



ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2023 **«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 26-28 апреля 2023 г.)

Материалы конференции

В трех томах

ТОМ 1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

**ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2023 «ЭНЕРГЕТИКА И
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

**Международная молодежная научная конференция
(Казань, 26-28 апреля 2023 г.)**

Электронный сборник статей по материалам конференции

В трех томах

ТОМ 1

*Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э. Ю. Абдуллазянова*

Казань 2023

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

М43

Рецензенты:

профессор ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»,
доктор технических наук, доцент К. В. Сулов;

проректор по РиИ ФГБОУ ВО «КГЭУ»,
доктор технических наук, доцент И. Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э. Ю. Абдуллазянов (гл. редактор); И. Г. Ахметова (зам. гл. редактора),
Д.А. Ганеева

М43 Международная молодежная научная конференция
«Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая
трансформация»: электронный сборник статей по материалам
конференции: [в 3 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ
Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2023. – Т. 1. – 848 с.

ISBN 978-5-89873-633-0 (общий)

ISBN 978-5-89873-630-9 (т. 1)

В электронном сборнике представлены статьи по материалам Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2023 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло-и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Статьи публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание статей возлагается на авторов.

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

ISBN 978-5-89873-633-0 (общий)

© КГЭУ, 2023

ISBN 978-5-89873-630-9 (т. 1)

Источники

1. Liu X., Zhang J., Hou G., Wang Z. Virtual reality and its application in military / conference series earth and environmental science. Vol. 3. 2018. С. 32-41.

2. Граневский К.В., Кубенин Н.А. Технологии виртуальной и дополненной реальности и возможность их применения в военном образовании / труды конференции «тенденции развития науки и образования». 2017. С. 16-22.

3. Тычков А.Ю., Волкова К.Ю., Киселева Д.В., Родионова Е.А. Обзор систем виртуальной реальности / Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. №2(54), 2020, с. 3-13.

УДК 615.47

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А.Э. Павлов¹, Р.Р. Мухаметзянов², Э.А. Мухамедзянов³, И.В. Токтаров⁴,
Р.Р. Гарифуллин⁵

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент П.П. Павлов

^{1,2,3,4,5}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия

¹pavlov-1557-104@yandex.ru, ²rishat05282000@gmail.com, ³kgeu-et@yandex.ru,

⁴kgeu-et@yandex.ru, ⁵kgeu-et@yandex.ru

Из-за особенностей химического состава литий-ионных батарей, влияния рабочей среды, а также для увеличения производительности и, главное, безопасности портативного медицинского изделия вместе с использованием таких батарей в медицинском изделии необходимо использовать систему управления источником питания.

Система управления контролирует изменение емкости, полное сопротивление батареи, силу тока, напряжение и другие критические параметры аккумуляторной батареи и сообщает информацию в блок управления системному контроллеру по шине последовательной связи. Техническое решение системы управления основано на разработке трех основных секций и трех блоков: измерительно-вычислительная секция, исполнительная секция, секция вторичной защиты, блок предохранителя, блок термисторов, блок полевых транзисторов.

Представлены выводы о работоспособности системы управления и необходимости дополнительной калибровки с помощью калибровочного модуля.

Ключевые слова: система управления источником питания, портативное медицинское изделие, балансировка.

BATTERY MANAGEMENT SYSTEM OF MEDICAL DEVICES

A.E. Pavlov¹, R.R. Mukhametzhanov², E.A. Mukhamedzhanov³

I.V. Toktarov⁴, R.R. Garifullin⁵

^{1,2,3,4,5}KSPEU, Kazan, Russia

¹pavlov-1557-104@yandex.ru, ²rishat05282000@gmail.com, ³kgeu-et@yandex.ru,

⁴kgeu-et@yandex.ru, ⁵kgeu-et@yandex.ru

Due to the features of the chemical composition of lithium-ion batteries, the influence of the working environment, and also to increase the productivity and, most importantly, the safety of the portable medical product, along with the use of lithium-ion batteries in the medical device, it is necessary to use a battery management system.

The battery management system monitors the change in capacity, battery impedance, current strength, voltage and other critical parameters of the battery and reports information to the control unit of the system controller via a serial communication bus. The technical solution of the battery management system is based on the development of three main sections and three blocks: a measuring and computing section, an executive section, a secondary protection section, a fuse block, a thermistor block, a field-effect transistor block.

Conclusions are presented about the functioning of the battery management system and the need for additional calibration using a calibration module.

Keywords: battery management system, portable medical product, balancing.

