



Утверждаю

Директор  
ООО «Сигма-софт  
Автоматизация»

\_\_\_\_\_ М.И. Мальцев

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 г.

## Программный комплекс «С-Платформа» (S-Platform)

Описание программы

RU.82469608.0001-01 13

### Функциональные характеристики

Версия 1.6

Руководитель разработки  
Начальник департамента

\_\_\_\_\_ И.О. Урухин

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 г.

Ответственный исполнитель  
Ведущий инженер-программист

\_\_\_\_\_ А.В. Тумаков

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 г.



**С-Платформа**

Утвержден  
RU.82469608.0001-01 13

**Программный комплекс «С-Платформа» (S-Platform)**

Описание программы

RU.82469608.0001-01 13

**Функциональные характеристики**

Версия 1.6

Листов 52

## Аннотация

Программный комплекс «С-Платформа» (далее – ПК), является развитием программных платформ КОТМИ-2010 и КОТМИ-14.

В качестве ядра ПК использована платформа КОТМИ-14. Переработанное ядро вместе с новыми разработанными функциональными модулями и специфическими технологическими задачами составляют ПК «С-Платформа» (далее – ПК).

При разработке ПК использовался опыт промышленной эксплуатации программных платформ КОТМИ-2010 и КОТМИ-14 на более чем 700 объектах электроэнергетики.

При реализации проекта учтены мировые тенденции развития систем такого класса и опыт лучших отечественных разработок.

ПК строится на новейших средствах и технологиях разработки программного обеспечения для снижения затрат на последующих этапах эксплуатации и развития.

Гибкость и открытость ПК обеспечивается применением международных стандартов.

Пользователями ПК являются:

- Оперативный диспетчерский персонал
- Иной дежурный персонал (дежурные по связи, по зданию и т.д.)
- Руководство предприятия
- Специалисты технологических служб
- Комплексы смежных уровней диспетчерского управления
- Внешние пользователи (с ограничением доступа к функциям)

## Содержание

<b>1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПК</b> .....	6
1.1. НАЗНАЧЕНИЕ .....	6
1.2. СОСТАВ ПРЕДЛАГАЕМЫХ РЕШЕНИЙ/ПОДСИСТЕМ .....	6
<b>2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА</b> .....	9
2.1. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОС И СУБД.....	9
2.2. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ.....	10
2.3. ПОДДЕРЖКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕЗЕРВНЫХ СЕРВЕРОВ .....	11
2.4. ПОДДЕРЖКА СИСТЕМЫ ЕДИНОГО ВРЕМЕНИ ВСЕХ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ.....	12
2.5. «ТОНКИЙ» КЛИЕНТ ДЛЯ КОРПОРАТИВНЫХ И УДАЛЕННЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ.....	12
2.6. ПОДДЕРЖКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ БЕЗ ОСТАНОВКИ СИСТЕМЫ .....	13
2.7. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И МАСШТАБИРУЕМОСТЬ ПРЕДЛАГАЕМЫХ РЕШЕНИЙ.....	13
<b>3. АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ КОМПЛЕКСА</b> .....	14
3.1. ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ .....	14
3.2. СЕРВЕР ВВОДА-ВЫВОДА .....	14
3.3. КОМПЛЕКС И ГРУППЫ СЕРВЕРОВ ПРИЛОЖЕНИЙ.....	15
3.4. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ КОМПЛЕКСАМИ ПК.....	15
<b>4. ОПИСАНИЕ ОБЩИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПК</b> .....	16
4.1. ВЕДЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СЕТИ И КОНФИГУРИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ В ЦЕЛОМ ....	16
4.2. ЯДРО РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ .....	18
4.3. ПРИЕМ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ .....	18
4.4. ВОЗМОЖНОСТИ ПО ХРАНЕНИЮ ДАННЫХ.....	21
4.5. ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ.....	21
4.6. МОНИТОРИНГ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ .....	24
4.7. СВЕДЕНИЯ О ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОМ ИНТЕРФЕЙСЕ ПК.....	24
<b>5. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПК В ЧАСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ (ТУ)</b> ....	33
5.1. РЕАЛИЗОВАННЫЕ БЛОКИРОВКИ .....	33
5.2. РЕАЛИЗОВАННЫЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ БЛОКИРОВКИ .....	34
5.3. ГРАФИКИ ВРЕМЕННЫХ ОТКЛЮЧЕНИЙ (ГВО).....	34
<b>6. СИСТЕМА АНАЛИЗА РЕЖИМОВ СЕТИ (САРС) – EMS/DMS</b> .....	36
6.1. РЕЖИМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	36
6.2. ФУНКЦИОНАЛ САРС В РЕЖИМЕ ONLINE .....	37
6.3. ФУНКЦИОНАЛ САРС В РЕЖИМЕ OFFLINE.....	37
6.4. ОБЩИЕ ФУНКЦИИ САРС .....	38
6.5. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ФУНКЦИИ САРС.....	38
<b>7. УПРАВЛЕНИЕ ОТКЛЮЧЕНИЯМИ – OMS</b> .....	43
<b>8. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПК</b> .....	45

8.1.	МОНИТОРИНГ УЧАСТИЯ ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОПРЧ .....	45
8.2.	МОДУЛЬ ССНТИ.КЛИЕНТ.....	46
9.	<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПК .....</b>	<b>48</b>
10.	<b>ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОПЫТЕ ПОСТРОЕНИЯ АНАЛОГИЧНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>48</b>
11.	<b>ИНФОРМАЦИЯ О ЛОКАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА.....</b>	<b>48</b>
12.	<b>СИСТЕМА ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ.....</b>	<b>48</b>
13.	<b>КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПК «С-ПЛАТФОРМА».....</b>	<b>49</b>
14.	<b>ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ. ....</b>	<b>52</b>

## 1. Общая характеристика ПК

### 1.1. Назначение

ПК «С-Платформа» (далее - ПК) предназначен для создания диспетчерских информационно-управляющих систем реального времени. Основой ПК является единая база оборудования с топологическими связями, измерений и база потребителей. ПК осуществляет сбор информации из разных источников, по различным протоколам, реализацию функции телеуправления, обработку принятых данных, их архивирование и представление пользователю информации на средствах отображения индивидуального и коллективного пользования. Также комплекс обеспечивает решение ряда расчетно-аналитических задач как в режиме online, так и offline. Состав задач определяется потребностями центра управления и может меняться в процессе эксплуатации.

Дополнительным назначением ПК является предоставление необходимых функций интегрирующей программной платформы для объединения (интеграции) ряда специализированных прикладных программных комплексов различных разработчиков в единую технологическую систему.

Комплекс может использоваться в качестве основы для построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и систем сбора и передачи информации (ССПИ) подстанций, систем оперативного технологического контроля и управления в ситуационных центрах, центрах обработки данных и центрах управления в энергетике для генерирующих, сетевых компаний и операторов электроэнергетической системы.

ПК позволяет создавать как автономные локальные системы управления, так и централизованные системы, автоматизирующие работу сразу нескольких связанных центров управления, с обеспечением единого информационного пространства и резервирования.

### 1.2. Состав предлагаемых решений/подсистем

Функционально ПК делится на четыре компонента — сервер приложений, сервер ввода-вывода, автоматизированные рабочие места (АРМ) персонала, система анализа режимов сети (рисунок 1).

- Сервер приложений выполняет основные функции, необходимые как для работы комплекса в целом (обслуживание клиентских подключений, доступ к базам данных и объектам комплекса, генерация и обработка событий, резервирование данных, расчеты, топологический процессор). Состав модулей:
  - Поддержка работы с SQL-базами данных с помощью механизмов ADO, ODBC и нативных.
  - База in-memory.
  - Прием и обработка данных.
  - База реального времени.
  - Архивирование данных.
  - Генерация, обработка, рассылка и архивирование событий.
  - Управление серверными программами.
  - Топологический процессор.
  - Исполнительная подсистема языка технологического программирования TScript.
  - Циклические расчеты.
  - SMS-рассылка событий.
  - Интеграция с АСУРЭО.

- Импорт/экспорт информации в виде CIMXML файлов.
  - Загрузка исходного состояния (при работе в тренажерном режиме).
  - HTTP-шлюз для WEB-клиента.
- Сервер ввода-вывода RDX выполняет функции сбора и ретрансляции данных телеметрии по различным протоколам. Состав модулей:
- Конфигуратор серверов ввода-вывода.
  - Монитор серверов ввода-вывода.
  - Протоколы МЭК 60870-5-101/103/104.
  - Протокол МЭК 60870-6 (ICCP).
  - Протокол MODBUS ASCII/RTU/TCP.
  - Протокол МЭК 61850-8.1 (MMS, GOOSE).
  - Протокол SNMP.
  - Протокол OPC DA 2.0/3/0.
  - Протокол SPABus.
  - Протокол счетчиков Меркурий.
  - Протокол счетчиков СЭТ.
  - Протокол MQTT.
  - Протокол KNX.
  - Протокол Dali.
  - Протокол BacNet.
- Программное обеспечение автоматизированного рабочего места (АРМ) пользователя устанавливается на компьютерах персонала предприятия и является графическим пользовательским интерфейсом комплекса. В программных модулях АРМ содержатся взаимосвязи между объектами комплекса, необходимые для работы данного модуля. Имеется WEB-клиент, функционал которого ограничен операциями чтения и отображения информации. Состав модулей:
- Конфигуратор измерений.
  - Конфигуратор оборудования и топологии.
  - Конфигуратор потребителей.
  - Конструктор таблиц базы ПК.
  - Редактор таблиц базы ПК.
  - Конфигуратор групп, пользователей и прав.
  - Конфигуратор организационной структуры.
  - Конфигуратор зон ответственности.
  - Конфигуратор тревог и событий.
  - Конфигуратор временных элементов сети.
  - Конфигуратор меню АРМ.
  - Конфигуратор архивов.
  - Конфигуратор циклических расчетов.
  - Редактор расчетов.
  - Редактор пометок на мнемосхемах.
  - Редактор документов.
  - Конфигуратор мнемосхем (плагин).
  - Конфигуратор отчетов.
  - Конфигуратор контроля пределов.
  - Отображение мнемосхем.
  - Конструктор и отображение документов.
  - Динамические наборы (ретроспектива).

- Конструктор и генератор отчетов.
  - Отображение тревог и событий.
  - Графики временных отключений (ГВО).
  - Оперативный журнал.
  - Контроль пределов.
  - Энергетический календарь.
  - АРМ инструктора (для тренажерного режима работы комплекса).
- Система анализа режимов сети (САРС). Обеспечивается автоматическое формирование расчетной модели (узлы-ветви), запуск необходимых приложений с заданным циклом или по событиям изменения положения коммутационных аппаратов. Для целей моделирования сети имеется АРМ аналитика-режимщика, позволяющий работать как с результатами расчетов online, так и с библиотекой сохраненных режимов. Состав модулей:
- Формирование текущей расчетной модели сети по данным телемеханики.
  - Расчет потокораспределения сети по данным телеметрии (оценка состояния).
  - Расчет установившегося режима основной сети.
  - Пофидерный расчет установившегося режима в распределительной сети.
  - Имитатор телеметрии (для тренажерного режима работы комплекса).
  - Оценка режимной надежности (на множестве возможных возмущений).
  - Расчет тока короткого замыкания (КЗ) для проверки отключающей способности выключателей.
  - Расчет оптимального режима по реактивной мощности.
  - Краткосрочный прогноз нагрузки (с использованием типовых суточных графиков).
  - Вариантные расчеты по расстановке средств компенсации реактивной мощности (КРМ).
  - Расчет технических потерь электроэнергии (ЭЭ) и их структура.
  - Локализация мест возникновения неучтенных потерь.
  - Выбор точек деления сети.
  - Расчет емкостных токов КЗ.
  - Формирование профиля напряжения фидера.
  - Мониторинг уровней напряжения.
  - Мониторинг загрузки оборудования.
  - Утяжеление режима (определение режима максимально возможной нагрузки сети).
  - Ввод режима в допустимую область по напряжению (положения отпаек трансформаторов).

Данный состав ПО позволяет реализовать функционал:

- Система управления и сбора данных - Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA).
- Система управления магистральными (сложнозамкнутыми) электрическими сетями - Energy Management System (EMS).
- Система управления распределительными электрическими сетями - Distribution Management System (DMS).
- Система управления отключениями и восстановлением электроснабжения - Outage Management System (OMS).
- Приложения для планирования развития сети и ремонтов.



Рисунок 1 – Состав ПК

## 2. Технические характеристики комплекса

### 2.1. Применяемые ОС и СУБД

#### 2.1.1. Сервер ввода-вывода.

Программное обеспечение	Назначение
Операционная система Microsoft Windows или Linux	Системная платформа

#### 2.1.2. Сервер приложений

Программное обеспечение	Назначение
Операционная система Microsoft Windows (желательно серверная) или Linux	Системная платформа
Поддерживаемые СУБД: - MS Access; - MS SQL Server; - SQLite; - Firebird/Interbase; - PostgreSQL	Хранилище общей информационной модели, архивы событий и измерений

#### 2.1.3. Клиентская часть.

Состав системного и стороннего программного обеспечения, необходимого для работы АРМ:

Программное обеспечение	Назначение
операционная система Microsoft Windows 7 и выше или Linux	Системная платформа

#### 2.1.4. САРС.

Программное обеспечение	Назначение
Операционная система Microsoft Windows или Linux	Системная платформа

## 2.2. Рекомендуемые характеристики оборудования

### 2.2.1. Общие требования

Параметры и конфигурация дисковой подсистемы существенно влияют на производительность комплекса, поэтому для автоматизированных систем обрабатывающих большие потоки информации используются скоростные жесткие диски, объединенные в RAID-массивы, с резервированием и распределением потоков записи между шпинделями.

Объем дисковой подсистемы определяется общим количеством измерений, сигналов, отчетных, плановых и других параметров, которыми оперирует комплекс, глубиной архива для каждой категории информации.

Типовым решением для центров управления с 20 одновременными пользователями являются 4-ядерные конфигурации серверов с объемом оперативной памяти от 8 Гбайт, дисковыми массивами RAID с буферизацией для обеспечения высокого потока записи данных.

Такие серверы корректно работают в периоды пиковой нагрузки до 150 тысяч измерений в секунду.

Для клиентских рабочих станций достаточно стандартных характеристик компьютера, работающего под управлением операционных систем Windows 7/8/10 или Linux (Astra, Alt, RedOs).

### 2.2.2. Сервер приложений

ПО сервера приложений предназначено для использования на серверных и персональных компьютерах, работающих под управлением операционной системы Microsoft Windows или Linux.

ПО сервера приложений предъявляет следующие аппаратные требования к ПЭВМ:

- Оперативная память — не менее 8 ГБ.
- Дисковое пространство — 3 ГБ (в зависимости от глубины архивов измерений и от их количества, объем необходимого дискового пространства может изменяться).
- Скорость канала связи по Ethernet — не менее 10 Мбит/сек.

Для установки и настройки сервера приложений ПК, а также для использования компонента «Монитор ПК», имеющего графический пользовательский интерфейс, требуются:

- Экран размером не менее 1024 x 768 пикселей
- Наличие манипулятора «мышь» с интерфейсом PS/2 или USB
- Наличие 101/102-кнопочной клавиатуры с русской и английской раскладкой

### 2.2.3. АРМ

ПО АРМ предназначено для использования на персональных компьютерах, работающих под управлением операционной системы Microsoft Windows или Linux.

Для ПО АРМ предъявляются следующие аппаратные требования к ПЭВМ:

- Оперативная память — 4 ГБ.
- Дисковое пространство — 1 ГБ.
- Экран размером не менее 1280 x 1024 пикселей.
- Наличие манипулятора «мышь» с интерфейсом PS/2 или USB.
- Наличие 101/102-кнопочной клавиатуры с русской и латинской раскладкой.
- Скорость канала связи по Ethernet с сервером приложений — 10 Мбит/сек.

Для работы WEB-клиента требуется компьютер с любым установленным WEB-браузером. Рекомендуется использование браузера Google Chrome.

#### 2.2.4. Сервер ввода-вывода RDX

Сервер ввода-вывода (СВВ) предназначен для использования на промышленных или персональных компьютерах, работающих под управлением операционных систем семейства Windows или Linux.

Предъявляются следующие аппаратные требования к ПЭВМ:

- Оперативная память — 4 ГБ.
- Дисковое пространство — 1 ГБ.
- Скорость канала связи Ethernet с сервером приложений (при использовании в составе ПК) — 10 Мбит/сек.
- Наличие последовательного интерфейса (СОМ-порта) для устройств, использующих для связи последовательный интерфейс.

#### 2.2.5. САРС

САРС может работать на серверных и персональных компьютерах, работающих под управлением операционной системы Microsoft Windows или Linux.

