

АО «СО ЕЭС»

**Мониторинг динамики изменения режимных
параметров ЕЭС России по данным системы
мониторинга переходных режимов**

**Эксплуатационная документация
ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ**

Москва 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Термины, определения и сокращения	3
1. Общие положения	6
1.1. Полное наименование программы для ЭВМ и ее условное обозначение	6
1.2. Сведения об организации заказчика и исполнителя	6
2. Назначение системы	6
2.1. Вид деятельности, для автоматизации которой предназначена Система	6
2.2. Перечень функций, реализуемых Системой	7
3. Описание Системы.....	10
3.1. Структура Системы и назначение ее частей.....	10
3.2. Архитектура Системы	10
3.3. Описание подходов и технологий	13
3.4. Технические требования необходимые для функционирования системы	14
3.5. Сведения об АС в целом и ее частях, необходимые для обеспечения эксплуатации системы.....	15
4. Описание взаимосвязей Системы с другими системами	18
4.1. Интеграция с внешними технологическими ИУС	18
4.2. Интеграция с инфраструктурными ИУС	18
5. Описание подсистем.....	18
5.1. Подсистема взаимодействия с внешними системами	18
5.2. Подсистема ведения НСИ	20
5.3. Подсистема графической визуализации	21
5.4. Подсистема обработки данных и визуализации	22
5.5. Подсистема управления.....	23
5.6. Подсистема аналитики.....	24
5.7. Подсистема мониторинга	25
5.8. Подсистема хранения информации	26
5.9. Модуль обработки и предоставления данных СВИ	27
Лист регистрации изменений	28

ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Термин, понятие, сокращение	Утверждение документа
АО «СО ЕЭС»	Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы»
АРМ	Автоматизированное рабочее место
АСДУ	Автоматизированная система диспетчерского управления
АС СИ СМПП	Автоматическая система сбора информации от регистраторов СМПП
БД	База данных
ЕСМ	Единая система мониторинга
ДЦ	Диспетчерский центр
ИА	Исполнительный аппарат АО «СО ЕЭС»
НСИ	Нормативно-справочная информация
ОДУ	Филиал АО «СО ЕЭС» объединенное диспетчерское управление
ПАК	Программно-аппаратный комплекс
ПО	Программное обеспечение
ПТК	Программно-технический комплекс
ПЭР	Параметр электрического режима
РДУ	Филиал АО «СО ЕЭС» региональное диспетчерское управление
РФ	Российская Федерация
СВИ	Совокупность векторных и скалярных параметров электроэнергетического режима, измеренных и рассчитанных в заданном объеме, с заданной дискретизацией в однозначно определенные моменты времени, синхронизированные с помощью глобальных навигационных спутниковых систем
СУБД	Система управления базами данных
УСВИ	Устройство СВИ
AD	Службы каталогов для операционных систем семейства Windows Server
API	Программный интерфейс приложения
AVI	Медиа контейнер для видеоданных от компании Майкрософт
CPU	Центральный процессор (Central Processing Unit) - электронный блок либо интегральная схема, исполняющая машинные инструкции (код программ), главная часть аппаратного обеспечения компьютера
CSV	Comma-Separated Values — значения, разделённые запятыми — текстовый формат, предназначенный для представления табличных данных

COMTRADE	Международный формат, предназначенный для хранения информации о значениях и режимных параметрах энергосистемы.
DTO	Data Transfer Object — шаблон проектирования, используется для передачи данных между подсистемами приложения
GET	Метод запроса с использованием HTTP протокола. Параметры запроса передаются в составе URI ресурса
GPU	Графический процессор (Graphics Processor Unit) - это особый вид микропроцессора, который спроектирован специально для обработки графических данных и ускорения отображения изображений на экране устройства
FPS	frames per second» или «количество кадров в секунду» — это показатель того, насколько плавно и реалистично сменяется картинка на экране.
HTTP	HyperText Transfer Protocol — протокол прикладного уровня передачи данных
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Secure) — расширение протокола HTTP, для поддержки шифрования в целях повышения безопасности.
Get-request	Запрос от менеджера SNMP к объекту для получения значения переменной или списка переменных.
Get-next-request	Запрос от менеджера SNMP к объекту для получения значения всего списка переменных
JavaScript	Язык программирования сценариев и скриптов.
JSON	Текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript.
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol — облегчённый протокол доступа к каталогам — протокол прикладного уровня для доступа к службе каталогов X.500.
ORM	Object-Relational Mapping — объектно-реляционное отображение — технология программирования, которая связывает базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования, создавая «виртуальную объектную базу данных».
POST	Метод запроса с использованием HTTP протокола. Параметры передаются в теле запроса.
REST	Representational State Transfer — «передача состояния представления» — архитектурный стиль взаимодействия компонентов распределённого приложения в сети.
RDF	Модель описания объектов (ресурсов)
RPC	Сервис вызова удалённых процедур
TCP Socket	Программный интерфейс для обмена данными между процессами с использованием протокола TCP
Thrift API	Язык описания интерфейсов, который используется для определения и создания служб под разные языки программирования. Является фреймворком к RPC

SNMP	Simple Network Management Protocol — простой протокол сетевого управления устройствами на основе архитектур TCP/UDP
SQL	Structured query language — язык структурированных запросов — язык программирования, применяемый для создания, модификации и управления данными в реляционной базе данных, управляемой соответствующей системой управления базами данных.
TCP	Transmission Control Protocol — протокол управления передачей, один из основных протоколов передачи данных интернета, предназначенный для управления передачей данных.
Trap	Диагностическое сообщение об ошибках системы и их устранение, направляемое агентом SNMP менеджеру SNMP.
UDP	User Datagram Protocol — протокол пользовательских датаграмм.
URI	Uniform Resource Identifier — унифицированный (единообразный) идентификатор ресурса.
URL	Uniform Resource Locator — единообразный локатор (определитель местонахождения) ресурса.
VMWare	Программное обеспечения для виртуализации
XML	eXtensible Markup Language — расширяемый язык разметки.
WebGl	Программная библиотека для языка программирования JavaScript, позволяющая создавать на JavaScript интерактивную трехмерную графику, функционирующую в широком спектре совместимых с ней веб-браузеров
WebGPU	Новый технический стандарт, который позволяет веб-приложениям эффективно использовать графический процессор (GPU) компьютера для рендеринга графики и вычислений

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Полное наименование программы для ЭВМ и ее условное обозначение

Наименование программы для ЭВМ: «Мониторинг динамики изменения режимных параметров в ЕЭС России по данным системы мониторинга переходных режимов».

