

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій
(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та
робототехніки
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Розробка програмного засобу автоматизованого контролю
укладання акумуляторних батарей електротранспорту
(тема)

Виконав студент 2 курсу, групи КІТПВм-22-1
Доронін Павло Григорович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальності 151 Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології
(код і повна назва напрямку)

Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма Комп'ютерно-інтегровані
технологічні процеси і виробництва
(назва)

Керівник доц. каф. КІТАР Іванов Л. С.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
Зав. кафедри КІТАР

(підпис)

Невлюдов І. Ш.
(прізвище, ініціали)

2024

Я, як студент ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

25.01.2024



Доронін П.Г.

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Факультет _____ АКТ _____
 Кафедра _____ КІТАР _____
 Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
 Спеціальність _ 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології _____
 Тип програми _ Освітньо-професійна _____
 Освітня програма Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і
 виробництва

 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав.кафедри _____
 (підпис)

« 01 » _____ 09 _____ 2023р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Дроніну Павлу Григоровичу _____
 (шифр і назва)

1. Тема роботи: Розробка програмного засобу автоматизованого контролю укладання акумуляторних батарей електротранспорту.

Затверджена наказом університету від _____ №1287Ст від 03.11.2023

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 25.01.2024р.

3. Вихідні дані до роботи: 3.1 Об'єкт дослідження – програмний засіб автоматичної перевірки правильності укладання пластин АБАХ; 3.2 Предмет дослідження – методи, засоби та системи контролю параметрів батареї з метою виявлення її правильного підключення та справної роботи.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі: 4.1 Вступ; 4.2 Огляд та аналіз існуючих видів акумуляторних батарей, засобів та систем автономного ходу; 4.3 Розроблення структурної схеми та алгоритму роботи автоматичної системи перевірки правильності укладання пластин АБАХ; 4.4 Вибір компонентів системи; 4.5 Розроблення алгоритму роботи системи; 4.6 Розробка програмного забезпечення та проведення експериментів; 4.7 Вибір мови програмування та середовища розробки; 4.8 Розробка програми; 4.9 Аналіз результатів; 4.10 Висновки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій Графічний демонстраційний матеріал в форматі PowerPoint(*.ppt) формату А4 –13 сторінок.

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по-батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання, аналіз завдання, уточнення роботи	01.09.23	виконано
2	Аналіз існуючих методів перевірки батарей тролейбусу	08.09.23	виконано
3	Огляд сучасних систем атономного ходу тролейбусів на прикладі PTS-12	15.09.23	виконано
4	Вибір компонентів та пристроїв системи	29.09.23	виконано
5	Розроблення програмного забезпечення задачі	12.12.23	виконано
6	Проведення експериментальних досліджень	27.10.23	виконано
7	Підготовка публікацій за результатами дослідження	10.11.23	виконано
8	Оформлення пояснювальної записки	24.11.23	виконано
9	Подання закінченої роботи науковому керівникові	21.01.24	виконано
10	Усунення зауважень наукового керівника	04.12.23	виконано
11	Подання роботи на рецензування	19.01.24	виконано
12	Підготовка презентації	08.01.24	виконано
13	Попередній захист	11.01.24	виконано
14	Подання роботи до екзаменаційної комісії	25.01.24	виконано

Дата видачі завдання 1 вересня 2023р.

Студент _____ Доронін П.Г.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Іванов Л.С.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 79 с., 1 табл., 26 рис., 2 дод., 12 джерел.

АКУМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ АВТОНОМНОГО ХОДУ, КОНТРОЛЬ,
СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПЕРЕВІРКИ ПРАВИЛЬНОСТІ
УКЛАДАННЯ, PTS-12.

Мета роботи – створення програмного засобу автоматизованого контролю правильності укладання акумуляторних батарей електротранспорту.

Об'єкт роботи – цілісна система акумуляторних батарей в електротранспорті.

Предмет дослідження – методи, засоби та системи контролю параметрів батареї з метою виявлення її правильного підключення та справної роботи.

В даній кваліфікаційній роботі було проведено теоретичний аналіз існуючих конструкцій і засобів в галузі перевірки правильності укладання пластин АБАХ, діагностики їх стану. Далі було обгрунтовано необхідність розробки програмного засоба згідно з темою. Обрано складові для модуля технічного програмного засобу. Наступним етапом виконано розробку програмного засобу з перевірки правильності укладання пластин АБАХ. Потім перевірено працездатність програмного засобу у ході проведення експерименту.

Тема роботи є актуальною, оскільки в тролейбуси PTS-12 проводять заживленими від міської системи енергопостачання 70% свого шляху, у той час як інші 30% припадають на пересування завдяки живленню акумуляторних батарей, розташованих у різних частинах корпусу. Пересування та використання цієї системи живлення вимагає автоматизації її роботи та покращення якості та швидкості процесу перевірки правильності укладання пластин. Також кваліфікаційна робота має реального замовника, а

саме КП «Тролейбусне депо №2» міста Харків. Згідно договору, було отримано матеріали для дослідження та проведено аналіз проблеми для її подальшого вирішення.

ABSTRACT

Explanatory note: 79 pages, 1 tables, 21 figures, 2 app, 12 sources.

ACCUMULATORY BATTERY OF AUTONOMOUS MOVEMENT, CONTROL, SYSTEM OF AUTOMATED CHECKING THE CORRECTNESS OF STACKING, PTS-12.

The purpose of the work is to use ABAH to test a software tool for automatic correction of the correctness of placing plates in a section for a trolleybus.

The object of development is an integral system of ABAH.

The subject of development is methods, tools and systems for monitoring battery parameters in order to detect its correct connection and proper operation.

In this qualification work, a theoretical analysis of existing constructions and means in the field of improving the accuracy of laying ABAX plates, diagnostics of its condition was carried out. Next, the need to develop software according to the topic was substantiated. Selected components for the technical software module. The next step was to test the software for checking the accuracy of ABAX plate stacking. Then the functionality of the software was checked during the experiment.

The topic of the work is relevant, because PTS-12 trolleybuses spend 70% of their journey powered by the city's power supply system, while the other 30% are driven by batteries located in different parts of the body. The movement and use of this power system requires the automation of its operation and the improvement of the quality and speed of the process of checking the correctness of the wafer stacking. Also, the qualification work has a real customer, namely KP "Trolleybus

Depot No. 2" of the city of Kharkiv. According to the contract, research materials were received and the problem was analyzed for its further solution.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	11
Вступ.....	12
1 Огляд існуючих конструкцій.....	14
1.1 Загальні відомості про акумулятор.....	14
1.2 Види акумуляторних батарей.....	15
1.2.1 Свинцево-кислотні акумулятори.....	15
1.2.2 Натрієві акумулятори.....	17
1.2.3 Нікель-метал-гідридні батареї.....	18
1.3 Тролейбуси з автономним ходом.....	21
1.4 Принцип роботи пристрою контролю акумуляторних батарей.....	23
1.4.1 Контроль сили струму заряду та розряду батареї.....	24
1.4.2 Контроль напруги заряду.....	26
1.4.3 Контроль мінімальної напруги.....	26
1.4.4 Контроль температурних режимів.....	27
1.4.5 Балансування напругу на елементах батареї.....	28
1.5 Постановка задач дослідження.....	29
2 Обґрунтування необхідності програмного модулю.....	31
2.1 Влаштування системи автономного ходу тролейбуса PTS-12.....	31
2.2 Загальні характеристики ТБ ЕТЗ.....	33
2.3 Акумуляторні батареї.....	34
2.4 У чому полягає потреба атоматизації перевірки укладання батарей АБАХ.....	38
2.5 Висновки до 2 розділу.....	39
3 Розроблення програмного засобу автоматизованої перевірки правильності укладання пластин абах у секціях для тролейбусу.....	40
3.1 Вибір мови програмування та середовища розроблення.....	40
3.1.1 Програмна мова Java.....	40

	10
3.1.2 Програмна мова C#.....	42
3.1.3 Програмна мова Python	43
3.1.4 Програмний додаток Termux	45
3.1.5 Вибір мови програмування	45
3.2 Розроблення структурної схеми програмного засобу автоматичної перевірки правильності укладання пластин АБАХ у секціях для тролейбусу	46
3.3 Розроблення програмного забезпечення	47
3.4 Експериментальні дослідження.....	54
3.4.1 Основні деталі експерименту	54
3.4.2 Результати експериментальних досліджень	55
3.5 Висновки до 3 розділу	55
4 Охорона праці.....	56
4.1 Загальні положення	56
4.2 Загальні вимоги безпеки	56
4.3 Вимоги безпеки перед початком робіт	57
4.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях	57
4.5 Вимоги хімічної безпеки при роботі з АКБ	58
4.6 Техніка безпеки при роботі з сірчаною кислотою та електролітом.....	60
4.7 Техніка безпеки при технічному обслуговуванні акумуляторних батарей	61
4.8 Висновки до 4 розділу	62
Висновки.....	64
Перелік джерел посилання.....	65
Додаток А Апробація результатів наукових досліджень	67
Додаток Б Демонстраційний матеріал	76

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АБАХ – акумуляторна батарея автономного ходу;

ТБ ЕТЗ – тягова акумуляторна батарея електротранспортного засобу;

BMS – battery management system;

SOC – state of charge;

SOH – state of health;

UART – universal asynchronous receiver/transmitter;

ВСТУП

Тема роботи є актуальною, оскільки в тролейбуси PTS-12 проводять заживленими від міскої системи енергопостачання 70% свого шляху, у той час як інші 30% припадають на пересування завдяки живленню акумуляторних батарей, розташованих у різних частинах корпусу. Пересування та використання цієї системи живлення вимагає автоматизації її роботи та покращення якості та швидкості процесу перевірки правильності укладання пластин. Також кваліфікаційна робота має реального замовника, а саме КП «Тролейбусне депо №2» міста Харків. Згідно договору, було отримано матеріали для дослідження та проведено аналіз проблеми для її подальшого вирішення.

Мета роботи – створення програмного засобу автоматизованного контролю правильності укладання акумуляторних батарей електротранспорту.

Об'єкт роботи – цілісна система акумуляторних батарей в електротранспорті..

