



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

Руководство системного администратора

Информационно-управляющей системы
«Мониторинг динамики изменения режимных параметров ЕЭС России по данным системы мониторинга переходных режимов»

Версия 1.0

Москва, 2026

Оглавление

1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ	3
1.1 Полное наименование программы для ЭВМ и её условное обозначение	3
1.2 Назначение Системы.....	3
1.3 Условные обозначения.....	3
2 СВЕДЕНИЯ О КОНФИГУРАЦИИ ПЛАТФОРМЫ.....	5
3 УСТАНОВКА И НАСТРОЙКА СИСТЕМНОГО ПО	7
3.1 Технические требования необходимые для функционирования системы	7
3.2 Установка Nginx	7
3.3 Установка Docker	8
3.4 Установка СУБД Postgres Pro.....	9
3.5 Установка Rabbit MQ.....	10
3.6 Создание keytab файла.....	11
3.7 Последовательность шагов для разворачивания базы данных на сервере баз данных	12
3.8 Установка приложений на сервере приложений	12
3.9 Установка MATLAB_Runtime	12

1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

1.1 Полное наименование программы для ЭВМ и её условное обозначение

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

Условное обозначение программы для ЭВМ – Система, ИУС ВДП.

1.2 Назначение Системы

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

- оценка качества регулирования частоты и напряжения в энергосистеме;
- идентификация технологического возмущения и локализация места возмущения;
- идентификация низкочастотных колебаний ПЭР, определение параметров колебаний;
- мониторинг выделения частей энергосистемы на изолированную работу;
- воспроизведение аварийного события (технологического возмущения) в реальном масштабе времени;
- пост-аварийный анализ.

Для решения задач оперативного и технологического персонала Система автоматизирует следующие основные процессы:

- визуализация динамики изменения режимных параметров в режиме on-line;
- визуализация динамики изменения режимных параметров в режиме off-line.

1.3 Условные обозначения

В настоящем документе приняты следующие условные обозначения:

АО «СО ЕЭС»	Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы»
ВДП	Программа для ЭВМ: «Мониторинг динамики изменения режимных параметров ЕЭС России по данным системы мониторинга переходных режимов»
ЕЭС	Единая энергетическая система

ИА	Исполнительный аппарат АО «СО ЕЭС»
ИУС	Информационно-управляющая система
ОДУ	Филиал АО «СО ЕЭС» объединенное диспетчерское управление
ПЭР	Параметры электрического режима
СВИ	Синхронизированные векторные измерения
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина
[домен]	Обозначает имя домена «строчными» буквами, например, для сервера per-tune-db1.comm [домен] = comm
[ДОМЕН]	Обозначает имя домена «заглавными» буквами, например, для сервера per-tune-db1.COMM [ДОМЕН] = COMM

2 СВЕДЕНИЯ О КОНФИГУРАЦИИ ПЛАТФОРМЫ

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

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 СМНР 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 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.

Система построена по модульному принципу и включает в виде компонентов реализацию следующих подсистем(модулей):

- подсистемы взаимодействия с внешними системами;
- подсистемы НСИ;
- подсистемы графической визуализации;
- подсистемы обработки и визуализацию данных;
- подсистемы разграничения прав доступа;
- подсистемы управления;
- подсистемы мониторинга;
- подсистемы аналитики;
- подсистемы хранения данных;
- модуль обработки и предоставления данных СВИ.

Взаимодействие между компонентами Системы осуществляется через ее программные интерфейсы с использованием объектного формата передачи данных (DTO).

3 УСТАНОВКА И НАСТРОЙКА СИСТЕМНОГО ПО

3.1 Технические требования необходимые для функционирования системы

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

Ниже выделены технические требования к серверной и клиентской части системы.

3.1.1 Рекомендуемые технические требования серверной части системы

Рекомендуемые характеристики серверного оборудования для Системы:

- Процессор: 8 ядерный процессор.
- Оперативная память: 16 Гб.
- Дисковое пространство (системное и прикладное ПО): 240 Гб.

3.1.2 Рекомендуемые технические требования к клиентской части Системы

Для работы Системы рекомендуется использовать АРМ пользователя, функционирующий в корпоративной сети Заказчика, обладающий следующими техническими характеристиками:

- Intel Core i5 Haswell и выше;
- от 4 Гб оперативной памяти;
- Intel HD Graphics 4600 или более производительный модуль.