Условное обозначение программы для ЭВМ – Система, ВДП.

1.2. Сведения об организации заказчика и исполнителя

Заказчик – Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС»).

Исполнитель – Общество с ограниченной ответственностью (ООО «АЛЬФА ЛЕВЕЛ»).

Основание для разработки Системы является договор № 1130 от 07.08.2023, заключенного между АО «СО ЕЭС» и ООО «АЛЬФА ЛЕВЕЛ».

2. НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

2.1. Вид деятельности, для автоматизации которой предназначена Система

Система предназначена для автоматизации действий оперативного и технологического персонала, направленных на сбор, обработку и визуализацию данных СВИ для решения следующих задач:

- мониторинг колебаний частоты, напряжения и угла напряжения в масштабах региональной энергосистемы и определение параметров колебаний;
- автоматическое определение факта отделения части энергосистемы на изолированную работу;
- идентификация вынужденных и межзональных низкочастотных колебаний параметров электрического режима (НЧК ПЭР);
- мониторинг уровня частоты и напряжения как локально в энергорайонах, так и в целом в энергосистеме;
- отслеживание развития технологического возмущения и реакции энергосистемы в режиме реального времени;
- определение факта и области возникновения аварийного небаланса активной мощности;
- идентификация источника вынужденных низкочастотных колебаний ПЭР методом анализа потокораспределения диссипативной энергии;
- вычисление амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности (НК) по контролируемым сечениям сети методом статистического анализа;
- оперативное проведение пост-аварийного анализа с повторным воспроизведением события в реальном масштабе времени, демонстрация архива технологических нарушений.

2.2. Перечень функций, реализуемых Системой

Для решения задач (см пункт 2.1) оперативного и технологического персонала Система автоматизирует следующие основные процессы:

- визуализация динамики изменения режимных параметров в режиме on-line (см. Рисунок 1);
- визуализация динамики изменения режимных параметров в режиме off-line (см. Рисунок 2).

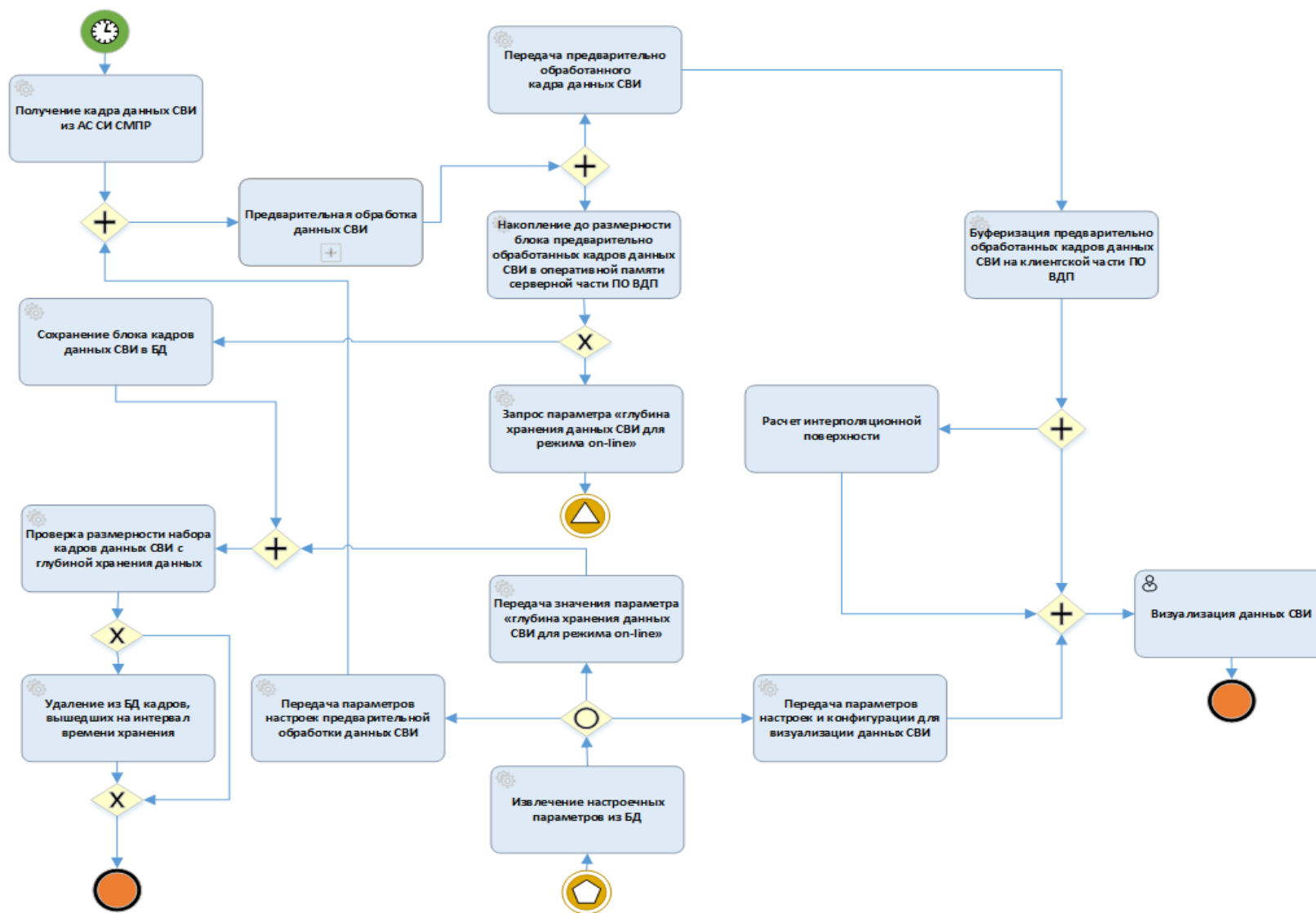


Рисунок 1 – Описание процесса визуализации динамики изменения ПЭР в режиме on-line