Предмет дослідження – методи, засоби та системи контролю параметрів батареї з метою виявлення її правильного підключення та справної роботи.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- проведено теоретичний аналіз існуючих конструкцій і засобів в галузі використання акумуляторних батарей, діагностики їх стану;
- обґрунтовано необхідність розробки програмного засоба згідно з темою;
- обрано складові для модуля технічного програмного засобу;
- виконано розробку програмного засобу з перевірки правильності укладання акумуляторних батарей;
- перевірено працездатність програмного засобу у ході проведення

експерименту.

Дана кваліфікаційна робота виконана згідно ДСТУ 3008 – 15 [1], керуючись навчальним посібником з дипломного проекту [2] та методичними вказівками [3], а результати кваліфікаційної роботи описані в статті, яку можна знайти в гугл академії [4].

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

1.1 Загальні відомості про акумулятор

Відкриття електричного струму стало революцією в науці та житті, електричні прибори сприяли спрощенню життя простих громадян і підприємств. Ключовою проблемою таких приладів була немобільність, бо без джерела електроенергії вони не здатні працювати. З цього постало питання в можливості зберігати і передавати електричний струм. Рішенням проблеми стала акумуляторна батарея. Акумуляторна батарея (рисунок 1.1) – хімічне джерело електричного струму багаторазового використання, основна специфіка якого полягає в зворотності внутрішніх хімічних процесів, які забезпечують його багаторазове використання у якості носія електричного заряду для накопичення електричної енергії та автономного електроживлення різноманітних електротехнічних пристроїв та систем. Акумулятор належить до категорії вторинних хімічних джерел струму.



Рисунок 1.1 – Акумуляторна батарея

Відновити працездатність акумулятора можна шляхом заряду, тобто пропусканням електричного струму в зворотньому від струму напрямку при 12 розряді: на від'ємному електроді (катоді) реакція окиснення замінюється реакцією відновлення, а на позитивному електроді (аноді) реакція відновлення змінюється на реакцію окиснення.

Основними характеристиками акумуляторної батареї є енергетична ємність та ємність акумулятора. Ємність акумулятора показує кількість годин, протягом яких може жити в автономному режимі підключених споживачів. Іншими словами цей параметр відображає максимальний запас енергії, який накопичується при повному заряді. Позначення ємності здійснюється в А·ч (ампер-години). В міжнародній системі одиниць SI ємність акумуляторів вимірюють в кулонах. На практиці використовується позасистемна одиниця Ампергодина: $1 \text{ А} \cdot \text{год} = 3600 \text{ Кл}$. Енергетична ємність – енергія, що віддається повністю зарядженим акумулятором при розряді до найменшої допустимої напруги. В міжнародній системі одиниць SI енергетична ємність вимірюється джоулях. На практиці використовується позасистемна одиниця Ват-година: $1 \text{ Вт} \cdot \text{год} = 3600 \text{ Дж}$.

1.2 Види акумуляторних батарей

1.2.1 Свинцево-кислотні акумулятори

Свинцево-кислотні акумулятори є найбільш дешевшими і поширеними акумуляторами. Існує два типи свинцево-кислотних акумуляторів: батареї стартера для запуску автомобільних двигунів внутрішнього згорання і батареї довгого циклу. Автомобільні генератори призначені для заряджання стартерного акумулятора великим струмом для забезпечення швидкого заряду, тоді як батареї довгого циклу, що використовуються електричними транспортними засобами, такими як складська техніка або гольфкари, а також допоміжні акумуляторні батареї в будинку на колесах, вимагають

різної багатоступінчастої зарядки. Жодна свинцево-кислотна акумуляторна батарея не має розряджатися нижче 40% від своєї ємності, бо тоді її термін використання зменшиться. Свинцево-кислотні вимагають перевірки рівня електроліту та періодичної заміни води, що випаровується під час роботи акумулятора (рис.1.2).

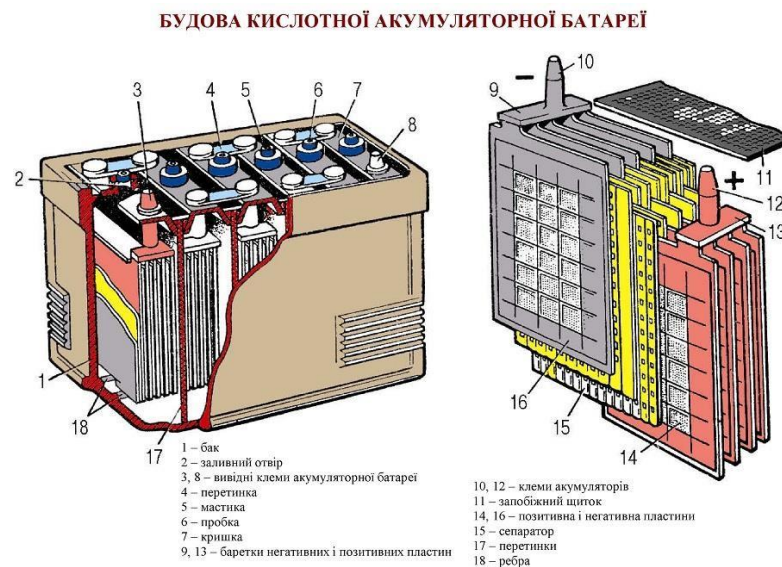


Рисунок 1.2 – Будова свинцево-кислотної акумуляторної батареї

Більшість електричних транспортних засобів тих часів використовували свинцево-кислотні акумулятори через найбільш розвинуті технології виробництва, високу доступність та низьку вартість. Свинцевокислотні акумулятори не мають високий вплив на навколишнє середовище через їх виробництво, використання, та утилізацію або переробку. Ці автомобільні батареї мають високий відсоток переробки, у США він досягає 95 %. Свинцево-кислотні батареї глибокого циклу є дорогими і мають більш короткий термін служби, чим сам автомобіль, зазвичай, потребують заміни кожні 3 роки.

Свинцево-кислотні батареї мають велику вагу, через це в транспортних засобах з електроприводом, займають значну частину кінцевої маси транспортного засобу. Як і всі акумуляторні батареї, Свинцево-кислотні батареї мають меншу питому енергію, ніж нафтові види палива – а саме, 30–

40 Вт / кг. В електричних транспортних засобах, навіть батареї з високою питомою енергією мають тенденцію до великих мас, особливо при застосовуються у суднах з великим запасом ходу. ККД (70–75 %) поточного покоління звичайних свинцевокислотних акумуляторів довгого циклу знижується при роботі у низьких температурах, а потужність для роботи та ефективність падає до 40%. Покращення ефективності батареї, безпеки, потужності, матеріалів, зменшення токсичності та збільшення довговічності, безпеки, швидше за все, дозволили цим акумуляторним батареям знайти застосовуватися у транспортних засобах малих розмірів, та малим запасом ходу. Приклад такого електромобіля EV-1.

Зарядка та експлуатація свинцево-кислотних акумуляторів завжди призводить до викиду водню, кисню та сірки, які є природним і зазвичай нешкідливими, при правильному вентиляванні. Раніше власники електротранспорту виявили, що якщо приміщення для зарядки не провітрюється належним чином, присутні неприємні запахи сірки, що просочуються в кабінку відразу після зарядки.

1.2.2 Натрієві акумулятори

Zebra або Натрієві акумулятори використовує розплавлений хлор алюмінат натрію (NaAlCl_4) в якості електроліту. Хімія також називають "гарячою сіллю". Досить розвинена технологія, батареї Zebra мають високу питому енергію 120 Вт / кг та низький внутрішній опір. Оскільки акумулятор повинен бути гарячим для використання, зниження температури навколо не сильно впливає на роботу акумуляторної батареї, за винятком збільшення витрат на опалення батареї. Знайшли своє застосування у декількох електромобілях. Батарея Zebra в змозі перенести кілька тисяч циклів заряду, не будучи при цьому токсичною. Невелика кількість недоліків батареї Zebra включає малу потужність і необхідність постійного підтримувати температуру електроліту близько 280 °C (530 °F), що призведе до втрати

деякої частини енергії та викликає проблеми при довготривалому зберіганні заряду.

Батареї Zebra, мають малу кількість циклів охолодження та нагрівання (близько двадцяти циклів) після чого батарея повністю втрачає ємність, тому потребує постійного контролю. Будова натрієвої акумуляторної батареї показана на рисунку 1.3.

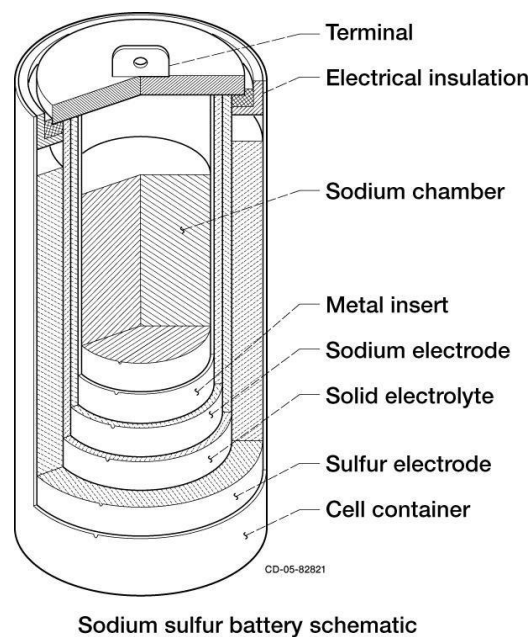


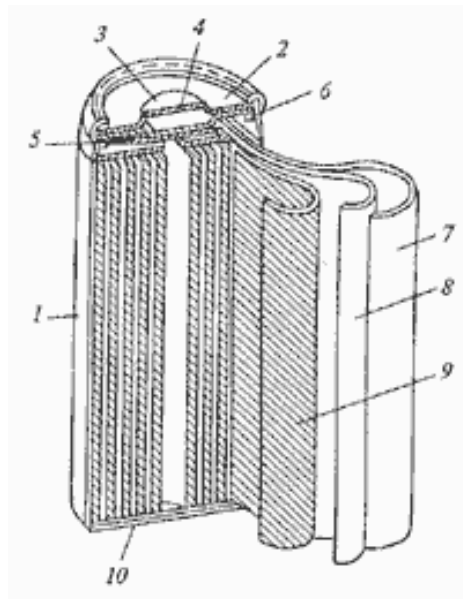
Рисунок 1.3 – Будова натрієвої акумуляторної батареї

Батареї Zebra використовувались комерційних транспортних засобах Modex, а виробництво почалось у 2006 році. Складна хімія та складне використання поза електро транспортом та не у стаціонарних системах накопичення не дозволили досягти їм широкого розповсюдження.

