены на следующих рисунках.

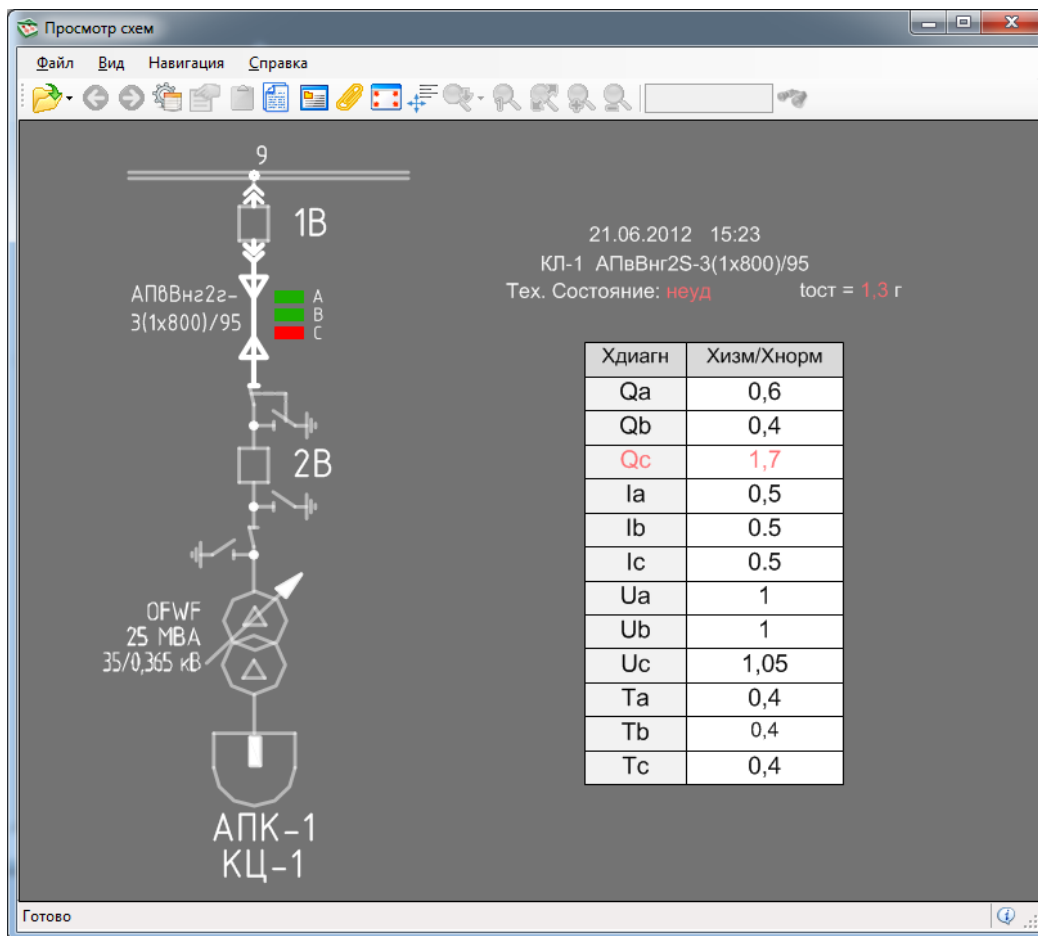


Рисунок 99 - Отображение результатов диагностики на схеме

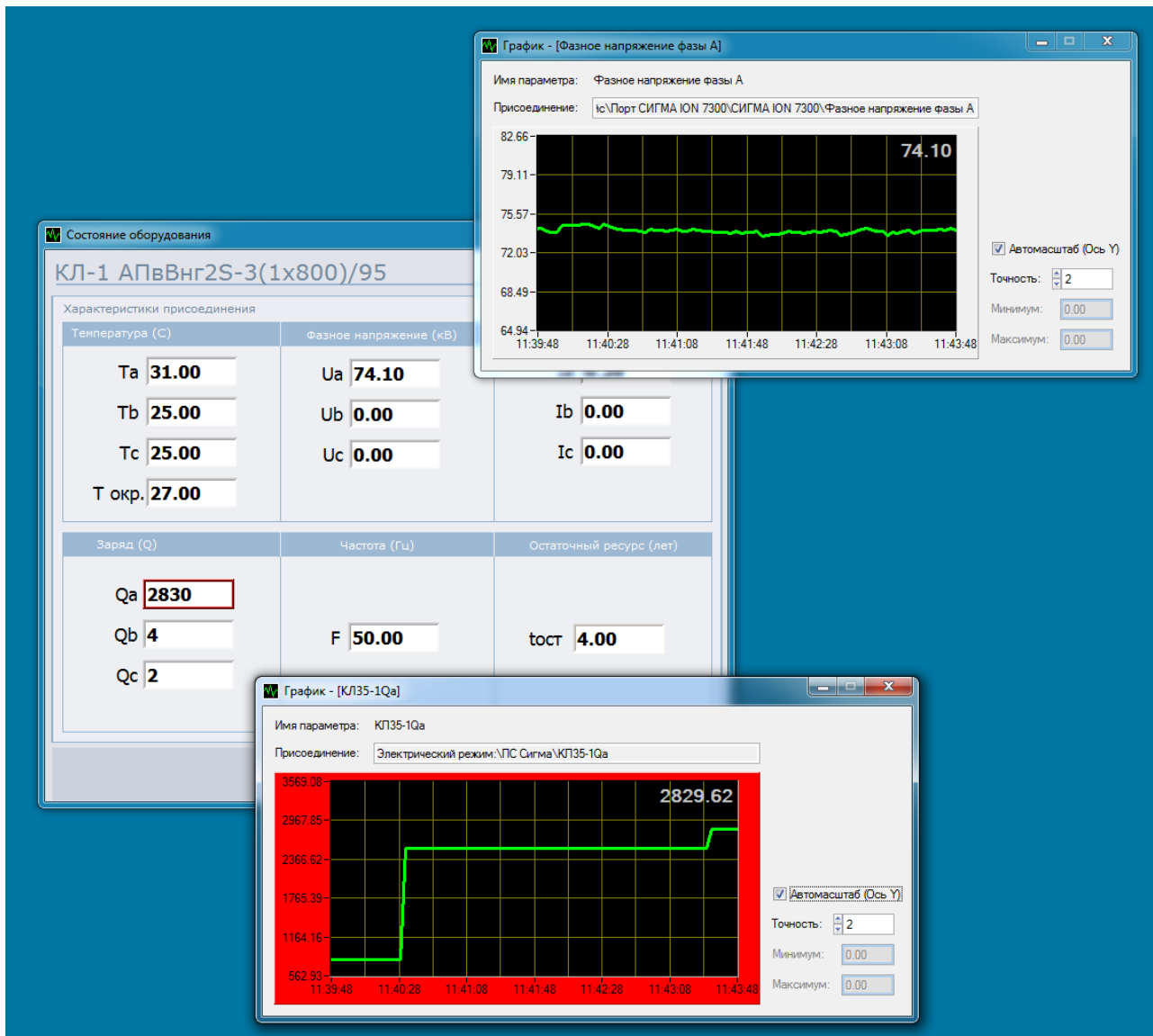


Рисунок 100 - Отображение результатов диагностики на информационных панелях

7 Особенности системы

Комплекс РСДУ5 обладает несколькими свойствами, которые определяют её особенность.

Модульность структуры используемых аппаратных и программных средств обеспечивает возможность конфигурировать систему на базе технологии РСДУ5 из оборудования и ПО разных производителей.

Возможность организации контроля и управления распределением различных энергоресурсов (электроэнергии, тепла, воды, пара, газа и т.п.) предприятия из одного диспетчерского центра с использованием одной базовой системы.

Гибкость в отношении архитектуры и структуры аппаратного и программного обеспечения позволяет создавать иерархические одно- и многоуровневые системы управления.

Мобильность аппаратных и программных средств позволяет производить быстрый перенос и перенастройку системы при перемещении диспетчерского центра.

Масштабируемость дает возможность, установив начальную минимальную конфигурацию системы, в дальнейшем расширять и усложнять ее. Может быть построена система с различным уровнем функциональности, составом подсистем и аппаратных средств: для функционирования на подстанции, в генерирующей компании, в РЭС, филиале или в ЦУС распределительной компании;

Надежность системы, которая обеспечивается за счет следующих факторов:

- ✓ базовое ПО выверено в течение многолетнего применения в различных условиях;
- ✓ наличие резервирования основных компонентов системы;
- ✓ непрерывная самодиагностика состояния оборудования системы и устройств связи.

8 Развитие РСДУ5

Принципы и архитектура построения комплекса РСДУ5 позволяют организовать поэтапное внедрение и развитие комплекса, оптимизируя необходимые инвестиции и получая максимальный эффект на каждом этапе.