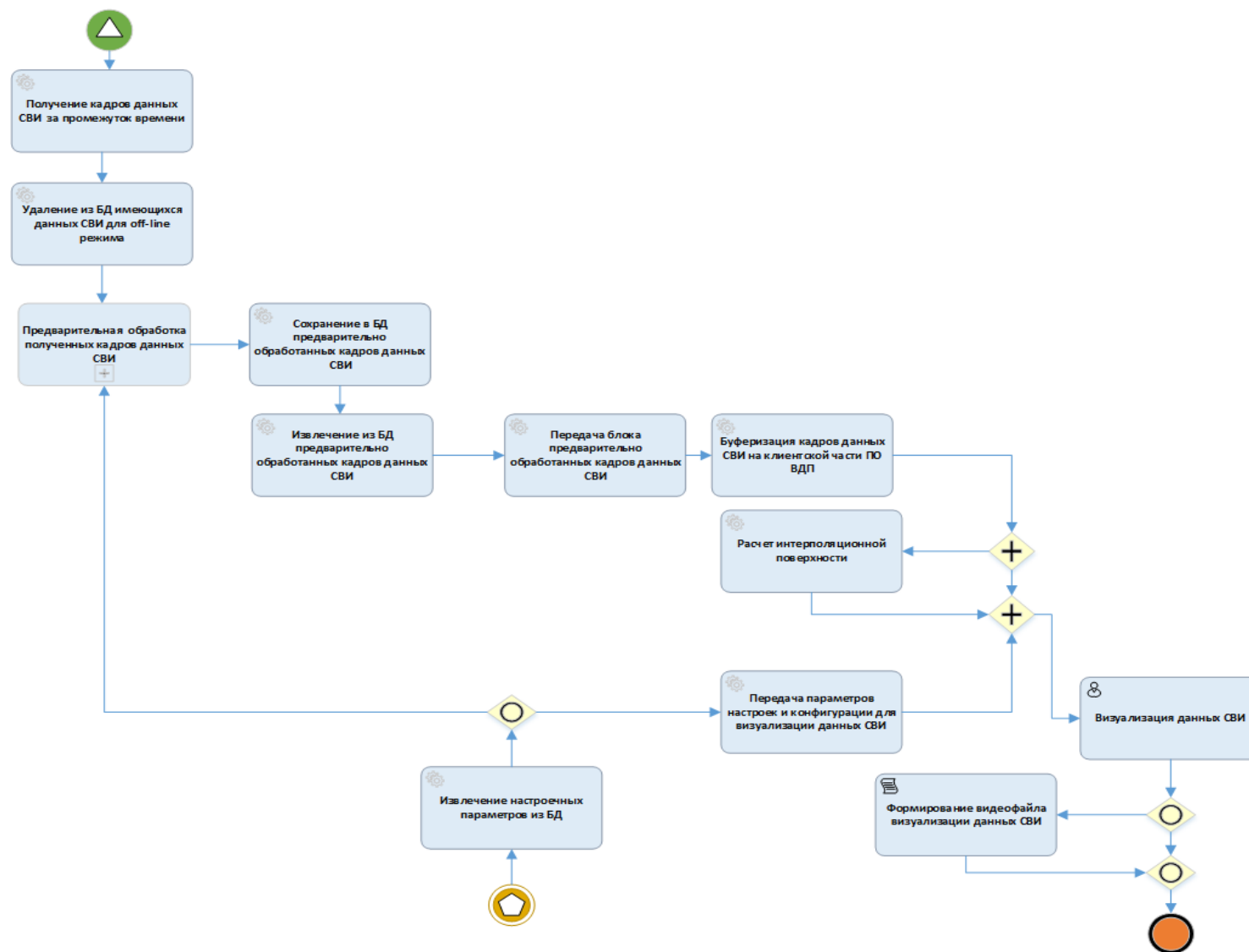


Рисунок 2 – Описание процесса визуализации динамики изменения ПЭР в режиме off-line

3. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

3.1. Структура Системы и назначение ее частей

Система имеет централизованную архитектуру – компоненты обработки и хранения данных располагаются на серверном оборудовании ИА. Система построена в соответствии с требованиями к многоуровневой архитектуре.

Функциональная структура Системы разделена на слабосвязанные модули, оснащенные стандартизированными интерфейсами для взаимодействия с другими модулями Системы. Каждый модуль выполняет строго ограниченный набор функций, которые не повторяются от модуля к модулю, и работают изолированно. Такая структура дает относительную независимость компонентов Системы, что позволяет вести автономную разработку и модификацию модулей.

Каждая группа модулей использует функции модуля взаимодействия с БД, модуля журналирования, модуля разграничения прав доступа.

Работа Системы оптимизирована в части администрирования модулей. При реализации Системы используется подход, предусматривающий разделение запросов и команд пользователя (CQRS). CQRS предполагает разделение операций чтения (запросы, которые не изменяют состояние системы) и обновления данных (команды, которые изменяют состояние - обновляют и добавляют данные). Такой подход позволяет обеспечить гибкость и безопасность за счет разделения ответственности, понизить общую сложность логики Системы и повысить её надёжность, скорость, управляемость и сопровождаемость.

Команды пользователя, которые влияют на изменение состояния Системы, обрабатываются асинхронно и направляются на выполнение в соответствующие технологические модули Системы. Результатом выполнения каждой команды будет изменение состояния Системы (например, готовность её к загрузке новой НСИ).

Запросы не изменяют состояние Системы и используются для предоставления данных пользователю или внешней системе (например, для просмотра состава НСИ или формирования отчётов). Запросы передаются в модуль доступа к данным для выборки информации из БД.

При развёртывании на физических узлах Система размещается на двух серверах:

- Сервер баз данных, на котором будет размещена база данных Системы;
- Сервер приложений в корпоративном сегменте сети, на котором размещены клиентское и серверное приложения в контейнере

3.2. Архитектура Системы

Система реализована в виде веб-приложения на базе трехуровневой клиент-серверной архитектуры. Серверная часть включает в себя следующие уровни:

- уровень хранения данных;

- уровень сервера приложений.

