

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИЗМЕРЕНИЯХ

УДК 621.42.068.2

DOI 10.21685/2307-5538-2019-1-9

В. Я. Савицкий, А. А. Семенов, С. С. Серский

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗАЛИВКИ И ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ В ВОЙСКАХ

V. Ya. Savitsky, A. A. Semenov, S. S. Serskiy

AUTOMATION OF FILL AND BATTERY CHARGING IN THE ARMY

А н н о т а ц и я. Актуальность и цели. Автоматизация технического обслуживания и ремонта аккумуляторных батарей (АКБ) лежит в основе снижения времени обслуживания, улучшения качества обслуживания, снижения потерь электролита. Целью представленной работы является разработка автоматизированной системы заливки и зарядки аккумуляторных батарей. **Материалы и методы.** Для определения параметров разрабатываемой системы рассмотрена технология заливки и зарядки аккумуляторных батарей в войсках. Новизна системы анализировалась на основе патентных исследований и существующих устройств технического обслуживания АКБ. **Результаты.** В результате проведенных исследований разработана автоматизированная система заливки и зарядки аккумуляторных батарей, предназначенная для обслуживания кислотных и щелочных АКБ. Приводится технико-экономическая оценка эффективности системы на основе сетевого графика операций заливки и зарядки аккумуляторных батарей. **Выводы.** Применение автоматизированной системы в войсковом звене обеспечит сокращение времени с 64 до 18 ч, т.е. в 4 раза.

A b s t r a c t. Background. Automation of maintenance and repair of batteries (CRA) lies at the heart of reducing maintenance time, improve service quality, lower electrolyte losses. the aim of the submitted work is the development of an automated system and battery charging. **Materials and methods.** To define the settings of your system and fill technology considered battery charging troops. The novelty of the system was analysed on the basis of the patent research and existing devices maintenance battery. **Results.** As a result of the carried out researches designed automated system fills and charging batteries, designed for the maintenance of acid and alkaline batteries. When usual techno-economic evaluation of the effectiveness of the system based on a network graph operations fill and battery charging. **Conclusions.** Application of automated system in vojskovom link will provide reduced time with 64 hours before 6:00 pm, i.e. 4 times.

К л ю ч е в ы е с л о в а: автоматизированная система, аккумуляторные батареи, рабочее состояние, режимы заряда.

K e y w o r d s: automated system, batteries, operating status, charge mode.

Введение

В различных отраслях промышленности и на транспорте широкое применение находят автоматизированные системы различного назначения с возможностью выполнения технологических задач. Необходимость применения этих систем и соответствующих информационных технологий обусловлена обработкой больших объемов разнообразной информации и сложностью решаемых задач, требующих оперативного получения и экспертного анализа этой информации с использованием соответствующей базы знаний. Обычно решение задач технического диагностирования военной техники в период боевых действий усложняется ограниченностью времени, отводимого на поиск неисправностей и восстановление техники.

С целью повышения военной техники необходимо при эксплуатации осуществлять контроль исправности систем и механизмов, а также остаточный ресурс, который с достаточной достоверностью позволит планировать выполнение различных производственных операций. Кроме того, важной задачей является планирование обслуживания и ремонта военной техники. Основой решения этих задач является диагностика неисправностей и состояния военной техники на базе применения разработанных общих теоретических положений с учетом конкретной специфики решаемых задач, конкретных критериев и ограничений.

Работоспособность техники во многом зависит от готовности аккумуляторов к выполнению задач по обеспечению эффективного функционирования систем. Вместе с тем принимаются меры по более рациональной эксплуатации аккумуляторных батарей (АКБ): снижению эксплуатационных потерь, продлению их сроков службы и повышению надежности в работе. Для эффективного использования АКБ необходимо повысить уровень культуры проведения работ по уходу за ними. Строгое соблюдение технологии приведения щелочных АКБ в рабочее состояние позволяет увеличить сроки их эксплуатации.

