



Разработка BMS на основе адаптивных алгоритмов управления с улучшенными показателями балансировки для аккумуляторных батарей до 1000 В

Алешин Дмитрий Александрович

научный сотрудник

Молодежная научно-исследовательская лаборатория
по разработке перспективных систем накопления энергии
(НГТУ им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород)

Российский рынок систем электрохимического накопления электрической энергии и батарейных систем электротранспорта. Проблемы и перспективы

**27 марта 2024 г.
г. Москва**

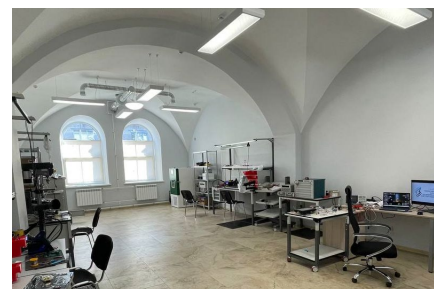
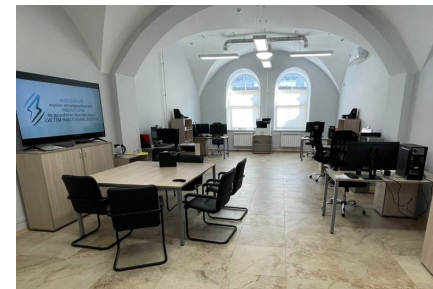


Молодежная научно-исследовательская лаборатория по разработке перспективных систем накопления энергии (НИЛ ПСНЭ)

Нацпроект «Наука и университет»:
новые лаборатории для молодых исследователей

Год создания: 2022

Базовая организация:
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева



Индустриальный партнер:



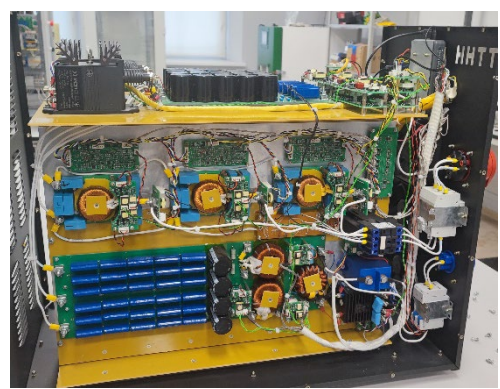
Институт лазерно-физических исследований Российского федерального ядерного центра – Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФЦ»)

Направления деятельности:

- ❑ Разработка и создание экспериментальных и опытных образцов: устройств преобразования параметров электроэнергии; источников питания с аккумуляторными батареями (специального и общепромышленного назначения)
- ❑ разработка алгоритмов систем управления работой устройств, алгоритмов системы BMS



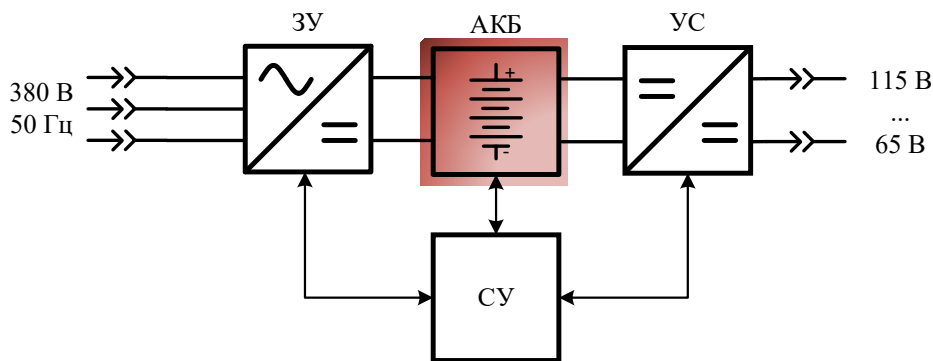
Опытный образец источника бесперебойного питания



Экспериментальный образец устройства преобразования параметров электроэнергии



Построение накопителей электрической энергии для импульсной нагрузки



Ключевые параметры НЭ:

- Время заряда ≤ 25 мин
- Время разряда ≤ 320 сек
- Мощность заряда ≤ 5 кВт
- Мощность разряда ≤ 20 кВт

Структура накопителя электрической энергии (НЭ):

- ЗУ – зарядное устройство
- АКБ – блок аккумуляторных батарей, включая элементы защиты и BMS
- УС – устройство согласования параметров накопителя и нагрузки
- СУ – система управления накопителем электрической энергии



