

3. Система мониторинга подвижных объектов: патент РФ RU 2422641 C1 / С. М. Оржиховский, И. Б. Захаров; В. О. Деордиев, Т. П. Рожина, А. Н. Нужный, М. В. Грозных; опубл. 27.06.2011, Бюл. №18
4. Теория электрической связи: учебн. пособие / К.К. Васильев, В.А. Глушков, А.В. Дормидонтов, А.Г. Нестеренко; под общ. ред. К.К. Васильева. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 452 с.
5. Приёмное устройство шумоподобных сигналов: патент РФ RU 2385542 C1 / И. О. Малышев, Ю. В. Фоменко; И. Г. Безгинов, А. В. Шестопалов; опубл. 27.03.2010, Бюл. №9.

Рекоменд

УДК 541.136

*С.В. Плаксин, д-р. физ.-мат. наук, Н.Е. Житник, О.И. Ширман*

*(Украина, Днепропетровск, Институт транспортных систем и технологий НАН Украины "Трансмаг")*

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА ИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ

Химические источники тока (ХИТ) различных электрохимических систем широко применяются в современной технике для обеспечения автономного или резервного электропитания потребителей. При эксплуатации автономных систем электроснабжения основное внимание, как правило, уделяется надежному и качественному обеспечению потребителей электроэнергией, а сами химические источники тока относятся к второстепенным. Между тем, надежное и качественное энергоснабжение в значительной мере зависит от технического состояния ХИТ, которое требует постоянного контроля. Под контролем технического состояния согласно нормативным документам [1] следует понимать проверку соответствия значений параметров ХИТ требованиям технической документации и определение на этой основе вида технического состояния (работоспособен, неработоспособен и т.п.) в данный момент времени.

Особенно актуален контроль состояния химических источников тока при их использовании в составе децентрализованных автономных систем электроснабжения, условия эксплуатации которых не позволяют отключить ХИТ от сети потребителей на время выполнения контроля. Важным моментом при решении этой задачи является возможность проведения контроля в рабочем состоянии системы, не изменяя штатного режима ее работы.

Аналізу существующего стендового оборудования для определения технического состояния химических источников тока посвящена работа [2]. Авторы этой работы, основываясь на результатах проведенного анализа, пришли к выводу, что в настоящее время не существует универсального оборудования для контроля и испытания ХИТ, поэтому специалисты в этой области разрабатывают стендовое оборудование для решения конкретной научной или производственной задачи.

Такого же мнения придерживаются и авторы работы [3], подчеркивая большое разнообразие существующих анализаторов качества и технического состояния аккумуляторов и батарей, которые, как правило, используются для контроля ХИТ, отключенных от сети потребителя.

Авторы статьи [4] предлагают разработанные ими универсальный стенд и мобильное устройство для экспресс – диагностики электрохимических аккумуляторов, которые, по их утверждению, позволяют без вмешательства в процесс работы аккумулятора по нескольким тестовым импульсам определять основные параметры и оценивать его техническое состояние. Принцип работы устройства основан на импульсном методе, сущность которого заключается в воздействии на аккумулятор специальной последовательности импульсов тока и анализе отклика по напряжению с помощью специальных математических моделей. Метод экспресс – диагностики [5] основан на воздействии на ХИТ серии зарядно – разрядных импульсов, что не может не нарушать логику работы источника тока и режим работы системы электрообеспечения в целом.

В настоящей работе рассмотрен экспериментальный стенд, обеспечивающий автоматизированный контроль технического состояния химического источника тока в составе автономной системы электрообеспечения без нарушения режима ее работы.

#### Структура и принцип работы экспериментального стенда

В основе принципа работы стенда лежит импульсный гальваностатический метод контроля протекания электрохимического процесса в химическом источнике тока. Связь между параметрами электрохимического процесса и параметрами ХИТ установлена в работе [6].

Для определения параметров химического источника тока с целью контроля его состояния используются информационные параметры сигнала отклика ХИТ на импульсное воздействие [7]. Такой подход позволяет одновременно определить из одного тестового импульса значения нескольких диагностиче-

ских параметров ХИТ путем компьютерной обработки сигнала отклика источника тока на импульсное воздействие [8].