1.2.3 Нікель-метал-гідридні батареї

Нікель-метал-гідридні батареї зараз вважаються досить розвиненою технологією. Хоча вони менш ефективні (ККД 60-70 %) при розряді та заряді, ніж свинцево-кислотні, але вони мають більшу питому енергію 30–80 Вт / кг, що набагато вище, ніж в свинцево-кислотних акумуляторних

батареї. При правильному використанні, нікель-метал-гідридні батареї можуть мати довгий термін життя, як це було продемонстровано при використанні в гібридних автомобілях таких як NiMH Rav 4 EV, що мають досить велику залишкову ємність після пробігу в 100 000 миль (160 000 км) та більше десяти років служби. Недоліком є погана ефективність та високий рівень саморозряду при довготривалому зберіганні акумулятора без його використання за призначенням. На рисунку 1.4 представлено конструкцію нікель-металгідридного (Ni-MH) акумуляторів.



1 – корпус, 2 – кришка, 3 – колпачок клапана, 4 – клапан; 5 – колектор позитивного електрода, 6 – ізоляційне кільце; 7 – негативний електрод, 8 – сепаратор, 9 – позитивний електрод, 10 – ізолятор

Рисунок 1.4 – Конструкція нікель-металгідридного (Ni-MH) акумуляторів

Автовиробник GM робив NiMH батареї, та використовував у другому поколінні електромобілей EV-1. Параметрами батареї були десять комірок 1,2 В 85 Ah NiMH. Це дуже добре працювало в EV-1. Через патентні обмеження в останні роки батареї такого типу широкого застосування не отримали.

1.2.4 Літій-іонний акумулятор

Літій-іонний акумулятор (Li-ion) – тип електричного акумулятора, який дуже розповсюджений в сучасній побутовій електронній техніці і знаходить своє застосування у якості джерела енергії в електромобілях та накопичувачах енергії в енергетичних системах, представлено на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 – Літій-іонний акумулятор (Li-ion)

Літій-іонний акумулятор складається з електродів (катодного матеріалу на алюмінієвій фользі та анодного матеріалу на мідній фользі), які розділені пористим сепаратором та просоченим електролітом. Пакет електродів встановлений у герметичний корпус, катода та аноди приєднані до клем-струмознімачів. Корпус іноді оснащують запобіжним клапаном, що скидає внутрішній тиск при аварійних ситуаціях або порушення умов експлуатації. Літій-іонні акумулятори відрізняються за типом використовуваного катодного матеріалу. Носієм заряду в літій-іонному акумуляторі є позитивно заряджений іон літію, який має здатність впроваджуватися в кристалічну решітку інших матеріалів з утворенням хімічного зв'язку, таких як: графіт з утворенням LiC_6 , оксид (LiMnO_2) та солі (LiMnRON) металів.

1.3 Тролейбуси з автономним ходом

Першим вітчизняним троллейбусом, який одержав функцію автономного ходу, став двоповерховий троллейбус ЯТБ-3 (рисунок 1.6), побудований на базі британської машини АЕС-ЄЕС-664Т. Джерелом живлення для роботи поза контактною мережею був посилений комплект акумуляторних батарей, від якого запитувався тяговий привід троллейбуса. ЯТБ-3 оснащувався чотирма 12-вольтовими акумуляторними батареями типу 6СТ.Б.16/1 ємністю 144 ампер-годин кожна. При живленні троллейбуса від контактної мережі секції акумуляторної батареї з'єднувалися паралельно, а при переведенні перемикача батарея – мережа в положення батарея – послідовно, створюючи при цьому сумарну напругу 48 В. При цьому ЯТБ-3 з пасажирами міг пересуватися на відстань до 2,5 км зі швидкістю до 25 км/год. Використання такої функції розширювало можливості троллейбуса на маршруті шляхом виключення простою за відсутності живлення в контактній мережі, її обриву або за наявності на шляху троллейбуса перешкод.



Рисунок 1.6 – Тролейбус ЯТБ-3

У наш час така функція троллейбуса називається аварійним автономним ходом (ААХ). За його наявності машина може короткочасно рухатися без

живлення від контактної мережі. Ще в 1980-х роках. експортні тролейбуси ЗіУ-682В та ЗіУ-683В за бажанням замовника могли оснащуватися функцією ААХ. Яскравим прикладом є тролейбуси ЗіУ-682В-УА, які постачалися до Аргентини, могли рухатися без живлення від мережі на відстань до 4 км зі швидкістю 5 км/год із повним навантаженням. При цьому тяговий привід тролейбуса живився від додаткового комплекту акумуляторних батарей, який розміщувався під заднім майданчиком і загальна напруга якого дорівнювала 72 В.

Деякі сучасні тролейбуси й досі оснащуються такою функцією. Так, вітчизняний тролейбус Богдан-Т70117 (рисунок 1.7) має додатковий комплект із чотирьох акумуляторних батарей типу 6СТ-190, що встановлені на даху та заряджаються окремим статичним перетворювачем іРТ 830/58-69. При переході в режим автономного ходу живлення тягового приводу перемикається спеціальним перемикачем на батарею автономного ходу, при цьому автоматично знімаються з контактної мережі струмоприймачі та притискаються до даху тролейбуса. У такому режимі завантажений тролейбус може проїхати відстань до 1 км зі швидкістю до 5 км/год.



Рисунок 1.7 – Тролейбус Богдан-Т70117

Найновішим вітчизняним типом такого тролейбуса є PTS-12, який збирається київським підприємством Політехносервіс на базі кузова

МАЗ-203Т. Такі тролейбуси вже експлуатуються у Вінниці та Харкові. В Україні за останні п'ять років тролейбуси з ЗАХ почали працювати у понад десяти містах країни, що, безперечно, свідчить про їхній успіх. Тролейбус PTS-12 представлено на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Тролейбус PTS-12

1.4 Принцип роботи пристрою контролю акумуляторних батарей

Для того щоб акумуляторна батарея мала довгий термін роботи та не вийшла з ладу раніше терміну, що дає виробник акумуляторної батареї, важливо дотримуватись правильних режимів роботи. А саме:

- контроль сили струму заряду та розрядку батареї;
- контроль напруги заряду;
- контроль мінімальної напруги;
- контроль температурних режимів;
- контроль різниці напруги на елементах батареї;
- контроль опору ізоляції між високовольтною системою та низьковольтною (особливо необхідно для електротранспорту).

Це основні задачі, що покладені на систему контролю параметрів акумуляторної батареї (BMS), але крім контролю параметрів, дана система може мати додаткові функції, що відбуваються на програмному рівні, а саме:

- підрахунок ємності в даний момент;
- підрахунок повної ємності акумулятора;
- підрахунок відсотку зарядку в даний момент (SOC);
- підрахунок стану здоров'я акумуляторної батареї;
- підрахунок різниці між мінімальної та максимальною напругою комірок;
- підрахунок внутрішнього опору комірок.

Отже, можна зробити висновок, що окрім параметрів, що вимірю пристрій напряму, багато параметрів пристрій підраховує на програмному рівню, на основі отриманих даних.

1.4.1 Контроль сили струму заряду та розряду батареї

Акумуляторні батареї можуть отримувати та видавати струм силою, що більше в декілька разів за саму ємність батареї, але великий струм погано впливає на ресурс батареї. Тому, важливо обмежити максимальний струм заряду та розряду батареї. Для цього система повинна постійно вимірювати струм, що протікає через батарею.

Вимірювання сили струму можливо декількома способами:

- вимірювання напруги на шунті;
- вимірювання за допомогою спеціалізованої мікросхеми;
- вимірювання за допомогою датчиків на основі ефекту Холла.

Перший спосіб досить застарілий та має ряд недоліків, таких як: відсутність гальванічної розв'язки, низька точність в порівнянні з більш сучасними методами. Наразі існує багато готових рішень, спеціалізованих датчиків струму на різні діапазони струму, більшість з них побудовані на основі датчику Холла. Переваги таких датчиків в тому, що вони

безконтактні, і не потребують підключення до високовольтного ланцюга. Достатньо пропустити високовольтний дріт або шину через цей датчик та підключити датчик до пристрою. Саме тому безконтактні датчики найкращий варіант для вимірювання струму у високовольтних системах. Датчики струму мають різні способи виводу інформації що до сили струму на мікроконтролер.

Аналогові датчики, мають певну напругу на сигнальному виході, що відповідає певній силі струму. Графіки залежності струму від напруги, можна знайти в документації на кожен модель датчика струму.

Цифрові датчики струму, підключаються до БМС за допомогою цифрового інтерфейсу обміну даними. В промисловості використовують декілька основних інтерфейсів:

- CAN-Bus;
- LIN-Bus;
- RS-485.

У автомобільній промисловості популярні перші два варіанти, так як мають гарний захист від шумів та наведень. LIN – Bus використовують частіше, так як датчик струму не повинен мати велику швидкість передачі даних, та собівартість використання цього інтерфейсу у пристроях нижча ніж у CAN-Bus.

Багато моделей датчика струму мають вбудований термодатчик. За допомогою нього, можна робити калібрування датчика струму в залежності від зовнішньої температури, що покращує точність вимірювання датчика.

На основі показань датчика струму БМС підраховує скільки А*год було, спожито батарею та віддано навантаженню. Також, після повного циклу зарядрозряду БМС порівнює яку ємність акумулятор віддав, та ємність номінальну, що була в акумуляторі з самого початку експлуатації. Це відношення і є показником здоров'я батареї (SOH). Цей параметр важливий, так як він приймає участь розрахунку стану заряду акумулятора (SOC).

1.4.2 Контроль напруги заряду

Велику важливість має правильний метод зарядки акумуляторної батареї, що базуються на основі літію. Перезаряд батареї може призвести до виходу із ладу батареї, також це дуже не безпечно з точки зору пожежної безпеки. А з урахуванням, того що батареї стоять в автомобілі, або будівлі, це може привести до людських жертв.

БМС повинна вимикати зарядку батареї, при досягненні максимальної напруги на будь якому з елементів батареї, подачею відповідного сигналу на сигнальний роз'єм пристрою, або зміною статусу в CAN мережі, в залежності від того, який зарядний пристрій використовується в системі.