ПО САРС, работающее в режиме online, предъявляет следующие аппаратные требования к ПЭВМ:

- Оперативная память — не менее 4 ГБ.
- Дисковое пространство — 1 ГБ.
- Скорость канала связи по Ethernet — не менее 10 Мбит/сек.

Для работы АРМ аналитика-режимщика предъявляются следующие аппаратные требования к ПЭВМ:

- Оперативная память — 4 ГБ.
- Дисковое пространство — 1 ГБ.
- Экран размером не менее 1280 x 1024 пикселей.
- Наличие манипулятора «мышь» с интерфейсом PS/2 или USB.
- Наличие 101/102-кнопочной клавиатуры с русской и латинской раскладкой.
- Скорость канала связи по Ethernet с сервером приложений — 10 Мбит/сек.

### 2.3. Поддержка функционирования резервных серверов

ПК позволяет создавать распределенные и масштабируемые системы — все его программные компоненты могут работать на одном компьютере или быть разнесены на разные компьютеры, связанные между собой по сети. Возможность работы компонентов на разных компьютерах позволяет увеличивать нагрузочную способность системы и количество рабочих мест путем простого добавления новых компьютеров, и перераспределения нагрузки при необходимости. Средства удаленного конфигурирования и мониторинга дают возможность администрировать систему дистанционно.

В целях повышения надежности в состав ПК включены средства поддержки «горячего резервирования» серверной части. «Горячий резерв» обеспечивается с помощью резервных серверов, на которых постоянно поддерживается актуальное состояние данных телеметрии и баз данных комплекса. В случае повреждения основного сервера один из резервных автоматически берет на себя выполнение всех его функций.

Сервер ввода-вывода также поддерживает возможность резервирования путем создания резервного сервера ввода-вывода. В самом сервере ввода-вывода резервирование заключается в создании резервных каналов связи с указанием приоритета использования канала.

#### 2.4. Поддержка системы единого времени всех компонентов системы

Локальные таймеры, имеющиеся в компонентах программно-аппаратного комплекса (ПАК) системы, подстраиваются в соответствии с общесистемным временем ПК с использованием встроенных возможностей операционных систем (NTP, SNTP). Общесистемное время ПАК подстраивается к астрономическому времени по спутниковым сигналам точного времени от приемника ГЛОНАСС/GPS.

В ПК каждое значение телеметрической информации характеризуется двумя метками времени - временем рождения и временем поступления в комплекс.

Метка времени для измерений присваивается в устройствах нижнего уровня (контроллеры, терминалы РЗА и т.п.).

Прием, обработка и хранение меток времени оперативных данных в ПК выполняются с точностью 1 миллисекунда.

ПК обеспечивает «бесшовное» скольжение по оси времени при работе с данными реального (текущего) времени и данными за прошлое и будущее.

#### 2.5. «Тонкий» клиент для корпоративных и удаленных пользователей

WEB-интерфейс ПК предназначен для просмотра информации ПК по протоколу HTTP с помощью WEB-браузера. Он используется для обеспечения доступа пользователей к формам отображения ПК в сетях, конфигурация которых не позволяет реализовать необходимые для работы клиента ПК условия или полный доступ к функциям комплекса не целесообразен. Работа через WEB-интерфейс характеризуется небольшим объемом информации, передаваемой между клиентом и сервером, что дает возможность просмотра форм комплекса по каналам с низкой пропускной способностью. В качестве клиентского программного обеспечения можно использовать любой WEB-браузер.

С помощью WEB-интерфейса можно получить доступ как к текущей информации в режиме слежения с заданной частотой обновления данных, так и к исторической информации за выбранное время. Частота обновления информации настраивается на стороне клиента. Ввод данных в комплекс с помощью WEB-интерфейса не предусмотрен.

Как и все подсистемы ПК, WEB-интерфейс обеспечивает разграничение доступа к информации комплекса отдельно для всех категорий и ролей пользователей.

Информация для пользователя может быть представлена в виде схем, журналов событий, графиков, документов (рисунок 2). Функционал ограничен возможностью просмотра информации.

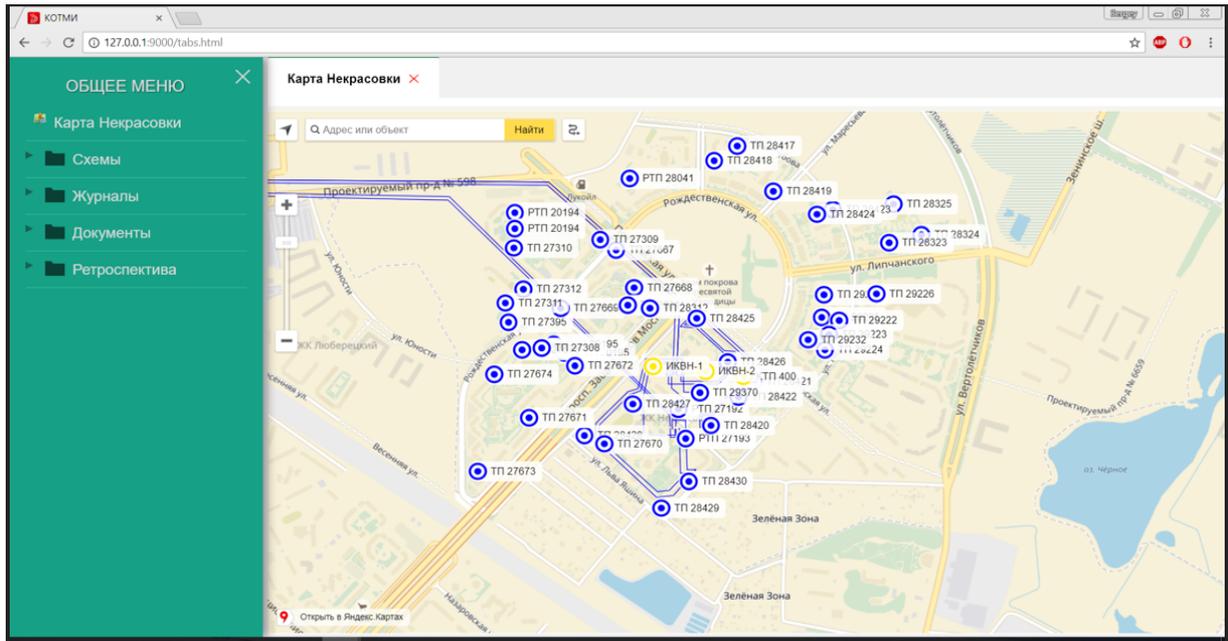


Рисунок 2 – WEB-интерфейс ПК

Для взаимодействия с ПК используется специальный HTTP шлюз, который может быть развернут вне пределов технологической сети. Шлюз обеспечивает обработку запросов WEB-клиентов, формирование ответов в виде HTML страниц и передачу их для отображения в WEB-браузере.

При разработке WEB-клиента, помимо стандартных возможностей JavaScript, была использована библиотека компонентов jQuery. Применены компоненты для работы с визуальным представлением табличных данных, паспортов свойств и иерархическими структурами. Это позволило унифицировать внешний вид и организацию работы с данными в программе.

Мнемосхемы при запросе их WEB-клиентом автоматически преобразуются из формата МОДУС в формат SVG.

## 2.6. Поддержка автоматизированного резервного копирования без остановки системы

Поддерживается копирование без остановки системы:

- Базы НСИ с описанием модели сети.
- Архивов событий.
- Архивов измерений и расчетных значений.

## 2.7. Производительность и масштабируемость предлагаемых решений

Характеристики ПК приведены в таблице:

Характеристика	Значение
Предельный размер базы данных оборудования и энергообъектов	Не ограничено
Предельное число устройств и серверов телемеханики, подключенных по протоколу	Не ограничено
Предельное число соединений по протоколу	Не ограничено
Точность представления меток времени	1 миллисекунда

Стандартный цикл обработки данных ТМ, включая оперативные расчеты	В темпе приема
Возможности обработки потока измерений	До 500 000 измерений в секунду на группу серверов (архитектура комплекса позволяет распределять поток измерений по группам серверов, количество групп не ограничено)
Максимально возможное количество ТИ	Ограничивается лицензией и возможностями аппаратной платформы
Максимально возможное количество ТС	Ограничивается лицензией и возможностями аппаратной платформы
Максимальное количество формул расчета	Не ограничено
Максимальный размер (количество узлов) расчетной схемы сети	20 000 (возможно и больше, но это количество тестировалось)
Количество встроенных функций (логических, математических, электротехнических, функции работы с датой и временем) для выполнения расчетов	более 100
Максимально возможная глубина архивов данных	Ограничивается возможностями аппаратной платформы
Максимальное количество пользователей	Не ограничено
Максимальное количество одновременно работающих пользователей	Ограничивается возможностями аппаратной платформы
Общее количество пользовательских групп системы разграничения доступа	Не ограничено
Количество форм отображения	Не ограничено

### 3. Архитектурные решения комплекса

#### 3.1. Возможности построения систем

ПК позволяет создавать как автономные локальные системы управления, так и централизованные системы, автоматизирующие работу сразу нескольких связанных центров управления, с обеспечением единого информационного пространства и резервирования. В случае нескольких связанных центров управления обеспечивается разделение полномочий пользователей по зонам ответственности с возможностью взаимного резервирования и динамического перераспределения полномочий.

Несколько автоматизированных систем в различных центрах управления можно объединить в единую информационную среду для обеспечения скоординированной работы.

#### 3.2. Сервер ввода-вывода

Сервер ввода-вывода поддерживает радиальное и магистральное подключение устройств и внешних систем и произвольное количество резервируемых линий связи до устройств и внешних систем.

Сервера ввода-вывода могут попарно резервироваться.

На одном компьютере может быть развернуто несколько серверов ввода-вывода, каждый со своей конфигурацией. Лицензия учитывает общее количество параметров всех серверов ввода-вывода на одном компьютере.

### 3.3. Комплекс и группы серверов приложений

Сервера приложений ПК могут быть объединены в группы (кластеры). Группы в свою очередь объединяются в комплекс.

В рамках комплекса автоматически поддерживается единая база НСИ (модель объекта с описанием оборудования, топологии, измерений и потребителей) и событий.

Измерения принимаются, обрабатываются, архивируются и реплицируются в рамках группы (кластер), но при этом доступны для чтения в рамках всего комплекса, что позволяет распараллеливать поток входящих измерений, увеличивая суммарную производительность комплекса.

Данная архитектура (рисунок 3) позволяет реализовать распределенный комплекс с организацией полнофункциональных удаленных АРМ.



Рисунок 3 – Организация распределенного комплекса ПК

Так как каждая группа может быть развернута на уровне, например, ПМЭС и МЭС, то возможна передача управления между соседними центрами управления, так как в каждой группе есть полная модель объекта управления.

### 3.4. Взаимодействие между комплексами ПК

Любой комплекс на базе ПК может подписаться на определенную информацию из других комплексов.

Этой информацией может быть любой фрагмент базы оборудования с топологическими связями, перечень событий и измерений.

Вся эта информация будет автоматически синхронизироваться при работе комплексов.

Данное архитектурное решение позволяет создавать, например, иерархическую структуру ЦУС (рисунок 4).



Рисунок 4 – Взаимодействие между комплексами ПК

#### 4. Описание общих функциональных возможностей ПК

##### 4.1. Ведение информационной модели сети и конфигурирование системы в целом

Можно выделить следующие категории условно-постоянной информации, которую включает информационная модель ПК:

- модель объекта управления (состав, структура, связи, параметры, характеристики);
- конфигурационная и справочная информация отдельных приложений;
- конфигурационная информация системы в целом.

Все приложения ПК, включая САРС, работают с единой информационной моделью физического оборудования.

Процесс инжиниринга ПК представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Процесс инжиниринга ПК

ПК обеспечивает ведение общей информационной модели и предоставление доступа к ней в соответствии с группой стандартов CIM (Common Information Model):

- МЭК 61970 - системы производства и передачи электроэнергии (EMS)
- МЭК 61968 - системы распределения электроэнергии (DMS)

ПК предоставляет набор инструментальных средств, задачей которых является единое унифицированное представление структур условно-постоянных данных, независимо от источника происхождения данных и целей их использования.

В ПК имеются широкие возможности для ведения базы данных информационной модели. Помимо модели объекта управления внутренний слой информационной модели ПК содержит конфигурационную, дополнительную нормативно-справочную информацию и обеспечивает:

- хранение документов любого формата с привязкой к объектам информационной модели и организацией оперативного многопользовательского доступа к этим документам
- ведение универсального справочника параметров и характеристик объектов информационной модели

Описание конфигурационной, нормативно-справочной информации, настройка универсального справочника осуществляются с помощью набора специализированных средств.

Поддерживаются три способа формирования информационной модели в ПК:

1. Из уже существующей на предприятии базы оборудования и потребителей с помощью конвертера, преобразующего данную базу в CIM/RDF файл. Далее содержимое этого CIM/RDF файла стандартным конвертером, входящим в состав ПК, загружается в базу ПК.
2. Из однолинейных мнемосхем энергообъектов, подготовленных в графическом редакторе компании МОДУС.
3. С помощью линейки конфигураторов, входящих в состав ПК:
  - конфигуратор измерений;
  - конфигуратор оборудования и топологии;
  - конфигуратор потребителей.

Доступ к информации CIM для приложений может быть обеспечен с помощью CIM/RDF сообщений.

Для формирования конфигурационной информации системы в целом используются:

- конструктор таблиц базы ПК;
- редактор таблиц базы ПК;
- конфигуратор групп, пользователей и прав;
- конфигуратор зон ответственности;
- конфигуратор событий;
- конфигуратор АРМ;
- конфигуратор архивов;
- конфигуратор циклических расчетов;
- редактор расчетов;
- редактор пометок на мнемосхемах;
- редактор документов;
- конфигуратор мнемосхем;
- конфигуратор отчетов.

#### 4.2. Ядро реального времени

Особенности ядра реального времени ПК:

- высокая производительность;
- единая технология записи, хранения и чтения данных за прошлое, текущее и будущее время для всех типов информации (единая ось времени), которая позволяет пользователям одновременно оперировать ретроспективной информацией, текущими данными, планами и прогнозами в рамках одного представления на экране, в расчетах и отчетах;
- возможность использования в качестве хранилища промышленной СУБД, что позволяет обеспечить прозрачность, надежность и гибкость ядра реального времени, обеспечить полный SQL-доступ к хранилищу информации;
- использование для записи меток времени формата универсального мирового времени UTC, что позволяет избежать проблем, связанных с эксплуатацией комплекса в различных часовых поясах и с переводом локальных часов на зимнее и летнее время (в сутках может быть от 23 до 25 часов);
- поддержка двух меток времени для измерений и сигналов, обработка меток времени с точностью до 1 мксек.

#### 4.3. Прием и передача информации

ПК обеспечивает взаимодействие с внешними (смежными) информационными системами по протоколам, приведенным в таблице:

Наименование	Описание	Версия
ODBC	Протокол взаимодействия с реляционными базами данных.	3.51
OLE DB	Протокол взаимодействия с реляционными базами данных.	
OPC	Протокол передачи технологической информации.	OPC DA 2.05, 3, UA
МЭК 870-5-101/103/104	Протокол передачи технологической информации систем телемеханики и терминалов РЗА МЭК 60870-5-101/103/104.	
ICCP	Стандарт обмена между центрами управления.	
МЭК 61850	Коммуникационный стандарт для подстанций.	

Наименование	Описание	Версия
MODBUS RTU/ASCII/TCP	Семейство протоколов, предназначенных для контроля и управления за автоматизированным оборудованием.	
SNMP	Мониторинг состояния программно-аппаратного обеспечения и сетевой инфраструктуры комплекса с возможностью отображения этой информации стандартными средствами ПК, а также генерации событий и рассылки уведомлений при нарушении заданных условий.	
SDK	Специализированный пакет разработчика программного обеспечения (библиотеки, интерфейсы прикладного программирования/API) для разработки приложений в среде Microsoft Visual Studio, Delphi, QT.	
Обмен файлами	Загрузка данных из файлов и выгрузка данных в файлы формата CSV, XML, в виде макетов заданной структуры, импорт данных в виде CIM/RDF-файла.	
Web service	Обмен в виде CIM/RDF сообщений	
Унаследованные протоколы обмена с УТМ	Синхронные протоколы для обмена с устаревшими УТМ.	

#### 4.3.1. Сбор данных.

Коммуникационные возможности ПК для сбора данных определяются сервером ввода-вывода RDX. Эти возможности позволяют использовать ПК как в качестве централизованной консолидирующей системы верхнего уровня, осуществляющей сбор информации в центре управления, так и в качестве среднего и верхнего (интеллектуального и транспортного) уровня систем сбора телеметрической информации на объектах.

Использование комплекса в составе локальных систем автоматизации на объектах позволяет осуществлять опрос измерительных устройств, присвоение метки времени рождения информации при ее поступлении в систему, ретрансляцию данных в смежные системы и центры управления, а также формировать управляющие воздействия (или осуществлять их прием с вышестоящего уровня) и передавать их на исполнительные устройства.