Для практической реализации указанного подхода, позволяющего удовлетворять требованиям бесперебойного электроснабжения потребителей, авторами разработан экспериментальный стенд, внешний вид и блок – схема которого приведены на рис. 1.

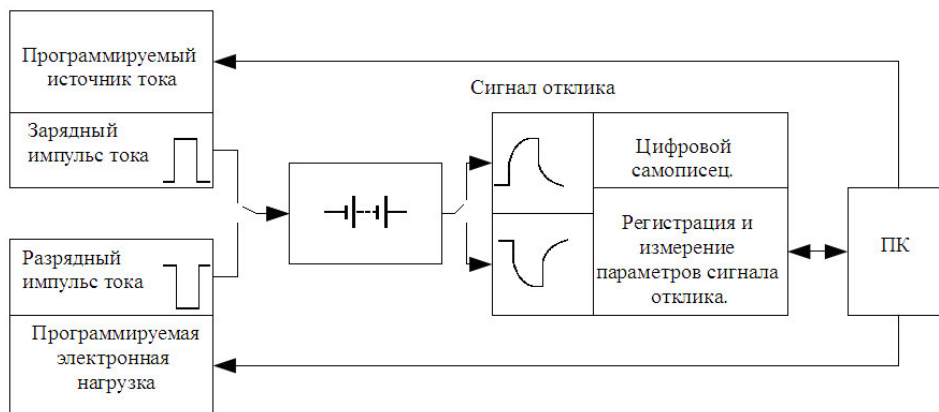
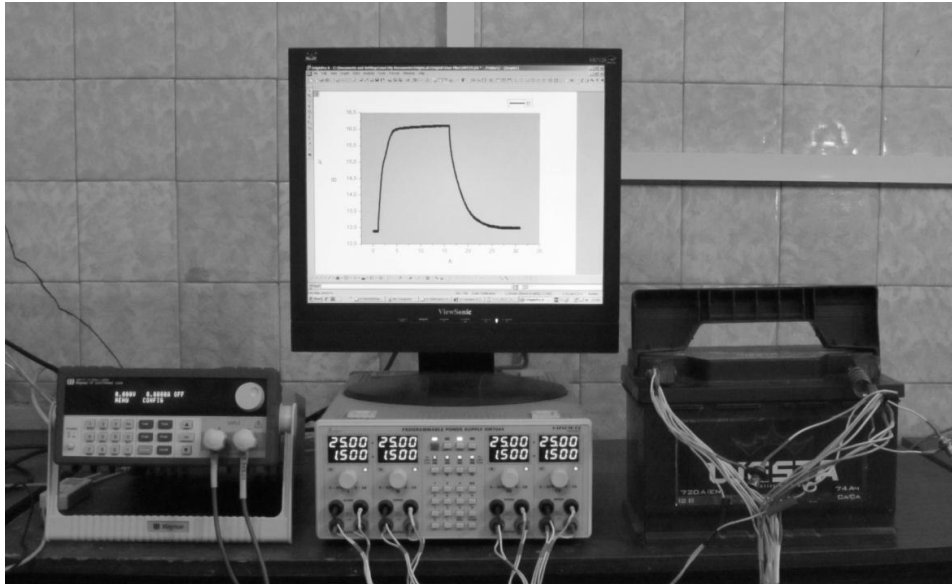


Рис. 1. Внешний вид и блок – схема экспериментального стенда

Исходя из задач автоматизации процесса контроля и с учетом современного уровня развития микропроцессорной техники установка должна отвечать следующим основным требованиям:

- обеспечивать подачу на контролируемый источник тока импульсов (единичных, серии, одно- и разнополярных) с регулируемыми параметрами в необходимом заданном диапазоне по длительности, скважности, амплитуде и с требуемой длительностью фронтов;
- обеспечивать с достаточной точностью и чувствительностью измерение как быстротекающих, так и медленных процессов;
- осуществлять компьютерную обработку результатов измерений и их анализ.

Выполнение этих требований позволяет получить информацию, адекватно отображающую протекающие в ХИТ процессы в реальном масштабе времени.

