

УДК 007.51: 621.317.1

*В. Г. ШЕВЧУК, доцент, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель; А. В. ВЕСЕЛОВ, заместитель начальника по связи, Полоцкая дистанция сигнализации и связи Белорусской железной дороги*

## АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕСТИРОВАНИЯ И УЧЕТА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ В ДИСТАНЦИЯХ СИГНАЛИЗАЦИИ И СВЯЗИ

Описан разработанный аппаратно-программный комплекс тестирования и учета аккумуляторных батарей в дистанциях сигнализации и связи для автоматизированного контроля их работоспособности и прогнозирования срока службы аккумуляторных батарей с целью оптимизации затрат на их своевременную замену.

Устройства технологической связи Белорусской железной дороги относятся к потребителям особой группы электроприемников первой категории электроснабжения, нарушение электроснабжения которых может привести к несоблюдению требований безопасности движения поездов, повреждению дорогостоящих устройств и оборудования, создать опасность для жизни людей и пр. Перерыв в их электроснабжении допускается лишь на время автоматического ввода резервного питания. Для особой группы электроприемников первой категории необходимо наличие трех независимых источников питания.

В качестве третьего независимого источника питания особой группы применяются источники вторичного электроснабжения 24, 48, 60 В с аккумуляторными батареями (АКБ) различных типов.

Поддержание АКБ в технически исправном состоянии, своевременное выявление батарей, параметры которых не соответствуют техническим требованиям и их замена, составление перспективных планов замены АКБ на основе динамики изменения технических характеристик являются основными задачами обслуживающего персонала.

Основные типы АКБ и области их применения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные типы АКБ и их применение

Тип АКБ	Основные области применения
Свинцово-кислотные (Lead Acid)	Железная дорога, ИБП, телекоммуникации, электроэнергетика, авиация, электротранспорт, автомобили, промышленность, альтернативная энергетика, пожарная и охранная сигнализация, аварийное освещение, медтехника и т. д.
Никель-кадмиевые (NiCad)	Электротранспорт, авиация, строительные электроинструменты
Никель-металлогидридные (NiMH)	Электротранспорт
Литий-ионные (Li ion)	Электротранспорт, мобильные устройства, строительные электроинструменты
Литий-полимерные (Li pol)	Электротранспорт, мобильные устройства

Основным методом контроля технических характеристик АКБ при плановом техническом обслуживании является контроль рабочего напряжения АКБ и резервной (остаточной) емкости при проведении контрольного разряда [1, 6] (рисунок 1).

По величине резервной емкости производится оценка технического состояния батареи и степень деградации ее элементов.

Измерение остаточной емкости производится путем контрольного разряда АКБ в течение 10 ч постоянным током при постоянном контроле напряжения на АКБ.



Рисунок 1 – Методы диагностики АКБ

У штатно работающих АКБ со временем внутреннее сопротивление начинает расти [4].

Причины увеличения внутреннего сопротивления следующие:

- повышенная температура эксплуатации;
- истечение («высыхание») электролита;
- сульфатация в результате многократных перезарядок;
- коррозия решеток пластин;
- разрушение активного вещества положительных электродов;
- повышенные токи разряда (тепловая деформация пластин).

Значительное снижение внутреннего сопротивления АКБ относительно базового значения – один из признаков неисправности батареи [3, 5] (рисунок 2).



Рисунок 2 – Изменение внутреннего сопротивления АКБ в зависимости от срока службы

Разработано устройство автоматическое разрядное (УАР), предназначенное для автоматизированного контроля емкости АКБ с выводом результатов тестирования на дисплей и формированием файлов отчета результатов тестирования на карте памяти (рисунок 3).

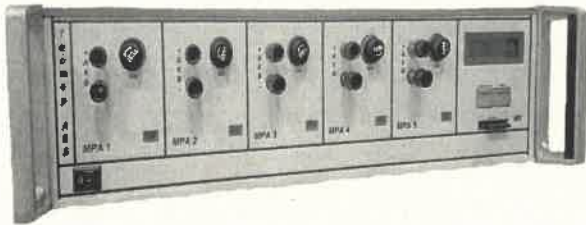


Рисунок 3 – Внешний вид УАР

На этапе проектирования разрядного устройства было принято решение о разработке модульной конструкции.

