



**«Информационная система «Система автоматизированного
планирования электроэнергетических режимов» (САПЭР 2022)**

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

Версия 1.4.1

Москва 2023



СОДЕРЖАНИЕ

1. Аннотация	3
2. Основные термины, определения и сокращения	3
3. Общие положения	5
3.1. Полное наименование программы для ЭВМ и её условное обозначение.....	5
3.2. Сведения об организациях Заказчика и Исполнителя работ.....	5
3.3. Основание для приобретения Системы	5
4. Назначение Системы	6
4.1 Вид деятельности для автоматизации.....	6
4.2 Перечень объектов автоматизации.....	6
4.3 Перечень функций, реализуемых Системой	6
5. Описание Системы.....	8
5.1 Структура Системы и назначение ее частей	8
5.2. Состав и назначение сервисов	10
5.2.1. Сервис «data-manager».....	10
5.2.2. Сервис «task-manager».....	11
5.2.3. Сервис «calculation-service»	11
5.2.4. Сервис «msk-calculation-service»	11
5.2.5. Сервис «saper-opt-service».....	12
5.2.7. Сервис «user-manager».....	12
5.2.8. Сервис «acl».....	12
5.2.9. Сервис «spring-boot-admin».....	12
5.2.10. Веб-интерфейс системы «front»	13
5.4. Требования к программному обеспечению.....	16
5.5. Сведения о Системе в целом и ее частях, необходимые для обеспечения эксплуатации системы.....	18
5.5.1. Средства обеспечения надежности функционирования Системы. 18	
5.5.2. Обеспечение безопасности.....	18
5.6. Описание информационного обмена	19
6. Описание взаимосвязей системы с другими системами.....	20



1. Аннотация

В данном документе приведено общее описание программы для электронных вычислительных машин «Информационная система «Система автоматизированного планирования электроэнергетических режимов» (далее – САПЭР 2022, Система). Документ содержит общие положения, сведения о назначении, описание структуры и функциональных возможностей Системы, а также взаимосвязей с другими системами.

2. Основные термины, определения и сокращения

acl	Access Control List - список управления доступом, который определяет, кто или что может получать доступ к объекту
API	Описание способов (набор классов, процедур, функций, структур или констант), которыми одна компьютерная программа может взаимодействовать с другой программой
AVX	Advanced Vector Extensions — расширение системы команд x86 для микропроцессоров Intel и AMD
BLAS	(Basic Linear Algebra Subprograms — базовые подпрограммы линейной алгебры) —библиотека выполняющих основные операции линейной алгебры, такие как умножение векторов и матриц.
СИМ ЗПИ	Common Information Model Заявки Ремонты Перечень
css	Cascading Style Sheets - каскадные таблицы стилей
html	HyperText Markup Language — язык гипертекстовой разметки
HTTP	HyperText Transfer Protocol – протокол прикладного уровня передачи данных
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Secure – расширение протокола HTTP для поддержки шифрования в целях повышения безопасности
Java	Строго типизированный объектно-ориентированный язык программирования общего назначения
JavaScript	Прототипно-ориентированный сценарный язык программирования
JBDC	Java DataBase Connectivity — соединение с базами данных на Java
js	JavaScript - мультипарадигменный язык программирования
JSON	Текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript
REST	Архитектурный стиль взаимодействия компонентов распределённого приложения в сети. REST представляет собой согласованный набор ограничений, учитываемых при проектировании распределённой гипермедиа-системы
SNMP	Протокол, используемый для управления сетевыми устройствами



«Система автоматизированного планирования электроэнергетических режимов»

SPA	Single Page Application — это веб-приложение, размещенное на одной веб-странице, которая для обеспечения работы загружает весь необходимый код вместе с загрузкой самой страницы
TLS	transport layer security — Протокол защиты транспортного уровня
БД	База данных
ДЦ	Диспетчерский центр
ЕЭС	Единая Энергетическая Система
ИА	Исполнительный аппарат АО «СО ЕЭС»
ИА	Исполнительный Аппарат
ИК	Исходный код
ИУС	Информационно-управляющая система
МСК	Матрица сетевых коэффициентов
НСИ	Нормативно-справочная информация
НТЦ	Научно-технический центр
ОДУ	Филиал АО «СО ЕЭС» Объединенное диспетчерское управление
ОИК СК-11	Оперативно-информационный комплекс СК-11
ПАК	Программно-аппаратный комплекс
ПО	Программное обеспечение
РДУ	Филиал АО «СО ЕЭС» Региональное диспетчерское управление
СО	Системный Оператор
СОДП ДП	Модуль «Система определения допустимых перетоков для целей долгосрочного планирования» СОДП ДП
СУБД	Система управления базами данных

3. Общие положения

3.1. Полное наименование программы для ЭВМ и её условное обозначение

Полное наименование программы для ЭВМ – «Информационная система «Система автоматизированного планирования электроэнергетических режимов».