На клиентских рабочих местах пользователей Системы должно быть установлено общепрограммное программное обеспечение со следующими системными требованиями:

- Операционная система – Astra Linux;
- Яндекс Браузер 23 и выше.

3.2 Установка Nginx

Установку nginx необходимо провести на всех расчетных серверах.

Установка nginx:

3.2.1 Обновить список пакетов в системе:

`sudo apt update`

3.2.2 Установить nginx из репозитория

```
sudo apt-get install nginx
```

3.3 Установка Docker

Установку docker и docker-compose необходимо провести на всех расчетных серверах.

Установка docker:

3.3.1 Обновить список пакетов в системе:

```
sudo apt update
```

3.3.2 Установить необходимые пакеты, которые позволяют apt использовать HTTPS:

```
sudo apt-get install apt-transport-https ca-certificates curl  
gnupg-agent
```

3.3.3 Добавить в систему ключ GPG официального репозитория Docker:

```
sudo mkdir /usr/share/keyrings/  
curl -fsSL https://download.docker.com/linux/debian/gpg |  
gpg --dearmor \  
| sudo tee /usr/share/keyrings/docker-ce-archive-keyring.gpg  
> /dev/null
```

3.3.4 Добавить репозиторий Docker в список источников пакетов apt:

```
echo \  
"deb [arch=$(dpkg --print-architecture) signed-  
by=/usr/share/keyrings/docker-ce-archive-keyring.gpg] \  
https://download.docker.com/linux/debian $(lsb_release -cs)  
stable" \  
| sudo tee /etc/apt/sources.list.d/docker-ce.list > /dev/null
```

3.3.5 Обновить базу данных с информацией о пакетах из добавленного репозитория:

```
sudo apt-get update
```

3.3.6 Установить Docker

```
sudo apt-get install docker-ce docker-ce-cli containerd.io
```

3.3.7 Проверить установленную версию docker

```
docker --version
```

Установка docker-compose:

3.3.8 Выполнить для установки стабильной версии release docker-compose:

```
sudo curl -L
"https://github.com/docker/compose/releases/download/1.29.
1/docker-compose-$(uname -s)-$(uname -m)" -o
/usr/local/bin/docker-compose
```

3.3.9 Выполнить команду для выдачи прав на запуск:

```
sudo chmod +x /usr/local/bin/docker-compose
```

3.3.10 Проверить установленную версию docker-compose:

```
docker-compose --version
```

3.4 Установка СУБД Postgres Pro

Для хранения данных **Ошибка! Неизвестное имя свойства документа.** на ОС семейства Linux используется СУБД Postgres Pro. Установку СУБД Postgres Pro необходимо выполнить на основном и резервном узлах базы данных. Для установки СУБД Postgres Pro необходимо выполнить следующие действия:

3.4.1 Запустить установку СУБД postgrespro-std-15, выполнив команду:

```
apt-get install postgrespro-std-15
```

При окончании установки также в автоматическом режиме будет произведена инициализация базы данных.

3.4.2 Проверить, что СУБД в активном режиме, выполнив команду:

```
systemctl status postgrespro-std-15.service
```

3.4.3 Для установки пароля системной учётной записи «postgres» необходимо:

- Перейти на учётную запись postgres и войти в консоль psql, выполнив команду:

```
su postgres
```

- Задать пароль, выполнив команду:

```
ALTER USER postgres WITH PASSWORD 'SecretPass'
```

где SecretPass – новый пароль, который необходимо задать.

3.4.4 Для выхода из консоли `psql` необходимо ввести команду: `\q`

3.5 Установка Rabbit MQ

3.5.1 Запустить установку Rabbit MQ, выполнив команду:

```
sudo apt install -y rabbitmq-server
```

Для настройки Rabbit MQ следует:

3.5.2 Убедиться в наличии каталога `/etc/rabbitmq`:

```
ls /etc/ | grep rabbitmq
```

– Если каталог отсутствует, необходимо создать его:

```
sudo mkdir -p /etc/rabbitmq
```

3.5.3 Перейти в каталог `/etc/rabbitmq`:

```
cd /etc/rabbitmq
```

3.5.4 Создать пустые файлы `rabbitmq.conf` (основной файл конфигурации RabbitMQ) и `definitions.json` (файл определения данных для подключения):

```
sudo touch rabbitmq.conf
```

```
sudo touch definitions.json
```

3.5.5 Поменять владельца и идентификатор группы созданных файлов:

```
sudo chown rabbitmq:rabbitmq definitions.json rabbitmq.conf
```

