

СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ПОЛЕВОГО ТЕЛЕФОННОГО АППАРАТА

Гусеница Я. Н.¹, Квасов М. Н.², Ефремов А. В.³

DOI:10.21681/3034-4050-2025-4-74-78

Ключевые слова: проводная телефонная связь, аккумуляторная батарея, микроконтроллер, ток заряда, светодиод

Аннотация

Цель статьи состоит в улучшении эксплуатационных характеристик источников питания полевых телефонных аппаратов.

Результаты: проведен анализ технических характеристик существующих источников питания полевых телефонных аппаратов ТА-57 на основе гальванических соляных или щелочных элементов. Предложено заменить указанные элементы в источниках питания на аккумуляторные перезаряжаемые батареи, включив в состав контроллер заряда, а также светодиоды индикации степени заряженности. Разработаны варианты исполнения источника питания за счет использования аналогичных по назначению и доступности контроллеров.

Практическая ценность: разработаны схемные решения перезаряжаемого источника питания для полевого телефонного аппарата на основе использования литий-ионных аккумуляторов и модуля зарядки со встроенной системой индикации заряда, что позволяет увеличить в два раза срок службы источника питания, а также обеспечить визуализацию контроля заряда.

Введение

В настоящее время для организации проводной связи в Вооруженных Силах Российской Федерации используются военно-полевые телефонные аппараты ТА-57. Разработанные более полувека назад, они, тем не менее, активно применяются в позиционных боях в ходе проведения специальной военной операции [1].

Надежность связи с использованием ТА-57 во многом определяется работоспособностью источников питания, в качестве которых выступают галетные батареи ГБ-10У номинальным напряжением 10 В [2].

На сегодняшний день семейство батарей, используемых в телефонном аппарате ТА-57 включает: ГБ-10У-1,3, ГБ-10У-1,6, ГБ-10У-2,0, ГБ-10У-2,6, ГБ-10У-2,7, ГБ-10У-3, «Элемс 10Т», «АТАКА», 7LR6.

Перечисленные источники питания имеют в своем составе последовательно соединенные углеродно-цинковые или марганцево-цинковые щелочные элементы, которые заключены в пластиковый корпус с контактами

для подключения телефонного аппарата. Основным различием перечисленных источников питания является их емкость: от 1,3 до 3,0 А·ч. Величина емкости определяется классом используемых элементов. Например, в источнике питания 7LR6 устанавливаются по 7 элементов R6 или LR6 фирм «Duracell» или «Varta», что обеспечивает их емкость на уровне до 3,0 А·ч. Выходное напряжение на внешних клеммах перечисленных источников питания составляет 10 В.

При этом габаритно-установочные и присоединительные размеры источников питания разных производителей, например, ООО НПО «Энергетические системы» (г. Новокузнецк), ООО «Энергия» (г. Елец), ООО «Центр связи и специальной техники» (г. Нижний Новгород), идентичны и соответствуют размерам батарейной камеры телефонного аппарата.

Общими недостатками перечисленных источников питания являются:

1. Относительно небольшой срок эксплуатации, который при отрицательных температурах может быть значительно ниже ресурса

¹ Гусеница Ярослав Николаевич, кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского отдела. ФГАУ «Военный инновационный технополис «ЭРА». Тел. +7 (495) 693-30-99 (25-60). E-mail: era_otd1@mail.ru

² Квасов Михаил Николаевич, кандидат технических наук, заместитель начальника научно-исследовательского отдела. ФГАУ «Военный инновационный технополис «ЭРА». Тел. +7 (495) 693-30-99 (21-83). E-mail: era_otd1@mail.ru

³ Ефремов Александр Васильевич, кандидат технических наук, научный сотрудник научно-исследовательского отдела. ФГАУ «Военный инновационный технополис «ЭРА». Тел. +7 (495) 693-30-99 (25-66). E-mail: era_otd1@mail.ru

батарей, указанного в Технических условиях, т.е. менее 6 месяцев.

