

Офис в Москве:  
109147, Москва, Таганская улица, 17–23  
+7(495)258–71–64 (доб. 20891)  
algorithm@sinara-group.com  
dtdesk.ru

Документация, содержащая описание  
функциональных характеристик экземпляра ПО  
**системы контроля и управления литий-ионной  
аккумуляторной батареей (ПО СКУ ЛИАБ)**

**Сведения о документе**

Версия документа:	1.0
Дата:	26.12.24
Аудитория документа:	Для проведения экспертной проверки

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения.....	3
2. Функциональное назначение.....	4
3. Описание логической структуры.....	5
3.1 Алгоритм программы.....	5
3.2 Структура программы с описанием функций составных частей и связи между ними.....	5
4. Используемые технические средства.....	10
5. Вызов и загрузка.....	11
6. Входные и выходные данные.....	12
6.1 Входные данные.....	12
6.2 Выходные данные.....	12

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Программное обеспечение системы контроля и управления литий-ионной батареей (далее ПО СКУ ЛИАБ) применяется в составе изделия ЦСРТ.421423.001 Система контроля и управления литий-ионной аккумуляторной батареей.

ПО СКУ ЛИАБ написано на языке программирования С.

## 2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

СКУ ЛИАБ предназначена для:

- подключения ЛИАБ к высоковольтной сети транспортного средства и ее отключения;
- контроля состояния литий-ионных аккумуляторов (далее ЛИА) батареи и управления ее работой;
- предотвращения работы ЛИА в критических режимах, таких как пониженные и повышенные температуры эксплуатации, перезаряд и переразряд ЛИА;
- управления процессом заряда и разряда литий-ионной батареи (ЛИАБ) путем установки лимитов тока в зависимости от температуры и уровня заряда ЛИАБ;
- управления электрическим обогревателем ЛИА;
- управления жидкостной системой терморегулирования ЛИАБ;
- контроля уровня заряда (SOC) и состояния здоровья (SOH) ЛИАБ;
- контроля сопротивления изоляции выходных шин ЛИАБ (положительной и отрицательной) относительно корпуса ЛИАБ;
- проведения балансировки ЛИА;
- передачи информации о состоянии ЛИАБ по CAN-шине на контроллер транспортного средства.

СКУ ЛИАБ применяется в составе электрофицированного транспорта.

### 3. ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

#### 3.1 Алгоритм программы

Основная логика программы отражена на рисунке 1.