Сеть обмена информацией представляется в информационной модели комплекса устройствами и каналами передачи телеметрической информации. К устройствам относится любое оборудование, которое является источником определенной оперативной информации и предоставляет интерфейс доступа к ней. Сеть обмена информацией может иметь произвольную структуру: в виде звезды, иерархическую, магистральную, сложную сетевую.

Сервер ввода-вывода ПК осуществляет обмен с устройствами телемеханики по самым распространенным стандартным протоколам:

- МЭК 60870-5-101/103/104
- МЭК 60870-6 (ICCP)
- MODBUS RTU/TCP
- МЭК 61850-8.1
- С37.118
- SNMP
- OPC

Также поддерживается работа по унаследованным синхронным протоколам обмена.

#### 4.3.2. Передача данных.

ПК обеспечивает передачу данных по следующим стандартным протоколам:

- МЭК 60870-5-101/104
- ICCP
- MODBUS RTU/TCP
- С37.118
- SNMP
- OPC

При этом обеспечиваются все необходимые регламенты обмена:

- циклический;
- по изменению;
- по расписанию;
- по событию.

Протокол обмена выбирается в зависимости от типа информации, которую необходимо передавать, ширины канала, возможностей получающей стороны в части полноты поддержки того или иного стандарта.

ПК обеспечивает возможность создания сложной сети передачи оперативных, отчетных, плановых и других данных, которые могут быть рассчитаны в комплексе, записаны в базу данных комплекса из внешних приложений, получены от объектов управления по каналам обмена, заданы оператором. При этом по каждому направлению может быть настроена передача произвольного числа наборов данных по своему протоколу и регламенту обмена.

#### 4.3.3. Другие способы информационного обмена

##### 4.3.3.1. Файловый импорт/экспорт

В комплексе ПК предусмотрена возможность импорта/экспорта численной информации любого рода в форматах XML, XLS, CSV. При этом обеспечивается возможность настройки гибкого регламента импорта/экспорта информации:

- циклический;
- по расписанию;
- по событию, включая факт появления файла в папке на диске.

##### 4.3.3.2. Электронная почта

ПК позволяет принимать и отправлять письма электронной почты по настроенному регламенту.

Наличие писем в почтовом ящике определенного адреса проверяется с помощью POP3-адаптера. При появлении нового письма производится проверка отправителя письма по списку разрешенных адресов и в случае успешно пройденной проверки вложенный в сообщение файл передается для обработки в комплекс.

Отправка писем на определенный адрес с требуемыми данными комплекса выполняется с помощью SMTP-адаптера.

##### 4.3.3.3. Загрузка данных из СУБД

Для загрузки информации из баз данных определенной структуры в ПК используются OLEDB- и ODBC-адаптеры. При этом могут быть заданы следующие основные конфигурационные параметры адаптеров:

- адрес сервера СУБД и данные пользователя;
- регламент загрузки данных.

##### 4.3.3.4. Обработка специализированных макетов XML

В ПК обеспечивается разбор специализированных макетов XML и загрузка данных макета в комплекс. Получение макетов осуществляется автоматически по электронной почте или с помощью чтения файлов макетов из заданной папки.

Подсистема обработки макетов выбирает значения измерений, которые необходимо записать в комплекс, производит расчет заданных групповых значений и записывает полученные и рассчитанные данные в комплекс.

#### 4.3.3.5. Интерфейсы прикладного программирования для разработчиков (SDK)

В состав документации по ПК входит «Руководство программиста» с подробным описанием интерфейсов прикладного программирования для разработчиков, которые позволяют расширять функционал комплекса без привлечения Поставщика.

С помощью данных интерфейсов возможен доступ ко всей информации, хранимой в базе ПК.

Интерфейсы оформлены в виде dll-библиотек (so для Linux) и компонента ActiveX. Это позволяет писать ПО в средах Visual Studio, Delphi, использовать продукты из состава MS Office.

#### 4.4. Возможности по хранению данных

Хранилище данных ПК предназначено для работы с потоками информации, которую необходимо хранить в течение длительного времени.

В архивах хранятся:

- телеметрическая информация;
- данные ручного ввода;
- результаты работы расчетно-аналитических задач в режиме online;
- состояние оборудования;
- состояние потребителей;
- и т.д.

Со временем накопленные данные могут терять свою актуальность. В этом случае отпадает потребность в хранении всей ранее поступившей в ПК информации и возникает необходимость выделения той части архива данных, которая по-прежнему остается полезной.

ПК обеспечивает следующие технологии сокращения объемов архивных данных:

- удаление устаревших записей;
- прореживание. Имеющиеся в комплексе ПК функции прореживания информации с сохранением формы кривой, фильтрации по различным критериям, сжатия в темпе процесса позволяют в разы сократить объем хранилища исторических данных при неизменном объеме информации и в разы увеличить потоки принимаемой и обрабатываемой комплексом информации;
- сжатие информации в хранилище осуществляется для всех поступающих данных с использованием современных специализированных алгоритмов, позволяющих сократить объемы хранения данных до 3-х раз.

#### 4.5. Возможности обработки данных

##### 4.5.1. Обработка телеметрической информации

К основным функциям подсистемы обработки информации относятся:

- контроль состояния сети обмена информацией;
- контроль достоверности и восстановление принятых данных;
- контроль технологических пределов;

- фильтрация и сглаживание аналоговых измерений;
- фиксация аварийно-предупредительных телесигналов (АПТС);
- формирование статистических характеристик поведения принятых данных.

В результате обработки информации формируются статусные признаки (признаки состояния и качества) для каждого измерения и сигнала, генерируются различные события, рассчитываются статистические характеристики.

Подсистема обработки информации ПК использует более тридцати базовых статусных признаков.

#### 4.5.2. Контроль состояния сети обмена информацией

Вопрос определения качества и достоверности телеметрической информации занимает одно из ключевых мест в любой информационной системе.

Информационная модель ПК позволяет подробно описать сеть обмена информацией с указанием всех пунктов прохождения информации — от первичных устройств (датчиков) до конечного адресата. Сеть обмена информацией представляется иерархической структурой источников информации. В этой структуре описываются серверы телемеханики, устройства телемеханики, размещенные на объектах управления, оперативно-информационные комплексы и другие внешние автоматизированные системы, каналы обмена данными, файлы различной структуры.

Каждый источник данных может иметь свою систему диагностики качества информации. В случае обнаружения в отдельно взятом устройстве-источнике факта недостоверности данных или их отсутствия (например, при разрыве телемеханического канала) в системе формируется соответствующий служебный сигнал повреждения устройства-источника.

Сеть обмена информацией предоставляет возможность описания влияния отдельных служебных сигналов на достоверность групп данных, относящихся к тому или иному источнику данных.

Сеть обмена информацией контролируется по следующей комбинации признаков:

- наличие сигнала повреждения устройства-источника;
- не поступление информации;
- не обновление информации.

#### 4.5.3. Контроль достоверности и восстановление значений принимаемой информации

В ПК имеется функция достоверизации данных и восстановления значений недостоверных параметров.

Аналоговые измерения проходят проверку на достоверность по:

- сигналам контроля сети обмена информацией;
- физическим пределам;
- максимально допустимому скачку, величина максимально допустимого изменения параметра между двумя последовательными замерами настраивается индивидуально для каждого аналогового измерения;
- отклонению от дублирующего аналогового измерения;
- признаку ручного недоверия телемеханике;
- отклонению от результатов оценки состояния (при наличии работающей в реальном времени программы оценки).

В случае недостоверности аналогового измерения оно может быть восстановлено из нескольких источников.

Значения дискретных сигналов проходят проверку на достоверность по:

- сигналам о состоянии сети обмена информацией;

- допустимому темпу поступления и количеству быстрых изменений (для устранения эффекта дребезга);
- физическим пределам.

Для обеспечения восстановления данных используется технология дублирования параметров.

#### 4.5.4. Контроль технологических пределов

В ПК выполняется контроль превышения следующих технологических пределов с формированием соответствующих признаков для аналоговых измерений и генерацией событий:

- верхний физический предел;
- нижний физический предел;
- верхний аварийный предел;
- верхний предупредительный предел;
- нижний предупредительный предел;
- нижний аварийный предел.

#### 4.5.5. Фильтрация и сглаживание аналоговых измерений

Для фильтрации несущественных для пользователей изменений параметров телеметрической информации в ПК имеется возможность задания зон нечувствительности, апертур, индивидуально для каждого параметра.

Технология позволяет не воспринимать изменения, происходящие на уровне погрешности измерительной системы-источника данных, или изменения, несущественные для определенного бизнес-процесса. Таким образом технология позволяет в разы увеличить объемы принимаемых, обрабатываемых и хранимых полезных данных без увеличения вычислительных ресурсов аппаратной платформы.

Для компенсации эффекта квантования и больших временных разрывов измерений поддерживается технология сглаживания кривых поведения параметров для всего объема обрабатываемых аналоговых измерений, при этом коэффициент и временные интервалы сглаживания могут быть заданы для каждого параметра индивидуально.

#### 4.5.6. Фиксация аварийно-предупредительных сигналов

ПК позволяет осуществлять прием и обработку аварийно-предупредительных телесигналов (АПТС). Особенностью обработки таких сигналов является необходимость фиксации факта поступления определенного значения сигнала вне зависимости от его предыдущего значения. В большинстве случаев эти сигналы несут информацию о том, что на объекте управления произошло определенное событие, в отличие от обычных дискретных сигналов, которые отражают дискретное состояние оборудования.

#### 4.5.7. Расчеты

ПК предоставляет пользователю средства для создания и выполнения расчетов различной сложности и назначения.

Любой пользователь с соответствующими полномочиями может описать логику необходимого ему расчета с помощью простого и удобного редактора, входящего в состав системы с использованием любой численной информации комплекса, а также широкого набора специальных функций: математических, логических, бинарных (выделение, сложение, умножение), временных и т.д., всего более 100 функций.

Помимо этого, поддерживается универсальный способ расчета агрегированных величин (интегралы, средневзвешенные, среднеарифметические, экстремумы, суммы) по любым заданным периодам времени или по заданным временным зонам.

Расчетные данные записываются в хранилище оперативной информации комплекса и доступны так же, как и любые другие данные реального времени для любых целей, например, для отображения, формирования отчетов, составления ретроспективных сводок.

Любые виды информации, хранимой в ПК, могут участвовать в расчете. Выполнение расчета происходит при поступлении новых данных либо по определенному регламенту. Все рассчитываемые параметры, значения которых прямо или косвенно зависят от вновь поступившей информации, последовательно рассчитываются в соответствии с логикой и порядком, определяемым описанным комплектом расчетных формул. Расчет производится в формате чисел с плавающей точкой двойной точности либо в виде целых значений в зависимости от типов параметров и операций.

В механизме расчетов ПК имеется специальный тип расчета — локальный расчет. Такие расчеты содержатся непосредственно в пользовательских формах отображения информации и служат для решения локальных задач в рамках одной формы. Локальные расчеты выполняются в контексте форм отображения за время, соответствующее времени просмотра форм. В хранилище оперативной информации результаты локальных расчетов не записываются.

#### 4.6. Мониторинг режимных параметров

Программное обеспечение мониторинга уровней напряжения позволяет производить контроль нарушения эксплуатационных ограничений оборудования, графиков оптимального напряжения по условиям обеспечения качества электроснабжения.

Программное обеспечение мониторинга токовой нагрузки предназначено для контроля перегрузки оборудования по току с учетом температуры окружающей среды и длительности перегрузки,

При фиксации нарушения на контролируемом оборудовании, обеспечивается цветовая индикация соответствующих элементов схемы, выводится детализированная информация на специальных формах контроля, выполняется модификация признаков качества значений соответствующих параметров телеметрической информации, а также формируется статистика по выявленным нарушениям.

#### 4.7. Сведения о человеко-машинном интерфейсе ПК

Доступные пользователю функциональные модули клиентской части ПК зависят от выполняемой пользователем роли, определяемой администратором комплекса.

Клиентское программное обеспечение автоматически обновляет свои модули, получая их с сервера приложений комплекса после публикации, поэтому инсталляция клиента ПК производится только один раз.

После подключения к серверу приложений (рисунок 6) программа проверяет наличие прав на выполнение различных операций текущим пользователем.

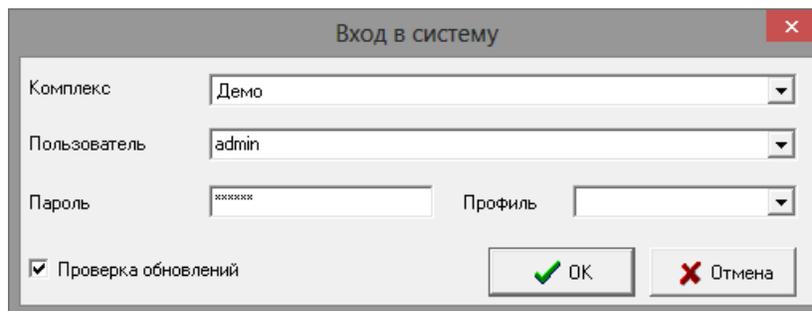


Рисунок 6 – Подключение АРМ к серверу приложений ПК

Создание и редактирование пользовательских форм отображения осуществляется с помощью редакторов форм, позволяющих использовать все типы оперативной информации и условно-постоянные данные для представления информации в виде графиков, схем или таблиц в различных комбинациях. После создания формы она публикуется на сервере приложений ПК и становится доступной всем пользователям комплекса с учетом уровней доступа.

Система отображения ПК — это многооконная графическая система, использующая все преимущества операционной системы MS Windows. Она предназначена для работы как с индивидуальными (в том числе мультимониторными), так и с коллективными средствами отображения информации высокого разрешения. В обоих случаях принципы управления системой отображения одинаковы.

Управление отображением информации на клиентском рабочем месте ПК осуществляется с помощью основной программы АРМ - центральной части интерфейса пользователя комплекса, которая координирует работу всех модулей, входящих в состав системы отображения. Основное приложение АРМ представляет собой контейнер ActiveX. В АРМ формы отображения, которые являются компонентами ActiveX, запускаются и обеспечиваются интерфейсами данных для их работы.

АРМ ПК обеспечивает:

- предоставление пользователю доступа ко всем формам отображения информации комплекса ПК в соответствии с правами доступа пользователя;
- автоматическое обновление форм на стороне клиента при их изменении на сервере, в том числе в режиме просмотра;
- предоставление пользователю интерактивных возможностей форм отображения: изменение времени, масштаба, настроек просмотра, выполнение команд через панели инструментов и меню и т.д.;
- переходы между связанными формами;
- экспорт в файл и печатать форм с отображенными на них данными;
- разнообразные средства для оперативного графического и табличного анализа поступающих данных;
- запуск стандартных клиентских приложений ПК и сторонних приложений в контексте текущего представления информации;
- настройку фильтров событий, о возникновении которых необходимо получать уведомления;
- настройку системы звуковых оповещений о событиях.

Кроме вышеперечисленного АРМ ПК содержит и многие другие функции, облегчающие и ускоряющие работу пользователя при выполнении конкретных задач.

Индивидуальные настройки форм отображения (состав информации, масштаб, расположение форм, параметры просмотра графиков и наборов данных, визуальное и звуковое

оформление событий и т.д.) хранятся централизованно (на сервере приложений) для каждого пользователя с привязкой к разрешению рабочей области экрана, что позволяет, в частности, организовать удобную работу сменного персонала на одном или нескольких рабочих местах.

#### 4.7.1. Конфигуратор меню

Вызов форм отображения и функций АРМ выполняется с помощью меню. Вид и состав меню может быть настроен пользователем самостоятельно с помощью модуля конфигурирования меню АРМ (рисунок 7). В качестве пунктов меню может использоваться:

- программный модуль (компонент ActiveX);
- форма отображения с возможностью задания аргументов для ее запуска;
- расчет (запуск функции языка технологического программирования на сервере приложений) ПК;
- произвольный файл (исполняемый файл, документ, изображение и т.д.).

Для удобства визуального восприятия пунктам меню АРМ могут быть назначены иконки по умолчанию или индивидуальные иконки.

