

## **АННОТАЦИЯ**

Настоящий документ содержит описание программы для ЭВМ «Мультизадачная интеллектуально-аналитическая платформа контроля и управления энергосистемой Harvester Energy» версии 1.5 (далее – программная платформа (ПП) «Harvester Energy»).

Описание программы состоит из восьми частей, в которых раскрываются основные вопросы применения, структуры и функционирования ПП «Harvester Energy», входных и выходных данных для неё.

В первом разделе приводятся основные принципы организации разработки и построения ПП «Harvester Energy», а также сведения о языках программирования, на которых реализован ПП «Harvester Energy».

Во втором разделе приводится информация о назначении ПП «Harvester Energy» и сведения о функциональных ограничениях на применение.

В третьем разделе приводятся общая структура ПП «Harvester Energy», перечень и наименования основных компонентов, на которые разделяется ПП, основные функции этих компонентов.

Четвертый раздел посвящен функциональным возможностям программных модулей, из которых состоит ПП «Harvester Energy».

В пятом разделе приводятся технические требования к устройствам автоматизации.

В шестом разделе указывается способ запуска программы.

В седьмом разделе приводятся сведения о надёжности и производительности программы.

В восьмом разделе приводятся общие сведения о входных и выходных данных.

## **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

### **1.1 Обозначение и наименование программы**

Наименование: программа для ЭВМ «Мультизадачная интеллектуально-аналитическая платформа контроля и управления энергосистемой Harvester Energy» (сокращенно «Harvester Energy») версии 1.5.

Обозначение: Программная платформа «Harvester Energy» версии 1.5.

### **1.2 Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы**

Программная платформа функционирует на сервере компании под управлением ОС Linux.

Необходимый состав программных средств для развертывания и функционирования программной платформы:

- СУБД postgres
- СУБД influxdb
- Redis
- платформа для автоматизации управления контейнерами приложений с помощью кластеров Kubernetes
- платформа Python flask
- протокол Mosquitо MQTT
- библиотека React js
- поисковая система Elasticsearch.

### **1.3 Языки программирования**

Программные модули ПП «Harvester Energy» реализованы на языке программирования Python 3.10.

Пользовательский интерфейс создан на языке JavaScript.

## **2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ**

### **2.1 Назначение программного комплекса**

ПП «Harvester Energy» предназначена для автоматизированных систем управления и диспетчеризации энергохозяйства с целью улучшения технико-экономических показателей, повышения качества и надежности электроснабжения объекта.

К функциональным возможностям программной платформы «Harvester Energy» относятся:

- сбор данных с контролируемого оборудования,
- прогнозирование электропотребления организации,
- прогнозирование вероятных аварийных ситуаций на объектах автоматизации,
- выработка управляющих воздействий на контролируемое оборудование,
- визуализация собираемых и расчетных данных.

### **2.2 Функциональные ограничения**

ПП «Harvester Energy» обеспечивает обмен данными с контролируемым оборудованием, которое поддерживает стандартные протоколы обмена данными:

Modbus RTU/TCP, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, MQTT.

Окончательное решение о возможности обмена данными и управления устройствами автоматизации возможно только после аудита оборудования специалистами компании.