Клиентская часть разработана с использованием браузерных технологий.

В Системе предусмотрено функционирование в двух режимах работы:

- в режиме on-line, предусматривающем получение данных СВИ с частотой 50 кадров в секунду и их обработку;
- в режиме off-line, предусматривающий получение и обработку данных СВИ за запрашиваемый временной интервал.

Для обеспечения функционирования в режимах on-line/off-line в Системе в виде служб реализован модуль приема данных СВИ, осуществляющий взаимодействие с АС СИ СМПП по протоколам Thrift API и IEEE C37.118.2.

При обращении клиентской части (при открытии страницы визуализации данных СВИ) к серверу Системы создается соединение по веб-сокету для получения предварительно обработанных данных СВИ.

Предварительно обработанные данные накапливаются в оперативной памяти сервера Системы, где с частотой 50 кадров в секунду отправляются на клиентскую часть Системы.

В клиентской части осуществляется их накопление в буфере с размерностью равной интервалу повторного воспроизведения данных СВИ в режиме on-line.

Для визуализации данных СВИ используется технология WebGPU, которая обеспечивает формирование и отображение в веб-браузере трехмерной интерполяционной поверхности.

Для формирования графического кадра интерполяционной поверхности выполняется:

1. Получение последнего (по временной метке) кадра данных СВИ из буфера клиентской части в случае работы в режиме on-line.
Для off-line режима выбирается тот кадр данных СВИ, который соответствует отсчету из расчета 20 кадров в секунду, начиная с первого кадра, соответствующего началу временного интервала запрошенных данных СВИ (т.е. при запуске воспроизведения в режиме off-line запускается счетчик, который с периодом 50 мс перемещает указатель на следующий кадр данных СВИ. В момент обращения к буферу передается тот кадр данных, на который ссылается указатель).
2. Расчет параметров поверхности по алгоритму ABOS.
3. Рендеринг (формирование и отображение) трехмерной поверхности с использованием WebGPU.

3.2.1. Сервер приложений

Сервер приложений должен располагаться только на уровне ИА. Сервер приложений должен поддерживать работу в среде виртуализации АО «СО ЕЭС».

На сервере приложений расположены технологические сервисы Системы:

- сервис online обработки данных (Service);
- сервис внешнего взаимодействия (Web);
- сервис offline обработки данных (OfflineService);
- сервис планировщик (Scheduler).

3.2.1.1. Технологические модули

В Системе функционируют следующие технологические модули:

- модуль предварительной обработки данных;
- модуль расчета параметров программируемой логики;
- модуль сигнализации о наступлении событий;
- модуль визуализации данных СВИ (3D);
- модуль визуализации данных по перетокам мощности (2D);
- модуль визуализации линейных графиков (2D);
- модуль визуализации данных СВИ на диспетчерском щите;
- модуль выявления небаланса активной мощности;
- модуль выявления источника колебаний;
- модуль выявления выделения на изолированную работу;
- модуль вычисления амплитуды НК;
- модуль расчета перетоков мощности.

3.2.1.2. Служебные модули

В Системе функционируют следующие служебные модули:

- модуль журналирования – логирование определенных событий Системы на нескольких уровнях (журнал событий Системы в БД);
- модуль аутентификации и авторизации – аутентификация пользователей с помощью логина/пароля и авторизация пользователей согласно ролевой модели Системы;
- модуль разграничения прав доступа – настройка и установка разграничения доступа к функциям и массивам данных согласно ролевой модели Системы и принадлежности пользователя;
- модуль взаимодействия с БД – обеспечивает взаимодействие с БД Системы;
- модуль ведения НСИ – ведение необходимой НСИ для функционирования системы;
- модуль управления параметрами и настройками – администрирование наборов параметров и настроек для обеспечения требуемого результата визуализации, расчетов, параметров срабатывания контроля и прочих аспектов работы Системы;

- модуль импорта/экспорта данных из/в файла – обеспечивает механизм загрузки и выгрузки файлов различных форматов;
- модуль формирования видео файлов – обеспечивает покадровое формирование видео файла;
- модуль взаимодействия с очередью сообщений – обеспечивает взаимодействия с очередью сообщений;
- модуль управления заданиями – обеспечивает настройку и управление отложенными заданиями, запускаемые по расписанию или по запросу.

3.2.1.3. Веб сервер / реверс прокси

Помимо технологических сервисов на сервере приложений Системы располагается компонент Nginx, выполняющий следующие задачи:

- предоставление статического содержимого сайта Системы;
- трансляция запросов с сайтов к технологическим сервисам в контейнерах.
- организация защищенного соединения при подключении к серверу приложений.

3.2.2. Сервер СУБД

Сервер СУБД располагается только на уровне ИА. Сервер СУБД поддерживает как аппаратное исполнение, так и запуск в среде виртуализации АО «СО ЕЭС».

В качестве СУБД для хранения данных Системы использует Postgres PRO, развернутая в одномашинной конфигурации (без поддержки отказоустойчивости).

3.2.3. Клиентская часть Системы

Клиентская часть Системы не требует установки на рабочие станции пользователей.

Клиентская часть Системы реализована в виде Веб интерфейса для запуска в браузерах, созданных на основе свободного браузера Chromium, например, Яндекс Браузер или Google Chrome.

3.3. Описание подходов и технологий

Пользователи со своих рабочих мест в офисной сети ИА и филиалов АО «СО ЕЭС» получают доступ к web-серверу Системы по протоколу HTTPS.

Клиентская часть системы выполнена на основе фреймворка для создания пользовательских интерфейсов Vue.js версии 3 (или выше).

Серверная часть Системы, предназначенная для хранения, обработки и визуализации данных СВИ и прочих переходных процессов, разработана с использованием модульной платформы для разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом .Net 8.0 (или выше) и помещена в контейнер для изолирования приложения от сервера и возможности быстрой

горизонтальной масштабируемости (увеличения количества экземпляров приложения для распределения нагрузки между ними).

При обращении клиентской части (при открытии страницы визуализации данных СВИ) к серверу Системы создается соединение по веб-сокету для получения предварительно обработанных данных СВИ.

Предварительно обработанные данные накапливаются в оперативной памяти сервера Системы, где с частотой 50 кадров в секунду отправляются на клиентскую часть Системы.