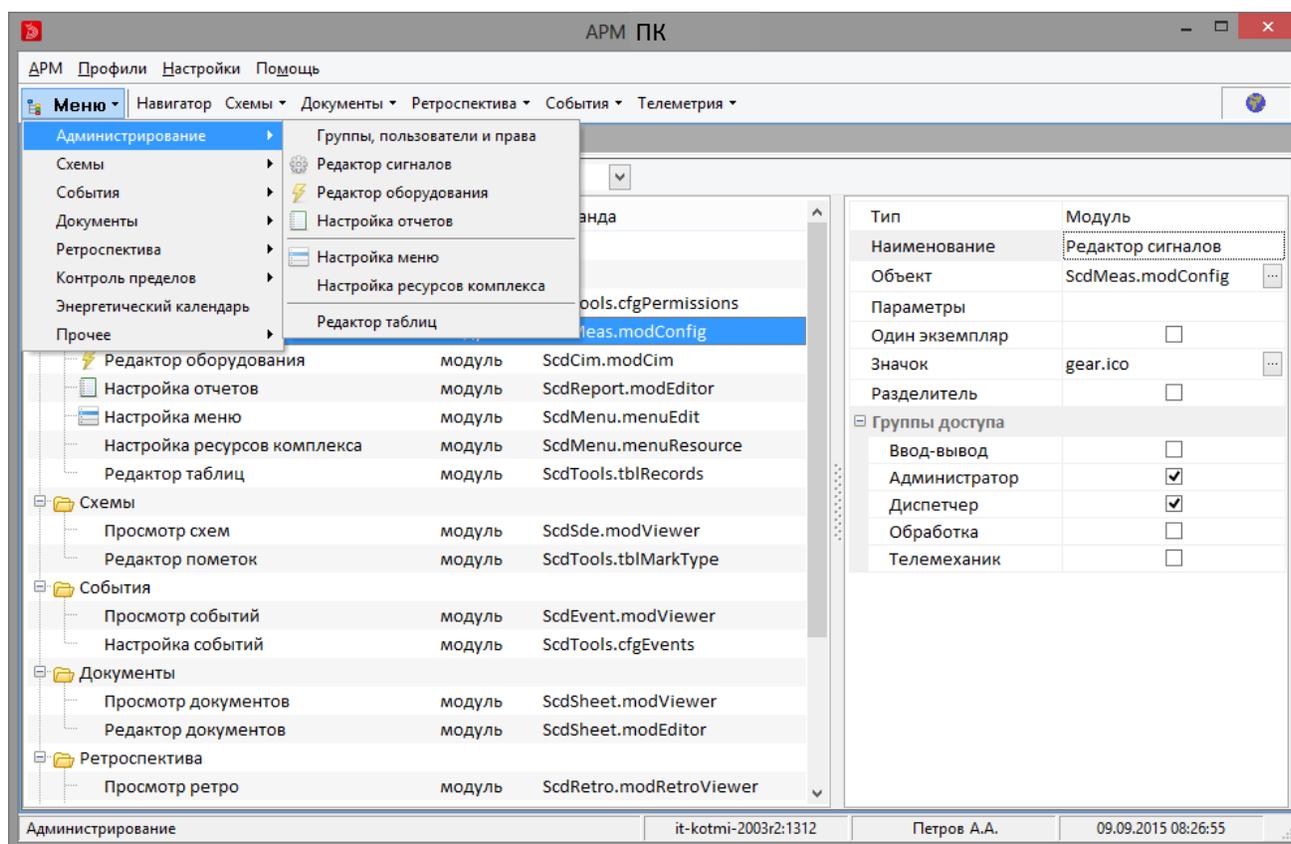


Рисунок 7 – Конфигуратор меню АРМ ПК

#### 4.7.2. Формы отображения

Все формы отображения ПК подразделяются на следующие типы:

- мнемосхемы;
- документы;
- динамические наборы;
- отчеты.

#### 4.7.2.1. Мнемосхемы

Для динамического отображения информации в виде мнемосхем в составе ПК используется пакет для работы с векторной графикой компании «МОДУС».

Этот пакет предоставляет гибкие возможности по созданию мнемосхем и отображению на них информации и позволяет обеспечить высокоскоростной вывод информации как на локальные средства отображения, так и на средства коллективного пользования с высоким и сверхвысоким разрешением.

ПК позволяет создавать мнемосхемы (рисунок 8) как отдельных объектов управления, так и сетей объектов управления с использованием перекрестных ссылок между мнемосхемами или различными частями больших схем для быстрой навигации и перехода от одного уровня представления к другому.

Один и тот же объект на разных уровнях может быть представлен с разной степенью подробности.

В мнемосхемах обеспечивается возможность гибкого масштабирования изображения для наилучшего соответствия разрешению монитора у конкретного пользователя, при этом реализована возможность привязки уровня детализации представления к масштабу отображения: при изменении масштаба динамически изменяется детализация схемы, мелкие элементы, несущественные на том или ином уровне представления, скрываются.

Любые элементы на схемах могут динамически меняться в зависимости от состояния объекта управления.

Использование неограниченного количества слоев представления информации с обеспечением их ручного или автоматического (при масштабировании) отображения и скрытия предоставляет возможность совмещения в рамках одной формы статических и динамических данных из различных источников, включая растровые изображения различных форматов. Растровые подложки могут, например, использоваться для совмещения географической и технологической информации, реальных фотографий объектов управления и т.д.

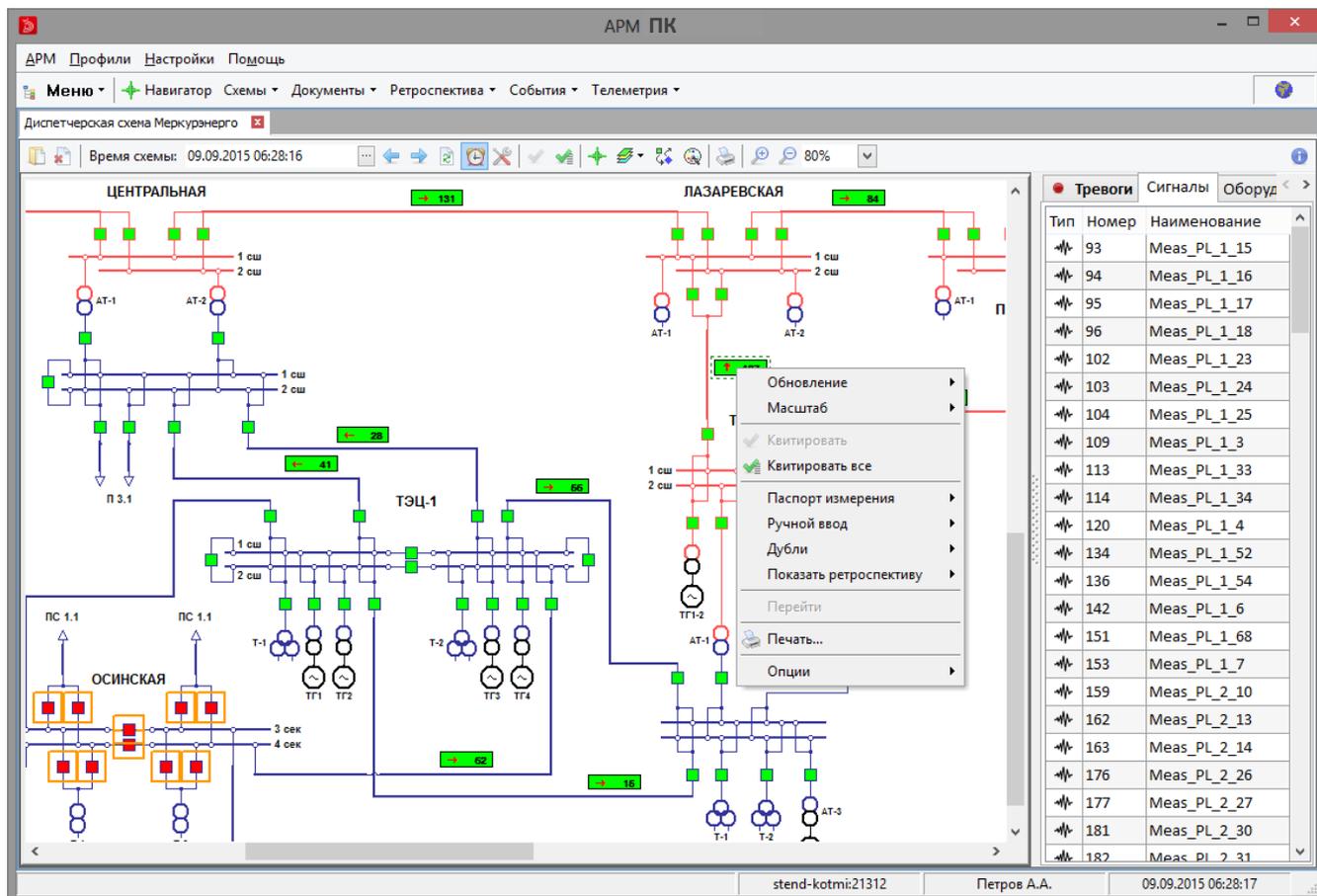


Рисунок 8 – Пример отображения мнемосхемы в АРМ ПК

#### 4.7.2.2. Документы

Документы представляют собой табличные формы отображения данных аналогичные широко распространенным электронным таблицам (рисунок 9). Ячейка документа может содержать любые оперативные данные комплекса (значения телеметрических сигналов, плановые и расчетные значения), значения времени, диаграммы на основе значений в других ячейках, ссылки на другие формы отображения. Для ячейки можно задать индивидуальный стиль отображения (цвет текста, границы, параметры шрифта). Для значений, изменяющихся во времени, имеется возможность задать сдвиг и выравнивание значений по времени. Выравнивание по времени также можно задать для всего документа в целом, то есть для всех ячеек документа. В качестве основы для построения документа возможно использование файлов Microsoft Excel, что упрощает создание документов на основе существующих форм отчетности пользователя.

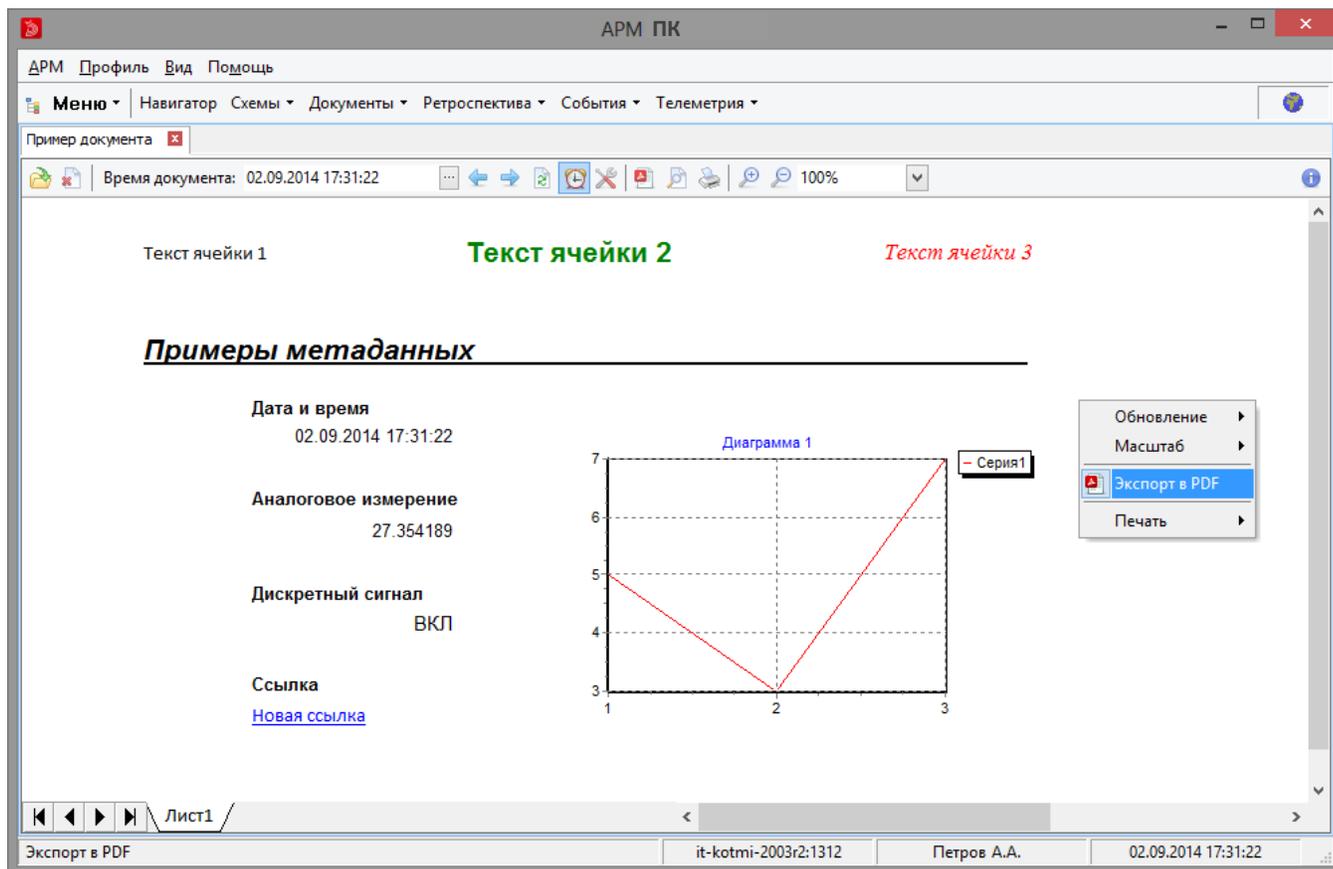


Рисунок 9 – Пример документа

#### 4.7.2.3. Динамические наборы

Динамические наборы (рисунок 10) — это удобное средство для анализа значений параметров оперативной информации. Технология позволяет выбрать на формах отображения группу параметров и отобразить динамику их изменения в виде табличного и графического представления. При использовании графического представления может быть выбран один из трех доступных типов графиков: линейный график, гистограмма, круговая диаграмма).

Динамические наборы могут быть двух типов: общие наборы, хранящиеся на сервере приложений и доступные всем пользователям, и личные наборы, создаваемые и используемые каждым конкретным пользователем системы на локальной машине.

Значения параметров набора могут отображаться в реальном времени или просматриваться за указанный интервал времени в прошлом. К значениям параметров может применяться сдвиг и выравнивание значений по времени. Для графиков в зависимости от их типа возможно задание стандартных графических свойств: цвета линии, толщины линии и т.д. Для удобства работы со значениями графиков предусмотрены функции зуммирования области графика, прокрутки графика с помощью указателя мыши и получения значений графика под указателем мыши в виде курсора.

Отображаемые в APM данные динамических наборов могут быть экспортированы в файлы CSV, XLS или PDF, или напечатаны на принтере.

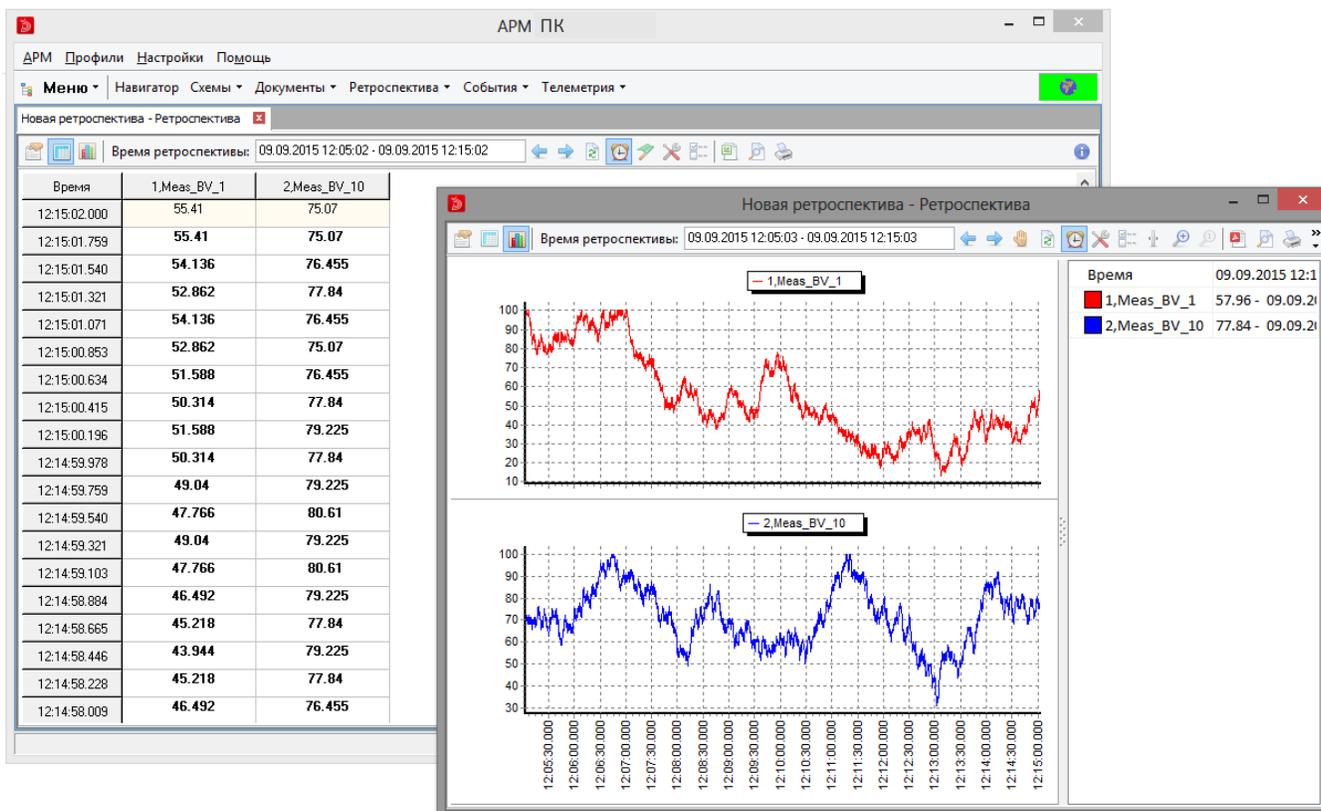


Рисунок 10 – Пример динамического набора

#### 4.7.2.4. Ручной ввод данных

В ПК предусмотрена возможность ручного ввода значений всех категорий оперативной информации пользователем за текущее, будущее или прошедшее время.