3.5.6 Выполнить команду инициализации Rabbit MQ:

```
sudo rabbitmq-plugins enable rabbitmq_management
```

3.5.7 Перезапустить службу `rabbitmq-server`:

```
sudo systemctl restart rabbitmq-server
```

3.5.8 Выполнить настройку поддержки TCP в ОС:

– отредактировать файл `/etc/sysctl.conf`:

```
net.ipv4.tcp_keepalive_time = 30
net.ipv4.tcp_keepalive_intvl = 10
net.ipv4.tcp_keepalive_probes = 3
net.ipv4.tcp_retries2 = 5
```

– применить изменения `sysctl`:

```
sudo sysctl --system
```

3.5.9 Перейти в каталог `/var/repos/Addons/Scripts/`:

```
cd /var/repos/Addons/Scripts/
```

3.5.10 Задать файлу `rabbitmq_password2hash.sh` флаг для запуска:

```
sudo chmod +x rabbitmq_password2hash.sh
```

3.5.11 Выполнить исполняемый файл:

```
sudo ./rabbitmq_password2hash.sh
```

При выполнении исполняемого файла будет предложено ввести пароль и повторить его. Преобразованное значение введенного пароля отображается в интерфейсе командной строки.

Полученное значение нужно внести в файл `/etc/rabbitmq/definitions.json` (секция `password_hash`).

Если конфигурационный файл `/etc/rabbitmq/definitions.json` уже существует, но требуется изменить в нем значение преобразованного пароля, нужно:

3.5.12 Выполнить преобразование и добавление пароля в файл `/etc/rabbitmq/definitions.json`:

```
sudo ./rabbitmq_password2hash.sh -w -u <user> -p  
<пароль>
```

3.5.13 Перезапустить службу `rabbitmq-server`:

```
sudo systemctl restart rabbitmq-server
```

3.6 Создание keytab файла

3.6.1 Создать сервисного пользователя для сервера `ia-name.[домен]`, где `ia-name` – имя сервера.

3.6.2 Прикрепить SPN, выполнив команды:

```
setspn -a HTTP/ia-name.[домен]  
setspn -a HTTP/ia-name.[домен]@[ДОМЕН]
```

3.6.3 Выпустить keytab-файл:

```
ktpass /princ HTTP/ia-name.[домен]@ [ДОМЕН]/mapuser  
ЛОГИН@[ДОМЕН] /crypto ALL /ptype  
KRB5_NT_PRINCIPAL /out C:\ vdp.keytab /pass -  
>ПАРОЛЬ<-
```

где `ia-name.[домен]` – имя сервера с доменом, `ЛОГИН` и `ПАРОЛЬ` – логин и пароль сервисной учётной записи.

3.7 Последовательность шагов для разворачивания базы данных на сервере баз данных

3.7.1 Создание базы данных

```
sudo su postgres
```

```
psql
```

- далее в консоли psql

```
create database soups;
```

```
grant all privileges on database soups to svc_admin;
```

- выходим

```
\q
```

3.7.2 Настройка удаленного доступа для пользователей к СУБД

Для включения удаленных подключений необходимо внести правки в конфигурационные файлы Postgres pg_hba.conf.

3.8 Установка приложений на сервере приложений

3.8.1 Создать папку /app/vdp

```
mkdir /app/vdp/
```

3.9 Установка MATLAB_Runtime

3.9.1 Скачать MATLAB_Runtime_R2023b для linux

<https://www.mathworks.com/products/compiler/matlab-runtime.html>

3.9.2 Создать папки

```
mkdir /app/vdp/mcr_R2023b
```

3.9.3 Скопировать на удаленный сервер в папку /app/vdp/mcr_src/MATLAB_Runtime_R2023b_Update_8_glnxa64.zip

3.9.4 Распаковать папку /mcr_src/unzip

Потребуется установка распаковщика zip, например, 7z

```
`7z x
```

```
/app/vdp/mcr_src/MATLAB_Runtime_R2023b_Update_8_glnxa64.zip -  
o/mcr_src/unzip/
```

3.9.5 Установить MathLab

```
/app/vdp/mcr_src/unzip/install -agreeToLicense yes -destinationFolder  
/app/vdp/mcr -outputFile /app/vdp/mcr_src/log.txt
```

3.9.6 Предоставить доступ к папке mcr для пользователя docker

```
chmod -R 777 /app/vdp/mcr
```