Источником питания аккумуляторной батареи в режиме зарядки служит программируемый источник тока типа HM7044 производства компании HAMEG Instruments GmbH. Функцию имитатора нагрузки потребителя выполняет программируемая электронная нагрузка типа M9711 производства компании Maunuo Electronics, позволяющая по заданной программе менять режим нагрузки испытуемого ХИТ. В качестве измерительного устройства используется цифровой самописец, подключенный к выводам аккумуляторной батареи и фиксирующий изменение напряжения на ней во времени. Управление процессом контроля осуществляется с персонального компьютера с использованием стандартного интерфейса RS232.

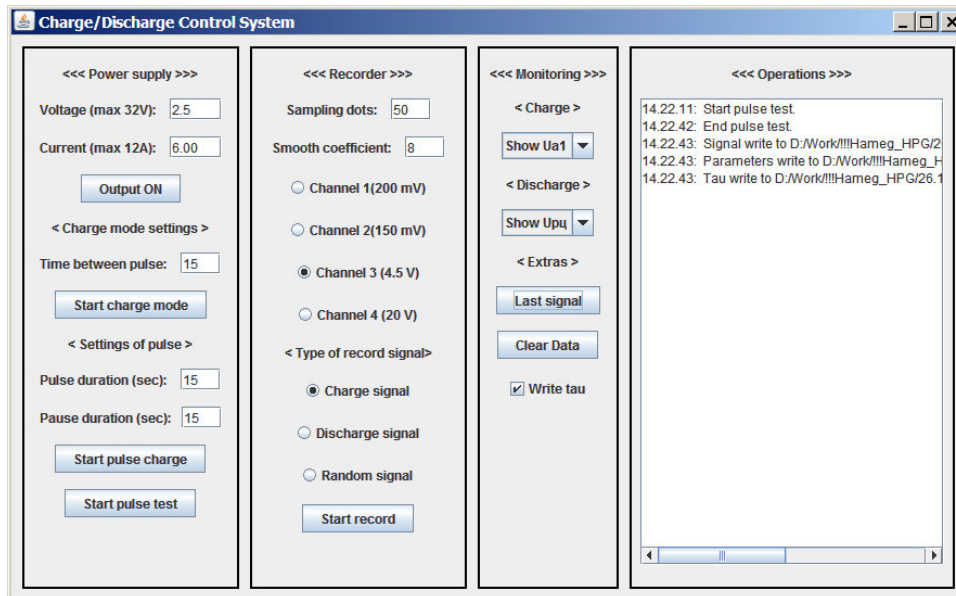
Для автоматизации процессов контроля разработана компьютерная программа, которая дает возможность управлять источником питания, электронной нагрузкой и устройством цифровой записи. Про-

грамма написана на объектно-ориентированном языке программирования Java. В ходе написания были использованы сторонние библиотеки:

– JSSC (Java Simple Serial Connector) – библиотека для работы с последовательными портами персонального компьютера;

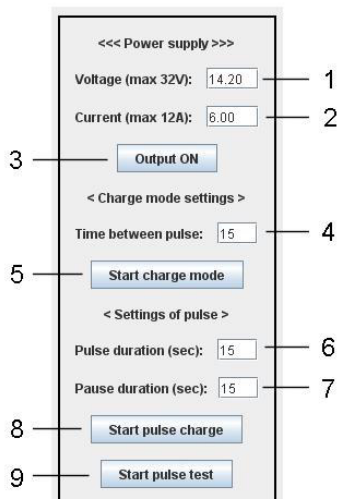
– JFreeChart – библиотека для создания графиков.

Программный интерфейс представлен на рис. 2 и включает в себя панель 1 управления источником питания, панель 2 управления записывающим устройством, панель 3 графического просмотра сигналов и их параметров и панель 4 отображения хода работы программы. Рассмотрим более детально каждую из панелей и ее функциональные возможности.



**Рис. 2. Общий интерфейс программы управления**

Панель управления источником питания (на примере программируемого источника питания НМ7044 производства компании Hameg) изображена на рис. 3.



**Рис. 3. Панель управления источником питания:**  
 1 – установка величины напряжения; 2 – установка величины тока;  
 3 – включение/выключение работы источника питания на нагрузку;  
 4 – установка начального интервала времени (в минутах) проведения тестовых импульсов во время зарядки аккумулятора для контроля его состояния; 5 – запуск/остановка режима зарядки аккумулятора с контролем его состояния; 6 – установка длительности тестового импульса; 7 – установка длительности паузы между тестовыми импульсами; 8 – запуск/остановка импульсного режима зарядки;  
 9 – запуск/остановка одиночного тестового импульса.