## **3. ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ**

### **3.1 Описание структуры программной платформы**

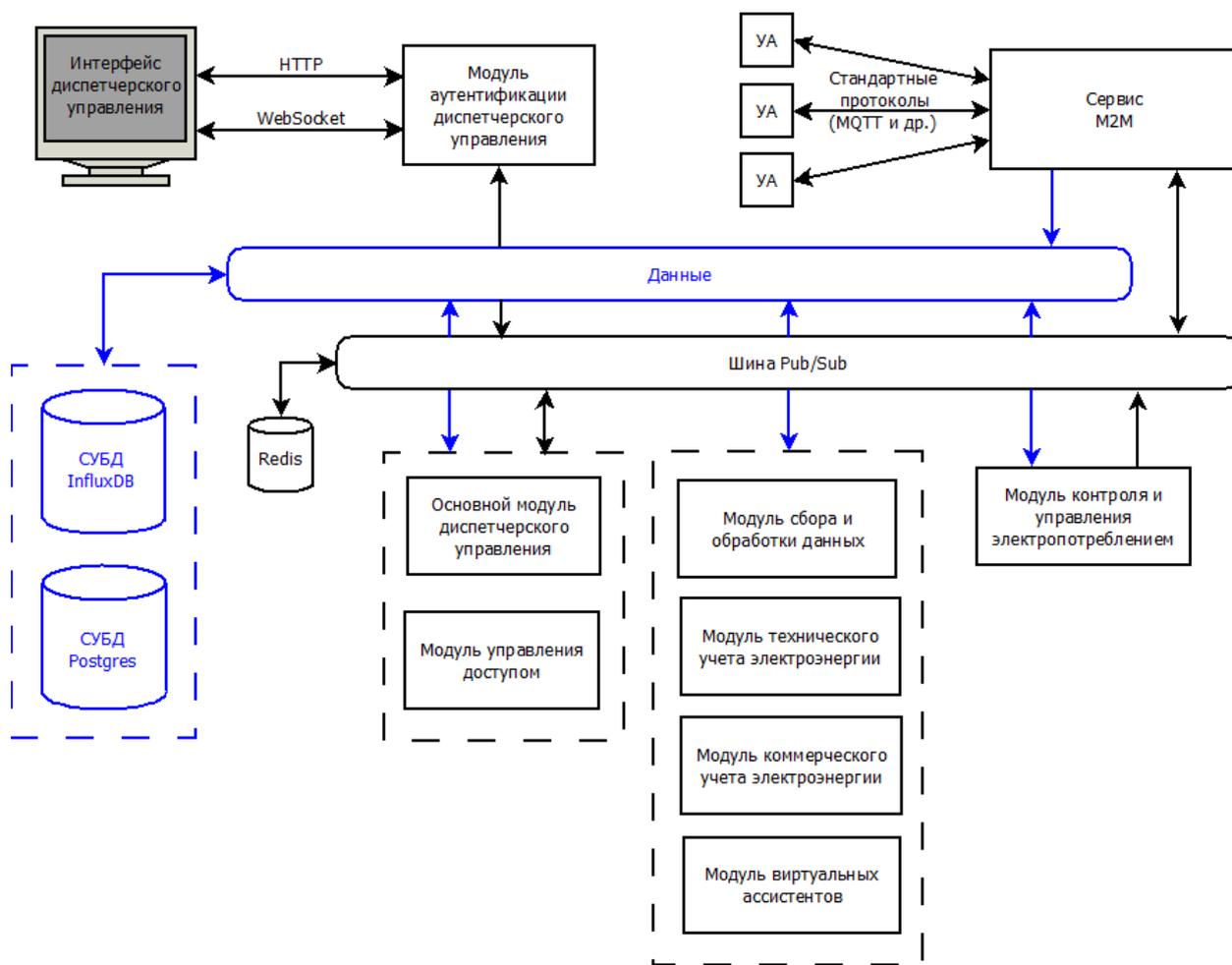


Рисунок 1. Функциональная архитектура системы

Программная платформа «Harvester Energy» состоит из следующих основных компонентов:

- базы данных,
- сервис межмашинного взаимодействия M2M,
- пользовательское серверное ПО (программные модули ПП «Harvester Energy»).

Пользовательское серверное ПО состоит из программных модулей, которые можно разделить на три вида:

- модули автоматизированного управления устройствами автоматизации (Основной модуль диспетчерского управления, Модуль управления доступом);
- модули сбора, обработки и анализа данных (Модуль сбора и обработки данных, Модуль технического учёта электроэнергии, Модуль коммерческого учёта электроэнергии, Модуль виртуальных ассистентов);
- Модуль автоматического управления устройствами автоматизации.

Обмен информацией (данными и командами) между устройствами автоматизации и Сервисом M2M осуществляется по стандартным протоколам (таким, как MQTT).

Для обеспечения взаимодействия Пользовательского серверного ПО с ЧМИ используются WebSocket API для протокола WebSocket и REST API для протокола HTTP.

Передача сообщений между Сервисом M2M и Пользовательским серверным ПО осуществляется при помощи шины данных Pub/Sub. Брокер сообщений реализован на базе СУБД Redis.

### **3.2 Ядро системы**

Сервис M2M выполняет следующие основные функции:

- Получает и обрабатывает данные от устройств автоматизации;
- Обращается к БД для чтения и записи;
- Получает запросы от Пользовательского серверного ПО по шине данных;
- Передаёт команды в устройства автоматизации;
- Передаёт данные в Пользовательское серверное ПО.

Пользовательское серверное ПО выполняет следующие основные функции:

- Производит валидацию запросов пользователей на получение необходимой информации;
- Передаёт запросы в БД;
- Получает и обрабатывает данные из БД;
- Отправляет ответы пользователям;
- Обрабатывает и передаёт запросы пользователя на изменение состояния каналов устройств;
- Обрабатывает и передаёт данные об изменении состояния каналов устройств.