Також важливо, особливо для літєвих акумуляторів, дотримуватись режиму зарядки CC/CV (рис. 1.9). Цей режим передбачає обмеження струму на початку зарядки та заряджати стабільним струмом, при цьому напруга зростає по мірі зарядки. В кінці заряду необхідно навпаки, тримати стабільним напругу, та знижувати струм до поки він не знизиться до нуля.

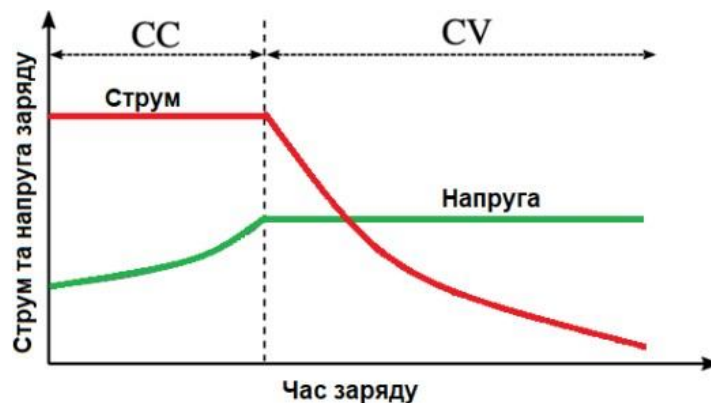


Рисунок 1.9 – Графік зарядки режимом CC/CV

1.4.3 Контроль мінімальної напруги

Пристрій повинен вимикати навантаження при досягненні мінімально допустимої напруги на будь якому з елементів. Літєві батареї дуже чутливі

до глибокого розряду, за один глибокий розряд батарея може втратити від 10% своєї ємності до повного виходу з ладу батареї.

При розряді акумуляторної батареї, струм, що протікає через комірки однаковий, так як вони послідовно підключені в ланцюгу. Отже, рівень заряду акумулятора (SOC) при розряді визначається рівнем заряду комірки з самою низькою ємністю.

При досягненні мінімальної напруги, БМС подає сигнал на відключення навантаження на сигнальний роз'єм пристрою, або зміною статусу в CAN мережі. В системах, де БМС може керувати струмом розряду батареї, максимальний струм розряду знижується поступово по мірі розряду батареї, для того, щоб з акумулятора можна було взяти більше потужності.

Такий принцип широко використовуються в електромобілях, при рівні заряду менше 10%, потужність двигуна обмежується. При рівні заряду 5%, потужність двигуна ще стає нижчою, а кліматична установка взагалі вимикається. Коли рівень заряду близький до 0%, БМС обмежує струм розряду до нуля, та електромобіль припиняє рух.

1.4.4 Контроль температурних режимів

Майже всі БМС мають термодатчики, що закріплені на самих елементах акумуляторної батареї. Важливо контролювати температуру батареї, так як при роботі акумулятор нагрівається, це обумовлене внутрішнім опором батареї. Під час роботи батареї, на ній завжди виділяється тепло, саме тому літєві батареї мають ККД 96 %.

Вихід температури за межі допустимого погано впливає на ресурс акумулятора. При високій температурі акумулятор може загорітися, а при низькій має великий внутрішній опір, що накладає обмеження на струми заряду та розряду.

1.4.5 Балансування напругу на елементах батареї

З часом акумуляторна батарея має зниження ємності елементів, однак це відбувається з різною швидкістю з різними елементами ємності. На це впливає багато факторів, наприклад розташування елемента в самій батареї, ефективність охолодження або підігріву. Це спричиняє створення різниці напруги на елементах, що погано відображається на загальній ємності акумуляторної батареї. Навіть якщо всі елементи батареї матимуть однакову ємність, але буде різниця напруги навіть на одному елементі в порівнянні з іншими, то загальна ємність батареї знизиться.

БМС повинна постійно вимірювати напругу на всіх елементах батареї, та вмикати балансування, коли з'являється різниця напруги між елементами. Є декілька типів балансування, активне балансування, та пасивне балансування.

БМС з активною системою балансування може при дизбалансі батареї, з елемента з найбільшою ємністю, передати енергію в елемент з найменшою ємністю, тим самим з акумуляторної батареї можна більше взяти сумарної енергії. Активне балансування, більш ефективне в порівнянні з пасивним, але технологія важче в реалізації, та має більшу собівартість.

Пасивне балансування, полягає в тому, що елемент з найбільшою напругою, шунтується резистором, цей елемент розряджається окремо від інших. Енергія з елемента переходить в тепло, що виділяється на резисторі. Пасивне балансування простіше ніж активне, але менш ефективне. Схема пасивного балансування акумуляторної батареї представлена на рисунку 1.10.

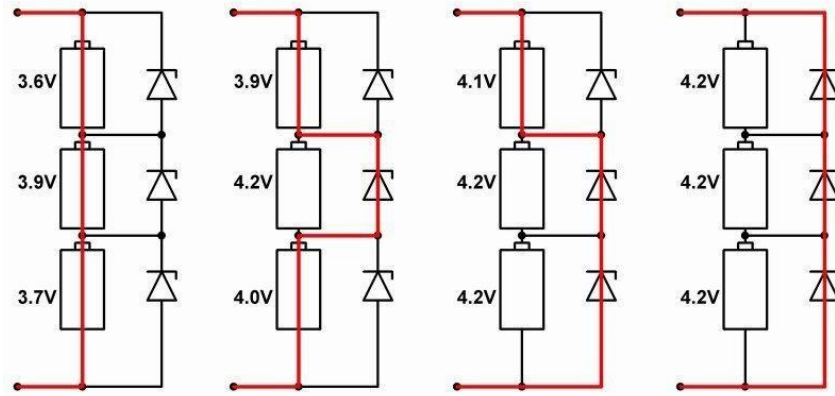


Рисунок 1.10 – Схема пасивного балансування акумуляторної батареї

Режим балансування слід вмикати, якщо струм, що протікає через акумуляторну батарею дорівнює нулю. Під час балансування БМС повинна досить точно виміряти напругу на елементах, бо необхідно зашунтувати елемент з напругою, що вища за інші, а при протіканні струму напруга на елементах акумуляторної батареї може відрізнитися, від напруги в стані спокою.

1.5 Постановка задач дослідження

В ході проведеного аналізу було виявлено, що тема даного дослідження є актуальною.

Метою даної роботи є використання АБАХ для розробки програмного засобу автоматичної перевірки правильності укладання пластин у секціях для тролейбусу. Об'єктом дослідження є програмний засіб автоматичної перевірки правильності укладання пластин АБАХ, предметом дослідження є методи, засоби та системи контролю параметрів батареї з метою виявлення її правильного підключення та справної роботи, методами дослідження є під'єднання елемента живлення до системи тролейбусу. Аналізування даних з датчиків пластин та роблення подальших висновків що до прцездатності

програмного засобу. Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

- провести теоретичний аналіз існуючих конструкцій і засобів в галузі перевірки правильності укладання пластин АБАХ, діагностики їх стану;
- обгрунтовано необхідність розробки програмного засоба згідно з темою;
- обрано складові для модуля технічного програмного засобу;
- виконано розробку програмного засобу з перевірки правильності укладання пластин АБАХ;
- перевірено працездатність програмного засобу у ході проведення експерименту.

2 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЮ

2.1 У чому полягає потреба атоматизації перевірки укладання батарей АБАХ

Процес підготовки тролейбуса до виїзда з депо потребує перевірки роботи усіх його функцій. Однією з найважливіших та з основних перевірок є працездатність та справна робота системи автономного ходу тролейбуса.

Система батарей автономного ходу, встановлених у середині його корпусу, загалом складає 144 пластини. Кожна з цих пластин має бути зарядженою та під'єднаною до системи живлення тролейбуса, щоб він міг почати рух. Усю цю операцію інженеру перед виїздом проводить вручну, і у випадки відсутності або проблеми контакту зі слотом пластини доведеться витратити вилеку кількість часу, щоб привести це до ладу та виправити проблему.

Програмний засіб з автоматичної перевірки правильності укладання пластин АБАХ дозволить водію багатократно скоротити час виконання цієї операції, а також дозволить швидко виявити сегмент, який є причиною збою або помилки. Також користування цим програмним засобом у якості додаткових можливостей має такі можливості, як зчитування напруги та рівня заряду з кожної пластини у батареї і системи у цілому, що дозволить більш раціонально користуватися зарядом під час їзди поза міською системою живлення.

Програмний засіб дозволить слідкувати за станом енергосистеми тролейбуса і у випадку помилки або збою дозволить відстежити можливу його причину та у разі потреби викликати до тролейбуса ремонтну групу та шляхом заміни системи АКБ відновити працездатність транспортного засобу.

2.2 Влаштування системи автономного ходу тролейбуса PTS-12

Система автономного ходу призначена для проїзду ділянок дороги з пошкодженою/відсутньою контактною мережею або для з'їзду з проїзної частини вулиці при відсутності чапруги у контактній мережі.

Для ввімкнення режиму автономного ходу треба натиснути вимикач S205 (поз. 18 рис. 2.1) на щитку приладів і вимикачів. При цьому засвічується контрольний індикатор моніторі водія.