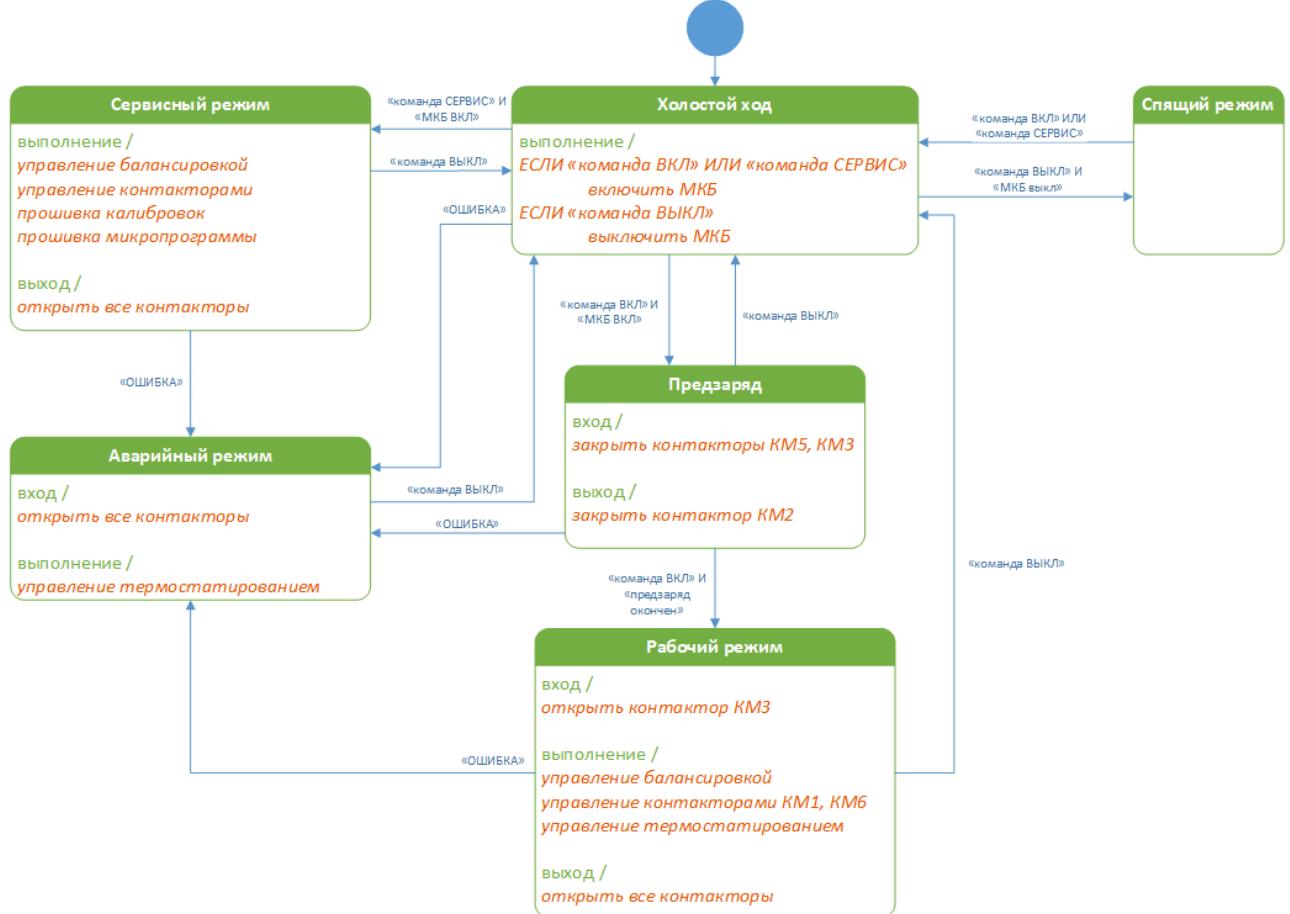


Рисунок 1 Основная машина состояний СКУ ЛИАБ

#### 3.2 Структура программы с описанием функций составных частей и связи между ними

ПО СКУ ЛИАБ структурно подразделяется на системную и прикладную часть.

Основные алгоритмы ПО содержится в прикладной части и подразделяется на функциональные модули согласно таблице 1.

Таблица 1 Функциональные модули ПО СКУ ЛИАБ

<b>Наименование функционального модуля</b>	<b>Описание функционального модуля</b>
[ГУ] Менеджер батареи	<p>Контроллер батареи определяет состояние батареи в зависимости от внешних команд и внутренних сигналов и осуществляет управление различными процессами в батарее, такими как:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закрытие и открытие главных контакторов;</li> <li>- предзаряд высоковольтной системы;</li> <li>- подключение дополнительных стрингов батареи;</li> <li>- сервисный режим.</li> </ul> <p>Функция также вычисляет операционный контекст батареи, если он недоступен.</p>
[ГУ] Интерфейс BMS с автомобилем	<p>Интерфейс с автомобилем служит для преобразования внутренних сигналов BMS в сигналы внешнего CAN-протокола и обратно.</p> <p>Функция также генерирует сигнал установления связи с внешним устройством.</p>
[ГУ] Диспетчер потоков данных	<p>Диспетчер потоков данных служит для организации связи между устройствами батареи со стороны ГУ.</p> <p>Функция циклически генерирует ряд данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- номера МКБ, на которые в настоящем шаге вычислений должно быть отправлено сообщение от ГУ;</li> <li>- номера МКБ, данные с которых должны быть обработаны в настоящем шаге вычислений.</li> </ul> <p>Номера МКБ по второй категории предназначены для адресации МКБ для считывания вновь поступивших данных, для обеспечения работы Карты ячеек и для обеспечения вычисления уровня заряда батареи.</p>

*Продолжение таблицы 1*

<b>Наименование функционального модуля</b>	<b>Описание функционального модуля</b>
[ГУ] Интерфейс ГУ с МКБ	<p>Интерфейс головного устройства с МКБ служит для организации связи между устройствами батареи со стороны ГУ. Функция содержит следующую функциональность:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- генерация сигналов для вызова коллбэков отправки сообщений и коллбэков парсинга поступающих сообщений;</li> <li>- генерация счетчиков для CAN сообщений для МКБ;</li> <li>- упаковка предназначенных для МКБ данных в CAN сообщения;</li> <li>- распаковка поступающих от МКБ данных;</li> <li>- проверка счетчиков CAN сообщений МКБ.</li> </ul>
[ГУ] Контроллер балансировки батареи	<p>Контроллер балансировки батареи управляет процедурой балансировки ячеек на уровне батареи. Функция фиксирует необходимость разряда конкретной ячейки, состояние и операционный контекст батареи, состояние стрингов батареи и формирует соответствующие сигналы для исполнительных устройств.</p>
[ГУ] Контроллер датчиков тока	<p>Контроллер датчиков тока комплексирует показания датчиков и обрабатывает их ошибки.</p>
[ГУ] Вычисление SOC	<p>Функция вычисления SOC определяет уровень заряда каждой аккумуляторной ячейки батареи. Уровень заряда определяется методом Coulomb counting и Voltage translation.</p>
[ГУ] Вычисление SOH	<p>Функция вычисления SOH рассчитывает степень деградации и определяет уровень здоровья каждой аккумуляторной ячейки батареи. 100% SOH - новая ячейка, 80% - полностью деградированная ячейка.</p>
[ГУ] Контроллер тока батареи	<p>Предназначение функции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычисление ограничений тока на батарее;</li> <li>- отслеживание превышения вычисленных ограничений тока нескольких категорий.</li> </ul> <p>Функция вычисляет ограничения тока на батарее в зависимости от режима работы, температуры ячеек и уровня заряда батареи с учетом валидности этих данных.</p>