Анализ работ при подготовке ВВТ к эксплуатации показывает, что значительное время требуется для ввода в строй АКБ. В настоящее время на вооружении Российской армии состоят различные типы щелочных и кислотных АКБ. В войсковой эксплуатации находятся более 80 типов АКБ, которые требуют своевременного и качественного обслуживания, что обуславливает необходимость разработки автоматизированных систем заливки и зарядки АКБ.

Результаты исследования

Основными электрическими характеристиками аккумулятора являются электродвижущая сила (ЭДС), напряжение и емкость. Значение ЭДС исправного аккумулятора зависит от плотности электролита (степени его заряженности) и изменяется в пределах от 1,92 до 2,15 В. При эксплуатации АКБ по значению ЭДС ориентировочно определяют их состояние, а также проверяют короткое замыкание между разноименными электродами.

Напряжение при разряде аккумулятора зависит от величины разрядного тока, продолжительности разряда и температуры электролита; она всегда меньше величины ЭДС. Разряжать аккумулятор ниже определенного предела, называемого конечным разрядным напряжением, недопустимо, так как это может привести к переплюсовке и разрушению активной массы электродов. Для разных величин разрядного тока принимается различное конечное разрядное напряжение. При разрядном токе 10-часового разрядного режима, например, конечное разрядное напряжение составляет 1,7 В. Напряжение при заряде зависит главным образом от степени заряженности аккумулятора, температуры электролита и всегда больше величины ЭДС.

Емкость аккумулятора зависит от количества активной массы (количества и размера электродов), разрядного тока, плотности и температуры электролита, срока службы аккумулятора и является его важнейшей эксплуатационной характеристикой. При больших величинах разрядных токов, при низких температурах электролита, а также в конце срока службы емкость, отдаваемая аккумулятором, снижается. За номинальную емкость аккумулятора принимается емкость, которую должен отдавать аккумулятор при его разряде током в течение 20 или 10 ч, т.е. при величине разрядного тока, численно равной соответственно 0,05 и 0,1 номинальной емкости. Для аккумуляторных батарей, применяемых в российской армии, основным является 10-часовой режим разряда.

Повышение эффективности технического обслуживания АКБ в современных условиях и сокращение времени приведения войск в боевую готовность может быть достигнуто путем автоматизации трудоемких процессов. Обеспечить техническое обслуживание большого числа АКБ, эксплуатируемых в войсках, без применения методов и средств автоматизации не представляется возможным.

Из большого числа операций при обслуживании АКБ целесообразно автоматизировать заливку электролита в аккумуляторы, заряд и перезаряд в течение которых проводятся часто повторяющиеся операции контроля, измерений и регулировки. Важное значение в процессе подготовки к эксплуатации имеет сокращение времени заливки электролита в АКБ и их заряда, что повышает экономичность их применения [1]. В условиях внедрения технологичных методов ускоренного режима заряда АКБ в основе лежат надежные способы определения момента окончания заряда.

Анализ оснащенности участка по зарядке АКБ войскового пункта технического обслуживания и ремонта (рис. 1) показывает наличие только различных примитивных приспособлений для заливки электролита, заряда и выполнения других операций. При этом возможны пролив и недолив электролита, что приводит к увеличению тока саморазряда через проводящий слой электролита между выводами аккумуляторов. Кроме того, при засорении электролита происходит временный выход АКБ из строя из-за карбонизации. Чтобы избежать перелива электролита, сохранить химическую чистоту, необходимо при первоначальной заливке строго дозировать его количество.



Рис. 1. Рабочее место для заливки и зарядки АКБ

В настоящее время разработано достаточно много различных автоматических и полуавтоматических приспособлений для заливки электролита в АКБ, контроля их энергетических характеристик. При поиске различных устройств и приспособлений [2–4] выявлено, что все существующие образцы достаточно сложны по устройству и при эксплуатации. Это делает практически невозможным их внедрение для проведения технического обслуживания в войсках, особенно в полевых условиях.