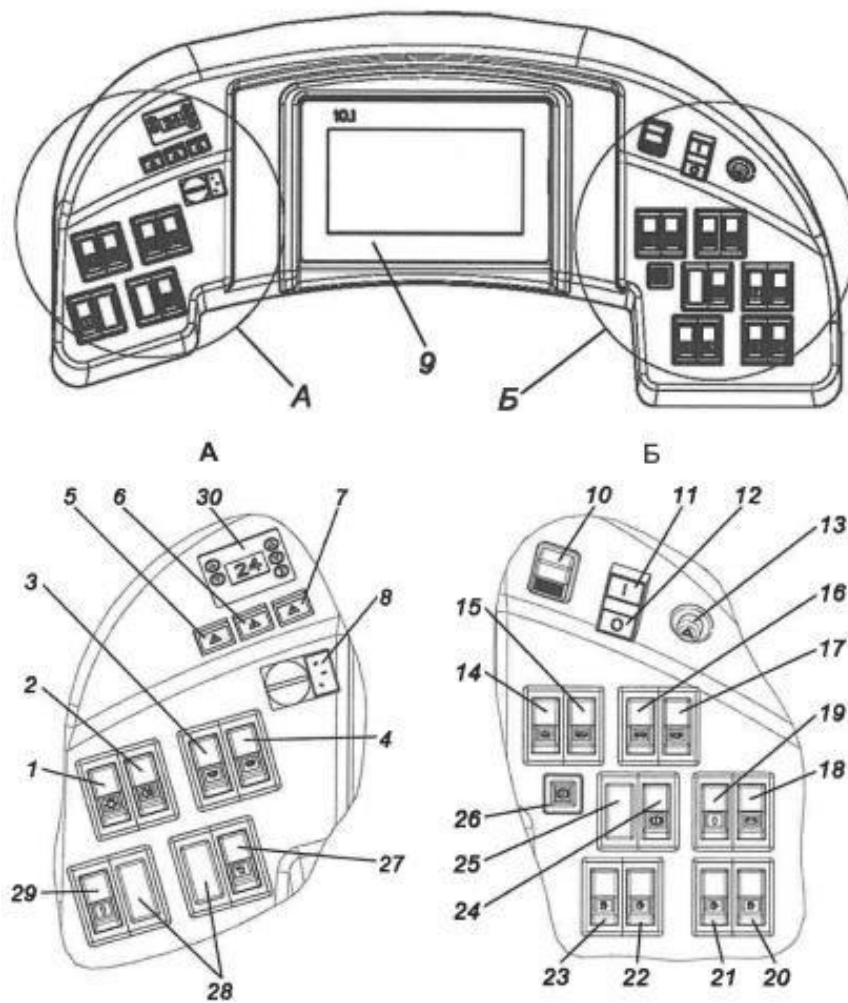


Рисунок 2.1 – Щиток приладів і вимикачів

На рисунку 2.1 прийняті такі позначення:

1 – перемикач зовнішнього освітлення (S8); 2 – перемикач вмикання задніх протитуманних ліхтарів (S10); 3, 4 – перемикачі освітлення салону (S14, S15); 5 – індикатор контрольний (H204) ПКІ; 6 – індикатор контрольний (H203) ПКІ; 7 – індикатор контрольний (H205) ПКІ; 8 – перемикач напрямку руху (S206); 9 – монітор кабіни водія GPA10.1-12 (A15); 10 – перемикач аварійне вимкнення 550 В (S2); 11, 12 – двох клавiшна кнопка (S201) ввімкнення/вимкнення високовольтного обладнання; 13 – вимикач аварійної сигналізації (S11); 14 – перемикач вмикання режиму «kneeling» (S66); 15 – перемикач вмикання режиму «транспортне положення» (S69); 16 – перемикач вмикання режиму «тролейбус підняти» (S68); 17 – перемикач вмикання режиму «тролейбус опустити» (S67); 18 – перемикач вмикання автономного ходу (S205); 19 – перемикач режиму «наступна зупинка»; 20 – перемикач керування третіми дверима (S21); 21 – перемикач керування другими дверима (S20); 22 – перемикач керування передніми дверима, стулка пасажирів (S19); 23 – перемикач керування передніми дверима, стулка водія (S18); 24 – перемикач аварійного розгальмовування (S94); 25 – заглушка; 26 – перемикач вмикання зупиночного гальма (S25); 27 – перемикач освітлення кабіни водія (S12); 28 – заглушки; 29 – перемикач режимів проїзду стрілок (S210)

При ввімкненні режиму автономного ходу вимикається головний автоматичний вимикач та опускаються струмоприймачі.

При русі в режимі автономного ходу, струмоприймачі треба зафіксувати під штангоутримувачами.

При повністю заповненому салоні, відстань шляху, що долає троллейбус в режимі автономного ходу, складає не менше 500 м. Максимальна відстань залежить від швидкості руху та профілю ділянки дороги.

При русі троллейбуса в режимі автономного ходу особливу увагу треба приділяти контролю за рівнем заряду акумуляторних батарей та

заповнення ресиверів пневмостистеми, що відображаються на моніторі водія.

2.3 Загальні характеристики ТБ ЕТЗ

Електричне живлення тягового електрообладнання та допоміжних кіл тролейбуса здійснюється від контактної мережі постійного струму напругою 600 В або від тягової акумуляторної батареї електротранспортних засобів (ТБ ЕТЗ).

Відмінною особливістю системи електрообладнання є те, що з'єднання джгутів проводів і підключення значної частини його блоків виконується з використанням штекерних з'єднань. Основні характеристики силового агрегату наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні характеристики силового агрегату

Характеристика	Значення
Вхідна напруга, В: – номінальна	600
– мінімальна	400
– максимальна	720
Діапазон регулювання вихідної частоти, Гц	0-135
Напруга рекуперації, В	750
Номінальна величина діючого значення вихідної лінії напруги, В	404-450
Номінальний вихідний лінійний струм, А	276-330
Номінальна потужність на виході, кВт	180
Частота ШІМ, кГц	2,5

2.4 Акумуляторні батареї тролейбуса PTS-12

На тролейбусі по правому борту в спеціальному відсіку встановлено дві акумуляторні батареї типу VEF65 56588 SMF, 100, Volthor EFB STOP&GO або VIPIEMME 2xBO16C 12V 80Ah 680A(EN).

Акумуляторні батареї герметичні. Прямого доступу до банок не мають.

Обслуговування акумуляторних батарей при ТО-1 заключається в:

- огляді, перевірці контактних з'єднань;
- наконечники проводів змастити технічним вазеліном ВТІЗ-1 ТУ 38.101180-76 або мастилами Литол-24 ГОСТ 21150-75, солідол ГОСТ 4366-76;

- очистити батарею від пилу і бруду;

- перевірити і при необхідності прочистити вентиляційні отвори шафи.

Якщо не дотримуватись рекомендацій виробника та ігнорувати правила безпечної експлуатації АКБ, наведені у гарантійному договорі, то знос батареї відбуватиметься швидше. Основними помилками користувачів у цьому плані є інтенсивна експлуатація акумуляторів при недозаряді або перезарядженні останнього.

Тривала робота АКБ, що характеризується ступенем зарядженості лише на рівні 50–60 %, тягне у себе швидке зниження її робочих характеристик. Всьому виною підвищення швидкості опливу активної маси електродів батареї. Ще більше ускладнюється дана ситуація в зимовий період, тому що в сильно розрядженому акумуляторі при низькій температурі підвищується ймовірність замерзання електроліту, а це, в свою чергу, загрожує руйнуванням корпусу батареї та остаточним виходом її з ладу.

Висока температура навколишнього середовища та екстремальні температури під капотом автомобіля викликають великі темпи випаровування води. Якщо рівень електроліту нижчий за норму (пластини в осередках не повністю занурені в рідину), то може відбутися процес

сульфатації, що прискорить корозію. Втрата води також призводить до підвищення концентрації кислоти в осередках АКБ, у результаті може прискоритися корозія пластин. При використанні в таких умовах необхідно підтримувати достатній рівень електроліту (не надто високий і не дуже низький). Доливати необхідно лише дистильовану або деіонізовану воду. У сучасних акумуляторах часто використовується спеціальне вічко або візуальний ареометр, який контролює одну комірку як індикатор. Також сучасні батареї маю герметичний корпус (без можливості доливати воду), їх називають акумулятори, що не обслуговуються, в таких батареях, вода не випаровується, і не проливається електроліт.

Вищеописані випадки прискореного зносу АКБ через надмірно несприятливі умови використання, порушення правил безпечної їх експлуатації, або наявність серйозних несправностей в окремому електрообладнанні, часом досягають таких масштабів, що таке незалежне джерело енергії втрачає свою працездатність ще до закінчення гарантійного терміну. Тому необхідно пам'ятати, що вихід з ладу акумулятора в межах гарантійного терміну через прискорене зношування не є гарантійною відмовою. Відповідно всі претензії та звернення до виробника щодо безкоштовної заміни зіпсованих таким чином батарей на нові, відповідно до гарантійних зобов'язань будуть недоречні.

При зарядці або в процесі встановлення тролейбусного акумулятора є можливість переплутати клеми. Такі випадки можуть трапитися з недосвідченими водіями. Це може призвести до значної поломки та виходу з ладу усього тролейбуса

Якщо ви вчасно визначили невідповідність полюсів, достатньо перевірити працездатність пристрою, змінити полярність та продовжувати процес заряджання. Якщо ви переплутали клеми і помітили це після того, як акумулятор повністю зарядився, потрібно буде докласти зусиль, щоб усунути

наслідки. Процес неправильного приєднання клем називається "переполюсування". Цей дефект можна усунути так:

- необхідно повністю розрядити акумулятор;
- повторно зарядити його, правильно під'єднавши клеми.

Після цього ви можете користуватися акумулятором без проблем.

Якщо ви неправильно уклали акумуляторні елементи перед встановленням батареї, наслідки можуть бути серйознішими. Якщо при встановленні тролейбус був у заведеному стані, це призведе до згорання діодного мосту (рис. 2.2). Тролейбус з електронікою може видати помилку.

У іншому випадку може статися обпалення та загорання проводки та вихід з ладу усієї електроніки. У подальшому це буде потребувати повної заміни усіх кабелів та бортового комп'ютера.

У найгіршому випадку через неправильне укладання та під'єднання батарей АБАХ може виникнути пожежа у салоні через знаходження батарей під сидінням та с обох боків тролейбуса.



Рисунок 2.2 – Фотографія з Харківських новин. Причиною стало загорання батареї усередині салону

Тому наявність системи автоматичної перевірки укладання батареї автономного ходу для тролейбусів має бути обов'язковою. Це допоможе завжди контролювати стан заряду, та інші супроводжуючі параметри. Контроль цих параметрів допоможе уникнути проблем під час використання тролейбусів, і, як наслідок, зменшить витрати на ремонт.

Щоб уникнути прихованих неполадок, зробіть діагностику усього транспорту.

З вимкненим тролейбусом проблем менше. Якщо не було включено запалення, це не приведе ні до чого страшного. Коли на панелі з електронікою висвічується помилка і транспортний засіб не заводиться, зробіть кілька простих кроків:

- якщо у вас встановлені запобіжники на клеммах, перевірте їх збереження;
- за допомогою мультиметра продіагностуйте цілісність усіх запобіжників.

Від недбалості власника або майстра може вийти з ладу бортовий комп'ютер, що тягне за собою повноу відмовою всіх систем. Додатково негативному впливу піддається сигналізація, робота якої залежить від правильного (рис. 2.3) підключення клем на акумуляторі. Після невдалого встановлення рекомендовано перевірити стан проводки.