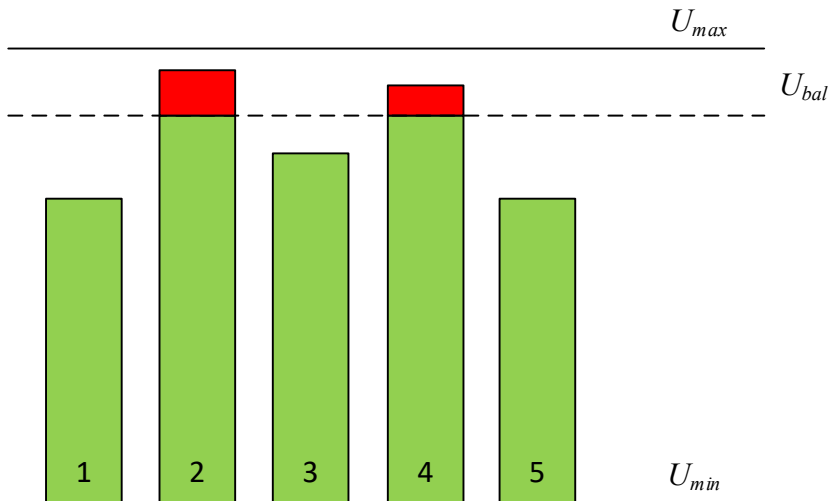
Тип электрохимии: $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$
Емкость: 40 Ач
Кол-во элементов: 42 шт



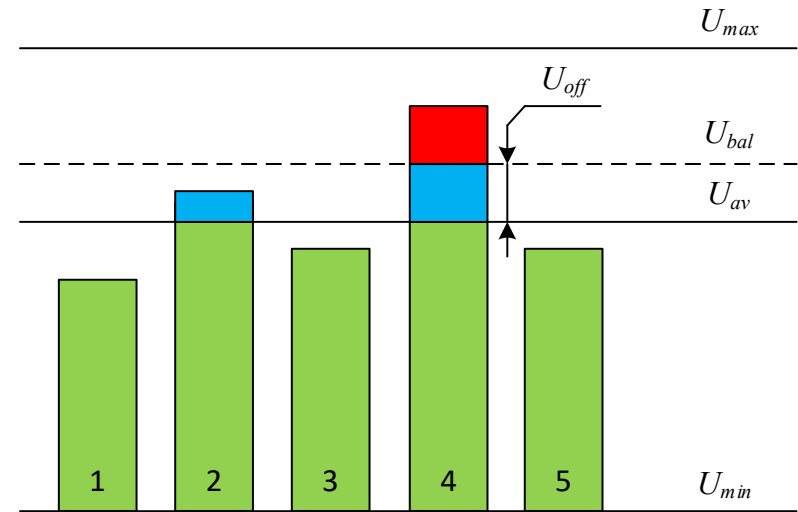
Адаптивный метод балансировки аккумуляторных батарей по среднему значению напряжения



Классический метод



Адаптивный метод



U_{av} – среднее напряжение одного элемента АКБ,

U_{bal} – напряжение подключения балансировочных ключей,

U_{off} – зона нечувствительности,

U_{max} – максимальное напряжение, при котором АКБ отключается от зарядного устройства,