УАР конструктивно представляет собой устройство, состоящее из пяти автономных разрядных модулей (МРА1–МРА5), модуля индикации и управления МИУ и submodule питания.

Все модули представляют собой устройства на базе однокристальных микроконтроллеров семейства Atmega, работающие под управлением программ, зашитых в энергонезависимой памяти микроконтроллеров.

От модулей МРА в МИУ по шине передается информация о текущем состоянии параметров, тестируемых АКБ, результаты самотестирования модулей, служебная информация.

К УАР подключается внешний датчик температуры для возможности корректировки номинальной емкости в зависимости от температуры в помещении, в котором производится контроль емкости АКБ.

Управление работой модуля МИУ осуществляется при помощи клавиатуры на лицевой панели УАР.

Вся информация о работе УАР отображается на жидкокристаллическом дисплее.

При достижении напряжения на АКБ установленно значения разряд автоматически прекращается.

Работа каждого модуля МРА контролируется по светодиодным индикаторам на лицевой панели УАР.

Модуль МРА производит аварийное отключение АКБ в следующих случаях:

- превышение разрядного тока значения 15 А;
- обрыв внешней цепи, подключенной к АКБ;
- неисправность цепей измерения тока или напряжения;

– остановки или снижения оборотов вентилятора охлаждения менее 60 % от номинального значения.

Для повышения точности измерений при расчете остаточного напряжения учитывается сопротивление внешних проводов, которыми аккумулятор подключается к модулю МРА.

Подпрограмма просмотра и анализа данных позволяет просматривать текущую информацию о системах электропитания, выполнять сортировку данных по различным критериям, осуществлять анализ сроков эксплуатации АКБ, планировать их замену по сроку службы или в зависимости от их технического состояния.

Доступ к ПО осуществляется по индивидуальным паролем, что позволяет производить редактирование данных только «своих» устройств.

Просмотр данных возможно производить в режиме «Гость» любому пользователю, у которого установлено ПО.

Скриншоты результатов автоматизированного тестирования АКБ, карточек учета АКБ и контрольного разряда АКБ, протокола учета контрольного разряда АКБ приведены на рисунках 4, 5.

При необходимости данные по источникам питания, а также протоколы измерений параметров АКБ возможно выдать на печать.

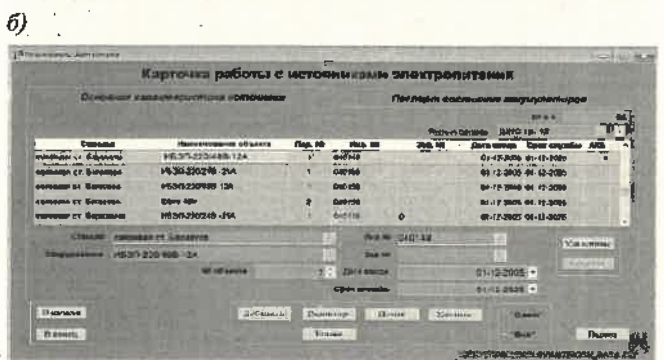
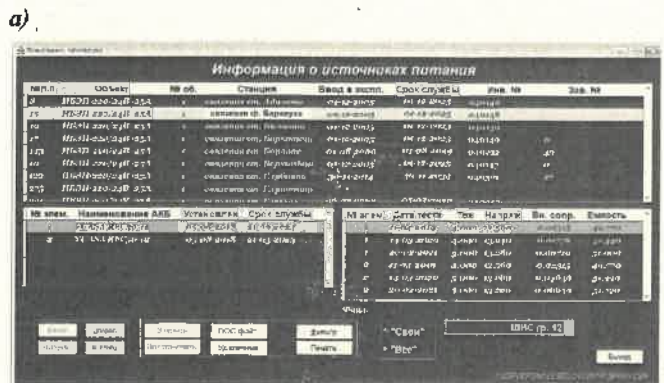


Рисунок 4 – Скриншот результатов автоматизированного тестирования АКБ (а) и карточки учета АКБ (б)