СУБД InfluxDB используется для записи и чтения электрических характеристик (силы тока, напряжения, частоты и т.п.), данных о состоянии каналов (включен/выключен), логов действий пользователей и т.д.

СУБД Postgres используется для записи и чтения данных конфигурации электросети (параметры АО, список каналы и т.д., аккаунтов пользователей, их ролей и т.д.

## **4. Программные модули ПП «Harvester Energy»**

### **4.1 Состав программных модулей ПП «Harvester Energy»**

ПП «Harvester Energy» состоит из следующих основных модулей:

- Модуль аутентификации диспетчерского управления
- Основной модуль диспетчерского управления
- Модуль сбора и обработки данных
- Модуль контроля и управления электропотреблением
- Модуль технического учёта электроэнергии
- Модуль коммерческого учёта электроэнергии
- Модуль виртуальных ассистентов
- Модуль управления доступом.

### **4.2 Функциональные возможности программных модулей**

#### **4.2.1 Модуль аутентификации диспетчерского управления**

Обеспечивает аутентификацию пользователей и их запросов на управление каналами.

Модуль выполняет следующие основные функции:

- Проверяет авторизацию текущей сессии пользователя в системе;
- Осуществляет аутентификацию пользователя, сопоставляя получаемые от ЧМИ сведения о пользователях (логин и пароль) с данными, хранящимися в БД;
- Осуществляет проверку прав управления конечного потребителя объекта автоматизации;
- Осуществляет проверку валидности запроса на управление конечным потребителем, сопоставляя права управления конкретным каналом и права, предоставляемые ролью пользователя в системе.

#### **4.2.2 Основной модуль диспетчерского управления**

Решает задачи автоматизированного управления подключенными нагрузками.

Все управляющие воздействия пользователя логируются и могут быть просмотрены в соответствующем журнале.

Модуль выполняет следующие основные функции:

- Предоставление пользователю инструментов автоматизированного управления подключенными нагрузками
- Включение/отключение подачи электроэнергии на группу нагрузок
- Включение/отключение подачи электроэнергии на объект
- Отображение текущего состояния подачи электроэнергии в табличном виде
- Отображение текущего состояния подачи электроэнергии на мнемосхеме
- Сигнализация об Авариях в таблице управления каналами
- Сигнализация об Авариях на мнемосхеме
- Журналирование управляющих воздействий пользователя.

#### **4.2.3 Модуль сбора и обработки данных**

Решает задачи сбора, расчета, хранения и передачи информации в системе.

Модуль выполняет следующие основные функции:

- Сбор измеряемых данных со всех устройств организации
- Расчёт не прямых показателей (утечка тока, коэффициент мощности)
- Агрегация и сжатие данных
- Запись данных с заданной периодичностью в БД
- Предоставление текущих данных о параметрах электросети в числовом, графическом и табличном видах
- Предоставление исторических данных в числовом, графическом, табличном видах
- Предоставление данных для построения отчетов
- Предоставление данных для анализа виртуальным ассистентом.

#### **4.2.4 Модуль контроля и управления электропотреблением**

Решает задачи автоматического управления подключенными нагрузками и сигнализации об управляющих воздействиях.

Модуль выполняет следующие основные функции:

- Автоматическое отключение и включение нагрузок в соответствии с таблицами приоритетов, если объект автоматизации обслуживает несколько устройств, объединенных в локальную сеть;
- Сигнализация об Авариях в виде уведомлений;
- Журналирование Аварий;
- Журналирование автоматических управляющих воздействий.

#### **4.2.5 Модуль технического учёта электроэнергии**

Решает задачи в рамках АСТУЭ.

Модуль выполняет следующие основные функции:

- Погрупповой (поканальный) учет потребленной электроэнергии
- Пообъектный учет потребленной электроэнергии
- Учет потребленной электроэнергии в рамках одного устройства
- Общий учет потребленной электроэнергии
- Сохранение данных о потреблении в БД
- Предоставление данных о потребленной электроэнергии за текущий период в числовом виде и виде диаграмм
- Предоставление исторических данных о потреблении электроэнергии для построения графиков
- Предоставление исторических данных о потреблении электроэнергии для построения отчетов
- Предоставление исторических данных о потреблении для анализа энергоэффективности виртуальным ассистентом.

#### **4.2.6 Модуль коммерческого учёта электроэнергии**

Решает задачи в рамках АСКУЭ.