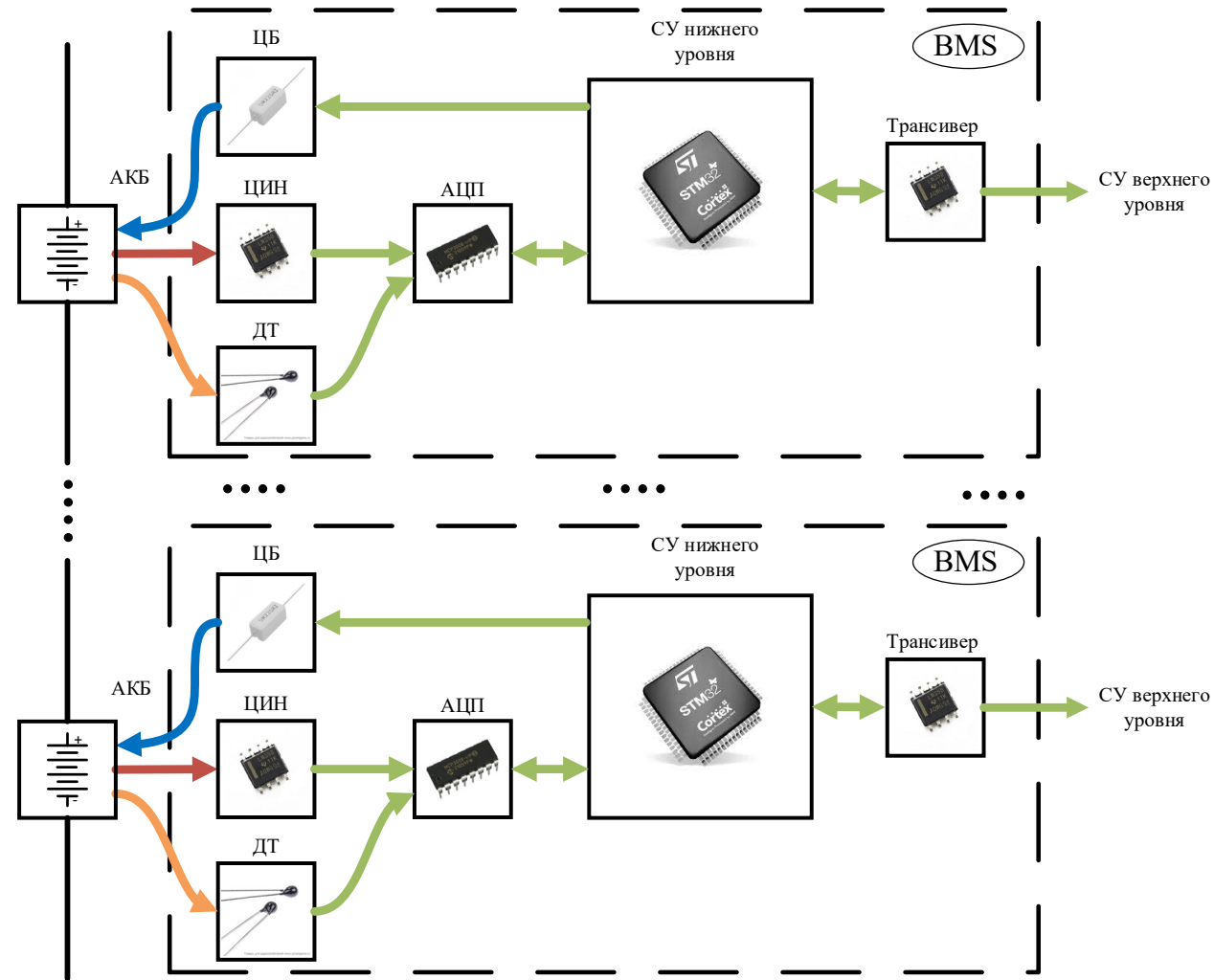
U_{min} – минимальное напряжение, при котором АКБ отключается от нагрузки.

Недостатки классического метода:

- Начало балансировки ближе к концу заряда.
- Увеличенное время простоя АКБ.



Структура разрабатываемой системы балансировки и контроля



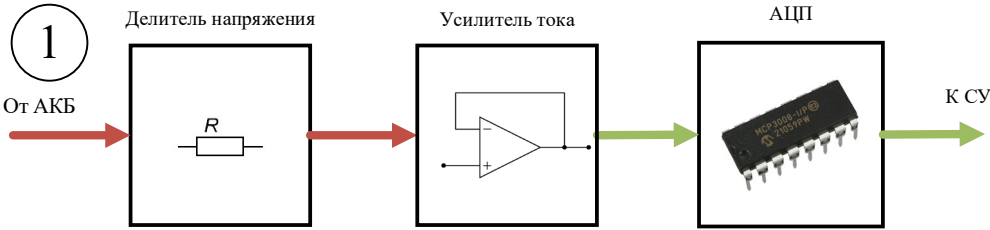
Преимущества:

- ❑ Контроль за параметрами каждой ячейки АКБ
- ❑ Уменьшение времени ввода в работу АКБ
- ❑ Возможность регулирования тока балансировки
- ❑ Проработана возможность реализации на отечественной элементной базе

ЦБ – цепь балансировки; ЦИН – цепь измерения напряжения
АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; СУ – система управления;
ДТ – датчик температуры