Для ручного ввода значений аналоговых измерений и дискретных сигналов предусмотрены дополнительные возможности:

- постановка параметра на ручной ввод с блокировкой поступления телеметрии;
- принудительный переход на дублирующий параметр;
- ручной ввод по расписанию с заданием даты и времени начала и завершения ручного ввода или только одного из этих параметров.

Ручной ввод может быть вызван пользователем из мнемосхем, документов и других модулей АРМ ПК, содержащих параметры, для которых требуется ручной ввод. Ручной ввод может быть также выполнен из внешних программ через программные интерфейсы ПК.

#### 4.7.2.5. Диспетчерские пометки

ПК предоставляет пользователям возможность установки на мнемосхемы специализированных знаков (диспетчерских пометок), несущих дополнительную информацию о состоянии объекта управления (рисунок 11). Диспетчерские пометки могут быть текстовыми или представлять собой изображение. Для каждой пометки имеется возможность добавить к ней поясняющий комментарий, который может быть прочитан другими пользователями в свойствах пометки.

При установке пометки на некоторый объект она также отображается рядом с объектом верхнего уровня, содержащим данный объект. Пометка устанавливается не на конкретную мнемосхему, а логически связывается с объектом и отображается на всех формах, на которых имеется этот объект или его родитель.

В настройках комплекса ПК по умолчанию имеется несколько типов распространенных диспетчерских пометок ("Испытание", "Работа на линии", "Выведено в ремонт" и т.д.). С помощью редактора пометок пользователем может быть создано любое количество других типов пометок.

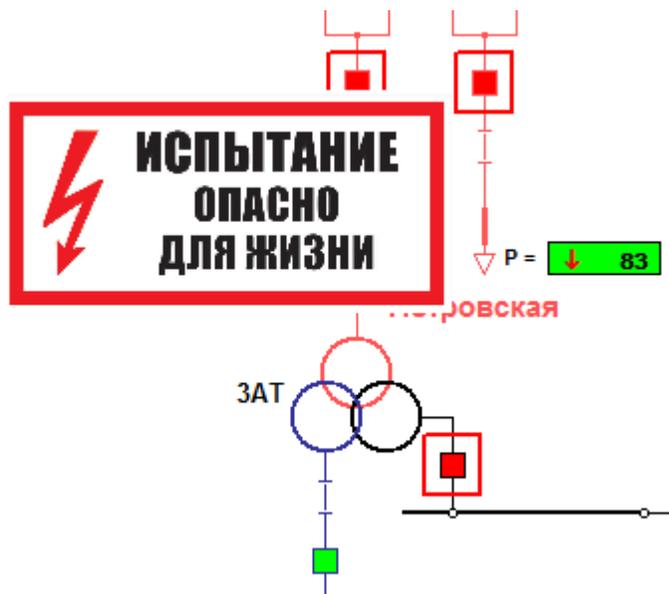


Рисунок 11 – Пример пометки, установленной на мнемосхему

#### 4.7.2.6. Получение справочной информации об отображенных на формах параметрах и объектах

Для всех параметра или объекта, находящегося на форме отображения, имеется возможность вызвать окно его свойств в информационной модели комплекса. Например, для параметра оперативной информации в окне свойств могут отображаться:

- идентификатор и наименование параметра;
- идентификатор и наименование объекта, к которому относится параметр;
- тип параметра;
- единицы измерения;
- значение;
- время поступления в систему;
- время рождения;
- источник;
- статусные признаки (флаги);
- зона нечувствительности;
- коэффициент сглаживания;
- предупредительные, аварийные и физические пределы;
- масштабный коэффициент.

Состав отображаемых свойств зависит от конкретного типа объекта. Динамические значения свойств (например, значения телеметрических сигналов) отображаются в окне свойств в реальном времени.

#### 4.7.3. Получение информации о событиях

##### 4.7.3.1. Отображение событий

Для просмотра событий комплекса в АРМ ПК имеется журнал событий (рисунок 12). Просмотр событий может выполняться в реальном времени или за интервал времени в прошлом.

Для удобства работы с большим количеством событий журнал событий может быть настроен на прием только определенных типов событий или событий, связанных с определенными телеметрическими сигналами или оборудованием, а также отфильтрован или сгруппирован на основании столбцов журнала.

Текущие настройки журнала событий могут быть сохранены в отдельный файл для последующей загрузки, что позволяет пользователю иметь различные конфигурации журнала событий для соответствующих ситуаций.

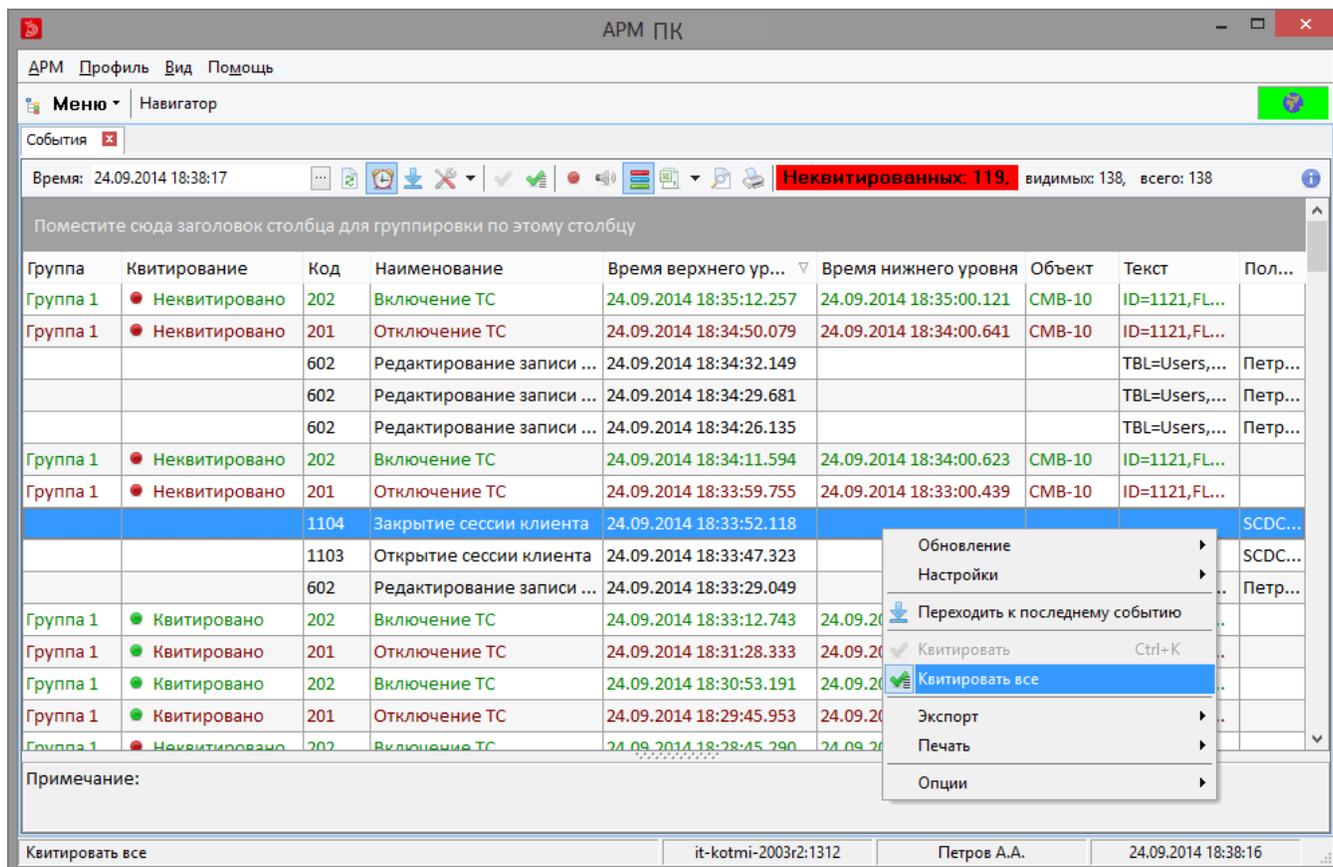


Рисунок 12 – Журнал событий ПК

#### 4.7.3.2. Настройка событий

В настройках ПК по умолчанию имеется набор типов событий, достаточный для работы комплекса на типовом объекте автоматизации. При необходимости с помощью конфигуратора событий (рисунок 13) пользователем может быть создано произвольное количество новых типов или изменены свойства существующих типов событий.

События комплекса ПК могут быть настроены как не требующие квитирования (информационные) и требующие квитирования (аварийные). Для улучшения восприятия каждому типу событий может быть назначен свой цвет и звуковой сигнал. Для дальнейшего структурирования событий существует возможность создания групп событий, связанных с выбранными телеметрическими сигналами и имеющими свои собственные настройки цвета и звукового сигнала.

Для удобства навигации события могут быть настроены таким образом, что в журнале событий с них возможен переход на формы отображения, содержащие источник данного события.

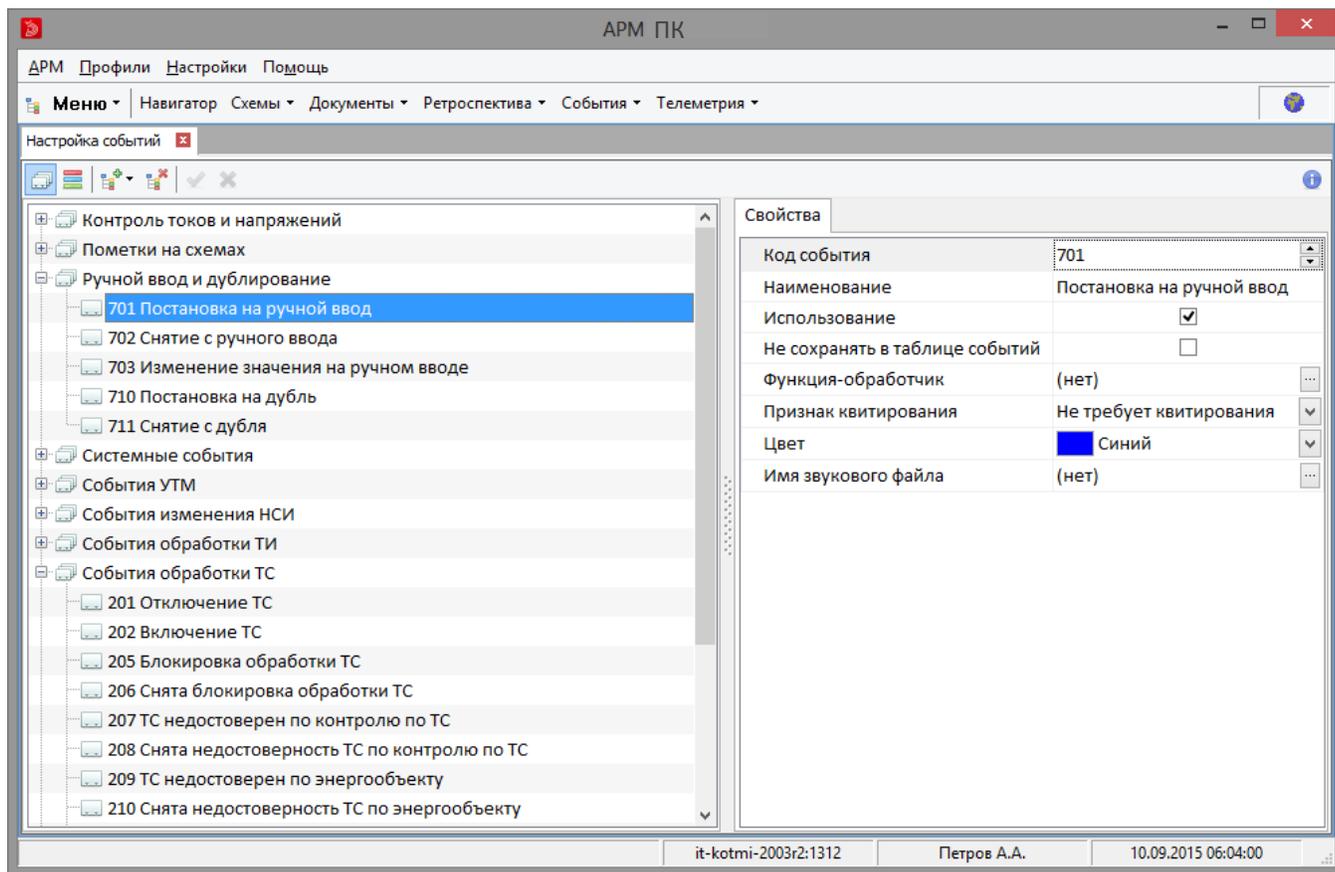


Рисунок 13 – Конфигуратор событий ПК

## 5. Функциональные возможности ПК в части реализации телеуправления (ТУ)

ПК обеспечивает формирование, передачу, а также ретрансляцию команд телеуправления.

Выбор оборудования осуществляется через мнемосхемы или интерактивные формы объектов управления в пользовательском интерфейсе ПК в соответствии с зонами ответственности эксплуатационного персонала.

Тип команды выбирается исходя из физически допустимых вариантов для данного типа оборудования и его текущего состояния.

Визуальный и программный контроль телеуправления обеспечивается на всех этапах выполнения команды:

- при захвате устройства;
- при отправке команды;
- при получении подтверждения;
- при контроле исполнения команды.

### 5.1. Реализованные блокировки

- Предварительная проверка возможности телеуправления:
  - У пользователя, отправившего запрос на выполнение телеуправления, есть соответствующие права доступа.
  - Формат запроса на телеуправление корректен.
  - Телесигнал существует.
  - Телесигнал задействован.
  - Телесигнал имеет тип дискретный.

- Телесигнал является телеуправляемым.
- У телесигнала задано RTU.
- RTU телесигнала используется.
- Отсутствует блокировка ТУ на данном RTU.
- Отсутствует блокировка команды телеуправления, из-за недавно выполненной команды телеуправления.
- Проверка специализированных блокировок телеуправления, заданных пользователем. Выполняется только для тех дискретных сигналов, у которых заданы функции для проверки блокировок.
- Проверка блокировок, заданных пометками на схеме.

## 5.2. Реализованные топологические блокировки

- Блокировки переключения любых коммутационных аппаратов. Соединение источника с землей.
- Блокировки переключения выключателей и разъединителей. Погашение потребителей.
- Блокировки переключения выключателей:
  - Соединение энергорайонов без синхронизации.
  - Нарушение очередности коммутаций присоединений силового (авто)трансформатора.
  - Деление сети сверху вниз по классам напряжения.
  - Соединение частей сети снизу-вверх по классам напряжения.
- Блокировки переключений заземлителей:
  - Блокировка с разъединителями.
  - Включение заземлителя под напряжением.
  - Включение заземляющего ножа при рабочем положении тележки выключателя.
  - Нет видимого разрыва при включении заземлителя.
- Блокировки переключения разъединителей:
  - Блокировка разъединителя при включенном смежном выключателе.
  - Блокировка разъединителя при поданном оперативном токе на отключенный смежный выключатель.
  - Блокировка с заземляющими ножами.
  - Блокировка шинных разъединителей с заземляющими ножами сборных шин.
  - Блокировка вкатывания тележки выключателя в рабочее положение при включенном заземляющем ноже шин комплектного распределительного устройства.
  - Переключение под нагрузкой без шунта.
  - Нарушение видимого разрыва у заземленного оборудования, кроме ЛЭП.
  - Нарушение видимого разрыва у заземленной ЛЭП.
  - Отключение шинного разъединителя при включенном разъединителе линии или силового (авто)трансформатора.
  - Включение разъединителя линии или силового (авто)трансформатора при отключенном шинном разъединителе.

Состав блокировок может быть расширен в соответствии с требованиями Заказчика.

## 5.3. Графики временных отключений (ГВО)

Программное обеспечение предназначено для автоматизированного управления отключением потребителей в рамках ввода ГВО (рисунок 14), что позволит диспетчерскому персоналу систематизировать и упростить выполнение операций по отключению и включению потребителей, а также уменьшить время выполнения команд телеуправления, что особенно актуально при авариях.