Рисунок 2.3 – Наслідки неправильної експлуатації АКБ тролейбуса

Сучасні моделі тролейбусів оснащені захистом від неправильного підключення (наявність запобіжників). При встановленні та зарядженні АКБ зосередьте свою увагу на правильності виконання цього завдання. Поспіх та відсутність практичного досвіду можуть мати затратні наслідки для вас.

2.5 Висновки до 2 розділу

В ході виконання другого розділу даної кваліфікаційної роботи з розробки програмного засобу автоматичної перевірки правильності укладання пластин абах у секціях для тролейбусу було проаналізовано влаштування системи автономного ходу. Проведено ознайомлення з загальними характеристиками тягового електрообладнання. Проведено огляд встановлених моделей батарей автономного ходу та інструктаж з правильного встановлення та наслідків, що можуть статися при помилці. Заключним етапом другого розділу став аналіз потреби автоматизації процесу перевірки укладання батарей та виявлення його переваг

3 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ПЕРЕВІРКИ ПРАВИЛЬНОСТІ УКЛАДАННЯ ПЛАСТИН АБАХ У СЕКЦІЯХ ДЛЯ ТРОЛЕЙБУСУ

3.1 Вибір мови програмування та середовища розроблення

Для виконання поставленої задачі потрібна мова програмування, котра може створювати та обробляти зображення. Це може бути будь-яка мова програмування, що підтримує об'єктно-орієнтоване програмування, тому що програмні додатки створені за принципом об'єктно-орієнтованого програмування дозволяють обробляти вхідні та створювати вихідні сигнали з цифрових портів одноплатного комп'ютера, створювати, редагувати та зберігати зображення за допомогою стандартних бібліотек.

3.1.1 Програмна мова Java

Java – об'єктно-орієнтована мова програмування, презентована у 1995 році компанією «Sun Microsystems» як основний компонент платформи Java. У 2009 році компанію «Sun Microsystems» придбала «Oracle». Від того часу мовою займається компанія «Oracle». В офіційній реалізації Java-програми компілюються у байт-код, котрий при виконанні інтерпретується віртуальною машиною Java Virtual Machine для конкретної платформи.

Мова Java містить відносно мало абстракцій у порівнянні з іншими об'єктно-орієнтованими мовами програмування. Віртуальна машина JVM служить переносимою та високопродуктивною основою для виконання програм на Java та інших мовах. Разом вони створюють дуже вагому конкуренцію при обиранні мови розробки великими компаніями.

«Oracle» надає компілятор Java та віртуальну машину Java, які задовольняють специфікації Java Community Process, під ліцензією GNU General Public License.

З моменту створення Java іншими людьми та компаніями створено доволі велику кількість сторонніх бібліотек і компонентів. Це означає, що розробники можуть отримати велику вигоду з існування поєднувачів та драйверів для будь-яких цілей та існуючих технологій. Це може бути як закритих та запатентованих технологій так і технологій відкритої з загальнодоступним вихідним кодом.

У сьогоднішній доволі важко знайти компоненти, що не пропонують з'єднувачі із Java. Будь-який тип системи поточного контролю, що використовується великими корпораціями, реляційні бази даних, нереляційні розподілені бази типу NoSQL, Інтернет речей (IoT), системи обміну повідомленнями – все це інтегрується з Java.

Саме ця обставина стала головною під час прийняття технологій Java на невеликих підприємствах та у великих компаніях. Використовуючи готові та актуальні компоненти та бібліотеки розробники змогли розкрити свій потенціал. Це надихнуло розробників створювати найбільш оптимальні та актуальні архітектури на основі технологій та бібліотек Java.

Платформа Java є достатньо привабливою для виконання прикладного коду завдяки поєднанню віртуальної першорозрядної машини з відкритим стандартом для двійкового коду та багатій екосистемі. Насправді, крім Java, є чимало інших мов програмування, котрі мають змогу застосувати JVM для виконання і взаємодії з Java, що дозволяє користуватися успіхами даної платформи. До них належать Kotlin, Scala, Groovy та багато інших. Хоч вони невеликі в порівнянні з Java, але теж знаходяться у попиті на рівні з Java, виконуючи роль джерела для нововведень і складаючи здорову конкуренцію Java.

3.1.2 Програмна мова C#

Мова C# створена корпорацією Microsoft для підтримки середовища розробки .NET Framework. Її головним розробником був Андерс Хейльсберг (Anders Hejlsberg) – найвідоміший із іюпових програмування. C# походить від двох найвдаліших мов програмування: C++ та C. Від мови C++ він успадкував вдосконалену об'єктну модель а від C – синтаксис, багато ключових слів і операторів. Крім того, C# тісно пов'язаний з мовою Java.

C# і Java дуже схожі. Обидві мови застосовують проміжний код для забезпечення безпеки та переносимості та підтримують розподілене програмування, але відмінності наявні в питаннях реалізації. Також обидві мови мають гарні інструменти для керування виконання коду та пошуку помилок. На відміну від Java, мова C# надає доступ до покажчиків - засобів програмування, які підтримуються в C++. Отже, C# поєднує у собі ефективність C++ та типову безпеку Java. Більше того, компроміси між ефективністю та безпекою у цій мові програмування реалізовані досить акуратно.

Навіть за умов дуже гарної можливості переносу програм через інтернет, можливості Java скінченні. Їй бракує міжмовної взаємодії, яка називається також багатомовним програмуванням. Це можливість коду, написаного однією мовою, взаємодіяти з кодом, написаним іншою мовою. Міжмовна можливість взаємодії потрібна для побудови великих, розподілених програмних систем. Іноді вона дуже потрібна при створенні окремих компонентів програм, оскільки найбільш цінним компонентом вважається той, що є універсальним, який може бути використаний у різних мовах програмування і в найбільшій кількості операційних середовищ.

Іншою можливістю, яка відсутня в Java, є інтеграція з платформою Windows. Програми, що написані мовою Java можуть виконуватися в середовищі Windows, але тільки за умови, що встановлена віртуальна машина Java. Середовище Java і Windows не сильно пов'язані. Оскільки

Windows є найпоширенішою операційною системою в усьому світі, відсутність прямої підтримки Windows є доволі великим недоліком Java .

C# використовується в багатьох великих компаніях. Він входить до першої п'ятірки найпопулярніших мов програмування на 2022 рік. Зараз компанія Microsoft починає охоплювати тренд розвитку універсальності і кроссплатформенності для цієї мови. Вже зараз з її допомогою можна розробляти будь-який тип програм.

Компанія Microsoft залишається однією з найбільших ІТ компаній світу, а C# її флагманська мова програмування, яка постійно вбирає у себе нові можливості і розвивається. Тому в найближчому майбутньому спаду популярності у цієї мови виникнути не повинно.

3.1.3 Програмна мова Python

Python –потужна мова програмування, що підтримує безліч парадигм програмування. Python оптимізований для забезпечення високої продуктивності програмістів, читабельності коду та якості програмного забезпечення.

Python є універсальною скриптовою мовою та завдяки цьому підходить для безлічі платформ і завдань, від серверних ОС та розробки браузерних додатків до мобільних додатків під iOS/Android.

Переваги мови Python:

- логічний синтаксис. Логічний синтаксис цієї мови спрощує читання та розуміння коду, завдяки чому її досить легко освоїти. Python вважається однією з найбільш простих мов програмування для початківців;

- читання коду Python інтуїтивно зрозуміло, що робить обслуговування легким. Синтаксис Python чіткий і стислий. Мова розроблена так, щоб вона була читабельною і була близькою до фактичної англійської, що дозволяє легко її розшифрувати;

- різноманітність бібліотек. Крім стандартної бібліотеки, для Python є

великий вибір додаткових бібліотек. Серед найпопулярніших з них варто відзначити SQLAlchemy (для роботи з базами даних), Pygame (для розробки мультимедійних додатків та ігор), Flask та Django (для розробки серверної частини ПЗ), NumPy (для розробки у сфері машинного навчання та штучного інтелекту), Pandas (для обробки big data) тощо;

– Python популярний і широко підтримується. Python швидко піднімається на перший план серед найпопулярніших мов програмування у світі. Постійне зростання популярності визначає Python як одну з найбільш затребуваних мов програмування 2020 року. Використовуючи популярну мову, ви маєте набагато більший шанс знайти рішення будь-якої проблеми, з якою ви можете зіткнутися. Насправді, якщо ваша проблема є достатньо поширеною, зараз, мабуть, є готове рішення в Python;

– для створення програм на Python потрібно написати набагато менший обсяг коду, ніж на Java або C. Це прискорює розробку, дозволяючи створювати будьяке програмне забезпечення швидше, ніж використовуючи інші мови програмування;

– масштабованість. Написані на Python програми легко розширюються та масштабуються завдяки можливості адаптації їх високорівневої логіки.

Але Python також має свої недоліки:

– проблеми динамічної типізації. У невеликих проектах це є перевагою. Завдяки динамічній типізації у програміста є можливість писати код набагато швидше. Але під час зростання проекту це буде тільки заважати, бо буде просто неможливо встежити за типами даних, що передаються, і розробка перетвориться на проблему перевірки типів. Зазвичай такі проблеми вирішуються доробками та підкрутками, але все одно це не робить код чистіше. Також від цього впадає швидкість виконання коду;

– низька швидкість виконання. Python використовує динамічну типізацію та автоматично керує пам'яттю. У малих проектах такий підхід є перевагою мови, але у великих, складних проектах це буде тільки заважати,

тому що код, котрий на інших мовах виконується за декілька хвилин на Python може витратити набагато більше часу. Але навіть за такими обставинами він не є найповільнішою мовою програмування.

3.1.4 Програмний додаток Termux

Termux – це емулятор терміналу та середовище Linux”, тобто. встановивши його, ми отримаємо цілком працездатний Linux термінал на своєму Android пристрої. Безперечним плюсом є робота у віртуальному оточенні завдяки чому нашкодити файловій системі Android практично нереально. А за наявності root'a ваші можливості обмежені лише фантазією.

Додаток, який працює безпосередньо, без необхідності рутування або налаштування. Мінімальна базова система встановлюється автоматично – додаткові пакети доступні через менеджер APT. За замовчуванням у Termux встановлена мінімальна базова система. Додаткові пакети доступні з диспетчера пакетів pkg (аналозі apt). Додаток підтримує розширене керування за наявності прав суперкористувача та встановлення спеціального пакету "tsu" (аналог sudo). Без root-прав додаток також має досить широкі можливості.