Известен комплекс для заряда и тренировки АКБ, содержащий общий источник питания, к которому подключены вольтметр, зарядные ячейки, переключатели «заряд-разряд», включенные последовательно с батареями, нагрузочный реостат, амперметр, предохранители. Система позволяет вручную через переключатели «заряд-разряд» выполнить заряд АКБ при постоянной величине зарядного тока, а также провести контрольно-тренировочный цикл посредством поочередного разряда и заряда АКБ. Требуемое напряжение поддерживается по вольтметру. Зарядный ток устанавливается по амперметру в начале заряда АКБ посредством нагрузочного реостата (Свинцовые стартерные аккумуляторные батареи : руководство [утв.

зам. начальника Главного бронетанкового управления и зам. начальника Автотракторного управления]. М. : Воениздат Мин. обороны СССР, 1983., рис. 41, с. 51; рис. 42, с. 52).

Недостатком известного комплекса является невозможность автоматического управления процессом заряда и разряда, а также невозможность автоматического контроля состояния АКБ как в целом, так и отдельных аккумуляторов АКБ в процессе заряда и разряда.

Наиболее близким к предлагаемому техническому решению является автоматизированный программно-аппаратный комплекс для заряда и тренировки АКБ «Призма» [литература], включающий управляющее программное устройство, М зарядных модулей, объединенных адресно-информационной сетью с управляющим программным устройством. При этом каждый из М зарядных модулей содержит АКБ, источник питания, устройство разряда, отличающийся тем, что адресно-информационная сеть представляет собой интерфейс, а управляющее программное устройство состоит из системного контроллера и персональной электронной вычислительной машины (ПЭВМ). Кроме того, источник питания выполнен импульсным программно-управляемым, а устройство разряда выполнено в виде блока разрядных резисторов, при этом в каждый модуль дополнительно введен программно управляемый измерительный адаптер и, подключенные к его входу, датчик температуры электролита и датчик напряжения. Датчик температуры электролита установлен в среднем аккумуляторе в отверстии для заливки электролита. Датчик напряжения измеряет напряжения как на АКБ, так и на отдельных аккумуляторах. Программно управляемый измерительный адаптер снабжен панелью индикации, выполненной с возможностью отображения информации: включение; заряд; разряд; блокировка; шкала уровня заряда АКБ; работа; наличие связи с ПЭВМ. Выходы источника питания и блока разрядных резисторов соединены и подключены к входу АКБ, при этом входы-выходы измерительного адаптера, входы-выходы блока разрядных резисторов и входы-выходы источника питания соединены с системным контроллером и ПЭВМ через интерфейс (Патент на изобретение RU №2387054, МПК H01M10/42, H02J7/02, опубл. 20.04.2010 г.).

Недостаток автоматизированного программно-аппаратного комплекса заключается в том, что он не позволяет отслеживать параметры, такие как плотность электролита и полноту заливки электролита.

Предлагаемая авторами система (рис. 2) направлена на расширение возможностей автоматизированной системы зарядки аккумуляторных батарей в режиме функционирования. Это достигается тем, что в автоматизированной системе заряда АКБ батарей, содержащей блоки управления, вызова программ, выполненных в ПЭВМ, блок источника питания, тестовых воздействий, измерительный, коммутатор входных и выходных сигналов, выполненные в виде блока сопряжения и коммутации, согласующих блоков и датчиков, блоков сопряжения и коммутации с датчиками, соединенными с ПЭВМ через согласующие устройства. Дополнительно установлены: датчики плотности и уровня электролита, емкости для заливки электролита, дистиллированной воды, кислоты (щелочи) с устройством подачи. Аналитические блоки с входами – выходами связаны через усилители и аналого-цифровые преобразователи с датчиками. Информационный блок, блок хранения информации, блок анализа информации соединены через многоканальный вход – выход соответственно с цифровым выходом – входом ПЭВМ. Цифроаналоговые преобразователи, связанные с ПЭВМ и блоками усиления, сопрягаемые с исполнительными устройствами подачи напряжения (тока) с блока питания, устройствами подачи жидкостей (электролита, дистиллированной воды, кислоты (щелочи)). Это обеспечивает расширение возможностей по получению информации о плотности электролита, полноте заливки электролита в АКБ, автоматическую заливку и зарядку АКБ, вывод данных, полученных в результате обследования на табло, хранить эту информацию в отдельном блоке, при необходимости считывать ее. Полученные динамические и контрольные параметры вводятся в блок анализа информации для определения необходимого количества заливки жидкости и заряда АКБ.