2. Отсутствие средств контроля заряда батарей. Из-за этого для обеспечения бесперебойной связи у связиста всегда должен быть в запасе дополнительный полностью заряженный источник питания.

3. Отсутствие возможности перезарядки. Источники питания являются одноразовыми и, ввиду высокой токсичности из-за наличия в них солей тяжелых металлов, после разряда подлежат утилизации. Разборки и замены батарей в указанных источниках питания не предусмотрено.

4. Завышенная цена при небольшом сроке службы.

Для частичной компенсации указанных недостатков в войсковых частях в качестве источника питания используют аккумуляторы типа «Крона». Однако, ввиду сложности их крепления в батарейной камере, возможно нарушение электрического контакта между аккумулятором и клеммами телефонного аппарата, вследствие чего возможен обрыв связи с абонентами при небольших толчках аппарата. Этот недостаток может быть нивелирован изготовлением переходников под аккумуляторы типа «Крона» методом 3D-печати. Вместе с тем, в полевых условиях сложно обеспечить заряд аккумулятора типа «Крона», в результате чего использование этих аккумуляторов широкого применения не нашло.

Поэтому вопросы, связанные с улучшением эксплуатационных характеристик источников питания военно-полевых телефонных аппаратов, являются весьма актуальными.

Техническое решение

Для обеспечения бесперебойного электропитания ТА-57 в Военном инновационном технополисе «ЭРА» разработана, изготовлена

и апробирована в реальных условиях эксплуатации новая конструкция источника питания.

Задача разработанной конструкции – повышение долговечности источника питания полевых телефонных аппаратов путем обеспечения возможности заряда используемых в батарее аккумуляторов, а также повышение удобства эксплуатации за счет световой индикации степени заряда.

Поставленная задача решена следующим образом.

В качестве источника питания ТА-57 используются электрически соединенные в батарею литиевые аккумуляторы и контроллер, размещенные в пластиковом корпусе, аналогичном по размеру штатным батареям ГБ-10У.

Для заряда аккумуляторной батареи (АКБ) в усовершенствованной конструкции источника питания предлагается использовать электрическую схему на основе модуля заряда *Li-ion* с повышающим *DC-DC* преобразователем, который построен на микросхеме *TP4056* – контроллере зарядки *Li-ion* и *Li-Po* аккумуляторов на 3,7 В со встроенным термодатчиком. Это завершённое изделие с линейным зарядом по принципу постоянного напряжения/постоянный ток для одноэлементных литий-ионных аккумуляторов. Модуль имеет индикацию процесса заряда за счет включенных в электрическую схему двух светодиодов. В момент заряда светится красный светодиод. Когда батарея будет полностью заряжена, загорается зеленый светодиод, красный при этом гаснет.

На основе *TP4056* серийно выпускаются несколько модификаций модулей зарядки с системами защиты, например, *J-5019*. Этот модуль состоит из регулируемого повышающего *DC-DC*-преобразователя на микросхеме *MT 3608* и контроллера заряда на микросхеме *TP4056* с разъемом *micro-USB* на входе питания (рис. 1).