Программа позволяет дежурному диспетчеру:

- оперативно выбрать список присоединений для отключения согласно заданным требованиям;
- выдать команду телеуправления;
- в режиме реального времени следить за изменением потребления системы и принимать решения для дальнейшей работы;
- произвести включение того, что было успешно отключено во время ввода ГВО;
- просмотреть историю переключений за длительный период времени.

Потребление в ЗРД

Текущее потребление

Общие настройки переключений

**Графики и очереди переключений**

- [-] График №3
- [-] Очередь №1
- [-] Очередь №2
- [-] Очередь №3
- [-] Очередь №4
- [-] Очередь №5
- [-] Очередь №6
- [-] Очередь №7
- [-] Очередь №8
- [-] Очередь №9
- [-] Очередь №10
- [+] График №4
- [+] График №3 тест
- [+] График №4 тест

**Описание присоединений**

РЭС	Наименование присоединения	ТС	Нагрузка в ЗРД - параметр	Нагрузка в ЗРД, МВт	Текущая нагрузка - параметр	Текущая нагрузка, МВт
Городской РЭС	Царевская ВВ-6кВ ф.630	ВКЛ	20008; Царевская резерв	0,000	20006; Царевская Р ВВ-6кВ ф.630	0,450
Городской РЭС	Царевская ВВ-6кВ ф.616	ОТКЛ	20039; Царевская резерв	0,500	20037; Царевская Р ВВ-6кВ ф.616	0,000
Актубинский РЭС	Опытная МВ-10кВ ф.1	ВКЛ	21; Опытная Р МВ-10кВ ф.1 в ЗРД	0,120	11; Опытная Р ф.1	0,100
Актубинский РЭС	Опытная МВ-10кВ ф.3	ВКЛ	23; Опытная Р МВ-10кВ ф.3 в ЗРД	0,330	13; Опытная Р ф.3	0,300
Городской РЭС	Царевская ВВ-6кВ ф.622	ВКЛ	20024; Царевская Р ВВ-6кВ ф.622 в ЗРД	0,550	20022; Царевская Р ВВ-6кВ ф.622	0,610
Актубинский РЭС	Царевская ВВ-6кВ ф.620	ВКЛ	20028; Царевская Р ВВ-6кВ ф.620 в ЗРД	0,460	20026; Царевская Р ВВ-6кВ ф.620	0,441
Северный РЭС	Северная МВ-6кВ ф.624	ВКЛ	40012; Северная Р МВ-6кВ ф.624 в ЗРД	0,030	40010; Северная Р МВ-6кВ ф.624	0,050
Северный РЭС	Трикожанная МВ-6кВ ф.416	ВКЛ	30004; Трикожанная Р МВ-6кВ ф.416 в ЗРД	0,100	30002; Трикожанная Р МВ-6кВ ф.416	0,132
Северный РЭС	Трикожанная МВ-6кВ ф.415	ОТКЛ	30008; Трикожанная Р МВ-6кВ ф.415 в ЗРД	0,200	30006; Трикожанная Р МВ-6кВ ф.415	0,000

Сервер КОТМИ(localhost) | Администратор ОВК | 06.04.2012 11:19:15

Рисунок 14 – Программное обеспечение ГВО

## 6. Система анализа режимов сети (САРС) – EMS/DMS

САРС предназначена для помощи оперативному персоналу центров управления сетями в целях расширения возможностей, предоставляемых традиционными SCADA и является неотъемлемой частью современных программных продуктов (Advanced SCADA), предназначенных для автоматизации оперативного управления электроэнергетическими сетями.

САРС также позволяет автоматизировать решение задач краткосрочного планирования, используя актуальную расчетную модель сети, получаемую из контура оперативного управления.

САРС принадлежит к классу систем, которые известны за рубежом как DMS/EMS, т.е. могут использоваться для анализа режимов в центрах управления как распределительных, так и передающих (питающих) сетей.

Задачи автоматизации анализа режимов для обоих типов сетей имеют много общего, но они существенно различаются как по структуре сети, так и по количеству объектов оборудования. Распределительные сети имеют преимущественно древовидную структуру, а передающие – произвольную структуру, включая замкнутые контура.

При этом распределительные сети характеризуются большим количеством трансформаторных и распределительных пунктов с простой внутривидостанционной схемой электрических соединений. Питающие сети отличаются значительно меньшим количеством подстанций, но сами подстанции имеют более сложные схемы. Поэтому в САРС для анализа режимов в сетях каждого типа используется специализированное ПО.

Система анализа режимов сети включает в себя набор функций, объединяемых общей расчетной моделью сети, каждая из которых обеспечивает решение какой-либо технологической задачи, связанной с расчетом параметров электрического режима сети, или, другими словами – потокораспределения в сети. Под **потокораспределением** понимается совокупность значений параметров электрического режима во всех объектах расчетной модели электрической сети, а именно – комплексных значений токов, мощностей и напряжений.

### 6.1. Режимы использования

В ПК компоненты САРС могут использоваться, причем одновременно, в трех режимах:

- online (расчеты запускаются автоматически в темпе процесса);
- quasi-online (расчеты выполняются по запросу диспетчерского персонала на «замороженном» состоянии сети для моделирования процесса планируемых переключений);
- offline (на архивных или планируемых состояниях сети).

Первые два режима предназначены для использования диспетчерским персоналом, а третий – для персонала неоперативных служб для решения задач планирования режимов, развития сети, исследования произошедших аварийных и других ситуаций.

Online режим предполагает наличие связи с реальным объектом мониторинга/управления, т.е. с объектами электрической сети. Необходимо отметить, что на этапе внедрения ПК (или его испытаний) телемеханический информационный обмен с объектами электрической сети может быть заменен имитатором телеизмерений в реальном (или модельном) времени с помощью, входящего в состав ПК имитатора.

Для визуализации результатов работы САРС в режиме online используется АРМ диспетчера, базирующийся на модели данных, соответствующих реальным объектам сети (секциям шин, коммутационным аппаратам, участкам ЛЭП и т.п.), находящемся под управлением диспетчерского центра.

Для работы с САРС в режиме offline используется АРМ аналитика-режимщика, базирующийся на расчетной модели сети, которая может включать в себя и модели объектов примыкающих сетей. АРМ аналитика-режимщика предназначен для автоматизации анализа

исследуемых состояний электрической сети. Под состоянием сети понимается совокупность исходных параметров схемы и режима расчетной модели электрической сети.

САРС представляет собой набор различных компонент, из которых может быть собран конкретный продукт, реализующий по запросу Заказчика требуемую ему функциональность.

С помощью конфигурирования САРС можно изменить ее функциональность от минимальной, содержащей минимум функций до максимально возможной, т.е. включающей все компоненты САРС. Кроме того, в ходе работ по проекту, по желанию Заказчика могут быть реализованы дополнительные функции.

Тем не менее, можно выделить следующие основные типы продуктов в зависимости от типов электрически сетей и организаций, в которых планируется использовать САРС.

К ним можно отнести:

- САРС для Энергоучета;
- САРС для ЦУС сетями, не входящими в Россети;
- САРС для ЦУС РЭС (филиалов);
- САРС для ЦУС МРСК;
- САРС для ЦУС сетей ФСК.

Список функций САРС постоянно пополняется.

## 6.2. Функционал САРС в режиме online

- Для магистральных сетей:
  - формирование текущей расчетной модели сети по данным телемеханики;
  - расчет потокораспределения сети по данным телеметрии (оценка состояния);
  - расчет установившегося режима сети (режимная блокировка переключений);
  - оценка режимной надежности (на множестве возможных возмущений);
  - расчет тока короткого замыкания (КЗ) для проверки отключающей способности выключателей;
  - расчет оптимального режима по реактивной мощности;
  - визуализация нарушенных ограничений рассчитанных режимных параметров на диспетчерской схеме и в оперативном журнале.
- Для распределительных сетей:
  - формирование текущей расчетной модели сети по данным телемеханики;
  - пофидерный расчет установившегося режима в распределительной сети;
  - локализация мест возникновения неучтенных потерь.

## 6.3. Функционал САРС в режиме offline

- Для магистральных сетей:
  - краткосрочный прогноз нагрузки (с использованием типовых суточных графиков);
  - расчет установившегося режима сети (режимная блокировка переключений);
  - оценка режимной надежности (на множестве возможных возмущений);
  - расчет тока КЗ для проверки отключающей способности выключателей;
  - расчет оптимального режима по реактивной мощности;
  - варианты расчеты по расстановке средств компенсации реактивной мощности (КРМ);
  - расчет технических потерь электроэнергии (ЭЭ) и их структура.
- Для распределительных сетей:
  - пофидерный расчет установившегося режима в распределительной сети;
  - расчет технических потерь ЭЭ и их структура;
  - локализация мест возникновения неучтенных потерь;

- вариантыные расчеты по расстановке средств КРМ;
- выбор точек деления сети;
- расчет емкостных токов КЗ;
- формирование профиля напряжения фидера.

#### 6.4. Общие функции САРС

- Мониторинг уровней напряжения.
- Мониторинг загрузки оборудования.
- Утяжеление режима (определение режима максимально возможной нагрузки сети).
- Ввод режима в допустимую область по напряжению (положения отпаек трансформаторов).
- АРМ аналитика-режимщика:
  - Визуализация результатов расчетов на расчетной схеме сети (включая динамическую раскраску элементов сети по заданным параметрам режима).
  - Табличный процессор для визуализации параметров сети в табличном виде.
  - Выбор исходного состояния расчетной модели сети из архива состояний сети.
  - Коррекция состояния расчетной модели сети.
  - Сохранение анализируемого состояния расчетной модели сети в архиве состояний сети.

#### 6.5. Основные расчетные функции САРС

##### 6.5.1. Формирование расчетной модели сети

Расчетная модель сети формируется функцией формирования расчетной модели сети (ФРМ) и, если это необходимо, функцией обеспечения наблюдаемости сети с помощью формирования псевдоизмерений.

Под параметрами режима понимаются их усредненные значения на одном и том же интервале времени (в контуре оперативного управления это несколько секунд, для целей энергоучета интервал может быть равен 30 минутам и более). Предполагается, что усреднение выполняется вне системы САРС.

Расчетная модель сети (РМС) включает в себя три основные группы данных:

- топологические, описывающие граф схемы РМС;
- параметры элементов схемы замещения РМС (сопротивления ветвей, их текущее коммутационное состояние, номинальное напряжение узлов и т.п.);
- узловые параметры режима сети (нагрузка, генерация, напряжение), ассоциированные с соответствующими узлами и ветвями сети (телеизмеряемые значения параметров режима сети и псевдоизмерений, ассоциированные с соответствующими узлами и ветвями сети).

Основу применяемых в ФРМ оригинальных алгоритмов определения топологии лежит преобразование графовых структур коммутационной модели сети в графовые структуры расчетной модели (модели «узлы-ветви»). Преобразования графов осуществляются посредством операций топологического процессора, работающего в составе ПК.

Одним из важных результатов работы ФРМ является определение количества и состав районов сети, электрически несвязанных друг с другом («островов»).

##### 6.5.2. Обеспечение наблюдаемости сети

Функция предназначена для анализа степени наблюдаемости сети и дополнение телеметрии, в случае ее недостаточности для обеспечения наблюдаемости, на основе не телеметрической информации.

Функция обеспечения наблюдаемости сети необходима для управления магистральными сетями.

Несмотря на то, что они оснащены устройствами телеметрии (телеизмерениями и телесигнализацией) в значительно большей степени, чем распределительные сети, их обычно недостаточно для обеспечения полной наблюдаемости сети, даже если не учитывать отказы в самой системе сбора и передачи данных телеметрии.

Под наблюдаемостью сети понимается такой объем и структура телеметрии, который позволяет рассчитать параметры установившегося режима во всех элементах расчетной модели сети.

Алгоритм обеспечения наблюдаемости состоит из следующих этапов:

- выявление ненаблюдаемых участков;
- формирование псевдоизмерений для ненаблюдаемых участков в соответствии с выбранными алгоритмами и присвоение им класса достоверности.

Для обеспечения наблюдаемости используется формирование псевдоизмерений мощностей в узлах нагрузки по следующим методикам:

- по экстраполяции архивной информации;
- на основе текущего значения баланса мощности ненаблюдаемого района и номинальных мощностей потребителей;
- по типовым суточным графикам потребителей.

Метод расчета псевдоизмерения может меняться автоматически в зависимости от длительности времени ненаблюдаемости участка сети от момента времени потери наблюдаемости.

### 6.5.3. Оценка состояния

Функция оценки состояния (ОС) необходима для управления магистральными сетями. Такие сети оснащены устройствами телеметрии (телеизмерениями и телесигнализацией) в объеме, достаточном для обеспечения условия наблюдаемости в значительной части управляемой сети.

Измеренные значения отличаются от реальных за счет ошибок, вносимых в них как самими средствами измерения, так и при передаче их в базу данных реального времени ПК.

Функция предназначена для расчета параметров наиболее правдоподобного установившегося режима сети по данным телеметрии и псевдоизмерений с учетом степени их достоверности и при условии обеспечения наблюдаемости сети.

Другими словами, функция оценки состояния балансирует измеренные значения параметров режима таким образом, чтобы выполнялись законы Кирхгофа, описывающие режим электрической сети, а отклонения измеренных значений от рассчитанных было минимально.

Измеряться, в общем, могут любые параметры режима, к которым относятся действительные и мнимые составляющие комплексных значений токов, напряжений и мощностей. Но наиболее распространены следующие:

- Для ветвей расчетной модели – это активные реактивные мощности вначале и/или конце ветви и модуль тока, а также текущее значение коэффициента трансформации для трансформаторных ветвей.
- Для узлов – активные и реактивные мощности нагрузки и/или генерации, а также модуль напряжения.

При использовании оценки состояния в темпе процесса диспетчер имеет возможность увидеть на схеме текущие рассчитанные значения параметров режима сети, в том числе, в ненаблюдаемых участках сети.

### 6.5.4. Расчет и анализ установившегося режима

Функция предназначена для расчета установившегося режима (УР) в электрических сетях, имеющих схему произвольной структуры, т.е. сети могут иметь как кольцевые участки, так и радиальные.

В отличие от функции ОС, функция предназначена для расчета потокораспределения в сети только по заданным значениям узловых параметров режима, а именно: генерации и потребления.

Функция рассчитывает значения следующих параметров режима:

- модуль и угол напряжения в узлах;
- потребление активной и реактивной мощности в узлах (если они имеют статические характеристики);
- генерацию реактивной мощности в генераторных узлах;
- токи, потоки и потери активной и реактивной мощности в ветвях сети;
- активные и реактивные потоки в шунтах;
- генерацию, нагрузку и потери для всей энергосистемы, по энергообъединениям и энергорайонам, в том числе, в изолированных фрагментах сети;
- структуру потерь мощности по энергообъединениям и энергорайонам, в том числе, в изолированных фрагментах сети.

#### 6.5.5. Оптимизация режима

Функция оптимизации режима позволяет определить перечень управляющих воздействий, направленных на снижение потерь электроэнергии в анализируемом режиме с учетом прогноза. В состав управляющих воздействий входят: перенос точек деления сети, изменение номеров анцапф РПН трансформаторов, отключение слабозагруженных трансформаторов. При этом учитываются следующие ограничения:

- по токовой нагрузке оборудования;
- по напряжению;
- по числу управляющих воздействий;
- по перечню оборудования, участвующего в оптимизации;
- по условиям режимной надежности;
- по отключающей способности выключателей и чувствительности релейной защиты.

При расчете учитывается прогнозируемое изменение потребления, планируемый вывод оборудования в ремонт. Определяется возможное снижение потерь электроэнергии за текущие сутки, неделю, месяц и год.

#### 6.5.6. Анализ режимной надежности

Функция анализа режимной надежности предназначена для оценки возможности сети противостоять внезапным возмущениям, приводящим к мгновенному изменению расчетной модели сети. Множество расчетных возмущений может быть задано пользователем и/или формироваться автоматически в виде списка поочередно отключаемых элементов силового оборудования сети (ЛЭП, силовых трансформаторов, секций шин).

Результатом расчета каждого послеаварийного режима являются следующие последствия, к которым приводят отключения ветвей сети с указанием места нарушения:

- превышения пределов по напряжению;
- превышения пределов по току;
- разделение сети на топологически не связанные участки;

– наличие/отсутствие решения.

Результатом является таблица послеаварийных состояний сети, приводящих к отключению потребителей или нарушениям режимных ограничений, на основе которой можно сделать выводы о критичности («тяжести») каждого послеаварийного состояния сети и анализируемого доаварийного состояния сети в целом и определить ее потенциально опасные («узкие места»).