В клиентской части осуществляется их накопление в буфере с размерностью равной интервалу повторного воспроизведения данных СВИ в режиме on-line.

Для визуализации данных СВИ используется технология WebGPU - вычисления с использованием шейдеров, непосредственно на уровне GPU, которая обеспечивает формирование и отображение в веб-браузере трехмерной интерполяционной поверхности.

В Системе реализована ролевая модель на основе назначаемых пользователю прав. Пользователи с ролью «Администратор ИА» получают доступ к созданию новых ролей и привязки к ним прав, редактированию уже существующих ролей и состава их прав, удалению ролей. Ролевая модель хранится в БД Системы.

Данные хранятся на сервере БД. В качестве СУБД будет использоваться PostgreSQL 13. Доступ к данным предоставляется по протоколу TCP/IP.

Предусмотрено несколько уровней журналирования действий пользователя и событий Системы (журнал событий Системы в БД и вспомогательный журнал в виде log-файлов).

События информационной безопасности фиксируются в стандартные системные журналы (предоставление/отказ доступа, изменение параметров, вход /выход и др.).

3.4. Технические требования необходимые для функционирования системы

Для нормального функционирования Системы необходимо выполнение рекомендуемых технических требований к составу и характеристикам общепрограммного и технического обеспечения.

Согласно архитектуре (см. пункт 3.2 Настоящего документа) выделены технические требования к серверной и клиентской части системы.

3.4.1. Технические требования к аппаратному обеспечению

Комплекс технических средств Системы должен соответствовать требованиям, изложенным в **Ошибка! Источник ссылки не найден.1.**

Таблица 1. Комплекс технических средств Системы

Оборудование	Аппаратные средства
Сервер БД	• Оперативная память: 24 Гб • Количество ядер ЦП: 12

	• Частота ЦП: 2,4 ГГц • Объем хранилища не менее 500 Гб
Сервер приложений	• Оперативная память: 48 Гб • Количество ядер ЦП: 24 • Частота ЦП: 2,4 ГГц • Объем хранилища 150 Гб
Рабочее место пользователя	• Оперативная память: 16 Гб • Количество ядер ЦП: 4 • Частота ЦП: 1,6 ГГц • Графический процессор с поддержкой GPU • Свободный диск: 10 Гб

Комплекс программных средств Системы должен соответствовать требованиям, изложенным в **Ошибка! Источник ссылки не найден.2.**

:

Таблица 2. Программное обеспечение Системы

Оборудование	Программное обеспечение
Сервер БД	• Postgres PRO 13 и выше • Astra Linux SE 1.7.4 с режимом безопасности Орел и выше
Сервер приложений	• nginx 1.24 • Astra Linux SE 1.7.4 с режимом безопасности Орел и выше • Docker 20.10.2 и выше • Docker-Compose 1.28.0 и выше • NET Core 8 • Rabbit MQ
Рабочее место пользователя	• ОС: Windows 7 (и выше) • Web-браузер на основе свободного браузера Chromium, например, Яндекс Браузер версии не ниже 24.6 или Google Chrome

3.5. Сведения об АС в целом и ее частях, необходимые для обеспечения эксплуатации системы

3.5.1. Режимы функционирования системы

Для обеспечения функционирования Системы предусмотрены следующие режимы:

- штатный режим эксплуатации, при котором должна обеспечиваться непрерывная обработка запросов пользователей

Системы и выполнение регламентных функций. Штатный режим работы рассчитан на одновременную работу не менее 70 пользователей;

- 50 пользователей – визуализация on-line данных, работа с 3D поверхностью, 2D визуализацией;
 - 10 пользователей – загрузка исторического среза offline данных СВИ, работа с 3D поверхностью, 2D визуализацией, формирование видеофайлов;
 - 10 пользователей – визуализация протекания электромеханических переходных процессов на основе расчетных данных, работа с 3D поверхностью, 2D визуализацией, формирование видеофайлов;
- сервисный режим, необходимый для проведения реконфигурации и обновления версий Системы.

Система функционирует в штатном режиме, при этом допускаются перерывы в работе пользователей при переводе Системы в сервисный режим работы. Продолжительность нахождения Системы в сервисном режиме работы определяется Заказчиком исходя из объема задач по обслуживанию Системы.

При возникновении сбоя в функционировании Системы во время штатного режима работы допустимое время на восстановление после отказа составляет не более 4 часов.

Во время проведения регламентных работ, связанных с выполнением процедуры обновления или технического обслуживания Системы, допускается использование нового экземпляра сервера Системы, содержащего копию основного сервера Системы. При этом предусматривается разворачивание нового экземпляра сервера Системы на виртуальной машине под управлением VMWare.

3.5.2. Средства обеспечения надежности функционирования системы

Надежность Системы достигается комплексом организационных и технических мер, обеспечивающих требуемые уровни безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохранения ресурсов Системы.

Технические меры по обеспечению надежности предусматривают:

- резервное копирование программных компонентов Системы средствами VMWare:
 - резервное копирование образа Системы в отказоустойчивый репозиторий;
 - резервное копирование аппаратных снимков в отказоустойчивый репозиторий;
- использование технических средств с избыточными компонентами и возможностью их «горячей» (нагруженной) замены;

- использование программных средств СУБД для создания резервных копий БД;
- конфигурирование используемых средств и применение специализированного ПО, обеспечивающего высокую надёжность.

Организация и выполнение процедур резервного копирования Системы (образа Системы, копий БД) производится средствами Заказчика.

Организационные меры по обеспечению надёжности направлены на минимизацию ошибок пользователей (а также обслуживающего персонала при эксплуатации и проведении работ по обслуживанию), минимизацию времени ремонта или замены вышедших из строя компонентов за счёт:

- обеспечения требуемого уровня квалификации пользователей;
- обеспечения требуемого уровня квалификации обслуживающего персонала;
- своевременного оповещения пользователей о случаях нештатной работы компонентов Системы;
- своевременной диагностики неисправностей;
- наличия запасных изделий и приборов;
- наличия договоров на сервисное обслуживание и поддержку компонентов комплекса технических средств.