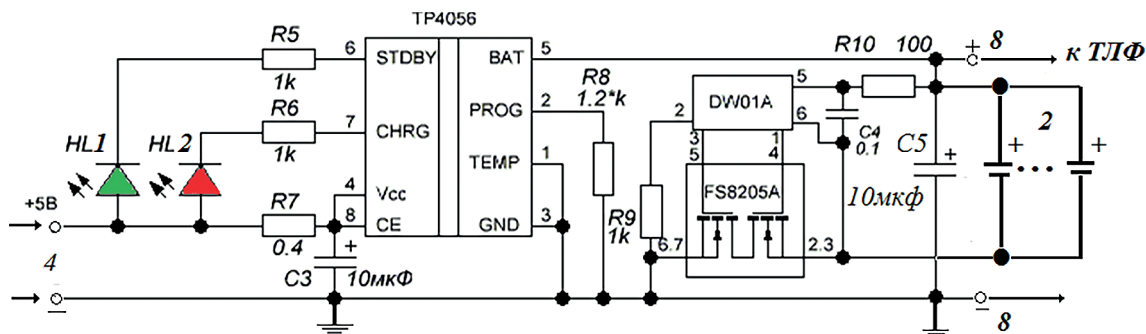


Рис. 1. Электрическая схема модуля заряда источника питания

Рекомендованный ток заряда для аккумуляторов емкостью более 2 А·ч составляет 1 А, он выставлен на модуле по умолчанию. Аккумуляторы, монтируемые в корпус источника питания, должны иметь одинаковую маркировку. Электрическая схема заряда аккумуляторов, исходя из величины максимального зарядного тока, позволяет использовать в источнике питания параллельно соединенные аккумуляторы общей емкостью не менее 2 А·ч.

Схемные решения

Внутренняя полость корпуса источника питания TA-57 имеет размеры 54×50×45 мм. Исходя из этого, в источнике питания могут быть использованы соединенные в батарею литиево-ионные (*Li-ion*), литиево-полимерные (*Li-Po*) или литий-железо-фосфатные (*Li-Fe-PO₄*) аккумуляторы, номинальные напряжения которых составляют 3,3–3,7 В.

Количество аккумуляторов в батарее определяется их габаритными размерами, т.е. возможностью размещения в корпусе источника питания. Увеличение количества параллельно соединенных аккумуляторов в источнике питания ведет к увеличению их общей емкости. Однако, продолжительность заряда при этом также увеличивается.

Схема параллельного соединения аккумуляторов в батарею обеспечивает напряжение на выходе батареи 3,7 В. Повышение до рабочего напряжения 10 В осуществляется за счет *DC-DC* преобразователя.

Монтаж аккумуляторов и платы модуля заряда в источнике питания показан на рис. 2,

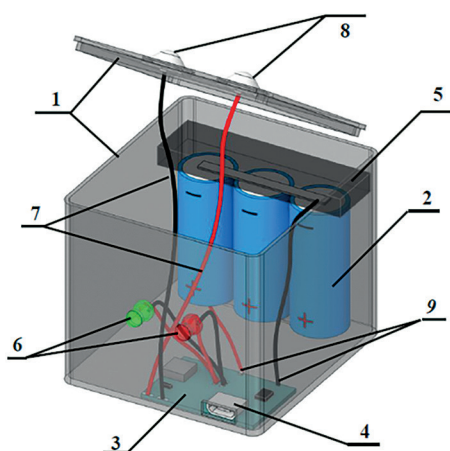


Рис. 2. Общий вид источника питания в сборе в виде электронной геометрической модели изделия

на котором приняты следующие обозначения: 1 – пластиковый корпус источника питания с крышкой; 2 – литиевые аккумуляторы; 3 – контроллер; 4 – электрические клеммы разъема *micro-USB*; 5 – изолирующая прокладка из поролона; 6 – светодиоды индикации процесса заряда, 7 – соединительные электрические провода; 8 – электрические клеммы источника питания; 9 – электрические выводы АКБ.

Источник питания работает следующим образом. При подаче внешнего питания через разъем *micro-USB* 4 загорается красный светодиод 6, свидетельствующий о начале заряда аккумуляторов. Одновременно подается напряжение 10 В на выходные клеммы 8 источника питания, что позволяет прямо в процессе зарядки обеспечивать электропитанием телефонный аппарат.

Заряд аккумуляторных батарей проводится напряжением 4,2 В и током зарядки 1 А. После полного заряда аккумуляторов загорается зеленый светодиод. Источник питания отключают от внешнего питания и устанавливают в телефонный аппарат. Питание телефонного аппарата напряжением 10 В осуществляется через повышающий преобразователь *DC-DC* от аккумуляторной батареи напряжением 3,7 В.

При этом схему контроллера *J5019* при подаче внешнего питания можно использовать как источник бесперебойного питания телефонного аппарата. При отключении внешнего питания питание телефонного аппарата будет осуществляться от заряженной АКБ.

