



Акционерное общество «Энфорс»
ИНН 9723248779 КПП 772301001 ОГРН 1257700080659
109380, г. Москва, вн.тер.г. Муниципальный округ Люблино,
ул Чагинская, дом 4, строение 13, помещение 14/4

Инженерное превосходство в каждом ватте
info@enforce.moscow | enforce.moscow

Утверждаю
Генеральный директор АО
«ЭНФОРС»
Гуреев Михаил Владимирович

«30» апреля 2026 г.

Программное обеспечение «Интеллектуальная система управления системой накопления и хранения электрической энергии на основе батарей аккумуляторных литий-ионных (тяговой батарей)»

Описание функциональных характеристик экземпляра ПО

Документация на программное обеспечение

Правообладатель: Акционерное общество «ЭНФОРС»

Автор: Гуреев Михаил Владимирович

г. Москва, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие сведения.....	3
2 Назначение экземпляра ПО.....	3
3 Категории пользователей и внешних систем	3
4 Функциональные возможности.....	4
5 Входные и выходные данные.....	5
6 Сценарии использования	6
6.1 Контроль штатного режима работы	6
6.2 Реакция на превышение допустимых параметров.....	6
6.3 Балансировка элементов.....	6
6.4 Сервисная диагностика.....	6
7 Ограничения и условия применения	6
8 Критерии корректной работы	7

1 Общие сведения

Настоящий документ описывает функциональные характеристики экземпляра программы для ЭВМ «Интеллектуальная система управления системой накопления и хранения электрической энергии на основе батарей аккумуляторных литий-ионных (тяговой батареей)». Документ может использоваться как руководство пользователя и администратора при экспертной проверке, а также как описание функций, реализуемых программой в составе системы управления батареями.

Правообладатель программы: Акционерное общество «ЭНФОРС». Автор программы: Гуреев Михаил Владимирович. Программа реализована на языках C/C++ и включает сервисы реального времени, обеспечивающие контроль состояния батареи, управление безопасными режимами работы и информационный обмен с внешними системами.

2 Назначение экземпляра ПО

Назначение экземпляра ПО заключается в обеспечении безопасной и управляемой работы батареи за счет непрерывного контроля электрических и температурных параметров, принятия управляющих решений и передачи диагностической информации оператору или вышестоящей системе.

- повышение безопасности эксплуатации батареи за счет своевременного обнаружения опасных режимов;
- поддержание равномерного состояния элементов батареи посредством балансировки ячеек;
- расчет эксплуатационных показателей, необходимых для оценки остаточного заряда и состояния здоровья батареи;
- ведение истории событий для последующей диагностики и анализа;
- обеспечение взаимодействия с внешними системами управления посредством CAN 2.0b и иных интерфейсов, предусмотренных конфигурацией.

3 Категории пользователей и внешних систем

Таблица 1 - Категории пользователей и внешних систем

Категория	Описание действий
Оператор	наблюдает за текущим состоянием батареи, получает сообщения о предупреждениях и авариях, контролирует разрешенные режимы работы
Администратор	настраивает параметры экземпляра ПО, контролирует журналы, выполняет обновление и проверку версии

Категория	Описание действий
Сервисный инженер	проводит диагностику, анализирует ошибки, проверяет параметры датчиков и корректность управляющих воздействий
Эксперт	проверяет состав, назначение, функциональность, установку и работоспособность экземпляра ПО
Внешняя система управления	получает телеметрию и диагностические сообщения, передает разрешенные команды или параметры интеграции

4 Функциональные возможности

Экземпляр ПО реализует набор функций, направленных на безопасное управление батареями и обеспечение диагностической прозрачности работы. Функции представлены как независимые сервисы, выполняемые под управлением многопоточной среды реального времени.