При возникновении сбоев в аппаратном обеспечении, включая аварийное отключение электропитания, Система автоматически восстановит свою работоспособность после устранения сбоев и корректного перезапуска программно-аппаратного обеспечения (за исключением случаев повреждения рабочих носителей информации с исполняемым программным кодом).

В Системе предусмотрена корректная обработка ошибочных ситуаций с возможностью дальнейшего продолжения работы без аварийного закрытия подсистем, за исключением случаев критических ошибок, в случае появления которых их функционирование останавливается.

3.5.3. Масштабируемость системы

В Системе предусмотрена возможность модернизации и развития путем расширения функциональных возможностей, увеличения объема обрабатываемой информации и числа пользователей. При этом расширение функциональных возможностей Системы не приведет к нарушению ее функционирования.

Увеличение объема обрабатываемой информации и числа пользователей достигается путем «вертикального» масштабирования системных ресурсов серверной части (см. пункт 3.4.1 Настоящего документа) Системы без модификации специального программного обеспечения. Вертикальное масштабирование подразумевает добавление системных ресурсов в серверную часть:

- увеличение количество ядер ЦП;

- увеличение объема оперативной памяти;
- увеличение дискового пространства.

4. ОПИСАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ СИСТЕМЫ С ДРУГИМИ СИСТЕМАМИ

4.1. Интеграция с внешними технологическими ИУС

В модулях интеграции будут функционировать следующие компоненты:

- Модуль передачи уведомлений и оповещений – обеспечивает рассылку уведомлений на электронную почту;
- Модуль загрузки данных СВИ –обеспечивает взаимодействие с АС СИ СМПР по протоколам Thrift API и IEEE C37.118.2
- Модуль загрузки данных ОИК– обеспечивает взаимодействие с ОИК по протоколу http (public API).
- Модуль приема/передачи данных по МЭК 104 – обеспечивает прием и передачу данных по протоколу МЭК 104

4.2. Интеграция с инфраструктурными ИУС

Система взаимодействует со следующими инфраструктурными комплексами:

- Служба каталогов (ИА);

Модуль авторизации выполняет функцию интеграционного модуля со Службой каталогов в целях авторизации пользователя в системе и предоставления ему доступа к МСГО в соответствии с принадлежностью к группам. Авторизация выполняется автоматически с использованием технологии единого входа SSO (без ввода логина и пароля учетной записи, уже авторизованной в домене). Сквозная аутентификация (SSO) реализуется средствами Nginx (используется модуль для Nginx spnego).

Взаимодействие Модуля с Службой каталогов производится круглосуточно при авторизации пользователя в системе. Права пользователя ограничены полученной от Службы каталогов информацией, в том числе временем окончания действия токена.

- Модуль передачи сообщений в систему мониторинга – обеспечивает передачу сообщений о текущем состоянии системы в ПАК ЕСМ по протоколу SNMP;

5. ОПИСАНИЕ ПОДСИСТЕМ

5.1. Подсистема взаимодействия с внешними системами

Подсистема взаимодействия с внешними системами обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- прием данных СВИ от АС СИ СМПР;
- загрузка данных СВИ из файлов форматов CSV/COMTRADE;
- передача сведений о состоянии Системы в ПАК ЕСМ;
- прием сведений об объектах НСИ от АС СИ СМПР;
- прием данных справочника «Граф энергосистемы».

5.1.1. Прием данных СВИ от АС СИ СМПР

Функция обеспечивает получение данных СВИ из АС СИ СМПР по протоколам Thrift API и С37.118.2. Полученные данные СВИ передаются подсистеме предварительной обработки и визуализации данных (см. пункт 5.4 Настоящего документа).

5.1.2. Загрузка данных СВИ из файлов форматов CSV/COMTRADE

Функция выполняет следующие действия:

- осуществляет загрузку файла на сервер;
- осуществляет обработку содержимого файла;
- передает результат обработки файла модулю предварительной обработки данных СВИ.

Обработка содержимого файлов включает:

- выполнение синтаксического разбора в соответствии с шаблоном форматов CSV/COMTRADE. При наличии ошибок Система информирует пользователя о невозможности обработки загружаемого файла с указанием причины;
- сохранение в БД результата разбора в виде набора кадров данных СВИ.

5.1.3. Прием сведений об объектах НСИ АС СИ СМПР

Функция обеспечивает получение данных об объектах НСИ АС СИ СМПР, их обработку и актуализацию справочника «Регистраторы АС СИ СМПР». В Системе предусмотрено два способа обновления сведений справочника «Регистраторы АС СИ СМПР»:

- путем загрузки пользователем RDF файла, содержащего данные топологии объектов НСИ;
- получение данных НСИ с использованием сервисного взаимодействия с АС СИ СМПР через протокол Thrift API.

5.1.4. Прием данных справочника Граф энергосистемы

Функция обеспечивает первичное наполнение и актуализацию справочника «Граф энергосистемы» путем загрузки через интерфейс из файла XML формата.

Система информирует пользователя о результатах загрузки файла:

- при успешной его обработки в всплывающем окне отображается информация об удаляемых, добавляемых и обновляемых элементах справочника (внесение изменений в справочник производится после дополнительного подтверждения пользователем);
- при наличии ошибок в файле отображается информация о невозможности загрузки с указанием причины.

5.2. Подсистема ведения НСИ

Подсистема НСИ обеспечивает ведение и предоставление сведений из следующих справочников:

- Регистраторы АС СИ СМПР;
- Граф энергосистемы;
- Статистика;
- Группы почтовых рассылок;
- Модуль программируемой логики.

Подсистема ведения НСИ обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- выбор представления работы с данными справочника (см. 5.2.1 Выбор представления работы с данными справочника);
- редактирование данных справочника (см. 5.2.2 Редактирование данных справочника);
- контекстный поиск элементов справочника (см. 5.2.3 Контекстный поиск элементов справочника).

5.2.1. Выбор представления работы с данными справочника

Функция обеспечивает группировку данных по следующим объектам НСИ:

для справочника Регистраторы АС СИ СМПР:

- по ДЦ;
- по энергообъектам (станциям/подстанциям);

для справочника Граф энергосистемы:

- по ДЦ;
- по Узлам Графа энергосистемы;
- по Ветвям Графа энергосистемы;
- по Узлам с привязкой УСВИ.