Общий вид перезаряжаемого источника питания представлен на рис. 3. Корпус источника питания предлагается изготавливать из *PETG*-пластика путем 3D-печати. В корпус

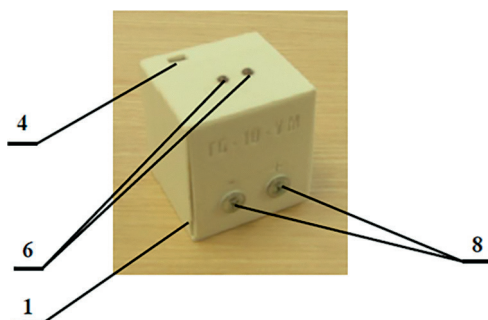


Рис. 3. Внешний вид готового источника питания

монтируют: предварительно собранную электрическую схему контроллера 3; литиевые аккумуляторы 2; два светодиода 6 разных цветов, соединенные электрическими проводами 7 с двумя электрическими клеммами 8 (рис. 2, 3).

Разъем *micro-USB* 4 модуля зарядки и светодиоды 6 размещаются на внешней грани корпуса источника в специально высверленных отверстиях и подключаются к электрической цепи.

Заряд аккумуляторной батареи может проводиться от внешнего источника питания:

- переменного тока – через сетевое зарядное устройство, например, *REXANT USB 5 V 21 A* с выходным током 2,1 А и напряжением 5 В с помощью кабеля источник питания *SOCKS 1 A*;
- постоянного тока – от внешнего аккумулятора, например, *POWER BANK Xiaomi Mi 22,5 Вт*.

Для обеспечения неподвижности в корпусе, а также влагоустойчивости и пылезащищенности, аккумуляторы, модуль зарядки и светодиоды, после размещения их в корпусе источника питания фиксируют термоклеем. Кроме того, торцевые части аккумуляторов закрывают изолирующим слоем поролона. Крышку корпуса источника питания после монтажа всех элементов также фиксируют термоклеем.

Изготовленные источники питания с литиевыми АКБ в ходе практического использования показали следующие достоинства:

- продолжительность непрерывного разговора по телефонному аппарату при полном заряде аккумуляторов составляет не менее 200 часов при потребляемом аппаратом токе 6–8 мА;
- не менее 400–500 циклов заряд-разряд при использовании литиевых аккумуляторов типа *Li-ion* и *Li-Po* и не менее 2000 циклов – при использовании аккумуляторов типа *Li-Fe-PO₄*, что гарантирует срок службы источника питания при периодическом заряде аккумуляторной батареи не менее 5 лет;
- снижение затрат на утилизацию источников питания за счет обеспечения их долговечности. При этом при выходе из строя аккумуляторов имеется возможность их извлечения из корпуса и замены новыми;

- высокую тиражируемость. Простота и прочность корпуса источника питания, изготовленного из полимерного материала обеспечивают его промышленную применимость;
- возможность заряда АКБ в процессе работы полевого телефонного аппарата без прерывания связи;
- широкую вариативность используемых модулей контроля заряда, исходя из их наличия на рынке и стоимости, а также имеющихся типов разъемов внешнего питания.

По разработанному техническому решению источника питания телефонного аппарата TA-57 с использованием аккумуляторных батарей получен патент на полезную модель [3].

Выводы

1. Разработанный и изготовленный источник питания военно-полевого телефонного аппарата TA-57 с использованием литиевых аккумуляторов имеет ряд существенных преимуществ над используемыми в настоящее время серийными аналогами, в том числе:

- возможность заряда во время хранения или в процессе эксплуатации (в ходе работы телефонного аппарата) от внешних источников постоянного или переменного тока;
- значительно (не менее чем в два раза) увеличенный срок службы;
- удобство эксплуатации с обеспечением визуального контроля заряда аккумуляторной батареи;
- технологичность конструкции;
- широкий выбор литиевых аккумуляторов для комплектования источников питания, а также, за счет увеличения их числа, потенциальная возможности повышения общей емкости батареи источника питания;
- сопоставимые стоимости в серийном производстве источника питания с использованием литиевых аккумуляторов и существующих источников питания.