Автоматизированная система включает заряд АКБ, содержащую блоки управления вызова программ (БУ) 3 и (БУЦ) 7, выполненные в ПЭВМ 1, блок источника питания 11, тестовых воздействий, измерительный, информационный блок 13, коммутатор входных и выходных сигналов, выполненные в виде блока сопряжения и коммутации (АБ) 5, и (БС) 9 согласующий и датчики 2, соединенные с ЭВМ через согласующие устройства, в которой дополнительно введены: датчики 2 измерения плотности электролита, уровня электролита,

уровня расходных жидкостей (кислоты, щелочи, дистиллированной воды) связанные с аналого-цифровыми преобразователями и через аналитические блоки 5 с входами – выходами ПЭВМ, емкости для заливки 8 электролита, дистиллированной воды, кислоты (щелочи) с устройством подачи и контроля уровня жидкости, связанные через блоки усиления 7 и цифро-аналоговые преобразователи с блоком сопряжения с входами – выходами ПЭВМ, блок хранения информации 12, блок анализа информации 14, соединенные через многоканальный вход и выход соответственно с цифровым выходом и входом ЭВМ.

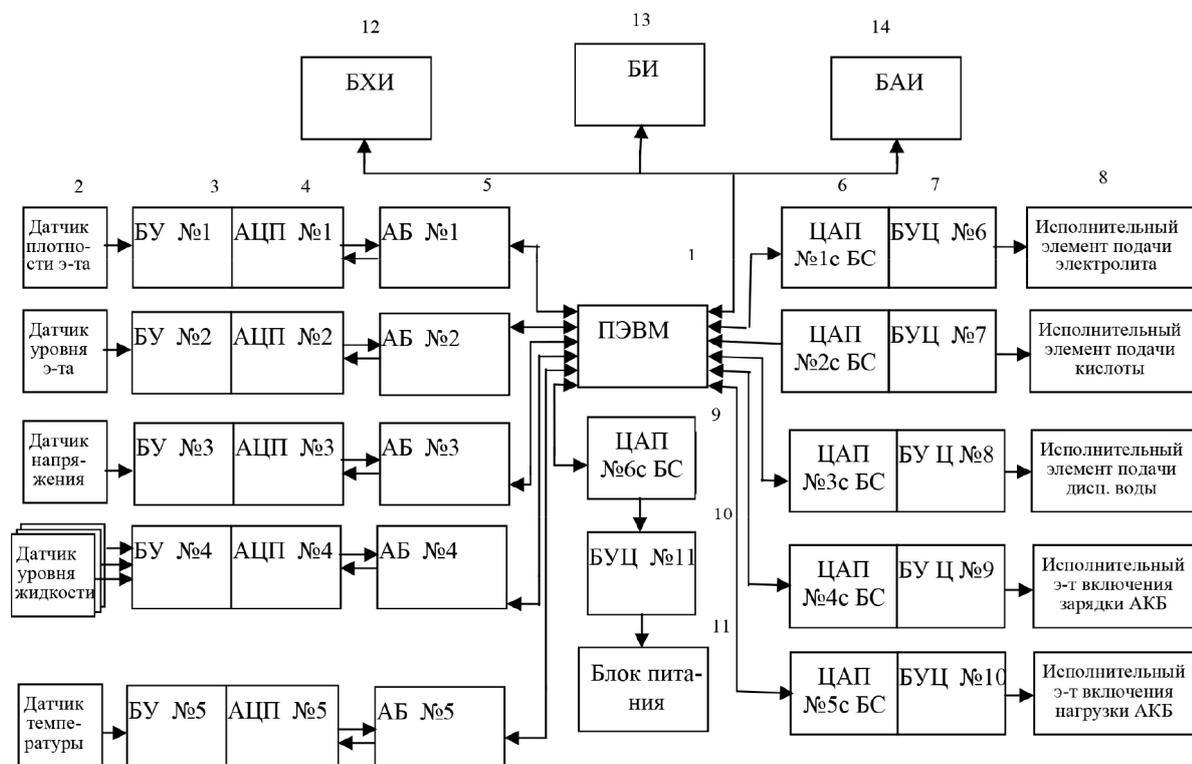


Рис. 2. Схема автоматизированной системы заливки и зарядки аккумуляторных батарей