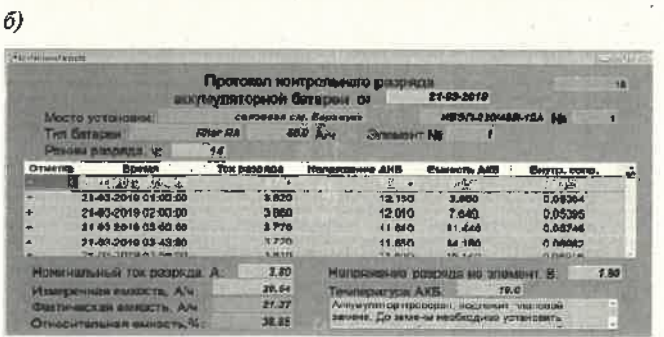
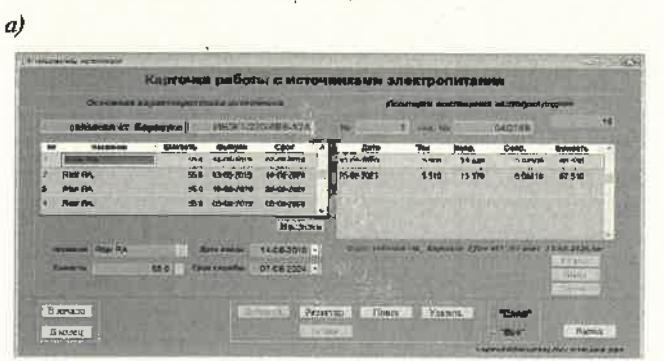


Рисунок 5 – Скриншот карточки учета (а) и протокола (б) контрольного разряда АКБ

Выходные формы после обработки данных программной частью комплекса соответствуют требованиям СТП БЧ 19.254–2013 «Порядок обслуживания стационарных свинцово-кислотных аккумуляторов закрытого типа» [2].

Аппаратно-программный комплекс введен в эксплуатацию в Полоцкой дистанции сигнализации и связи Белорусской железной дороги в 2019 г.

Проведенная работа позволила сформулировать следующие выводы:

– использование современных АКБ малообслуживаемого и необслуживаемого типов требует безусловного использования вторичных источников электроснабжения со встроенными средствами автоматизированного контроля параметров АКБ и возможностью их удаленного мониторинга;

– аккумуляторные батареи необходимо формировать на основе идентичности технических характеристик каждого элемента батареи, в первую очередь – фактической емкости и внутреннего сопротивления;

– прогнозирование срока службы АКБ с целью оптимизации затрат на их своевременную замену невозможно без создания баз данных, с функцией формирования отчетов динамики изменения технических характеристик.

Внедрение системы автоматизированного контроля учета параметров и динамики изменения технических характеристик АКБ позволяет снизить затраты на их

эксплуатацию и, как следствие, повысить надежность работы устройств технологической связи.

#### Список литературы

1 ГОСТ МЭК 60896-2–2002. Свинцово-кислотные стационарные батареи. Общие требования и методы испытаний. Ч. 2. Закрытые типы. – Минск : Госстандарт. – 20 с.

2 СТП 19.254–2013. Порядок обслуживания стационарных свинцово-кислотных аккумуляторов закрытого типа.

3 Веселов, А. В. Программно-аппаратный комплекс автоматизированного тестирования и учета аккумуляторных батарей в дистанции сигнализации и связи железной дороги / А. В. Веселов, В. Г. Шевчук // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 1. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 186–188.

4 Старение свинцовых аккумуляторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://at-systems.ru/quest/new-quest/battery-aging-y.shtml>. – Дата доступа : 05.05.2022.

5 Чупин, Д. П. Резонансный метод измерения внутреннего сопротивления аккумуляторных батарей / Д. П. Чупин // Электроэнергетика и приборостроение: современное состояние, перспективы развития и подготовка кадров : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Петропавловск : СКГУ им. М. Козыбаева – 2011. – С. 61–63.

6 Vehicle Lead-Acid Battery State-of-Charge Meter (Измеритель уровня заряда автомобильной свинцово-кислотной аккумуляторной батареи) / J. Scott [et al.] // 37th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON. – 2011. – P. 1–5.

Получено 27.05.2022

**V. G. Shevchuk, A. V. Veselov.** Hardware and software complex for testing and accounting of batteries in alarm and communication distances.

The developed hardware and software package for testing and accounting of batteries in signaling and communication distances for automated monitoring of their operability and forecasting the service life of batteries in order to optimize the costs of their timely replacement is described.