**Описание программы мониторинга UPS HAT (E) для Raspberry Pi**

Программа предназначена для мониторинга параметров батареи UPS HAT (E) через интерфейс I2C, защиты от глубокого разряда, логирования данных и отправки их на NATS сервер.

**Основные возможные ошибки и способы их устранения**

**1. Ошибки подключения к I2C устройству**

**Примеры сообщений:**

* "Ошибка чтения состояния зарядки: [IOError]"
* "Ошибка чтения данных батареи: [Errno 121] Remote I/O error"

**Причины:**

* Физическое отсутствие подключения UPS HAT
* Неправильный адрес I2C устройства (по умолчанию 0x2d)
* Отсутствие прав доступа к I2C шине
* Проблемы с драйверами I2C

**Решение:**

1. Проверить физическое подключение UPS HAT к Raspberry Pi
2. Убедиться, что I2C интерфейс включен в настройках Raspberry Pi (raspi-config)
3. Проверить адрес устройства командой i2cdetect -y 1
4. Убедиться, что пользователь имеет права доступа к устройству I2C (добавить в группу i2c)

**2. Ошибки подключения к NATS серверу**

**Пример сообщения:**

2025-04-02 10:33:24,548 - ERROR - Ошибка NATS: nats: no servers available for connection

**Причины:**

* NATS сервер недоступен по сети
* Неправильные настройки подключения в конфигурационном файле
* Проблемы с сетью на Raspberry Pi
* NATS сервер не запущен

**Решение:**

1. Проверить доступность NATS сервера с Raspberry Pi (ping, telnet на порт сервера)
2. Проверить настройки в файле /app/config/settings.ini:
   * nats\_server - адрес и порт сервера
   * nats\_topic - топик для публикации
3. Проверить работу сетевых интерфейсов на Raspberry Pi
4. Убедиться, что NATS сервер запущен и принимает подключения

**3. Ошибки чтения/записи лог-файлов**

**Примеры сообщений:**

* "Ошибка обновления лога: [Errno 13] Permission denied"
* "Ошибка обновления лога: [Errno 28] No space left on device"

**Причины:**

* Недостаточно прав для записи в указанный каталог
* Заполнено дисковое пространство
* Повреждение файловой системы

**Решение:**

1. Проверить права на каталог для логов (указан в settings.ini, параметр log\_path)
2. Проверить свободное место на диске (df -h)
3. Проверить целостность файловой системы
4. Убедиться, что файлы логов не заблокированы другими процессами

**4. Ошибки конфигурации**

**Примеры сообщений:**

* "No section: 'battery'"
* "No option 'nominal\_capacity' in section: 'battery'"

**Причины:**

* Отсутствует или поврежден конфигурационный файл /app/config/settings.ini
* Неправильный формат конфигурационного файла
* Отсутствуют обязательные параметры

**Решение:**

1. Проверить наличие и доступность файла /app/config/settings.ini
2. Убедиться, что файл содержит все необходимые секции:
   * [battery] - параметры батареи
   * [protection] - параметры защиты
   * [calibration] - калибровочные параметры
   * [settings] - настройки программы
3. Проверить синтаксис файла (должен быть в формате INI)

**5. Ошибки защиты батареи**

**Примеры сообщений:**

* "АВАРИЯ: Напряжение ниже 2500мВ!"
* "Достигнут порог отключения (5 циклов)"

**Причины:**

* Напряжение на одной или нескольких ячейках батареи ниже установленного порога
* Батарея разряжена до критического уровня
* Неправильно установлены пороговые значения в конфигурации

**Решение:**

1. Проверить состояние батареи (зарядить при необходимости)
2. Проверить параметры в секции [protection] конфигурационного файла:
   * emergency\_shutdown\_voltage - аварийное отключение
   * low\_voltage\_cutoff - порог предупреждения
   * shutdown\_threshold - количество циклов с низким напряжением перед отключением
3. Убедиться, что параметры соответствуют характеристикам используемой батареи

**6. Ошибки калибровки тока**

**Примеры сообщений:**

* Неявные ошибки - некорректные показания тока

**Причины:**

* Неправильные калибровочные коэффициенты в конфигурации
* Смещение нуля не учтено

**Решение:**

1. Проверить параметры в секции [calibration]:
   * current\_calibration - калибровочный коэффициент
   * current\_offset - смещение нуля
2. Выполнить процедуру калибровки с использованием эталонного измерителя тока

**Рекомендации по обслуживанию**

1. Регулярно проверяйте файлы логов (error\_log.txt и data\_log.json) на наличие ошибок
2. Контролируйте свободное место на диске, особенно если ведется детальное логирование
3. Периодически проверяйте соединение с NATS сервером
4. Обновляйте конфигурацию при замене батареи или изменении условий эксплуатации
5. Для диагностики используйте raw-данные (raw\_current\_ma), которые показывают значения до калибровки

Программа реализует механизм безопасного отключения при критическом разряде батареи, что помогает продлить срок ее службы. В случае частых ошибок рекомендуется провести комплексную диагностику системы.