2. В ходе разработки предложены несколько вариантов исполнения источника питания за счет использования аналогичных по назначению и доступности контроллеров (в части типа используемых литиевых аккумуляторов, а также разных типоразмеров и с различными входными разъемами).

Литература

1. Тевс О. П., Пустошкин М. М. Моделирование тактики подразделений связи в условиях современного вооруженного противоборства // Телекоммуникации и связь. – 2024. № 3. – С. 5–13.
2. Тишков В. В., Иванов В. Г., Лукьянчик В. Н. Обоснование облика построения перспективных комплексов и средств связи на основе опыта организации связи при проведении специальной военной операции // Военная мысль. – 2023. – № 9. – С. 59–72.
3. Патент RU 229461 U1, Российская Федерация, МПК H02J 7/04. Источник питания телефонного аппарата; Заявка: № 2024110470; заявл. 16.04.2024; опубл. 08.10.2024 // Малаховецкий А. А., Гусеница Я. Н., Квасов М. Н., Ефремов А. В.

CIRCUITRY OF POWER SUPPLY FOR FIELD TELEPHONE SET

Gusenitsa Ya. N.⁴, Kvasov M. N.⁵, Efremov A. V.⁶

Keywords: wired communication, rechargeable battery, microcontroller, charge current, LED.

Abstract

The purpose of the work: performance enhancement of power supplies for field telephone sets.

The results: existing power supplies for field telephone sets TA-57, based on dry and alkaline non-rechargeable (primary) cells, were analyzed, their drawbacks observed; it was proposed to replace them with rechargeable (secondary) cells, combined with charging controller and control LEDs into a power supply unit; power supply unit variants utilizing various charging controllers, cells and power connectors were developed.

Practicality: circuitry of rechargeable power supply with Li-ion cells and in-built charging controller with control LEDs was developed, which doubles the service life of the power supply and allows for battery charge control.

References

1. Tevs O. P., Pustoshkin M. M. Modelirovanie taktiki podrazdelenii svyazi v usloviyakh sovremennogo vooruzhennogo protivoborstva [Modeling of tactics of communication units in the conditions of modern armed confrontation]. Telekommunikatsii i svyaz, 2024, no. 3, pp. 5–13 (in Russian).
2. Tishkov V. V., Ivanov V. G., Lukyanchik V. N. Obosnovanie oblika postroeniya perspektivnykh kompleksov i sredstv svyazi na osnove opita organizatsii svyazi pri provedenii spetsialnoi voennoi operatsii [Justification of the scheme of advanced communications complexes and facilities on the basis of the experience of the communications organization during the special military operation]. Military Thought, 2023, no 9, pp. 59–72 (in Russian).
3. Malakhovetskiy A. A., Gusenitsa Ya. N., Kvasov M. N., Efremov A. V. Istochnik pitaniya telefonnogo aparata [Power supply for telephone set]. Patent Russia, no. 229461, 08.10.2024.



4 Gusenitsa Yaroslav Nikolaevich, Ph.D. of Technical Sciences, Head of the Research Department. FSAU «Military Innovation Technopolis «ERA». Tel. +7 (495) 693-30-99 (25-60). E-mail: era_otd1@mail.ru

5 Mikhail Nikolaevich Kvasov, Ph.D. of Technical Sciences, Deputy Head of the Research Department. Federal State Autonomous Institution «Military Innovation Technopolis «ERA». Tel. +7 (495) 693-30-99 (21-83). E-mail: era_otd1@mail.ru

6 Efremov Alexander Vasilyevich, Ph.D. of Technical Sciences, Researcher of the Research Department. Federal State Autonomous Institution «Military Innovation Technopolis «ERA». Tel. +7 (495) 693-30-99 (25-66). E-mail: era_otd1@mail.ru