Работает система следующим образом.

Блоки ЦАП с БС 6 по командам ПЭВМ 1 производят коммутацию и цифровую обработку сигналов, поступающих с выходов ПЭВМ и усиленными БУЦ 7 электрическими параметрами, при необходимости подают тестовые сигналы на входы объектов исполнительных элементов 8. Это позволяет проводить управление подачей жидкости в аккумуляторы и напряжения на клеммы аккумулятора в соответствии с сигналами блока анализа. После цифровой обработки сигналов их параметры в двоичном коде передаются в ПЭВМ 1.

Блоки аналитические АБ 5, выполняя команды ПЭВМ 1, производят коммутацию и цифровую обработку сигналов, поступающих с выходов специализированных датчиков 2, передающихся с блоков усиления 3 через аналого-цифровые преобразователи. После цифровой обработки сигналов в АЦП их параметры в двоичном коде передаются в ПЭВМ.

Все полученные параметры поступают в блок анализа информации 14 ПЭВМ 1, где автоматически производится их сравнительная оценка и дается заключение о подаче жидкости (электролита, дистиллированной воды, кислоты), подаче необходимого напряжения, поддержания режима заряд-разряд. Если аккумуляторная батарея не заряжается, ПЭВМ 1 дает рекомендации по ее ремонту.

Полученные значения диагностируемых параметров от ПЭВМ 1 поступают в блок информации (БИ) 13 и последовательно отображаются в мониторе.

Параллельно эта же информация поступает в блок хранения диагностической информации (БХИ) 12 и записывается на магнитные носители для хранения и возможного считывания для документирования и анализа.

Предлагаемая система имеет более широкие функциональные возможности за счет диагностирования электрических параметров, плотности электролита и уровня электролита. Расширением исполнительных качеств автоматизированной системы, кроме зарядки, система обеспечивает подготовку аккумуляторов к зарядке, проверку наличия и состава жидкости, при необходимости ее пополнение, а затем зарядку аккумуляторов.

Автоматизированная система относится к электроизмерительной технике и автоматике и может быть использована для организации автоматических режимов заливки и заряда аккумуляторных батарей.

Для определения количества времени, затрачиваемого для подготовки АКБ к работе с предлагаемой автоматизированной системой, рассчитан и построен сетевой график.

Перечень операций и работ, проводимых при заряде АКБ и аккумуляторов, представлен в табл. 1.

Таблица 1

Перечень работ проводимых при зарядки АКБ

Обозначение	Содержание операций	min	ср	max	Шифр
0-1	Постановка задач, инструктаж, подготовка рабочего места и ЗРУ	0	5	20	м, в
1-2	Обслуживание АКБ, общий осмотр	5	0	45	м, в
2-3	Проверить состояние вентиляных пробок и прокладок	5	0	35	в
2-4	Проверить правильность последовательного соединения «+» и «-» выводов АКБ	5	0	45	м
3-5	Заливка АКБ электролитом	7	10	70	в
4-6	Заливка АКБ электролитом	7	10	70	м
6-7	Пропитка пластин АКБ электролитом	5	0	65	м, в
7-8	Довести до нормы уровень электролита и его плотность	5	0	45	м, в
8-9	Собрать аккумуляторы в отдельные группы	5	0	35	м, в
9-10	Подключить АКБ к ЗРУ	7	0	13	м, в
10-11	Зарядка АКБ ускоренным режимом	20	40	260	м, в
11-12	Отключить АКБ от ЗРУ	5	0	35	м, в
12-14	Проверить напряжение банок	0	10	140	м
12-13	Проверка уровня и плотности электролита	0	0	70	в
13-15	Обслуживание АКБ после заряда	0	5	50	в
14-16	Оформление документации	5	0	25	м
16-17	Подведение итогов	5	0	15	м, в

Согласно табл. 1 составим сетевой график, на котором отметим номер операции, время, отведенное на операцию, кто проводит ее и последовательность выполнения (рис. 2).