5.2.2. Редактирование данных справочника

Функция позволяет выполнить следующие операции:

- добавление объектов справочника «Граф энергосистемы»;
- удаление объектов справочника «Граф энергосистемы»;

- изменение данных об объектах справочника «Граф энергосистемы»;
- добавление объектов справочника «Группы почтовых рассылок»;
- удаление объектов справочника «Группы почтовых рассылок»;
- изменение данных об объектах справочника «Группы почтовых рассылок»;
- добавление объектов справочника «Модуль программируемой логики»;
- удаление объектов справочника «Модуль программируемой логики»;
- изменение данных об объектах справочника «Модуль программируемой логики».

5.2.3. Контекстный поиск элементов справочника

Функция осуществляет поиск по наименованию элементов справочника путем отбора записей, удовлетворяющего условиям поиска, устанавливаемым пользователем через пользовательский интерфейс.

Функция выполняется в процессе ввода пользователем текста (не менее 3-х символов) в поле поиска.

5.3. Подсистема графической визуализации

Подсистема графической визуализации предназначена для формирования графа энергосистемы и визуализации его в графическом виде.

Подсистема графической визуализации предоставляет следующие основные возможности пользователю:

- переключение на экранную форму справочника «Граф энергосистемы» с отображением выбранного узла;
- включение/выключение (переключение в состояние «ненаблюдаемого» узла) узлов графа энергосистемы.
- настройка вывода на форму визуализации информации об узлах графа энергосистемы;
- настройка границ энергосистемы.

5.3.1. Загрузка данных пользователей из службы каталогов

Функция реализует возможность запроса сведений о пользователе по его идентификатору к службе каталога AD, приема и загрузки полученных данных.

Система обеспечивает получение следующих сведений о пользователе:

- ФИО пользователя;
- наименование диспетчерского центра;
- наименование структурного подразделения;
- адрес электронной почты;

- идентификатор группы (или набор идентификаторов в случае принадлежности к нескольким группам) каталога AD.

Полученный результат передается функции, осуществляющей авторизацию пользователей в Системе.

5.3.2. Определение прав доступа пользователя Системы

Функция определения прав доступа обеспечивает выполнение процедуры авторизации пользователя в Системе.

При начале работы с Системы (при открытии страницы), Система выполняет LDAP запрос к службе каталога AD для получения сведений о пользователе. Получив ответ, Система устанавливает набор прав пользователя в соответствии с назначенной ему системной роли.

При наличии разных правил доступа, связанных с назначением более одной роли, Система предоставит пользователю полномочия, соответствующие объединению прав назначенных ему ролей.

5.4. Подсистема обработки данных и визуализации

Подсистема обработки и визуализации предназначена для обработки данных СВИ и визуализации динамики изменения параметров электрического режима и включает следующие модули:

- предварительная обработка массивов данных;
- расчет дополнительных параметров;
- визуализация данных СВИ.

5.4.1. Предварительная обработка массивов данных

Модуль, получая кадры данных СВИ от АС СИ СМПР (см. пункт 5.1.1 Настоящего документа), последовательно выполняет следующие алгоритмы:

1. Пересчет напряжения в относительные величины
2. Проверка достоверности данных.
3. Устранение «зависших» значений.
4. Проверка на наличие выбросов.
5. Проверка пропусков данных.
6. Исключение недостоверных данных.
7. Фильтрация данных в заданном частотном диапазоне.

5.4.2. Расчет дополнительных параметров

Модуль обеспечивает формирование интерполяционной поверхности и выполняет:

- расчет интерполяционных значений ПЭР в узлах равномерной сетки (модель описания интерполяционной поверхности);
- расчет значений ПЭР в «ненаблюдаемых» узлах графа энергосистемы.

5.4.3. Визуализация данных СВИ

Функция предназначена для визуализации динамики изменения режимных параметров и включает следующие возможности:

- визуализация динамических процессов в энергосистеме в виде интерполяционной поверхности;
- визуализация динамических процессов в энергосистеме в виде динамической схемы;
- повторное воспроизведение с использованием полосы прокрутки в режиме on-line за интервал времени, устанавливаемый настройками. При этом предусмотрен возврат визуализации данных СВИ в реальное время;
- масштабирование градиентной шкалы значений ПЭР;
- визуализация энергорайонов, выделившихся на изолированную от ЕЭС России работу, с возможностью просмотра в отдельном окне;
- визуализация потокораспределения диссипативной энергии и источников вынужденных низкочастотных колебаний;
- просмотр интерполированных значений в ненаблюдаемых узлах графа энергосистемы во временном графике;
- замедленное/ ускоренное воспроизведение визуализации данных СВИ в режиме off-line;
- запись процесса визуализации в видеофайл формата MPEG-4;
- задание интервала времени для визуализации данных СВИ.

5.5. Подсистема управления

Подсистема управления предназначена для настройки и управления Системой и включает следующие функции:

- настройка прав доступа и распределение ролей пользователям Системы;
- конфигурирование состава энергообъектов и перечня типов принимаемых массивов входной информации из АС СИ СМГР;
- установка настроечных параметров функций предварительной обработки и визуализации данных СВИ;
- настройка периодичности выполнения автоматических процедур расчетов, экспорта и получения данных от внешних информационных систем;
- настройка уровня подробности журнала событий;
- настройка параметров соединения с внешними системами.

5.6. Подсистема аналитики

Подсистема аналитики, предназначенная для подготовки отчетной информации, предоставляет следующие функциональные возможности:

- формирование видеофайла визуализации динамики изменения режимных параметров в формате AVI;
- экспорт результатов обработки данных СВИ в файлы форматов CSV/COMTRADE;
- выгрузка данных справочника «Граф энергосистемы» в файл формата XML.

5.6.1. Формирование видеофайла визуализации динамики изменения режимных параметров в формате AVI

Функция выполняет видеозапись визуализации динамики изменения режимных параметров в формате AVI по нажатию пользователем кнопки записи.