Панель управления записывающим устройством рассмотрена на рис. 4.

Панель графического просмотра сигналов и их параметров изображена на рис. 5. С помощью панели 3 можно в любой момент времени просмотреть последний зарегистрированный сигнал, используя кнопку 3, а также хронологию изменения параметров зарядного или разрядного импульсов – листы 1 и 2 соответственно. Все эти данные можно сбросить, используя кнопку 4.

Панель 4 служит для отображения выполненных операций программы с указанием времени или же ошибок выполнения операций.

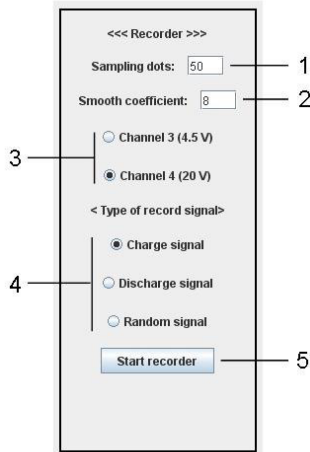


Рис. 4. Панель управления записывающим устройством:  
1 – установка выборки количества точек; 2 – установка коэффициента сглаживания для выделения полезного сигнала из шума; 3 – выбор канала записи; 4 – выбор типа сигнала (зарядный, разрядный, случайный); 5 – запуск/остановка записывающего устройства

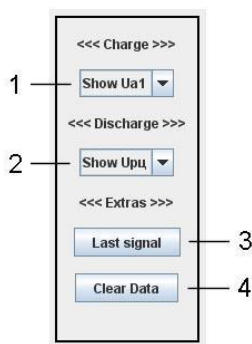


Рис. 5. Панель графического просмотра сигналов и их параметров:  
1 – выбор параметра сигнала отклика на зарядный импульс для просмотра динамики его изменения во время режима зарядки;  
2 – выбор параметра сигнала отклика на разрядный импульс для просмотра динамики его изменения во время режима разряда;  
3 – просмотр последнего зарегистрированного сигнала;  
4 – очистка программы от данных (таких, как параметры зарядного/разрядного откликов и последний зарегистрированный сигнал)

### Режимы работы программы

Программа может быть использована для отдельного управления источником питания или записывающим устройством, а также для их совместной работы.

#### 1. Режим одиночного тестового импульса.

Для снятия сигнала отклика на одиночный тестовый импульс нужно выполнить следующие шаги:

- на панели 1 выставить величину тока 2;
- на панели 1 выставить длительность импульса 6 и паузу 7;
- на панели 2 выставить время выборки 1, получаемое путем умножения его значения в поле 1 панели 2 на 0,00035с;
- на панели 2 выставить коэффициент сглаживания 2 для выделения полезного сигнала из шумов;
- на панели 2 выбрать канал записи сигнала 3;
- на панели 2 выбрать тип записываемого сигнала для его последующей обработки после записи.

Запуск одиночного тестового импульса производится с помощью кнопки 9 панели 1. По завершении теста на панель 4 будут выведены соответствующие записи об окончании тестового импульса и записи сигнала отклика в файл. Если был выбран тип сигнала (зарядный или разрядный), то будет проведена соответствующая обработка этого сигнала с определением его параметров. Зарегистрированный сигнал отклика можно просмотреть путем нажатия кнопки 3 панели 3, а его параметры – с помощью списка 1 панели 3. Вся указанная информация также сохраняется в соответствующих файлах на компьютере.

Рассматриваемая программа управления позволяет производить не только контролировать состояние ХИТ, но и осуществлять его зарядку в различных режимах.

#### 2. Режим зарядки постоянным током.

При осуществлении этого режима записывающее устройство не используется. Для запуска источника питания в режим зарядки нужно выполнить следующие операции:

- выставить граничную величину напряжения зарядки;
- выставить граничную величину тока зарядки;
- включить источник питания с помощью кнопки 3 на панели 1 (остановка режима заряда производится этой же кнопкой).

### 3. Режим зарядки импульсным током (нестационарный режим).

При импульсном режиме зарядки записывающее устройство не используется. Для запуска источника питания в режим импульсной зарядки нужно выполнить следующие операции:

- выставить граничную величину тока зарядки;
- выставить длительность импульса;
- выставить длительность паузы.