Благодаря этому графику рационально распределяется время, что позволяет сократить время приведения АКБ в рабочее состояние.

Определим продолжительность путей сетевого графика (СГ):

$$t_B = t_{0-1} + t_{1-2} + t_{2-3} + t_{3-5} + t_{6-7} + t_{7-8} + t_{8-9} + t_{9-10} + t_{10-11} + t_{11-12} + t_{12-13} + t_{13-15} + t_{16-17} = 720 \text{ мин};$$

$$t_M = t_{0-1} + t_{1-2} + t_{2-4} + t_{4-6} + t_{6-7} + t_{7-8} + t_{8-9} + t_{9-10} + t_{10-11} + t_{11-12} + t_{12-14} + t_{14-16} + t_{16-17} = 745 \text{ мин},$$

где t_M – путь специалиста аккумуляторщика; t_B – путь водителя аккумуляторщика.

При заливке электролита в АКБ с помощью штатных приспособлений, перелива в сосуды, переноски возможны потери электролита, которые составляют примерно 10-15 % от общего количества и составят по стоимости 70–110 руб.

Внедрение в процесс обслуживания АКБ, предложенных приспособлений, прежде всего, сокращает время приведения АКБ в рабочее состояние. Автоматизированное устройство для заливки и зарядки АКБ позволяет сократить время заливки одного аккумулятора с 3–4 мин до 25 с, что в масштабе артиллерийского полка составляет сокращение времени с 64 до 18 ч, т.е. в 4 раза.

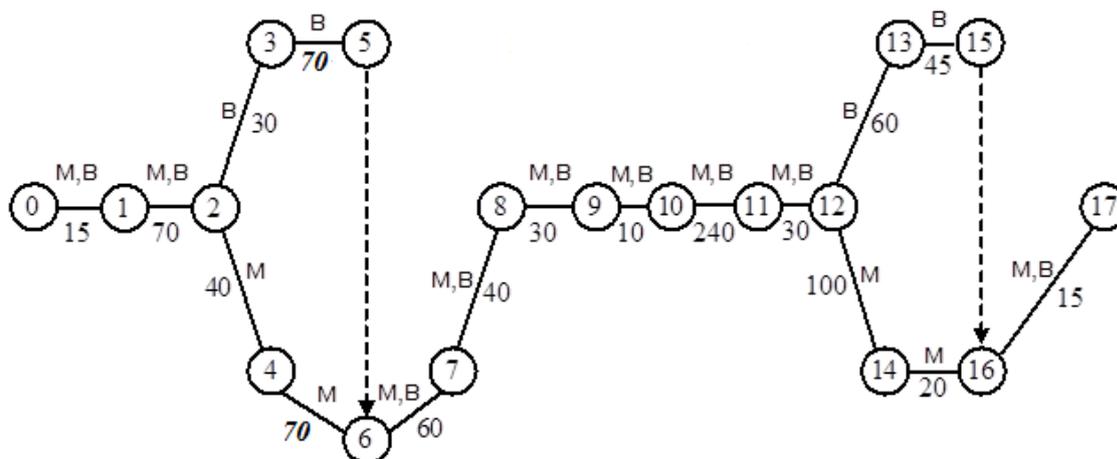


Рис. 2. Сетевой график проведения работ по техническому обслуживанию и заряду щелочных аккумуляторных батарей

Заключение

В заключение следует отметить, что в войсковом звене имеются более ста различных аккумуляторов [5–8]. С целью обеспечения их боеготовности необходимо своевременно проводить технические обслуживания соответственно типам, характеристикам и параметрам батарей. Наибольшее время при обслуживании затрачивается при проведении операций заливки и зарядки аккумуляторных батарей. К сожалению, в обслуживающих подразделениях ДАРМ в основном применяются примитивные устройства для выполнения этих операций. В результате выявляются большие временные затраты при обслуживании, требующие ручного труда. Предложенная автоматизированная система заливки и зарядки аккумуляторных батарей позволяет сократить временные и материальные затраты при проведении технического обслуживания, обеспечить безопасность при выполнении работ.