#### 6.5.7. Планирование развития сети

Решение задачи планирования развития сети основано на интерактивном формировании различных вариантов развития сети и выбора среди них наиболее предпочтительного. Варианты развития сети формируются пользователем из модели сети в ее текущем состоянии путем ввода новых сетевых объектов или модификации существующих.

Каждый из вариантов просчитывается на предмет существования его режимов максимальной и минимальной нагрузки, их допустимости по условиям соблюдения режимных ограничений, токов короткого замыкания, потерь и т.п.

В результате расчета формируется таблица вариантов, в которой представлены обобщенные характеристики каждого варианта развития.

#### 6.5.8. Расчет токов короткого замыкания для проверки отключающей способности выключателей

Расчет токов КЗ позволяет контролировать допустимые значения токов и мощностей КЗ в сети. Расчет выполняется для трехфазных металлических КЗ на каждой из имеющихся в сети сборных шин. Полученные в результате величины КЗ сравниваются с максимальными допустимыми их значениями для соответствующих выключателей.

Расчетная модель сети для расчета ТКЗ базируется на расчетной модели УР и является ее расширением за счет более детального учета параметров внешней сети, т.к. параметры внешней сети (сети по которой происходит снабжение данной подстанции) влияют на их максимальную величину.

Расчетные параметры внешней сети определяются ориентировочно и могут быть при желании уточнены. Программа производит расчет максимальных значений ТКЗ из расчета минимально возможных значений сопротивлений внешней сети. Для определения минимальных значений ТКЗ необходимо уточнить данные о внешней сети. Также необходимо ввести данные о максимально допустимых токах КЗ по фидерам и трансформаторам.

Алгоритм расчета тока КЗ основан на поиске пути от шины, на которой происходит КЗ, до ее центра питания. Токи КЗ рассчитываются одновременно с расчетом потерь.

Результатом расчета являются токи и напряжения в режиме КЗ.

#### 6.5.9. АРМ аналитика-режимщика

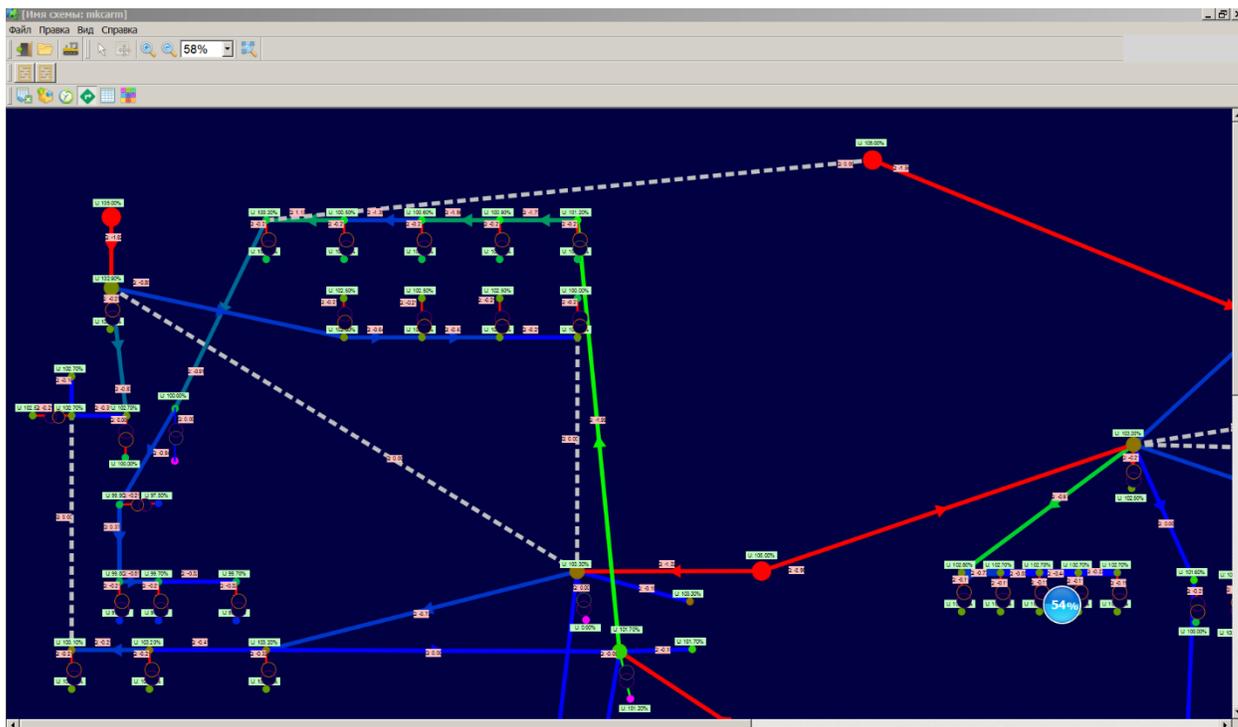


Рисунок 15 – Окно АРМ аналитика-режимщика

АРМ аналитика-режимщика (рисунок 15) предназначен для автоматизации работы неоперативного персонала центров управления сетями, в обязанности которого входит анализ и планирования режимов электрической сети (службы и группы электрических режимов и т.п.) и предоставляет пользователю следующие основные возможности:

- открытие/ закрытие сессии;
- ведение протокола сессии с фиксацией всех действий пользователя;
- импорт текущего состояния РМС из сервера приложений ПК;
- создание/модификация варианта РМС и ее графических схем;
- загрузка и сохранение обновленного варианта РМС и ее графических схем;
- интерактивный режим обновления РМС с возможностью автоматического запуска нужного расчета режима после каждого внесенного изменения;
- сравнение вариантов РМС между собой;
- утяжеление режима по заданной траектории;
- расчет установившегося режима сети;
- расчет оценки режимной надежности;
- расчет потерь электроэнергии;
- расчет ТКЗ;
- визуализация (вывод на монитор) параметров расчетной модели с помощью табличного процессора (сортировка, фильтрация, настройка вида таблиц);
- визуализация параметров РМС на графической схеме сети по запросу пользователя или автоматически после каждого расчета режима сети включая:
  - автоматическое управление детализацией при зуме;
  - цветовое выделение перегруженных объектов;
  - «динамическая» раскраска объектов по заданным параметрам РМС (цвет каждого объекта определяется автоматически по нахождению значения заданного параметра внутри заданного диапазона);
- завершение сессии с сохранением ее протокола.

## 7. Управление отключениями – OMS

Основные реализованные функции OMS:

- фиксация отключений потребителей на основе анализа сигналов телемеханики и информации, полученной по звонкам потребителей;
- определение отключившегося коммутационного аппарата и области отключения;
- мониторинг отключений потребителей и обесточений оборудования в реальном времени;
- формирование и рассылка заинтересованным лицам и организациям отчетов по отключениям потребителей;
- автоматический расчет недоотпуска электроэнергии и времени погашения потребителей по каждому отключению;
- расчет показателей надежности электроснабжения на основе истории отключений (SAIDI, SAIFI).

Запись об отключении создается на основе звонков от потребителей, сигналов телемеханики или на основе заявки для плановых отключений.

По каждому отключению фиксируется:

- отключенное оборудование и период отключения;
- полная история переключений в сети, связанных с данным отключением;
- история отключения и восстановления питания потребителей в процессе выполнения переключений;
- связанные с отключением звонки потребителей и события телемеханики;
- объем недоотпуска электроэнергии по каждому отключению на базе истории телеизмерений и результатов работы оценки состояния.

История по отключению фиксируется автоматически и корректируется пользователем при необходимости.

Функция мониторинга отключенных потребителей выполняет анализ топологии схемы в реальном времени и отображает информацию об обесточенных на текущий момент потребителях и оборудовании:

- количество обесточенных ТП и секций ТП;
- количество жильцов в обесточенных жилых домах;
- количество частично или полностью отключенных зданий и потребителей по категориям электроснабжения;
- информацию об отключении важных и социально значимых объектов;
- оценку величины отключенной мощности.

Ведется история отключений потребителей и оборудования. История ведется в виде журнала в базе данных и содержит последовательность отключений и восстановлений питания по каждому потребителю (нагрузке, точке учета) и элементу оборудования. История ведется автоматически на основании совмещенного анализа всей имеющейся информации. Алгоритм ведения истории использует в качестве основы последовательность переключений, получаемую с телесигнализации и по данным ручного ввода. Далее история отключений уточняется на основании дополнительной информации, вводимой диспетчером в журнал отключений.

На основании истории отключений формируются отчеты по отключениям. Отчет может содержать информацию об одном отключении, отключениям за выбранный период или в выбранной зоне. В отчетах отражается анализ перечня отключенного оборудования и потребителей, аналогично описанному выше анализу для отключений в реальном времени.

Расчет показателей надежности (SAIDI, SAIFI) ведется на основании детальной истории отключений и восстановлений питания потребителей. Отчет по показателям надежности может быть сформирован за любой интервал времени.



## 8. Специальные технологические возможности ПК

### 8.1. Мониторинг участия генерирующего оборудования в ОПРЧ

Программный модуль ОПРЧ предназначен для слежения за участием генерирующего оборудования (генераторов, блоков, гидроагрегатов и т.д.) электростанции, работающего в сети, в общем первичном регулировании частоты и активной мощности и оценки участия в ОПРЧ в соответствии с Требованиями к участию генерирующего оборудования в общем первичном регулировании частоты, утвержденными приказом Минэнерго России от 09.01.2019 №2 и методикой мониторинга и анализа участия генерирующего оборудования в общем первичном регулировании частоты, утвержденной АО «СО ЕЭС» 07.10.2021.

ОПРЧ обеспечивает:

- создание иерархии и свойств контролируемых объектов, определение их характеристик;
- получение текущих измерений и результатов анализа от расчетного модуля;
- наглядное представление оператору контролируемых параметров и характеристик процесса регулирования в графическом и в табличном видах – как в текущем времени, так и за произвольные предшествующие периоды;
- формирование и выгрузку файла отчета по работе генерирующего оборудования в формате .csv за произвольный период;
- загрузку файла отчета и вывод содержащихся в нем данных на экран в виде графиков;

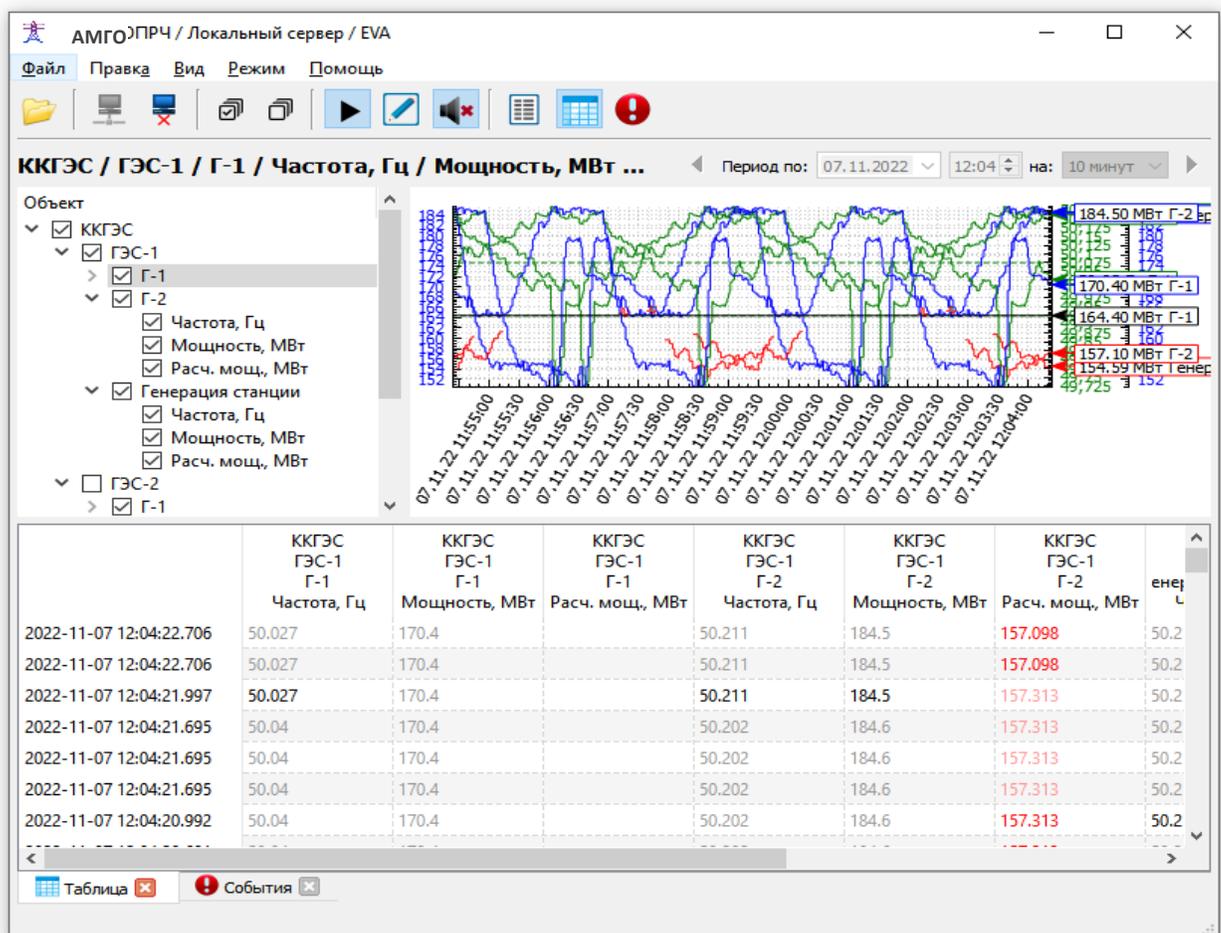


Рисунок 16 – Программное обеспечение АМГО ОПРЧ

## 8.2. Модуль ССНТИ.КЛИЕНТ

Программный модуль ССНТИ.КЛИЕНТ обеспечивает:

- Регистрацию файлов входящих осциллограмм с последующим их архивированием;
- Формирование пакета уведомления о поступивших осциллограммах и отправку уведомлений на SOAP сервер оператора;
- Отправку поступивших осциллограмм на SOAP сервер по запросу;
- Поддержку множества отслеживаемых настраиваемых директорий для каждого вида осциллограмм;

Контроль работы модуля осуществляется через окно консоли, вид которого приведен на Рисунке 17

```

SSNTI_CLIENT_v1.3_FullExecAstra: bash — Терминал Fly
Файл  Правка  Настройка  Справка
ls
2023-08-30T07:47:03:20 [Info: >> "Получение команд успешно. Следующий интервал коммуникации:" 60
2023-08-30T07:47:33:21 [Info: >> "отправка уведомления начата"
2023-08-30T07:47:33:22 [Info: >> "Путь zip файла:" "/home/administrator/Borusyak/SSNTI_CLIENT_v1.3_FullExecAstra/zippered/22.11.22.10.22.28.947,+3t,3агорская ГРЭС,РАС NTC GOSAN,moscow.zip"
2023-08-30T07:47:33:23 [Info: >> "Используется Guid:" "aebfd28a-3942-4829-a579-5751bdf2874e"
2023-08-30T07:47:33:24 [Debug: >> "Уведомление:clientApiKey:" "a506c18d-3031-ae11-8b8f-005056a21fc7"
2023-08-30T07:47:33:25 [Debug: >> "Уведомление:clientId:" "a506c18d-3031-ae11-8b8f-005056a21fc7"
2023-08-30T07:47:33:26 [Debug: >> "Уведомление:creationDateTimeUtc:" "ср авг. 30 07:47:33 2023"
2023-08-30T07:47:33:27 [Debug: >> "Уведомление:dataCreationDateUtc:" "8т нояб. 22 10:23:54 2022"
2023-08-30T07:47:33:28 [Debug: >> "Уведомление:dataSourceDeviceId:" "2416c09e-8c11-484b-8dd2-b2e716b0f38d"
2023-08-30T07:47:33:29 [Debug: >> "Уведомление:dataType:" "Oscillogram"
2023-08-30T07:47:33:30 [Debug: >> "Уведомление:dateTimeStart:" "8т нояб. 22 10:22:28 2022"
2023-08-30T07:47:33:31 [Debug: >> "Уведомление:electricPowerFacilityId:" "2960e04b-c359-45aa-b9db-0d6d6033a07c"
2023-08-30T07:47:33:32 [Debug: >> "Уведомление:fileName:" "/home/administrator/Borusyak/TestFolder/22.11.22.10.22.28.947,+3t,3агорская ГРЭС,РАС NTC GOSAN,moscow.cfg.zip"
2023-08-30T07:47:33:33 [Debug: >> "Уведомление:fileSize:" 4518409
2023-08-30T07:47:33:34 [Debug: >> "Уведомление:hash:" "5c181b0ccf145b451e827566699b43b3c2521e363e6edd0b95bf80d2cb3dbac"
2023-08-30T07:47:33:35 [Debug: >> "Уведомление:notificationType:" "Oscillogram"
2023-08-30T07:47:33:36 [Debug: >> "Уведомление:oscillogramId:" "00000000-0000-0000-0000-000000000000"
2023-08-30T07:47:33:37 [Debug: >> "Уведомление:startSignalName:" ""
2023-08-30T07:47:34:38 [Info: >> "22.11.22.10.22.28.947,+3t,3агорская ГРЭС,РАС NTC GOSAN,moscow" ": уведомление soap отправлено успешно"
2023-08-30T07:47:34:39 [Debug: >> "файл:" "/home/administrator/Borusyak/TestFolder/22.11.22.10.22.28.947,+3t,3агорская ГРЭС,РАС NTC GOSAN,moscow.cfg" " был удален после обработки"
2023-08-30T07:47:34:40 [Debug: >> "файл:" "/home/administrator/Borusyak/TestFolder/22.11.22.10.22.28.947,+3t,3агорская ГРЭС,РАС NTC GOSAN,moscow.dat" " был удален после обработки"
2023-08-30T07:47:34:41 [Debug: >> "файл:" "/home/administrator/Borusyak/TestFolder/22.11.22.10.22.28.947,+3t,3агорская ГРЭС,РАС NTC GOSAN,moscow.hdr" " был удален после обработки"
2023-08-30T07:47:34:42 [Debug: >> "файл:" "/home/administrator/Borusyak/TestFolder/22.11.22.10.22.28.947,+3t,3агорская ГРЭС,РАС NTC GOSAN,moscow.infl" " был удален после обработки"
2023-08-30T07:47:34:43 [Debug: >> "Успешная отправка soap оповещения для группы файлов:" "/home/administrator/Borusyak/TestFolder/22.11.22.10.22.28.947,+3t,3агорская ГРЭС,РАС NTC GOSAN,moscow.cfg"
2023-08-30T07:48:03:44 [Info: >> "Получена команда на отправку файла с guidом:" "aebfd28a-3942-4829-a579-5751bdf2874e"
2023-08-30T07:48:03:45 [Debug: >> "Посылаю файл:" "aebfd28a-3942-4829-a579-5751bdf2874e"
2023-08-30T07:48:05:46 [Debug: >> "/home/administrator/Borusyak/SSNTI_CLIENT_v1.3_FullExecAstra/zippered/22.11.22.10.22.28.947,+3t,3агорская ГРЭС,РАС NTC GOSAN,moscow.zip" ": файл выгружен успешно"
  
```

Рисунок 17. Окно работы серверного приложения ССНТИ.КЛИЕНТ.