Условное обозначение программы для ЭВМ – САПЭР 2022, Система.

3.2. Сведения об организациях Заказчика и Исполнителя работ

	Заказчик	Исполнитель
Наименование организации	Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы»	Акционерное общество «НТЦ ЕЭС Информационные комплексы»
Адрес	109074, Россия, г. Москва, Китайгородский проезд, д. 7, стр. 3	109074, г. Москва, Китайгородский проезд, д.7, стр.3, этаж 5, помещение К-5.

3.3. Основание для приобретения Системы

САПЭР 2022 приобретена по договору ИК-5.1-021 от 30.05.2022, заключенному с АО «НТЦ ЕЭС Информационные комплексы».

4. Назначение Системы

4.1 Вид деятельности для автоматизации

Система предназначена для выполнения вариантных расчетов прогнозных электроэнергетических режимов по календарным суткам месяцев года, проверки реализуемости месячных и годовых графиков ремонтов основного энергетического и электросетевого оборудования по условиям балансов мощности и электроэнергии и режимным ограничениям, для расчета показателей балансов мощности и электроэнергии по календарным суткам на этапе месячного планирования.

4.2 Перечень объектов автоматизации

Система разработана для использования в ИА и филиалах АО «СО ЕЭС» ОДУ, РДУ.

4.3 Перечень функций, реализуемых Системой

Основные функции системы сгруппированы в следующие функциональные разделы:

1. Выполнение вариантных расчетов прогнозных электроэнергетических режимов по календарным суткам месяцев года
2. Проверка реализуемости месячных и годовых графиков ремонтов основного энергетического и электросетевого оборудования по условиям балансов мощности, электроэнергии и режимным ограничениям
3. Расчет показателей балансов мощности и электроэнергии по календарным суткам на этапе месячного планирования.

На рис. 1 приведена структурная схема системы:

«Система автоматизированного планирования электроэнергетических режимов»