Запуск и остановка импульсного режима зарядки осуществляется кнопкой 8 на панели 1.

В этом режиме также осуществляется адаптивная зарядка химического источника тока по специально разработанному алгоритму.

### 4. Режим зарядки постоянным током с контролем состояния аккумулятора.

В данном режиме зарядки используется устройство записи сигнала. Процесс заряда аналогичен режиму зарядки по пункту 2 с тем отличием, что через заданные промежутки времени на аккумулятор подается тестирующий зарядный импульс тока. Сигнал отклика аккумулятора на импульс тока регистрируется с помощью записывающего устройства, далее происходит обработка сигнала отклика и в соответствии с полученными результатами производится корректировка процесса заряда, а также корректировка тестового импульса. Для запуска режима зарядки с контролем состояния нужно провести следующие операции:

- выставить граничную величину напряжения зарядки;
- выставить граничную величину тока зарядки;
- задать начальное время подачи тестовых импульсов 4 на панели 1;
- на панели 1 выставить длительность импульса 6 и паузы 7;
- на панели 2 выставить время выборки 1, получаемое путем умножения его значения в поле 1 панели 2 на 0,00035с;
- на панели 2 выставить коэффициент сглаживания 2;
- на панели 2 выбрать канал записи сигнала 3;
- на панели 2 выбрать тип записываемого сигнала отклика "заряд".

Запуск и остановка данного режима осуществляется с помощью кнопки 5 панели 1.

### 5. Режим записи сигнала.

Программа может быть использована для записи сигналов без использования конкретного источника питания. При выборе типа записываемого сигнала "random" снятый сигнал будет записан в файл с соответствующим именем без какой – либо обработки. При типах "charge" или "discharge" полученный сигнал будет обработан в соответствии с алгоритмом для зарядного или разрядного импульсов соответственно.

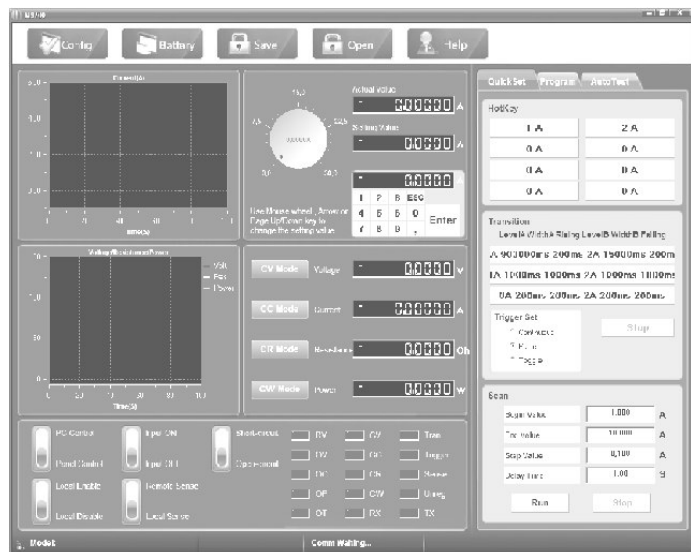
Для запуска режима записи сигнала нужно выполнить следующие операции:

- на панели 2 выставить время выборки 1, значение которого определяется следующим образом: значение в поле 1 панели 2 умноженное на 0,00035с;
- на панели 2 выставить коэффициент сглаживания 2;
- на панели 2 выбрать канал записи сигнала 3;
- на панели 2 выбрать тип записываемого сигнала для его последующей обработки.

Запуск и остановка записи осуществляется кнопкой 5 на панели 2.

### 6. Режим разряда на нагрузку.

Этот режим осуществляется отрицательным тестовым импульсом, параметры которого задаются с помощью программного обеспечения программируемой электронной нагрузки M9711. Электронная нагрузка позволяет проводить разрядку аккумулятора в нескольких режимах: при постоянном токе, при постоянном напряжении, при постоянном сопротивлении, а также в импульсном режиме. Программный интерфейс рассмотрен на рис. 6.