*Продолжение таблицы 1*

<b>Наименование функционального модуля</b>	<b>Описание функционального модуля</b>
[ГУ] Контроль изоляции	Функция определяет состояние изоляции между высоковольтными выводами батареи и корпусом батареи.
[ГУ] Менеджер ПЗУ	Менеджер ПЗУ осуществляет чтение данных из постоянного запоминающего устройства при запуске батареи и регулярное сохранение данных во время ее работы, а также внеочередное сохранение в случае возникновения отказов. Менеджер ПЗУ раздельно триггерит запись уровня заряда и уровня здоровья ячеек.
[ГУ] Менеджер карты ячеек	Менеджер карты ячеек строит матрицы состояния ячеек и контролирует состояние связи ГУ с МКиБ. Функция выдает наружу ключевые параметры ячеек, ошибки МКиБ и информацию об успешности построения карты ячеек.
[ГУ] Менеджер контакторов	Менеджер контакторов управляет контакторами и обрабатывает их отказы.
[ГУ] Менеджер теплового состояния батареи	Менеджер теплового состояния батареи отслеживает температуру ячеек батареи и осуществляет управление внешней системой терморегулирования и электрическими нагревателями. Менеджер работает в следующих основных режимах: - предварительное кондиционирование батареи; - рабочий режим; - отказ терморегулирования.
[МКБ] Интерфейс МКБ с ГУ	Интерфейс МКБ с головным устройством служит для организации связи между устройствами батареи со стороны МКБ. Функция поддерживает следующую функциональность: - отправка сообщений от МКБ по событию и по времени; - генерация счетчика для сообщений от МКБ; - проверка счетчика от ГУ и распознавание пропажи связи с головным устройством.
[МКБ] Интерфейс микросхемы балансировки ячеек	Функция служит интерфейсом между микросхемой балансировки и прикладным слоем ПО микроконтроллера МКиБ.

*Продолжение таблицы 1*

<b>Наименование функционального модуля</b>	<b>Описание функционального модуля</b>
[МКБ] Контроллер МКиБ	Контроллер МКиБ управляет режимами работы модуля, формирует сигнал статуса модуля и сигнал об ошибках.
[МКБ] Контроллер балансировки ячеек	Контроллер балансировки ячеек управляет последовательностью балансировки ячеек.
[МКБ] Обработка напряжений ячеек	Функция служит для первичной обработки сигналов напряжений и выявления отказов ячеек.
[МКБ] Обработка температур ячеек	Функция обработки температур ячеек служит для калибровки ПО под характеристики конкретных температурных датчиков, первичной обработки сигналов температур и выявления отказов датчиков.

#### 4. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА

ПО СКУ ЛИАБ запускается и начинает свою работу автоматически при подаче питания на аппаратную часть СКУ ЛИАБ.

## 5. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Взаимодействие с ПО СКУ ЛИАБ осуществляется посредством интерфейса CAN 2.0B со скоростью 250 кб/сек.

### 5.1 Входные данные

ПО СКУ ЛИАБ получает данные от внешней системы (транспортного средства) с помощью CAN фреймов указанных в таблице 2.

*Таблица 2 Входящие сообщения СКУ ЛИАБ*

Наименование сообщения	Идентификатор сообщения	Период отправки, мс
MLEC_inControl	0x1FEE1001	250
FromBTMS	0x1EF6F730	100

Подробное описание CAN протокола приведено в документе ЦСРТ.421423.001РЭ Система контроля и управления литий-ионной аккумуляторной батареей.

### 5.2 Выходные данные

ПО СКУ ЛИАБ передает данные на внешнюю систему (транспортное средство) с помощью CAN фреймов указанных в таблице 3.

*Таблица 3 Выходные сообщения СКУ ЛИАБ*

Наименование сообщения	Идентификатор сообщения	Период отправки, мс
MLEC_Data	0xFE0FF10	1000
MLEC_Energy_Charge	0xFE1FF10	1000
MLEC_Energy_Discharge	0xFE2FF10	1000
MLEC_Errors	0xFE7FF10	500
MLEC_Main_Data_Status	0xFE3FF10	1000
MLEC_outControl	0xFEF0110	250
MLEC_Revision	0xFE4FF10	1000
MLEC_States	0xFE8FF10	500
MLEC_Status	0xFE5FF10	1000
MLEC_Vdata	0xFE6FF10	1000
ToBTMS	0x1EF6F714	100