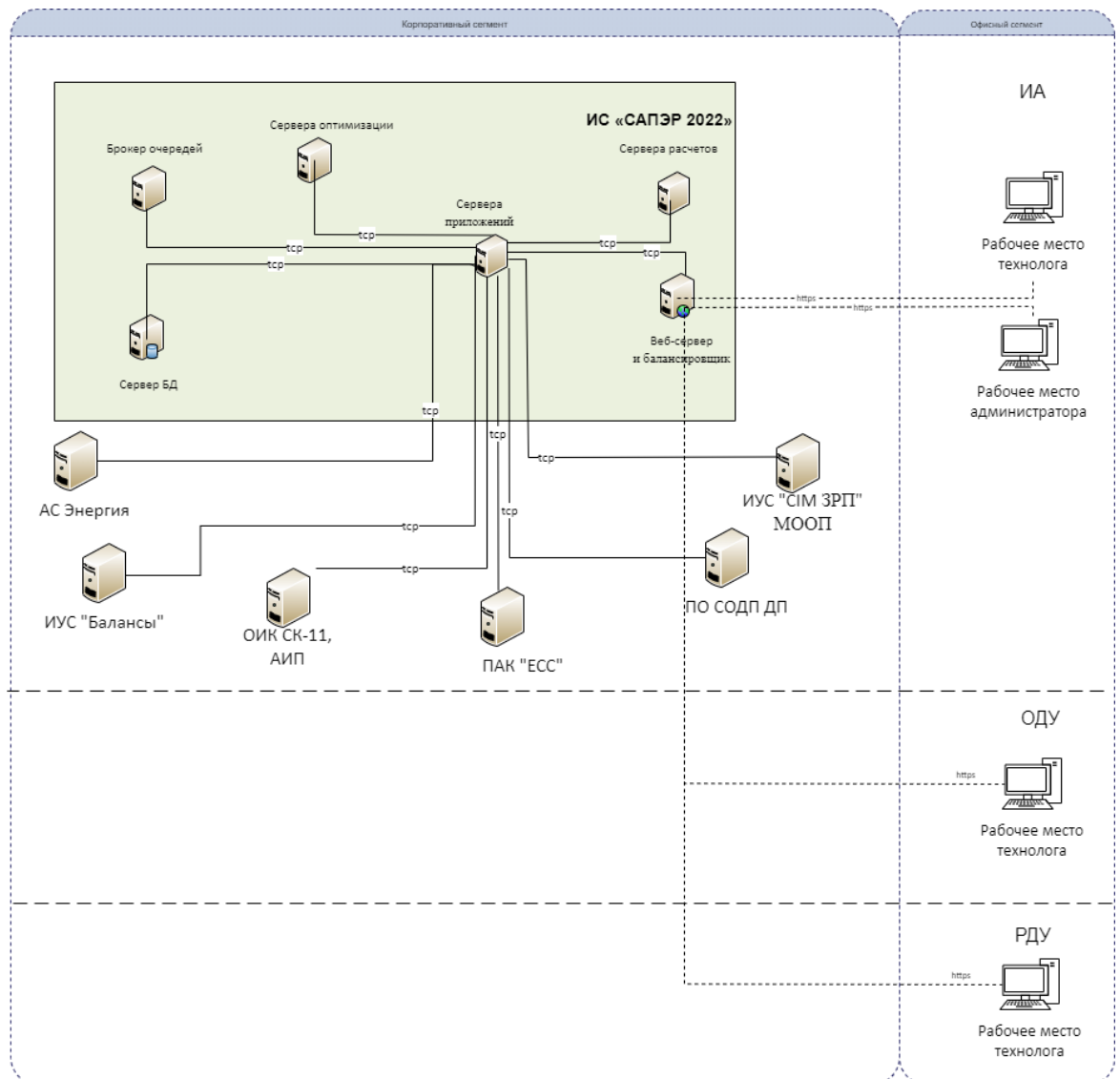


Рис. 1. Структурная схема САПЭР 2022

5. Описание Системы

5.1 Структура Системы и назначение ее частей

Система является централизованной – компоненты обработки и хранения данных установлены на серверном оборудовании в ИА. Система построена по принципу микросервисной архитектуры. В рамках указанной архитектуры применяется подход по вынесению каждой отдельной функциональности в независимый сервис, что дает возможность для горизонтального масштабирования в случае увеличения нагрузки при увеличении количества пользователей. Также данная архитектура дает возможность использовать различные языки программирования и инструменты, наиболее подходящие для решаемых задач.

Система эксплуатируется в сети с ограниченным сетевым доступом. Сетевой доступ к серверам Системы предоставлен исключительно Администратору системы. В процессе работы Система взаимодействует с внешними системами:

- ПАК АС Энергия
- ИУС «Балансы»
- ОИК СК-11
- ПО СОДП ДП
- ПАК «ЕСС»
- ПАК АИП
- ИУС «СИМ-ЗРП» МОПОП

Схема взаимосвязи сервисов представлена на рис.2, направление стрелок указывает направление движения информационных потоков:

«Система автоматизированного планирования электроэнергетических режимов»