Модуль выполняет следующие основные функции:

- Создание и настройка тарифных зон в рамках объекта
- Ввод и сохранение стоимости электроэнергии в рамках объекта
- Предоставление сводных данных о тарифных зонах по организации
- Погрупповой (поканальный) учет потребленной электроэнергии
- Пообъектный учет потребленной электроэнергии
- Учет потребленной электроэнергии в рамках одного устройства
- Общий учет потребленной электроэнергии
- Сохранение данных о потреблении в БД
- Предоставление данных о потребленной электроэнергии за текущий период в числовом виде и виде диаграмм
- Предоставление исторических данных о потреблении электроэнергии для построения графиков
- Предоставление исторических данных о потреблении электроэнергии для построения отчетов

- Предоставление исторических данных о потреблении для анализа энергоэффективности виртуальным ассистентом
- Предоставление текущих данных о качестве вводного электропитания в табличном виде
- Предоставление исторических данных о качестве вводного электропитания и его отклонениях для построения отчётов.

#### **4.2.7 Модуль виртуальных ассистентов**

Анализирует энергопотребление и электрические параметры электросети с целью выработки рекомендаций, позволяющих повысить энергоэффективность и предотвратить аварийные ситуации. Осуществляет помощь в навигации по программе.

Модуль выполняет следующие основные функции:

- Анализирует энергопотребление и расходы на электроэнергию текущего и прошлых периодов
- Анализирует электрические параметры электросети и прогнозирует возможные аварийные ситуации
- Предоставляет результаты анализа в графическом виде
- Формирует рекомендации по повышению энергоэффективности
- Формирует рекомендации по предотвращению аварийных ситуаций
- Осуществляет поиск по интерфейсу программы согласно введённым поисковым запросам и выдает ссылки на страницы с необходимой информацией.

#### **4.2.8 Модуль управления доступом**

Решает задачи ведения учётных записей и настройки прав доступа.

Модуль выполняет следующие основные функции:

- Переключает роли пользователя в случае, если к учётной записи привязано несколько ролей
- Позволяет создавать и удалять (если роль не является базовой) новые роли
- Позволяет настраивать права роли на доступ к тем или иным системам
- Позволяет настраивать права роли на управление нагрузками
- Позволяет создавать, блокировать и удалять новые учётные записи
- Позволяет настраивать права учётных записей, назначая им те или иные роли
- Позволяет менять регистрационные данные (ФИО, телефон и пароль) учётной записи текущего пользователя.

### **5. Требования к аппаратным средствам, предоставляющим данные**

Устройства автоматизации, с которыми обмениваются командами и данными Сервис M2M, должны:

- поддерживать стандартные протоколы передачи данных {названия},
- передавать в систему значения следующих электрических параметров:
  - Активная мощность
  - Реактивная мощность
  - Частота
  - Сила тока
  - Напряжение
- обеспечивать класс точности измерений указанных параметров - не менее 1,0,
- обеспечивать частоту передачи электрических параметров не менее - 1000 значений в секунду
- обеспечивать частоту приема команд не менее 100 команд в секунду.

## 6. Вызов программы

Работа пользователя с программной платформой осуществляется через браузер. Рекомендуется использовать браузер Google Chrome, Mozilla Firefox или Opera.

## 7. Результаты проверки производительности программы

Представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты проверки производительности программы

| № п/п | Технические характеристики  | Значение                  |
|-------|---|---------------------------|
| 1     | Безотказная работа программы в режиме 24 ч x 7                    | В течение 95 дней         |
| 2     | Количество подключенных устройств автоматизации во время проверки | 12 устройств, 144 каналов |
| 3     | Частота приёма значений электрических характеристик               | Более 1000 в сек          |
| 4     | Частота передачи команд на устройства                             | Более 100 в сек           |

## 8. Входные и выходные данные

### 8.1 Входные данные

Входными данными для программы являются:

#### на этапе внедрения:

– конфигурационные данные - описание информационной модели состава

контролируемого оборудования и настраиваемых параметров программных модулей,

#### на этапе эксплуатации:

- электрические характеристики и состояния каналов, принимаемые сервисом M2M от устройств автоматизации,
- запросы пользователя текущих и исторических данных,
- введённые пользователем команды по управлению единичными каналами, всеми каналами устройства, всеми каналами объекта автоматизации,
- настройки прав доступа пользователей программы.

## **8.2 Выходные данные**

К выходным данным системы относятся:

- команды пользователя по управлению единичными каналами, всеми каналами устройства, всеми каналами объекта автоматизации, переданные через сервис M2M на устройства автоматизации,
  - информация для пользователя о текущих и исторических значениях потребления, электрических параметров, текущих состояний каналов и событий на них за определённые периоды.
- Кроме того, в ходе работы программы формируются лог-файлы, содержащие информацию о системных событиях.