Система выполняет следующие шаги:

1. На стороне веб-браузера визуализированный кадр интерполяционной поверхности ПЭР преобразуется в файл изображения графического формата.
2. На стороне веб-браузера файл графического формата преобразуется в формат URL данных.
3. Веб-браузер отправляет серверу приложений данные о старте передачи кадров изображения, включая:
 - маркер о начале передачи кадров изображений;
 - логин пользователя;
 - идентификатор записи.
4. При положительном ответе сервера приложений, осуществляется передача кадров изображений. В противном случае, выполняется повторная отправка данных согласно шагу 3.
5. Сервер приложений, принимая кадры изображений в формате URL, осуществляет обратное преобразование в формат графического изображения.
6. Выполнив преобразование, сервер приложений сохраняет файл графического изображения в каталог для хранения медиа (графических изображений и видеофайлов) данных. При этом для каждого пользователя Системы создается отдельный каталог. Информация принадлежности каталога пользователю Системы сохраняется в БД.
7. По окончании процедуры записи, осуществляемой по нажатию на соответствующий элемент управления пользователем, Система на стороне веб-браузера формирует и направляет серверу приложений сообщение об окончании процедуры записи.

8. Сервер приложений, получив сообщение об окончании записи вызывает программное средство (утилиту) для создания видеофайла в формате AVI из графических файлов изображений.
9. По результатам создания видеофайла сервер приложений направляет веб-браузеру пользователя сообщение о сформированном видеофайле с указанием пути доступа к нему в виде ссылки (при наведении на нее Система отображает размер и дату созданию файла). При этом графические файлы изображений, на основе которых был сформирован видеофайл, удаляются из файловой системы.

Сформированный видеофайл хранится на сервере Системы и удаляется по запросу пользователя через интерфейс Системы. При необходимости пользователь имеет возможность переименовать сформированный видеофайл (по умолчанию Система создает файл с наименованием по следующему шаблону: *<префикс ДЦ (эта метаданные об экземпляре системы)>_<интервал времени визуализации с>_<интервал времени визуализации по>*).

5.6.2. Экспорт результатов обработки данных СВИ в файлы форматов CSV/COMTRADE

Функция выгружает результаты предварительно обработанных данных СВИ и интерполяционные значения в «ненаблюдаемых» узлах графа энергосистемы, формируя файлы в форматах CSV и COMTRADE (в соответствии с версией стандарта IEEE C37.111.2013).

Результаты экспорта сохраняются в файловой системе серверной части с предоставлением ссылки на их скачивание. При этом результаты экспорта, полученные предыдущим запросом, удаляются из Системы.

Система проверяет объем запрашиваемых данных согласно установленному в настройках значению. В случае превышения Система информирует пользователя о необходимости уменьшения интервала запрашиваемых данных СВИ, необходимых для экспорта.

5.6.3. Выгрузка данных справочника «Граф энергосистемы» в файл формата XML

Функция позволяет выгружать данные справочника «Граф энергосистемы» в XML файл по установленному шаблону.

5.7. Подсистема мониторинга

Подсистема мониторинга предназначена для отслеживания и фиксации возникающих событий в Системе и включает следующие функции:

- журналирование событий в Системе;
- поиск и фильтрация сообщений журнала событий;
- сортировка записей журналов событий;

- формирование пакета информации о состоянии Системы для передачи в ПАК ЕСМ.

5.7.1. Журналирование событий в Системе

Функция выполняет журналирование событий в Системе и результаты отражает в следующих журналах:

- журнал действий пользователей;
- журнал системных ошибок;
- журнал учета «недостоверных» данных СВИ;
- журнал учета продолжительности обработки данных СВИ;
- журнал взаимодействия с внешними Системами;
- журнал работы сигнализации;
- журнал работы сценариев;
- журнал работы алгоритма ОМВ;
- журнал источников вынужденных НЧК.

5.7.2. Поиск и фильтрация записей журналов

Функция выполняет поиск и фильтрацию (с возможностью отбора записей одновременно по нескольким параметрам) записей журналов с использованием фильтров.

5.7.3. Сортировка записей журналов

Функция выполняет сортировку по возрастанию/убыванию записей по атрибутам записей журналов.

5.7.4. Формирование пакета информации о состоянии Системы для передачи в ПАК ЕСМ

Функция в случае возникновения системного события в Системе формирует SNMP TRAP сообщение для последующей передачи в ПАК ЕСМ.

При этом передаются следующие категории системных событий:

- ошибка, вследствие которой функционирование подсистемы становится ограниченным;
- критическая ошибка, вследствие которой функционирование подсистемы останавливается.

5.8. Подсистема хранения информации

Подсистема хранения информации предназначена для:

- хранения результатов предварительной обработки данных СВИ для обеспечения визуализации в режиме on-line;
- хранения данных СВИ, полученных по запросу из АС СИ СМНР для режима off-line;

- хранения данных справочников «Граф энергосистемы» и «Регистраторы АС СИ СМПР», «Статистика», «Группы почтовых рассылок», «Модуль программируемой логики»;
- хранения параметров настроек Системы;
- хранения записей журналов Системы;
- хранения сведений о пользователях и правах доступа.

Подсистема хранения информации выполняет следующие функции:

- сохранение и обновление данных в БД;
- извлечение и передача данных по запросу подсистем.

5.9. Модуль обработки и предоставления данных СВИ

Модуль обработки и предоставления данных СВИ предоставляет API для:

- передачи данных СВИ, обработанных функцией предварительной обработки данных (см. пункт 5.4 Настоящего документа) в режиме потока данных;
- получения управляющих команд: обновление настроек системы, обновление графа энергосистемы.

Модуль обработки и предоставления данных СВИ включает следующие функции:

- передачу запроса АС СИ СМПР для получения запрашиваемых данных;
- получение ответа от АС СИ СМПР;
- предварительная обработка данных СВИ;
- передача результата обработки запроса для визуализации в web-приложении.

Функция передачи предварительно обработанных данных СВИ реализуются в виде электронного сервиса, работающего по протоколу WebSocket.

Работа сервиса инициализируется параметрами файла конфигурации, включающего настройки подключения к БД и ограничения по временному интервалу запрашиваемых данных СВИ. Параметры подключения к АС СИ СМПР, а также параметры предварительной обработки данных, запрашиваются из БД.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Автор	Редакция	Дата	Описание изменения