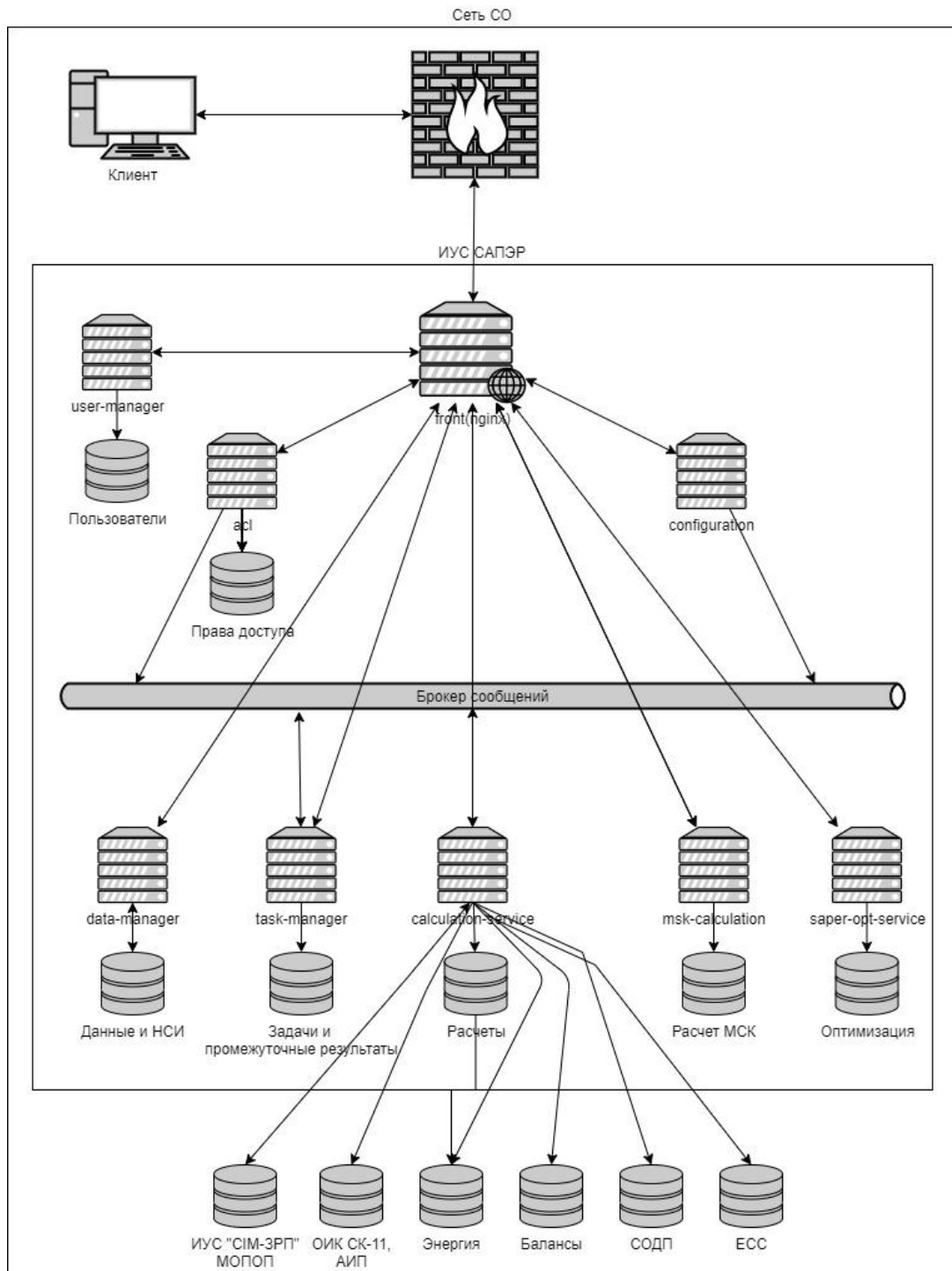


Рис.2. Схема взаимосвязи сервисов

5.2. Состав и назначение сервисов

Каждый сервис выполнен в виде Docker контейнера. Необходимые для функционирования сервисов параметры передаются в docker контейнер через переменные окружения.

Docker - программное обеспечение для автоматизации развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации, контейнеризатор приложений. Docker позволяет «упаковать» приложение со всем его окружением и зависимостями в контейнер, который может быть развёрнут на любой Linux-системе с поддержкой cgroups в ядре, а также предоставляет набор команд для управления.

Помимо докера Система использует такой инструмент, как брокер очередей Apache Kafka. Apache Kafka - распределенная система обмена сообщениями, используется для обеспечения обмена между сервисами. Топик Kafka — это категория сообщений в Apache Kafka, в которой публикуются сообщения производителей с одной стороны и на которую подписываются потребители для считывания сообщений с другой стороны.

5.2.1. Сервис «data-manager»

Сервис для хранения данных. Данный сервис выполнен в виде java-программы, упакованной в Docker контейнере.

Функции, выполняемые сервисом:

- Обновление НСИ;
- Просмотр и редактирование НСИ;
- Обновление результатов расчётов, доступных пользователям;
- Просмотр и редактирование к данным результатов расчётов, доступных пользователям.

Сервис получает все данные в асинхронном режиме из разных топиков «kafka» и сохраняет в БД.

5.2.2. Сервис «task-manager»

Сервис для планирования и контроля выполнения асинхронных задач. Данный сервис выполнен в виде java-программы, упакованной в Docker контейнере.

Основная задача сервиса – роль координатора работы системы путем создания асинхронных задач для других сервисов.

Функции, выполняемые сервисом:

- Декомпозиция расчетных задач;
- Проверка выполнения задач;
- Сохранение промежуточных результатов расчёта в БД;
- Модификация промежуточных результатов расчёта;
- Публикация промежуточных результатов расчёта в «data-manager».

Сформированные задачи отправляются в соответствующие задаче топике «kafka». Расписание задач будет храниться в памяти сервиса «task-manager».