Построение цепей измерения напряжения

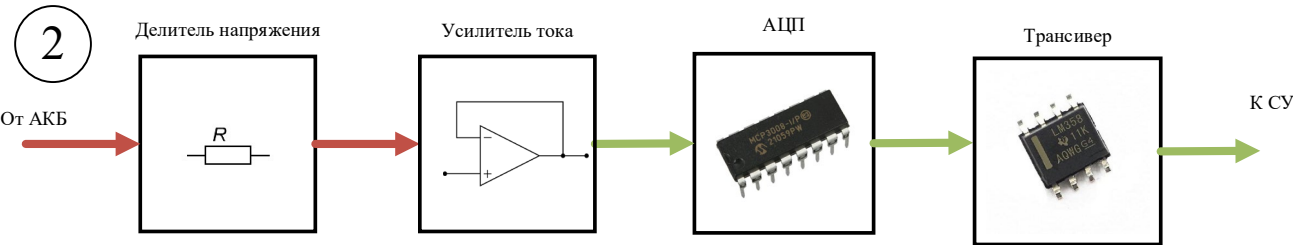


Достоинства:

- ❑ Простота построения цепи

Недостатки:

- ❑ Ошибка измерения максимальна и пропорциональна количеству подключенных элементов
- ❑ Гальваническая связь между АКБ и СУ

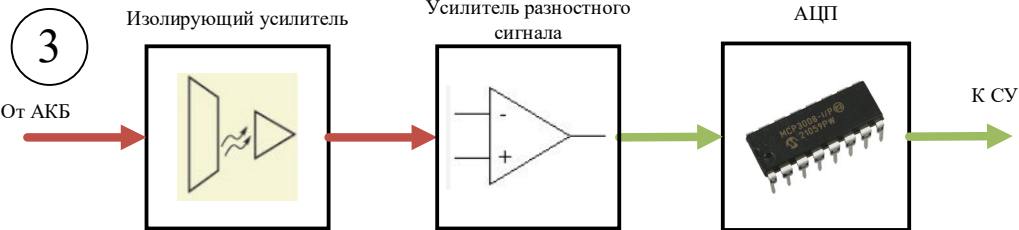


Достоинства:

- ❑ Ошибка измерения пропорциональна количеству каналов АЦП

Недостатки:

- ❑ Каждой цепи измерения требуется свой источник питания



Достоинства:

- ❑ Ошибка измерения минимальна и равна погрешности измерений усилителей

Недостатки:

- ❑ Каждому изолирующему усилителю требуется свой источник питания



Построение цепей балансировки



Схема на базе полевого транзистора в ключевом режиме

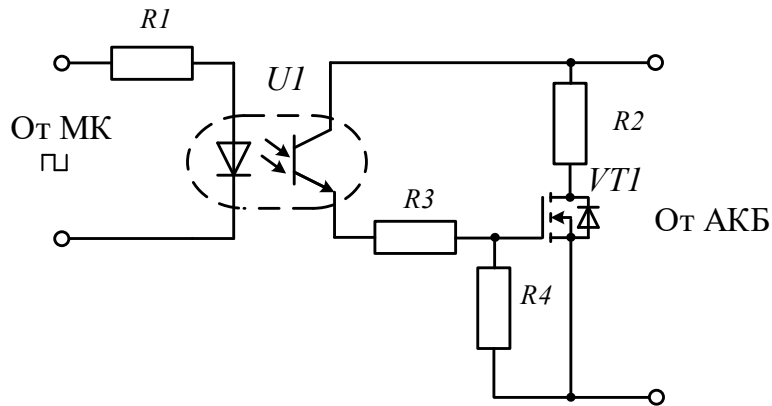
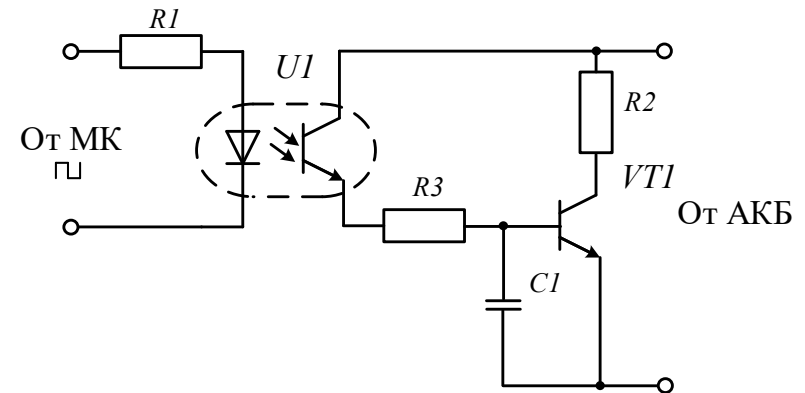


Схема на базе биполярного транзистора в активном режиме



Достоинства:

- Регулирование тока балансировки
- Большая точность задания среднего тока балансировки