Основное окно пользовательского интерфейса приложения настройки ССНТИ.КЛИЕНТ приведено на Рисунке.18 и содержит следующие элементы интерфейса:

1. Кнопка «Главные настройки», которая открывает блок основных настроек в отдельном окне.
2. Дерево объектов.
3. Таблица информации об элементе дерева объектов.
4. Таблица настройки путей отслеживания входных файлов для узлов, являющихся отображением групп файлов.

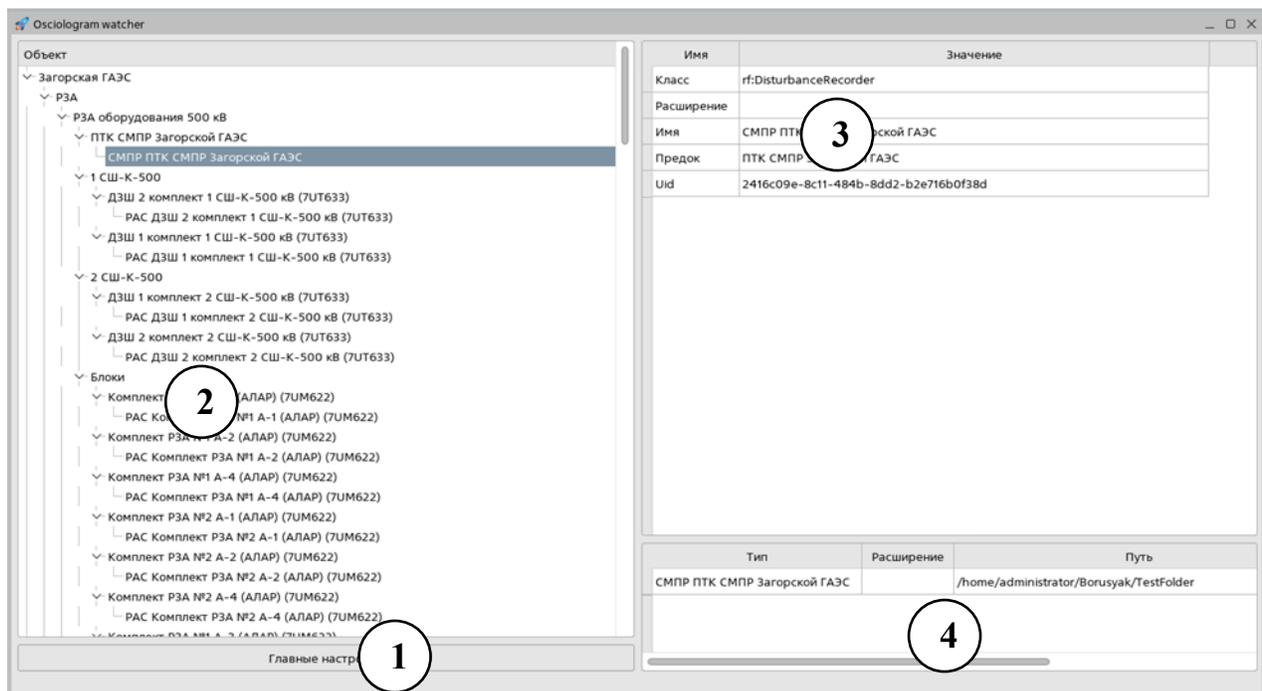


Рисунок 18. Основное окно пользовательского интерфейса «СНТИ.КЛИЕНТ». 1 – кнопка Главные настройки, 2 – Дерево объектов, 3 - Таблица информации об элементе дерева объектов, 4 - Таблица настройки путей отслеживаемых директорий.

Главные настройки модуля СНТИ.КЛИЕНТ приведены на Рис.19

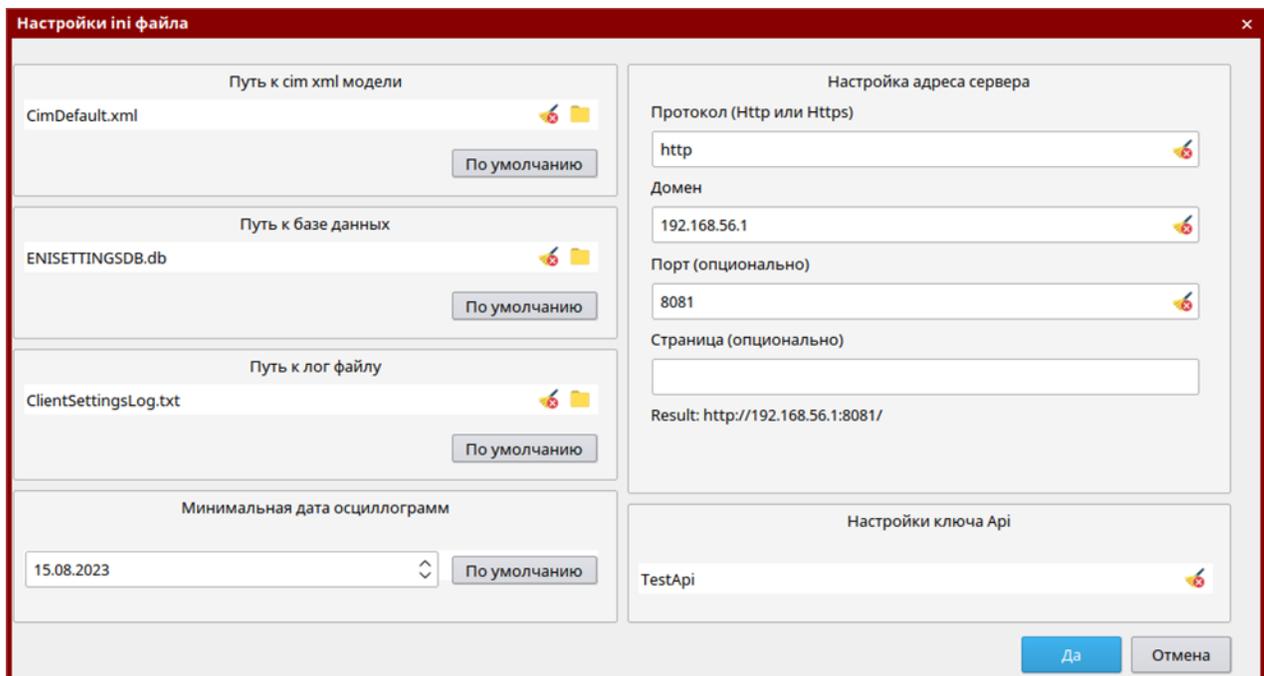


Рисунок 19. Окно главных настроек ini-файла

## 9. Дополнительные функциональные возможности ПК

Реализованы следующие задачи:

1. Паспортизация оборудования.
2. База потребителей.
3. Энергетический календарь.
4. Формирование отчетов. В комплексе ПК имеется возможность автоматической генерации электронных документов, содержащих информацию комплекса (отчетов). В качестве шаблона отчета может использоваться любой из документов ПК. После формирования файла отчета с ним возможны следующие действия:

- посылка на один или несколько адресов электронной почты;
- копирование на диск, в том числе сетевой;
- печать на принтере.

Время генерации отчетов и действий с ними настраивается пользователем и может задаваться в следующем виде:

- периодический запуск с фиксированным периодом;
- календарное расписание на основе недели или месяца;
- однократный запуск в указанную дату и время;
- запуск по событию комплекса ПК;
- запуск пользователем вручную с помощью меню.

5. Рассылка сообщений пользователям ПК:

- GSM (Сотовая связь через АТ команды модема);
- SMPP (Short Message Peer to Peer v3.4);
- E-Mail (Электронная почта SMTP).

6. Имеется опыт интеграции с геоинформационными системами (ГИС).ё

## 10. Информация об опыте построения аналогичных систем

Как упоминалось выше, ПК «С-Платформа» является продолжением и развитием программной платформы КОТМИ. На территории РФ реализовано более 700 систем на платформе КОТМИ, начиная с уровня подстанции и заканчивая центрами управления сетями и ситуационно-аналитическими центрами.

## 11. Информация о локализации комплекса

ПК «С-Платформа» разработан российской компанией ООО «Сигма-Софт Автоматизация» с использованием лицензионного ядра комплекса КОТМИ-14 (реестровая запись №5831 от 20.09.2019). И ядро и модули С-Платформы разрабатываются в России, сборочные машины и исходных код находятся в России и не зависят от зарубежных компонентов.

ПК «С-Платформа» обеспечен полным комплектом документации в соответствии с ГОСТ 19701-90, действует горячая линия поддержки, система управления разработкой, база знаний по комплексу.

Комплекс постоянно развивается. Новые релизы появляются не реже 1 в квартал.

## 12. Система лицензирования

Система лицензирования ПК сходна с широко применяемыми схемами клиент-серверного лицензирования.

Стоимость лицензии на продукт формируется в зависимости от:

- Размера и состава информационной модели (количество и тип подстанций и потребителей);
- Состава используемых функций;
- Количества принимаемых и передаваемых параметров;
- Применяемых протоколов;
- Количества одновременно работающих пользователей.

### 13. Конкурентные преимущества ПК «С-Платформа»

1. Полностью российская разработка, работающая более чем на 700 объектах разных уровней диспетчерского управления.
2. Продукт с историческим развитием, построенный на опыте предыдущих поколений (ядро ПК КОТМИ). В процессе разработки использованы самые современные технологии. Поддерживается новейшее аппаратное обеспечение, кроссплатформенность, независимость от используемой СУБД, средства виртуализации, офисные инструменты и т.д.
3. **Высокая производительность.** Приложения комплекса оптимизированы для работы с большими объемами данных. Ядро реального времени способно обрабатывать миллионы параметров в секунду на стандартном аппаратном обеспечении. Сверхбыстрая система векторной графики поддерживает возможность динамического отображения тысяч объектов на видеостенах коллективного пользования высокого разрешения.
4. Информационно-управляющая платформа, содержащая экспертно-расчетные системы принятия решений для построения распределенной системы сбора, обработки, анализа и обмена информацией о состоянии энергообъектов по всей вертикали управления ПАО "РОССЕТИ", а также содержащая набор модулей для решения технологических задач (ОПРЧ, РУСА, ССНТИ и т.д.) на объектах генерации (в частности, на объектах ПАО «РусГидро»).
5. Единая база оборудования, измерений и топологии для решения всех необходимых задач в распределенной системе.
6. Состояния оборудования (в работе, в ремонте, в резерве и т.д.). Архив состояний оборудования. Возможность аналитики с точностью до единицы оборудования
7. База потребителей. Фиксация фактов отключения потребителей. Архив отключений. Расчеты SAIDI, SAIFI.
8. Интеграция систем оперативного управления и коммерческого учета электроэнергии. Сбор информации со счетчиков, УСД, систем АСКУЭ, расчет балансов электроэнергии и мощности. Поддержка тарифных зон.
9. С помощью ПК «С-Платформа» могут быть реализованы диспетчерские системы практически любого масштаба. Применение системы эффективно для создания:
  - Систем автоматизации и диспетчеризации инженерного оборудования производственных зданий, торговых и офисных центров, гостиниц;
  - Информационно-управляющих систем объектов электроэнергетики;
  - Диспетчерских центров, центров управления сетями, ситуационно-аналитических центров.
10. Расширенные коммуникационные возможности с поддержкой всех стандартных протоколов, включая МЭК 61850-8-1 MMS (сервер и клиент), GOOSE. Единое

описание системы сбора информации как на уровне подстанций, так и на уровне центров управления сетями.

11. Поддержка унаследованных протоколов телемеханики: КОМПАС, ГРАНИТ, Гранит-Микро, МПТК, ТМ-512, ТМ-120, РПТ-80, АИСТ и др.
12. Поддержка интерфейсов взаимодействия с внешними системами в соответствии с МЭК 61968/61970 (СІМ-модель).
13. Возможность создания распределенной системы с единой базой оборудования, измерений и топологии (модель данных), что позволяет, при необходимости, передавать управление между диспетчерскими центрами.
14. Эффективное использование вычислительной мощности. Обработка и архивирование потока изменений параметров до 250 000 в сек. выполняется на стандартном процессоре – 4 ядра, 8 ГБ памяти, RAID 5, Windows Server.
15. Кластерная архитектура с возможностью распараллеливать обработку поступающей информации с целью увеличения производительности.
16. Разрешающая способность архивов измерений до 1 мсек.
17. Онлайн-система расчета и анализа технических и коммерческих потерь электроэнергии, в том числе, локализация коммерческих потерь.
18. Универсальные (инвариантные относительно топологии схем подстанций) алгоритмы блокировки переключений коммутационных аппаратов основаны на анализе топологии графов схем подстанций и электросетей и на специальных операциях вычисления графов. Анализ топологии и вычисление графов программно реализованы в виде Универсального топологического процессора.
19. Автоматическое построение расчетной модели электрической сети (узлы-ветви) в режиме online.
20. Интегрированные функции SCADA/EMS/DMS/OMS. Комплекс расчетных аналитических задач для магистральных и распределительных сетей, работающих в режиме online/offline:
  - оценивание состояния;
  - расчет установившегося режима;
  - расчет ТКЗ;
  - надежность (n-1);
  - расчет потерь;
  - оптимизационные задачи.

Список решаемых задач постоянно пополняется.

21. Мощная система расчетов, основанная на встроенном языке технологического программирования. Возможность описания обработки информации любой сложности.
22. Возможность создания различных конфигураций АРМ для различных пользователей.
23. WEB-доступ. Обеспечивает доступ к информации в виде схем, документов, графиков, журналов из WEB-браузеров и с мобильных устройств.
24. Поддерживаются СУБД:
  - PostgreSQL;
  - PostgrePro;

- SQLite;
- MS Access;
- Firebird/Interbase;
- MS SQL.

Имеется конвертор для миграции между СУБД. Список СУБД может быть расширен.

25. Гибкость политики лицензирования и ценообразования.
26. Низкая совокупная стоимость владения.
27. Обучение и сертификация специалистов.
28. Техническая поддержка и обратная связь.

**14. Перечень сокращений.**

БД	-	база данных
ПО	-	программное обеспечение
ПК		программный комплекс
ГВО		график временных отключений
СУБД	-	система управления базами данных
ССНТИ	-	система сбора неоперативной технологической информации
АМГО ОПРЧ	-	автоматизированного мониторинга участия. генерирующего оборудования в общем первичном регулировании частоты
СО ЕЭС	-	АО «СО ЕЭС»