5.2.3. Сервис «calculation-service»

Сервис непосредственного выполнения расчетов и интеграции с внешними системами.

Данный сервис выполнен в виде java-программы, упакованной в Docker контейнере.

Функции, выполняемые сервисом:

- Выполнение элементарных расчётов;
- Возврат результатов расчёта вызвавшему расчёт сервису;

Сформированные задачи отправляются в соответствующие задаче топике «kafka» (подробнее о топиках kafka описано в руководстве системного администратора Системы).

5.2.4. Сервис «msk-calculation-service»

Сервис выполнения задачи расчёта МСК.

Данный сервис выполнен в виде java-программы, упакованной в Docker контейнере.

Функция сервиса – выполнение расчёта МСК.



5.2.5. Сервис «saper-opt-service»

Сервис оптимизации энергетического режима энергосистемы.

Данный сервис выполнен в виде программы на языке C# платформы .NET Core.

Функция сервиса – оптимизация энергетических режимов энергосистем и энергообъединений на этапах годового и месячного планирования электроэнергетических режимов, балансов мощности и электроэнергии

5.2.6. Сервис «configuration»

Сервис редактирования конфигурационных настроек сервисов системы.

Данный сервис выполнен в виде java-программы, упакованной в Docker контейнере.

Функции, выполняемые сервисом:

- редактирование конфигурационных настроек;
- предоставление конфигурационных настроек сервисам.

5.2.7. Сервис «user-manager»

Сервис аутентификации пользователей.

Данный сервис выполнен в виде java-программы, упакованной в Docker контейнере.

Функция сервиса – аутентификация пользователей.

5.2.8. Сервис «acl»

Сервис редактирование прав доступа.

Данный сервис выполнен в виде java-программы, упакованной в Docker контейнере.

Функция сервиса – модификация прав доступа.

5.2.9. Сервис «spring-boot-admin»

Сервис регистрации сервисов.

Данный сервис выполнен в виде java-программы, упакованной в Docker контейнере.

Функции, выполняемые сервисом:

- Регистрация сервисов Системы;
- Предоставление информации о сервисах Системы.

5.2.10. Веб-интерфейс системы «front»

Данный сервис размещается на веб сервере Nginx и представляет собой SPA приложение (сайт), которое выполняется в браузере клиента.

Данное приложение предназначено для пользователей, работающих с Системой с персональных компьютеров.

В качестве языка разработки веб-интерфейса использован Java Script с использованием библиотеки React.

5.3. Технические требования к функционированию системы

0 отражает распределение сервисов Системы по серверам.

Таблица 1– Расположение сервисов системы

Тип сервера	Кол-во	ОС	Запущенные сервисы
Веб-сервер	1	Astra Linux	Nginx Front
Брокер сообщений	3	Astra Linux	Apache Kafka
Сервер приложений	2	Astra Linux	data-manager task-manager configuration user-manager acl spring-boot-admin
Сервер расчетов	1	Astra Linux	calculation-service msk-calculation-service
Сервер оптимизации	1	Windows Server	saper-opt-service IIS
Сервер СУБД	1	Astra Linux	PostgresPro Standard

0 отражает рекомендованную конфигурацию серверов системы.



Таблица 2 – Рекомендуемая конфигурация серверов Системы

№	Серверы	Кол-во серверов	Рекомендованные характеристики серверов			
			CPU, core	RAM, Gb	HDD, Gb	avx
1	Веб-сервер	2	2	4	30	
2	Сервер приложений	2	8	16	50	
3	Сервер расчетов	2	8	26	50	X
4	Брокер сообщений	3	2	6	40	
5	Сервер оптимизации	2	4	10	60	
6	Сервер СУБД	2	4	32	12520	
	Итого	13	58	194	25540	

Рекомендованные характеристики сервера соответствуют одному серверу. В строке «Итого» указана итоговая сумма ресурсов для всех серверов.

0 отражает минимальные аппаратные характеристики серверов Системы.

Таблица 3 – Минимальная конфигурация серверов Системы

№	Серверы	Кол-во серверов	Минимальные характеристики серверов			
			CPU, core	RAM, Gb	HDD, Gb	avx
1	Вб-сервер	1	2	4	30	
2	Сервер приложений	2	8	16	50	
3	Сервер расчетов	1	8	26	50	X
4	Брокер сообщений	3	2	6	40	
5	Сервер оптимизации	1	4	10	60	
6	Сервер СУБД	1	4	32	12520	
	Итого	9	40	122	13020	

Минимальные характеристики сервера соответствуют одному серверу. В строке «Итого» указана итоговая сумма ресурсов для всех серверов.