Базовый вариант поставки комплекса РСДУ5 обеспечивает выполнение следующих функций:

- ✓ сбор и первичная обработка информации телеконтроля о параметрах режима энергоснабжения – электроэнергия, тепловая энергия, водоснабжение и другие виды энергоресурсов;
- ✓ контроль за состоянием объектов управления и параметрами режима, формирование предупреждающих и аварийных сигналов и сообщений, управление событиями и аварийными сигналами;
- ✓ дополнительная обработка информации, расчеты, формирование ретроспективных отчетов и сохранение их в базе данных (включая информацию об энергопотреблении);
- ✓ формирование и передача команд телеуправления устройствам с предварительной проверкой возможности операций;
- ✓ автоматическая самодиагностика состояния оборудования системы управления, устройств связи и устройств управляющей системы;
- ✓ автоматизация ведения оперативной диспетчерской документации установленной формы;
- ✓ обеспечение обмена информацией с другими программными пакетами, БД и АСУ на данном или других уровнях управления;
- ✓ системное обслуживание и администрирование системы;
- ✓ графический интерфейс пользователей для взаимодействия с системой управления и с объектом управления, построенный по стандартам Windows, WWW;
- ✓ формирование запросов к БД и составление отчетов с сортировкой и статической обработкой данных, возможностью их просмотра и передачи в MS Word, Excel и другие средства документирования;
- ✓ циклическая синхронизация системного времени.

Дополнительно поставляемые модули обеспечивают выполнение следующих функций:

- ✓ выполнение сетевых расчетов в оперативном режиме, включая расчет токораспределения, напряжений, потерь мощности и падения напряжения,

- токов короткого замыкания (КЗ) и отображение их результатов на различных графических образах сети;
- ✓ имитационное моделирование коммутаций в сети и контроль за изменением топологии и параметров режима электрической сети (ток, напряжение) в качестве фонового процесса;
 - ✓ автоматическое регулирование параметров энергоснабжения (напряжения, мощности, давления, расхода и т.п.);
 - ✓ планирование и тестирование переключений в сети в аварийных ситуациях и нормальном режиме с проверкой уровня напряжений, ограничений элементов сети по нагреву и работы защит, используя режим моделирования;
 - ✓ автоматизированная подготовка предусмотренного комплекта унифицированных по форме документов (заявок, разрешений, приказов, уведомлений и т.п.), связанных с выполнением работ на электроустановках;
 - ✓ локализация устойчивых повреждений (КЗ) в сети, определение вероятных мест КЗ и отображение их на схеме электрической сети на основе измерений и расчетных данных;
 - ✓ автоматизация составления отчетов об аварийных и плановых отключениях в сети энергоснабжения;
 - ✓ ведение статистики повреждений и отключений оборудования по участкам, подстанциям, фидерам, узлам распределения и т.п.;
 - ✓ поддержка широкого спектра коммуникационных протоколов позволяет выполнять требования по информационному обмену, проводить интеграцию различных устройств и АСУ ТП, используемых на станции;
 - ✓ информационное моделирование, кроме других преимуществ, позволяет выполнять перспективные требования по информационному обмену, в том числе с использованием международных стандартов IEC 61970, 61968.

9 Обучение и сервисная поддержка

ООО «ЭМА» обеспечивает гарантийное обслуживание системы до 36 месяцев с момента ввода системы в эксплуатацию.

Гарантийные обязательства не включают в себя исправление неисправностей, возникших в случае нарушения режимов эксплуатации оборудования и/или внесения изменений в конфигурацию ПТК.

Стандартная гарантийная поддержка системы производится в течение 12 месяцев с момента ввода системы в эксплуатацию. По окончании этого срока сервисное обслуживание производится в рамках отдельно заключаемых договоров.

Сервисная поддержка оказывается для персонала Заказчика ежедневно в рабочие дни с 9-00 до 18-00 по местному времени.

В рамках сервисной поддержки проводятся следующие мероприятия:

- ✓ консультации по сопровождению и работе с Системой;
- ✓ консультации по ремонту аппаратных средств Системы;
- ✓ консультации по интеграции с другими системами со стороны комплекса РСДУ5;
- ✓ консультации по наполнению информационной модели;
- ✓ консультации по вопросам текущей эксплуатации комплекса;
- ✓ консультации по развитию Системы Заказчиком;
- ✓ консультации и методическая помощь при возникновении аварийных ситуаций;
- ✓ обновление ПО до текущей версии ПО РСДУ5.

При обновлении программного обеспечения проводится обучение Заказчика работе с измененными приложениями.