- Регулирование тока балансировки
- Непрерывный ток балансировки

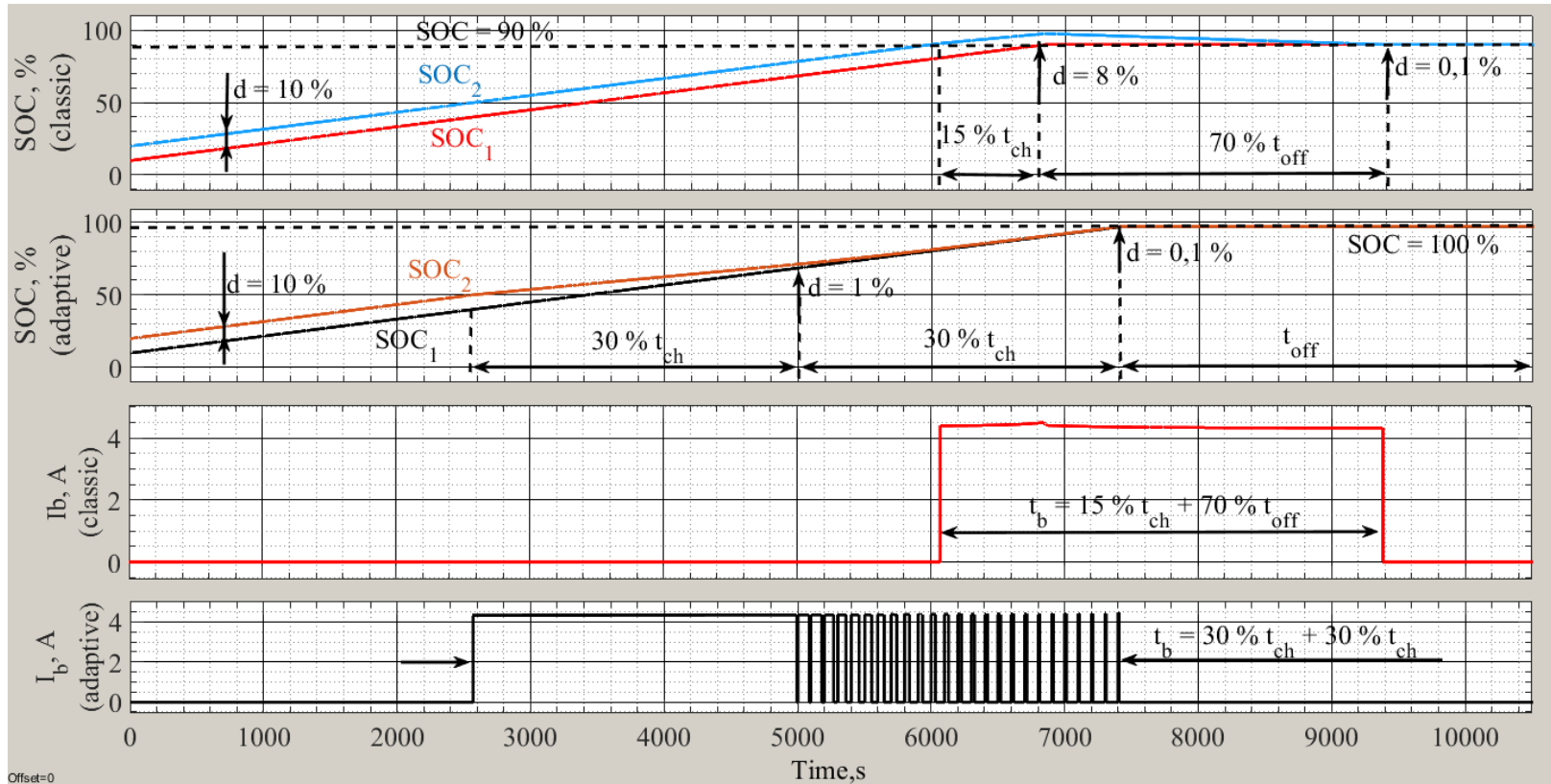
Недостатки:

- Импульсный ток балансировки

- Сложность задания величины тока балансировки из-за нелинейности коэффициента передачи транзисторов