Так как Система централизованная, в целях распределения нагрузки при одновременной работе пользователей 4 в ИА, 3 в каждом ОДУ, 2 в каждом РДУ, рекомендуется развернуть: 2 сервера расчетов, 2 сервера оптимизации.



Архитектура системы, в случае необходимости, позволяет добавлять экземпляры сервисов для вычислительной мощности.

Системному администратору необходимо осуществлять мониторинг нагрузки на сервисы и, в случае необходимости, увеличивать количество запущенных экземпляров сервисов.

Для обеспечения выполнимости расчетов матриц посредством библиотеки BLAS сервера расчетов должны быть развернуты на серверах с поддержкой avx.

Минимальные характеристики сервера БД рассчитаны при тестировании Системы, путем определения объема данных для хранения расчета за один месяц по 1 варианту расчета режима в каждом из сервисов системы, на основе данного параметра, количества пользователей и времени хранения данных производится расчет размеров БД.

Размер БД Сервиса data-manager рассчитывается по формуле:

«Расчета за один месяц по 1 ВРР (345 МБ)» * «Время хранения (72 месяца)» * «Количество ВРР (8)» * «Количество департаментов (1 ИА + 7 ОДУ + 49 РДУ)» = 11327 ГБ;

Размер БД Сервиса task-manager рассчитывается по формуле:

«Расчета за один месяц по 1 ВРР (4 МБ)» / «Количество расчётов, выполненных за месяц (16)» * «Время хранения (30 дней)» * «количество расчетов в день одним технологом (10)» * «Количество пользователей (4 ИА + 21 ОДУ + 98 РДУ)» = 9,2 ГБ;

Размер БД Сервиса calculation-service рассчитывается по формуле:

«Расчета за один месяц по 1 ВРР (32 МБ)» / «Количество расчётов, выполненных за месяц (16)» * «Время хранения (7 дней)» * «количество расчетов в день одним технологом (10)» * «Количество пользователей (4 ИА + 21 ОДУ + 98 РДУ)» = 17,2 ГБ;

Размер БД Сервиса msk-calculation-service рассчитывается по формуле:

«Расчета за один месяц по 1 ВРР (42,5 МБ)» * «Время хранения (2 дня)» * «количество расчетов в день одним технологом (1)» * «Количество пользователей (4 ИА + 21 ОДУ + 98 РДУ)» = 10,5 ГБ;

Размер БД Сервиса saper-opt-service рассчитывается по формуле:

«Расчета за один месяц по 1 ВРР (3 МБ)» * «Время хранения (2 дней)» * «количество расчетов в день одним технологом (1)» * «Количество пользователей (4 ИА + 21 ОДУ + 98 РДУ)» = 1,1 ГБ;

Размер БД Сервиса acl не зависит от расчётов и составляет 10 МБ;



Размер БД Сервиса user-manager не зависит от расчётов и составляет 10 МБ.

Минимально необходимый объём дискового пространства, занимаемый БД Системы равен сумме БД всех сервисов системы= 11366 ГБ. Данный объём необходимо увеличить на 10 % для организации стабильной работы СУБД. Суммарный объём дискового пространства необходимый СУБД = 12502 ГБ.

В ходе тестирования определены необходимые аппаратные ресурсы СУБД – 30 Гб оперативной памяти (для хранения в наиболее часто используемых данных), процессор 2 ядра не менее 2 ГГц, необходимый объём хранилища 12502 ГБ.

В ходе нагрузочного тестирования определены необходимые аппаратные ресурсы для антивирусной системы – 2 Гб ОП, процессор 2 ядра не менее 2 ГГц.

В ходе тестирования определен размер дискового пространства, занимаемый ОС – 18 гб.

Для расчёта суммарных требований для ВМ необходимо сложить ранее описанные требования к операционной системе, СУБД и антивирусной системе. Суммарные требования к ВМ СУБД:

- Процессор 4 ядра не менее 2 ГГц;
- Оперативная память - 32 ГБ;
- Объем хранилища – 12520 ГБ.

5.4. Требования к программному обеспечению

На Веб-серверах должно быть установлено следующее ПО:

- Операционная система – Astra Linux Special Edition 1.7.4+;
- Kaspersky Endpoint Security;
- ПО Keepalived;
- ПО Nginx версии 1.14.1+;
- NFS server;
- NFS client.