3.1.5 Вибір мови програмування

Серед описаних способів вирішення поставленої задачі (розроблення програмного забезпечення що реалізує) підходить додаток Termux.

Програма, що ми плануємо застосовувати для наших цілей є досить простою. Виходячі з цього розроблення її за допомогою Termux буде проходити швидше, а налаштування завдяки його простоті та інтуїтивному розумінню буде набагато легшим.

3.2 Розроблення структурної схеми програмного засобу автоматичної перевірки правильності укладання пластин АБАХ у секціях для тролейбусу

На рисунку 3.1 представлено структурну схему програмного засобу автоматичної перевірки правильності укладання пластин АБАХ.

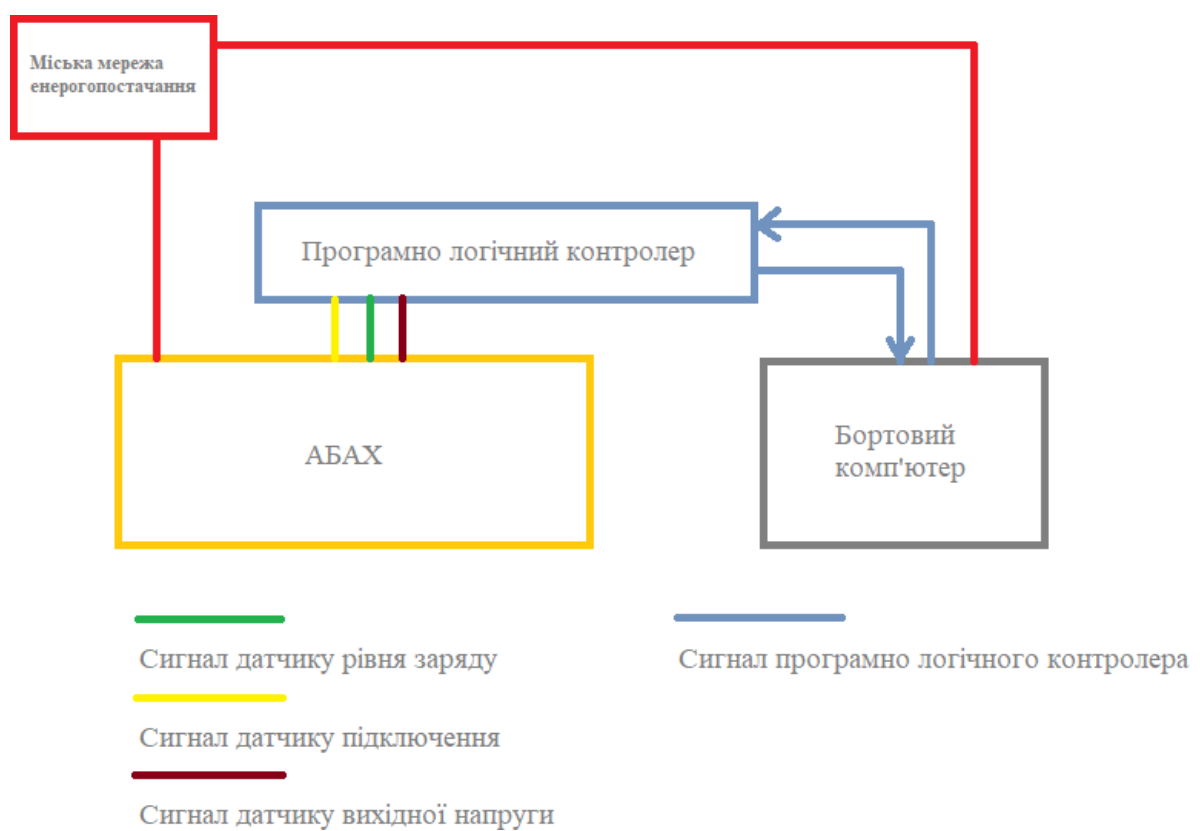


Рисунок 3.1 – Структурна схема програмного засобу автоматичної перевірки правильності укладання пластин АБАХ

Для розроблення програмного засобу з перевірки укладання батарей АБАХ необхідним є розроблення та опис структурної схеми (рис. 3.1).

Для розроблення системи перевірки укладення батарей необхідним є наявність програмно логічного контролера, під'єднаного до трьох датчиків, що будуть знаходитись у кожному слоті.

Дані з датчиків будуть запрошуватись через ПЛК кожні декілька секунд та відправлятись у бортовий комп'ютер, через який водій тролейбуса зможе постійно контролювати такі параметри батарей, як:

- кількість під'єднаних батарей у вигляді сітки;
- рівень заряду в кожній пластині в середині корпусу батареї;
- сумарне навантаження в усіх пластинах АБАХ.

У випадку помилки з будь якої причини, наприклад:

- пластина була під'єднана у слот неправильною стороною або має фізичне пошкодження;
- сумарної потужності недостатньо щоб запустити двигун;
- критично низький рівень заряду.

Водій зможе зробити запит до програмно логічного контролера. Після аналізу сигналу від усіх датчиків у кожному слоті контролер видасть інформацію щодо причини помилки.

3.3 Розроблення програмного забезпечення

На основі створеної блок-схеми роботи була написана програма з використанням додатку Tegrax із вбудованими бібліотеками на основі результатів програми програмної мови Python. На рисунках 3.2-3.9 представлено код розробленого програмного додатку.

```

# Функция для проверки состояния всех переменных
def check_all_variables(err_cells):
    # Переменная для отслеживания статуса батарей
    all_batteries_connected = all(cell_powers)

    # Проблемные батареи
    global problematic_batteries
    problematic_batteries = []

    # Проходим по списку всех батарей
    for battery_num, cell_power in enumerate(cell_powers):
        # Проверим, если данная батарея в списке проблемных
        if battery_num not in err_cells:
            # Замеряем текущее напряжение только для батарей НЕ из списка проблемных
            cell_voltage = measure_voltage(battery_num)
            print(f"Battery {battery_num} voltage:", cell_voltage)
        # Проверим подключение батареи
        if cell_power:
            print(f"Battery {battery_num + 1} connected.")
        else:
            print(f"Battery {battery_num + 1} disconnected.")
            all_batteries_connected = False
            problematic_batteries.append(battery_num)

    # Если не все батареи подключены, выводим номера проблемных батарей
    if not all_batteries_connected:
        print("Not all batteries are connected. Problematic batteries:", problematic_batteries)

    print("-----")

    # Проверим уровень заряда всех батарей
    for battery_num, cell_gauge in enumerate(cell_gauges):
        print(f"Battery {battery_num + 1} charge level:", cell_gauge)

```

Рисунок 3.2 – код программного дополнения на мові Python

```

# Функция для проверки уровня заряда всей системы
def check_system_charge():
    # Получаем суммарный уровень заряда всех батарей
    total_charge = sum(cell_gauges)
    # Вычисляем общую емкость системы
    system_capacity = len(cell_gauges) * 4100
    # Вычисляем процентный заряд системы
    system_charge_percentage = (total_charge / system_capacity) * 100

    # Проверим, если уровень заряда критически низкий (например, менее 30% от общего)
    if system_charge_percentage < 30:
        # Высылаем сообщение об этом
        send_message(["Critical system charge! Please recharge immediately."])
    elif not all_batteries_connected:
        print("Unable to start due to disconnected batteries: ", problematic_batteries)
    else:
        # Выводим процентный заряд системы
        print("System charge percentage:", round(system_charge_percentage, 2), "%")
        print("System charge is normal.")

```

Рисунок 3.3 – код программного дополнения на мові Python

```
12:40 ...0,3 КБ/с 90
* Upgrade packages: pkg upgrade

Subscribing to additional repositories:

* Root:      pkg install root-repo
* Unstable:  pkg install unstable-repo
* X11:       pkg install x11-repo

Report issues at https://termux.com/issues

$ telnet 192.168.16.254 8080
Trying 192.168.16.254...
Connected to 192.168.16.254.
Escape character is '^]'.
?
dir:
    levels
    config
    diag
>diag
diag>?
dir:
    bms
    usb
    out
    pwm
    inp
    opto
    temp
    cell
    current
    err
    state
    losts
    cansniff
    transmit
    curtis
    ver
    gauge
    newcycle
    reboot
diag>
```

ESC ↵ CTRL ALT — ↓ ↑

Рисунок 3.4 – Код розробленого програмного додатку у Терміну

```

12:41                                     ...0,7 КБ/с 📶 📶 📶 📶 📶 📶 90
Cell 47: 4069, 16.7, 21.2, 3, 26
Cell 46: 4065, 18.3, 24.8, 3, 26
Cell 45: 4081, 21.7, 24.8, 3, 26
Cell 44: 4074, 23.9, 24.8, 3, 26
Cell 43: 4077, 25.0, 24.8, 3, 26
Cell 42: 4079, 25.7, 24.8, 3, 26
Cell 41: 4076, 26.0, 24.8, 3, 26
Cell 40: 4060, 17.5, 18.8, 3, 26
Cell 39: 4070, 19.1, 18.8, 3, 26
Cell 38: 4069, 20.7, 18.8, 3, 26
Cell 37: 4062, 20.8, 18.8, 3, 26
Cell 36: 4060, 21.4, 21.0, 3, 26
Cell 35: 4065, 21.7, 21.0, 3, 26
Cell 34: 4062, 22.0, 21.0, 3, 26
Cell 33: 4061, 21.2, 21.0, 3, 26
Cell 32: 4053, 25.0, 22.7, 3, 26
Cell 31: 4062, 25.2, 22.7, 3, 26
Cell 30: 4064, 24.9, 22.7, 3, 26
Cell 29: 4056, 24.1, 22.7, 3, 26
Cell 28: 4065, 20.4, 20.1, 3, 26
Cell 27: 4062, 22.5, 20.1, 3, 26
Cell 26: 4064, 23.8, 20.1, 3, 26
Cell 25: 4066, 24.4, 20.1, 3, 26
Cell 24: 4059, 18.4, 19.9, 3, 26
Cell 23: 4065, 20.2, 19.9, 3, 26
Cell 22: 4060, 21.4, 19.9, 3, 26
Cell 21: 4068, 21.9, 19.9, 3, 26
Cell 20: 4069, 22.3, 20.2, 3, 26
Cell 19: 4063, 22.5, 20.2, 3, 26
Cell 18: 4059, 22.4, 20.2, 3, 26
Cell 17: 4059, 21.7, 20.2, 3, 26
Cell 16: 4059, 18.2, 19.0, 3, 26
Cell 15: 4057, 19.8, 19.0, 3, 26
Cell 14: 4061, 21.1, 19.0, 3, 26
Cell 13: 4070, 21.1, 19.0, 3, 26
Cell 12: 4070, 20.7, 20.1, 3, 26
Cell 11: 4074, 20.6, 20.1, 3, 26
Cell 10: 4070, 20.7, 20.1, 3, 26
Cell 9: 4062, 19.6, 20.1, 3, 26
Cell 8: 4069, 18.3, 20.1, 3, 26
Cell 7: 4066, 15.8, 20.1, 3, 26
Cell 6: 4067, 19.0, 22.6, 3, 26
ESC  ⏪  CTRL  ALT  —  ↓  ↑
      ■  ●  ◀