Из-за особенностей химического состава, влияния рабочей среды, а также для увеличения производительности и, главное, безопасности изделия вместе с использованием литий-ионных батарей в медицинском изделии необходимо использовать систему управления источником питания [1]. Помимо контроля параметров аккумуляторной батареи и продления тем самым срока службы батареи и изделия в целом, без внедрения в изделие данной системы, в батарее может произойти дисбаланс ячеек [2]. Дисбаланс ячеек вызовет деградацию химического элемента тех ячеек, которые не заряжаются до конца и не разряжаются полностью в силу наличия в батарейном блоке более слабой ячейки с уменьшенной емкостью, которая достигает полной зарядки и разрядки раньше других [2-3]. Деградация химического элемента ячейки вызовет ухудшение параметров батареи, что скажется на сроке службы изделия. Вышедшая из строя батарея потребует замены, что несет в себе

дополнительные экономические потери. Поэтому необходимо использование системы управления в медицинском изделии.

Техническое решение системы управления основано на разработке трех основных секций и трех блоков. Измерительно-вычислительная секция представляет из себя микроконтроллер с подключенными пассивными элементами. Она управляет исполнительной секцией, получает от нее данные, снимаемые с батарейного блока, вычисляет вторичные данные и передает данные о состоянии батареи на главный микропроцессор [4].

Исполнительная секция служит для сбора данных с батарейного блока, передачи данных в измерительно-вычислительную секцию, защиты батарейного блока от перегрузки с помощью отдельного блока полевых транзисторов, активной балансировки ячеек батареи с помощью встроенных байпасов и измерения температуры с помощью блока термисторов [5].

Также установлена секция вторичной защиты от перенапряжения, в которую встроена высокоточная прецизионная схема обнаружения перенапряжения. При обнаружении перенапряжения данная секция может разомкнуть цепь питания, благодаря блоку предохранителей, тем самым устраняя возможность воспламенения батареи при критических ситуациях [6].

Проведена проверка взаимодействия главного микроконтроллера изделия с платой системы управления: связь через шину последовательной связи SMBus работала исправно. Проведена также проверка работоспособности функциональных блоков: результат оказался положительным – все функции системы управления тестовой партии работали исправно. Однако поскольку АЦП, установленные в микросхемах системы управления, имеют особенности измерения токов, напряжения и температуры, необходимо производить калибровку масштабных коэффициентов и задавать смещение для повышения точности измерений. Для этих целей предполагается использовать калибровочный модуль системы управления источников питания медицинских изделий.

Источники

1. Steinhorst, S., Shao, Z., Chakraborty, S., Kauer, M. et al. Distributed reconfigurable Battery System Management Architectures // 21st Asia and South Pacific Design Automation Conference.2016. P. 429 – 434.

2. Yuanmao Ye, K.W.E. Cheng, Yat Chi Fong, XiangdangXue, and Jiongkang Lin. Topology, Modeling and Design of Switched-Capacitor-Based Cell Balancing Systems and Their Balancing Exploration // IEEE Transactions on Power Electronics.2016. Vol. 32(6).P.4444 – 4454.

3. Lukáš Valda, KamilKosturik. Comparison of Li-ion active cell balancing methods replacing passive cell balancer // International Conference on Applied Electronics (AE). 2015. P. 25-33.

4. An Shi-qi, Qi An-ning. Design and Realization of SPI Interface in Lithiumion Battery Voltage Measuring System // The 6th International Conference on Computer Science & Education.2011. P. 83 – 87.

5. Carkhuff, B. G., Demirev, P. A., & Srinivasan, R. Impedance-Based Battery Management System for Safety Monitoring of Lithium-Ion Batteries // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2017. Vol. 65(8). P. 6497 – 6504.

6. Minkyu Lee, Jaesik Lee, Inseop Lee, Joonghui Lee, and Andrew Chon. Wireless Battery Management System // International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium.2013. P. 1 – 5.

УДК 615.47

КАЛИБРОВОЧНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А.Э. Павлов¹, Р.Р.Мухаметзянов², Э.А. Мухамедзянов³,
И.В. Токтаров⁴, Р.Р.Гарифуллин⁵

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент П.П. Павлов

^{1,2,3,4,5}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия

¹pavlov-1557-104@yandex.ru, ²rishat05282000@gmail.com, ³kgeu-et@yandex.ru,

⁴kgeu-et@yandex.ru, ⁵kgeu-et@yandex.ru

Одной из ключевых проблем, возникающих при разработке портативного медицинского изделия, является организация его энергопитания. Широко используемые перезаряжаемые литий-ионные батареи имеют существенные недостатки, вынуждающие применять специализированную систему управления, защищающую батарею от работы вне ее безопасной рабочей зоны, обеспечивая максимальную производительность. Разработана схема калибровочного модуля для проверки и настройки системы управления перезаряжаемой батареей в процессе производства, предназначенная для компенсации смещения и масштабного коэффициента схем измерения напряжения, температуры и силы тока. Техническое решение калибровочного модуля основывается на разработке трех секций: секция связи