На серверах расчетов должно быть установлено следующее ПО:

- Операционная система – Astra Linux Special Edition 1.7.4+;
- Kaspersky Endpoint Security;
- ПО Docker Engine версии 19.03+;

На серверах приложений должно быть установлено следующее ПО:

- Операционная система – Astra Linux Special Edition 1.7.4+;
- Kaspersky Endpoint Security;
- ПО Docker Engine версии 19.03+;
- NFS client.

На серверах СУБД должно быть установлено следующее ПО:

- Операционная система – Astra Linux Special Edition 1.7.4+;
- Kaspersky Endpoint Security;
- СУБД – PostgresPro Standard версии 14+.

На серверах выполнявших роль брокеров сообщений:

- Операционная система – Astra Linux Special Edition 1.7.4+;
- ПО Apache Kafka.

На серверах оптимизации:

- Операционная система – Windows Server 2019+ RUS;
- Kaspersky Endpoint Security;
- Microsoft .Net Framework 4.7.2 +;
- Веб сервер IIS с поддержкой ASP, ASP.NET 4.7;
- CMake;
- Microsoft Build Tools;
- .NET 5.0 Runtime.

5.5. Сведения о Системе в целом и ее частях, необходимые для обеспечения эксплуатации системы

5.5.1. Средства обеспечения надежности функционирования Системы

В Системе используются следующие средства по обеспечению требуемого уровня надежности:

- Кластеризация всех серверов, обеспечивающая высокую отказоустойчивость Системы.
- Резервное копирование БД выполняется при помощи запуска по планировщику в установленное время процедуры создания резервной копии БД Postgres Pro Standard в автоматическом режиме.

5.5.2. Обеспечение безопасности

Система эксплуатируется в сети с ограниченным доступом. Пользователи и администратор Системы получают доступ к информации при помощи пользовательского и административного веб-интерфейсов соответственно и не взаимодействуют с Системой напрямую.

Сетевой доступ к серверам Системы предоставлен исключительно Администратору системы. Доступ к серверам системы осуществляется по протоколу SSHv2.

Авторизация сервисов configuration, acl, data-manager, calculation-service, task-manager, user-manager в СУБД выполняется при помощи JDBC с использованием шифрования TLS.

Для авторизации пользователей на сайте Системы будет использоваться JWS токены со сроком жизни refresh токена в 2 месяца.

Для первичного получения access и refresh токенов внутренние пользователи должны пройти процедуру аутентификации через Active Directory.

5.6. Описание информационного обмена

На рис. 3 приведена схема информационного обмена между компонентами системы, направление стрелок указывает направление движения информационных потоков.