**Рис. 6. Панель управления нагрузкой и контроля режима разрядки аккумулятора**

### Заключення

Таким образом, в результате проведенных исследований можем сделать следующие выводы, что разработанные схмотехническое решение и программное обеспечение составляют в совокупности экспериментальный стенд, который позволяет осуществлять автоматизированный контроль технического состояния химического источника тока в составе автономной системы электрообеспечения без нарушения штатного режима его эксплуатации.

### Список литературы

1. ГОСТ 20911–89. Техническая диагностика. Термины и определения [Текст]. – Введ. 1991–01–01 – М.: Изд–во стандартов, 1990.–12с.
2. Безручко, К.В. Особенности построения экспериментальных стендов для исследований и испытаний электрохимических аккумуляторов [Текст]/ К.В.Безручко, А.О. Давидов, С.В. Ширинский // Авиационно-космическая техника и технология. – 2012.– №7(94). – С.147 – 152.
3. Таганова, А.А. Современные анализаторы качества и технического состояния аккумуляторов и батарей [Текст] / А.А. Таганова, А. Федоров, С. Саранов // Компоненты и технологии. – 2007. – № 6. – С. 112–115.
4. Азарнов, А.А. Обзор и анализ оборудования для определения технического состояния электрохимических аккумуляторов [Текст] / А.А. Азарнов, К.В. Безручко, А.О. Давидов и др. // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – №4(81). – С.42 – 49.
5. Безручко, К.В. Метод экспресс – диагностики электрохимических накопителей энергии энергоустановок ракетно-космических объектов [Текст] / К.В. Безручко, А.О. Давидов // Космическая техника. Ракетное вооружение: науч. – техн. сб. – 2012. – Вып.1. – С. 140 – 148.
6. Дзензерский, В.А. Контроль состояния стартерных аккумуляторов хронопотенциометрическим методом [Текст] / В.А. Дзензерский, Н.Е.Житник, С.В. Плаксин // Электротехника та електроенергетика. – 2005. – №1. – С. 13 – 18.
7. Житник, Н.Е. Информационные параметры для реализации адаптивной зарядки вторичных химических источников тока [Текст] / Н.Е. Житник, Ю.Л. Миропольский, С.В. Плаксин и др. // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2008.– №5(77) . – С. 40 – 42.
8. Дзензерский, В.А. Автоматизированная диагностика химических источников тока [Текст] / В.А. Дзензерский, М.А. Беда, Н.Е. Житник и др. // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2011. – №1 – 2. – С. 6 – 9.

реком

УДК 621.316.9

*С. М. Якимець, канд. техн. наук*

*(Україна, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського)*

### ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, МОНІТОРИНГУ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ДВОХОСЬОВИХ РУДНИКОВИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ТА КЕРУВАННЯ

**Вступ.** Визначальними для функціонування рудникової електровозної відкатки є особливості технології проведення підземних гірничих робіт на підприємствах, які видобувають корисні копалини [1]. Гірничо-геологічні особливості родовищ враховують обмеженість розмірів поперечного перерізу відкатних виробок, підвищену вологість, відсутність природного освітлення, наявність у повітрі абразивного пилу. Останній з чинників не є специфікою суто підземних виробок у порівнянні з поверхнею, але постійна взаємодія вологи та пилу в поєднанні з безперервною взаємодією інших факторів погіршує роботу електричних контактних груп рухомого складу, а також знижує якість ізоляції.

Особливості технологічного процесу визначаються схемою транспортування руди та породи, шляховим господарством шахти, циклічним характером відкатки, швидкістю руху електровозів, варіативністю коефіцієнта зчеплення коліс з рейками.

Наряду з названими, техніко-економічні причини зумовлюють проходження підземних виробок оптимальних розмірів, в яких має поєднуватись безпечна робота персоналу, електротехнічного рухомого та нерухомого обладнання.

Нехтування переліченими умовами на стадії проектування призводить до того, що впровадження в практику нових типів електровозного обладнання не дає помітного збільшення виробничості та інших показників відкатки у цілому. Реальним та раціональним методом підвищення техніко-економічних показників транспортного парку гірничих підприємств бачиться впровадження нових сучасних систем автоматизації, моніторингу та керування електротехнічного обладнання шахт на основі сучасних цифрових засобів. Очевидно, що процес модернізації повинен базуватися на системному підході та включати в себе проектування всієї системи з урахуванням взаємодії всіх її компонентів.