Таблица 2 - Функциональные возможности экземпляра программного обеспечения

Функция	Функциональная характеристика
Контроль параметров элементов	непрерывный мониторинг напряжения, тока и температуры каждого элемента батареи в реальном времени
Балансировка ячеек	выравнивание заряда между элементами батареи для повышения общей емкости и продления срока службы
Защита от опасных режимов	автоматическое отключение или ограничение режима при перегрузке, коротком замыкании, перегреве и выходе параметров за безопасные пределы
Расчет SOC и SOH	определение оставшегося заряда, состояния здоровья батареи и связанных эксплуатационных показателей
Управление зарядом и разрядом	реализация безопасных алгоритмов заряда и разряда, предотвращение перезаряда и глубокого разряда

Функция	Функциональная характеристика
Термоконтроль	регулирование температурного режима батареи, активация охлаждения или подогрева при необходимости
Ведение журнала данных	сохранение истории работы, ошибок и циклов батареи для последующей диагностики и анализа
Коммуникация с внешними системами	обмен данными с вышестоящими системами управления посредством шины CAN 2.0b и сервисных каналов конфигурации

Функции должны выполняться с приоритетом безопасности: при конфликте между сохранением штатного режима и предотвращением опасного состояния программа выбирает безопасное ограничение или отключение режима.

5 Входные и выходные данные

Таблица 3 - Входные и выходные данные экземпляра программного обеспечения

Тип данных	Примеры	Использование
Входная телеметрия	напряжение ячеек, общий ток, температура элементов и окружения	диагностика состояния батареи и принятие решений
Конфигурационные данные	количество ячеек, допустимые пределы, параметры CAN, настройки журналирования	адаптация экземпляра ПО к конкретному изделию
Команды внешних систем	разрешение заряда, запрос состояния, диагностическая команда	управляемое взаимодействие с вышестоящей системой
Выходные управляющие воздействия	команды балансировки, отключения нагрузки, ограничения заряда, термоконтроля	непосредственное управление безопасным режимом батареи

Тип данных	Примеры	Использование
Выходные диагностические данные	состояние батареи, коды ошибок, события журнала, показатели SOC/SON	информирование оператора, администратора и внешней системы

6 Сценарии использования

6.1 Контроль штатного режима работы

В штатном режиме программа периодически получает измерения, обновляет внутреннюю модель состояния батареи, рассчитывает показатели и передает сведения во внешнюю систему. При отсутствии нарушений выполняется поддержание разрешенного режима заряда или разряда.

6.2 Реакция на превышение допустимых параметров

При обнаружении перегрева, превышения тока, короткого замыкания, глубокого разряда или перезаряда программа формирует диагностическое событие, ограничивает или отключает опасный режим, сохраняет запись в журнале и передает сообщение во внешнюю систему.

6.3 Балансировка элементов

При выявлении разбаланса между элементами батареи программа запускает процедуру выравнивания заряда в пределах допустимых параметров. Балансировка выполняется с учетом температуры, текущего режима и ограничений безопасности.

6.4 Сервисная диагностика

Администратор или сервисный инженер получает журнал событий, проверяет версию экземпляра ПО, анализирует последние ошибки, параметры датчиков и корректность обмена по интерфейсам.

7 Ограничения и условия применения

- экземпляр ПО должен применяться только в составе совместимой аппаратной платформы или согласованного экспертного стенда;
- параметры пределов напряжения, тока, температуры и режимов управления должны соответствовать техническим характеристикам батареи;
- для проверки защитных функций рекомендуется использовать имитатор или стенд, исключающий повреждение реальной батареи;
- эксплуатация без корректной настройки датчиков и каналов обмена не допускается;
- изменение конфигурации должно фиксироваться в журнале сопровождения и выполняться уполномоченным специалистом.

8 Критерии корректной работы

Корректная работа экземпляра ПО подтверждается выполнением контрольных критериев. В ходе экспертной проверки рекомендуется фиксировать результаты каждого критерия в протоколе.

Таблица 4 - Критерии корректной работы экземпляра программного обеспечения

Критерий	Ожидаемое поведение
Запуск	программа стартует и формирует идентификационные сведения о версии или сборке
Мониторинг	измеренные параметры принимаются, нормализуются и отображаются или передаются во внешнюю систему
Защита	при имитации опасного режима формируется безопасное управляющее воздействие
Журнал	событие запуска, предупреждения и ошибки сохраняются для последующего анализа
Обмен	сообщения состояния и диагностики передаются по согласованному интерфейсу
Сопровождение	версия экземпляра, конфигурация и результаты проверки могут быть воспроизведены повторно