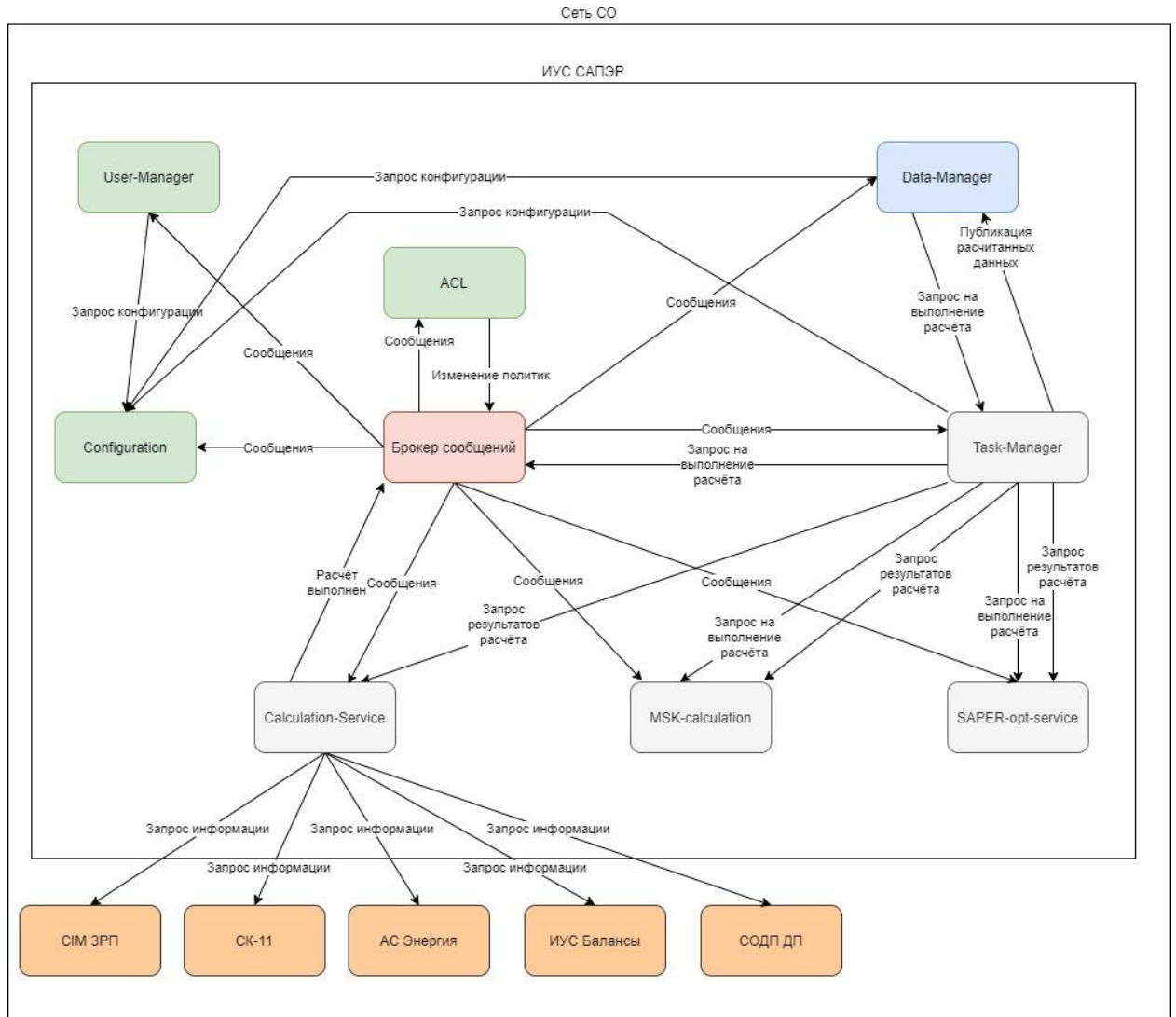


Рисунок 3. Схема информационных потоков

6. Описание взаимосвязей системы с другими системами

Таблица 4 - Характеристики взаимодействия САПЭР 2022 с внешними системами

№	Название смежного ИУС	Инициатор взаимодействия	Направление потока оперативных данных	Передаваемая информация	Характеристика интерфейса	Ограничения на ручную / автоматическую загрузку	Режим (синхронный / асинхронный)	Способ запуска, периодичность взаимодействия	Характеристика транспортного уровня
1	ОИК СК-11	САПЭР 2022	в САПЭР 2022	Суточные ведомости	Метод /api/public/core/v2.1	Нет / Нет	Асинхронный	При выполнении расчёта, инициированного пользователем	HTTPS (REST)
2	ПАК АС «Энергия»	САПЭР 2022	в САПЭР 2022	Факт месячного потребления в энергосистемах	Метод GetData (Consumption)	Нет / Нет	Синхронный	При выполнении расчёта, инициированного пользователем	HTTPS (SOAP)
				Факт месячной выработки по электростанциям	Метод GetData (Production)				
3	ИУС «Балансы»	САПЭР 2022	в САПЭР 2022	Прогноз потребления	Метод GetData	Нет / Нет	Синхронный	При выполнении расчёта, инициированного пользователем	HTTPS (SOAP)
				Прогноз выработки	Метод GetData				
				Максимумы потребления	Метод GetData				
				Минимальная базовая нагрузка	Метод GetData				
4	СОДП ДП	САПЭР 2022	в САПЭР 2022	МДП в КС	Метод Calculate	Нет / Нет	Синхронный	При выполнении расчёта, инициированного пользователем	HTTPS (SOAP)
5	СИМ ЗРП	СИМ ЗРП	в САПЭР 2022	Ремонты ГО и электрического оборудования	Метод receiveNotices	Нет / Нет	Асинхронный	Автоматическая рассылка	HTTPS (SOAP)

«Система автоматизированного планирования электроэнергетических режимов»

6	ЕСС	САПЭР 2022	в САПЭР 2022	ДЦ, ОЭС, ЭС, станции, ГО, календарь	Метод /api/WebApi/startTask	Нет / Нет	Асинхронный	Действие, инициированные пользователем	HTTPS (REST)
---	-----	------------	--------------	---	--------------------------------	-----------	-------------	--	--------------