Библиографический список

1. Влияние режима эксплуатации на стабильность характеристик герметичных НЕС аккумуляторов / В. В. Теньковцев, Б. А. Борисов, Л. Ш. Ткачева // Сб. работ по ХИТ. – Санкт-Петербург : Энергия, 2012. – С. 59–70.
2. Руководство по организации эксплуатации и хранения щелочных аккумуляторов, применяемых в образцах ракетно-артиллерийского вооружения. Часть 1. – Москва : Воениздат, 1990. – 152 с.
3. *Войлов, А. М.* Автоматизация контроля и обслуживания аккумуляторных батарей / А. М. Войлов. – Москва : Связь, 1995. – 152 с.
4. Полковая артиллерийская ремонтная мастерская ПМ-2-85. Руководство по эксплуатации. 12У341-0000000-20 РЭ. – Москва : Воениздат, 2005. – 100 с.
5. *Багоцкий, В. С.* Химические источники тока / В. С. Багоцкий, А. М. Скундин. – Москва : Энергоиздат, 1981. – 360 с.
6. Таганова, А. А. Герметичные химические источники тока для портативной аппаратуры : справочник / А. А. Таганова, И. А. Пак. – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2003. – 208 с.
7. *Хрусталеv, Д. А.* Аккумуляторы / Д. А. Хрусталеv. – Москва : Изумруд, 2003. – 224 с.
8. *Савицкий, В. Я.* Ремонт ракетно-артиллерийского вооружения : учеб. пособие для вузов / В. Я. Савицкий. – Пенза : ПФВАМТО, 2013. – 377 с.

Савицкий Владимир Яковлевич

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой
общепрофессиональных дисциплин,
филиал Военной академии
материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева (г. Пенза)
(Россия, г. Пенза-5, Военный городок, корп. 112)
E-mail: al1091952@yandex.ru

Savitsky Vladimir Yakovlevich

doctor of technical sciences, professor,
head of sub-department
of general professional disciplines,
Branch of the Military Academy of Material
and Technical Support named after
army general A. V. Khrulev (Penza)
(building 112, Voenny gorodok,
Penza-5, Russia)

Семенов Александр Алексеевич

кандидат технических наук,
старший преподаватель,
кафедра общепрофессиональных дисциплин,
филиал Военной академии
материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева (г. Пенза)
(Россия, г. Пенза-5, Военный городок, корп. 112)
E-mail: al11091952@yandex.ru

Серский Сергей Сергеевич

курсант,
филиал Военной академии
материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева (г. Пенза)
(Россия, г. Пенза-5, Военный городок, корп. 112)
E-mail: al11091952@yandex.ru

Semenov Aleksandr Alekseyevich

candidate of technical sciences, senior lecturer,
sub-department of general professional disciplines,
Branch of the Military Academy of Material
and Technical Support named after
army general A. V. Khrulev (Penza)
(building 112, Voennyu gorodok,
Penza-5, Russia)

Serskiy Sergey Sergeevich

student,
Branch of the Military Academy of Material
and Technical Support named after
army general A. V. Khrulev (Penza)
(building 112, Voennyu gorodok,
Penza-5, Russia)

Образец цитирования:

Савицкий, В. Я. Автоматизация заливки и зарядки аккумуляторных батарей в войсках / В. Я. Савицкий, А. А. Семенов, С. С. Серский // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2019. – № 1 (27). – С. 63–70. – DOI 10.21685/2307-5538-2019-1-9.