Отработка адаптивного метода балансировки на имитационной компьютерной модели



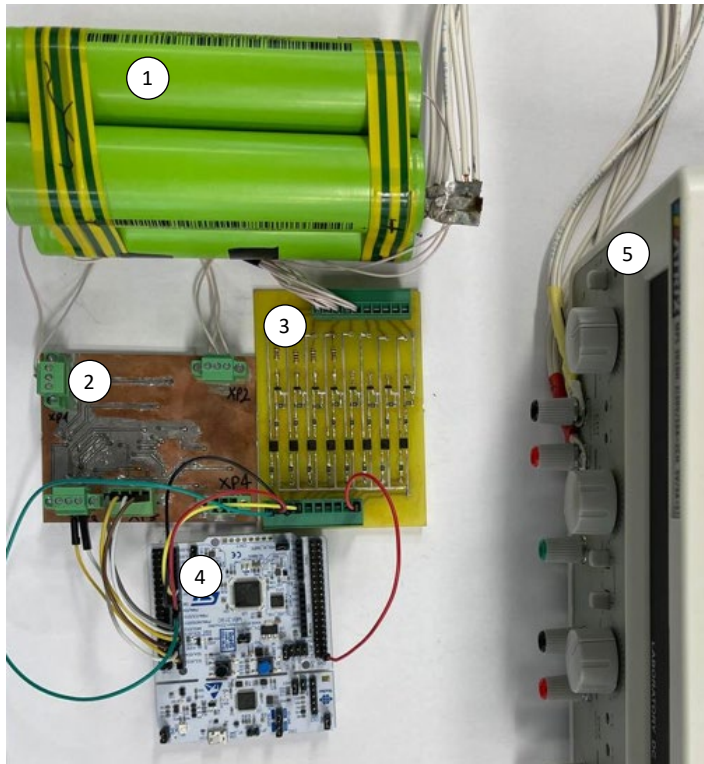
SOC₁, SOC₂ – состояния зарядов элементов АКБ; d – величина разбаланса уровня заряда; t_{ch} – время заряда; t_{off} – время простоя

Результаты моделирования:

- ❑ При применении классического метода время устранения разбаланса - 152 минуты.
- ❑ При применении адаптивного метода время устранения разбаланса - 120 минут.



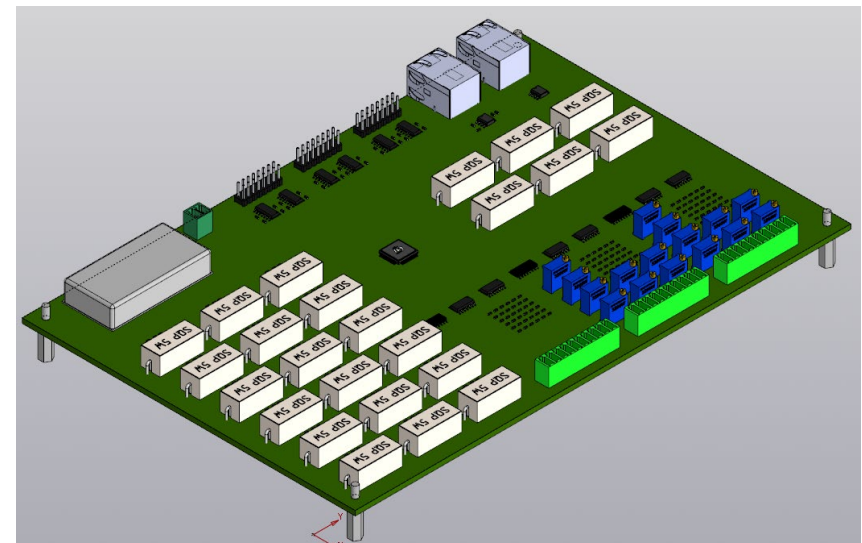
Разработка макета BMS для тестирования адаптивных алгоритмов управления



Макет системы BMS:

- 1 – аккумуляторная батарея;
- 2 – плата измерения напряжения;
- 3 – плата балансировочных резисторов;
- 4 – микропроцессорная система управления;
- 5 – зарядное устройство

Проектирование платы BMS на 24 аккумуляторных элемента





НИЛ ПСНЭ: направления дальнейших исследований и разработок

Научно-технический
задел в разработке
энергетических
установок с АКБ



Разработка
оригинальных
алгоритмов систем
управления и BMS



Технически оснащенные
площадки и собственные
исследовательские
стенды



Разработка экспериментальных и опытных образцов
систем накопления электрической энергии



Серийно
выпускаемые
АКБ



Отработавшие
АКБ



Перспективные
типы АКБ



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

**Алешин Дмитрий
Александрович**

научный сотрудник НИЛ ПСНЭ

dmitriy.aleshin.nn@gmail.com

НИЛ ПСНЭ

psne@nntu.ru