```

Рисунок 3.5 – Код розробленого програмного додатку у Termux

```
12:42 ...0,7 KB/c 90
speed
rpm
battery
can
accell
gearboxsensor
gearstick
flags
gauge1
gauge2
ledgreen
button1
button2
eeload
eesave
eelist
extcurrent
extvoltage
rpmtortoise
errsettings
config>discurrentmax
discurrentmax = 150:0:0:0
..
>?
dir:
    levels
    config
    diag
>levels
levels>?
dir:
    max
    min
    startbal
    bal
    chrgd
    allowd
    cmin
    all
    sync
levels>
```

ESC CTRL ALT — ↓ ↑

Рисунок 3.6 – Код розробленого програмного додатку у Терміні

```
12:41 ...1,1 КБ/с 100% 90
diag
>config
config>?
dir:
    cells
    delta
    transmit
    configon
    calibrate
    charging
    charger
    chtemp
    ignition
    power
    maincontactor
    precharge
    dcdc
    thermostat1
    thermostat2
    thermostat3
    thermostat4
    temptypes
    pwrtemp
    current
    chcurrentmax
    discurrentmax
    interval
    alarm
    interface
    speed
    rpm
    battery
    can
    accell
    gearboxsensor
    gearstick
    flags
    gauge1
    gauge2
    ledgreen
    button1
    button2
```

ESC CTRL ALT — ↓ ↑

Рисунок 3.7 – Код розробленого програмного додатку у Терміх

```
12:42 ...0,9 КБ/с 90
flags
gauge1
gauge2
ledgreen
button1
button2
eeload
eesave
eelist
extcurrent
extvoltage
rpmtortoise
errsettings
config>discurrentmax
discurrentmax = 150:0:0:0
..
>?
dir:
    levels
    config
    diag
>levels
levels>?
dir:
    max
    min
    startbal
    bal
    chrgd
    allowd
    cmin
    all
    sync
levels>all
max = 4100
min = 3150
startbal = 4000
bal = 4100
chrgd = 4010
allowd = 3300
cmin = 2700
ESC  CTRL  ALT  -  ↓  ↑
```

Рисунок 3.8 – Код розробленого програмного додатку у Терміні

```

12:41                               ...0,2 КБ/с  📶  📶  📶  90
Cell 9: 4064, 19.6, 20.1, 3, 26
Cell 8: 4066, 18.3, 20.1, 3, 26
Cell 7: 4070, 15.8, 20.1, 3, 26
Cell 6: 4064, 19.0, 22.6, 3, 26
Cell 5: 4078, 20.2, 22.6, 3, 26
Cell 4: 4064, 21.2, 22.6, 3, 26
Cell 3: 4079, 21.7, 22.6, 3, 26
Cell 2: 4067, 20.9, 22.6, 3, 26
Cell 1: 4066, 20.3, 22.6, 3, 26
t 0 Cell 140: 4052, 20.4, 24.1, 3, 26
Cell 139: 4075, 21.8, 24.1, 3, 26
Cell 138: 4070, 22.2, 24.1, 3, 26
Cell 137: 4071, 21.9, 24.1, 3, 26
Cell 136: 4071, 20.9, 24.1, 3, 26
Cell 135: 4073, 19.5, 24.1, 3, 26
Cell 134: 4060, 18.7, 22.5, 3, 26
Cell 133: 4077, 20.5, 22.5, 3, 26
Cell 132: 4064, 21.3, 22.5, 3, 26
Cell 131: 4071, 22.4, 22.5, 3, 26
Cell 130: 4071, 22.7, 22.5, 3, 26
Cell 129: 4064, 22.2, 22.5, 3, 26
Cell 128: 4068, 20.3, 24.3, 3, 26
Cell 127: 4076, 22.3, 24.3, 3, 26
Cell 126: 4070, 23.6, 24.3, 3, 26
Cell 125: 4071, 23.8, 24.3, 3, 26
Cell 124: 4071, 23.6, 24.3, 3, 26
Cell 123: 4062, 23.2, 24.3, 3, 26
Cell 122: 4074, 13.9, 20.4, 3, 26
Cell 121: 4069, 16.0, 20.4, 3, 26
Cell 120: 4071, 17.7, 20.4, 3, 26
Cell 119: 4060, 19.2, 20.4, 3, 26
Cell 118: 4067, 20.9, 20.4, 3, 26
Cell 117: 4067, 21.2, 20.4, 3, 26
Cell 116: 4068, 20.6, 20.5, 3, 26
Cell 115: 4071, 20.6, 20.5, 3, 26
Cell 114: 4077, 20.3, 20.5, 3, 26
Cell 113: 4069, 20.0, 20.5, 3, 26
Cell 112: 4065, 19.0, 20.5, 3, 26
Cell 111: 4064, 17.2, 20.5, 3, 26
Cell 110: 4058, 20.9, 19.9, 3, 26
Cell 109: 4067, 21.3, 19.9, 3, 26
Cell 108: 4061, 20.0, 19.9, 3, 26

ESC  🏠  CTRL  ALT  —  ↓  ↑
      ■  ●  ◀

```

Рисунок 3.9 – Код розробленого програмного додатку у Termux

3.4 Експериментальні дослідження

3.4.1 Основні деталі експерименту перевірки контролю укладання акумуляторних батарей

Після проведення розробки програмного забезпечення, необхідно виконати експериментальні дослідження, у яких потрібно перевірити основні ключові показники параметрів, які досліджуються. Так як акумуляторні батареї тролейбусу PTS-12 неможливо знайти у вільному доступі, було прийнято рішення про проведення експерименту у лабораторії автоматизованого контролю стану АБАХ у КП «Тролейбусне депо №2» міста Харків.

Ця лабораторія має усе потрібне необхідне обладнання та прилади для проведення експерименту, а саме: промисловий зарядний пристрій для батарей АБАХ, макет системи керування тролейбусом та макет модулю акумуляторної батареї

Метою експерименту було перевірити на коректність функціонування автоматизовану систему контролю правильності укладання батарей із різною кількістю заряду протягом деякого часу.

Акумуляторні батареї автономного ходу, які використовуються у тролейбусі PTS-12, мають три режими роботи, а саме:

- зарядка, процес в якому акумуляторна батарея отримує електричну енергію від зовнішнього джерела живлення;
- розряд, процес експлуатації акумуляторної батареї тролейбусом;
- режим очікування, процес, в якому АКБ знаходиться під час стоянки тролейбусу.

Робота програмного засобу повинна бути перевірена під час роботи кожного із цих режимів. Головний параметр, який має бути перевірений – підключення батареї до тролейбуса та рівень її заряду.

Головною задачею експерименту є перевірити наявність підключення до системи тролейбусу. Це буде відображено у програмному засобі. Другою

задачею буде перевірити сканування рівня заряду у батареї та його зміни у продовж деякого часу. Роботу програмного засобу автоматизованої перевірки правильності укладання пластин було перевірено за допомогою програмного додатку Termux.

3.4.2 Результати експериментальних досліджень

Одразу після подачі живлення мікроконтролер запускається та отримує інформацію з датчиків. Одночасно з цим система починає порівнювати отримані значення з датчиків підключення та рівня заряду.

Перевірка роботи при неповному заряді. Якщо батарея під'єднана і рівень заряду менший за значення допустимого для початку роботи тролейбуса, рівень заряду буде показаний у програмному додатку (рис. 3.10).

```
Battery 84 charge level: 0
Battery 85 charge level: 3935
Battery 86 charge level: 3874
Battery 87 charge level: 3884
Battery 88 charge level: 3934
Battery 89 charge level: 3739
Battery 90 charge level: 3851
Battery 91 charge level: 3883
Battery 92 charge level: 3872
Battery 93 charge level: 3779
Battery 94 charge level: 4089
Battery 95 charge level: 3824
Battery 96 charge level: 4062
Battery 97 charge level: 3736
Battery 98 charge level: 3705
Battery 99 charge level: 3930
Battery 100 charge level: 3929
Battery 101 charge level: 3886
Battery 102 charge level: 3710
Battery 103 charge level: 0
Battery 104 charge level: 3789
```

Рисунок 3.10 – Результат експерименту при не повному заряді

Перевірка роботи у режимі зарядки. Якщо пластина правильно під'єднана до слота батареї, вона з'явиться у додатку та із протікання процесу заряджання у додатку рівень заряду буде зростати та зупиниться у максимальному значенні (рис. 3.11).

```

Battery 126 charge level: 3741
Battery 127 charge level: 3943
Battery 128 charge level: 3818
Battery 129 charge level: 3793
Battery 130 charge level: 3919
Battery 131 charge level: 3838
Battery 132 charge level: 3725
Battery 133 charge level: 3882
Battery 134 charge level: 3889
Battery 135 charge level: 3885
Battery 136 charge level: 3791
Battery 137 charge level: 3973
Battery 138 charge level: 3996
Battery 139 charge level: 3746
Battery 140 charge level: 3772
Battery 141 charge level: 3834
Battery 142 charge level: 3797
Battery 143 charge level: 3925
Battery 144 charge level: 4033
-----
System charge percentage: 94.99 %
System charge is normal.

```

Рисунок 3.11 – Результат експерименту при нормальному рівні заряду

```

Battery 139 charge level: 4045
Battery 140 charge level: 3723
Battery 141 charge level: 3701
Battery 142 charge level: 3850
Battery 143 charge level: 3748
Battery 144 charge level: 3802
-----
Unable to start due to disconnected batteries: [28, 83, 102]

```

Рисунок 3.12 – результат експерименту при відключенні декількох батарей

3.5 Висновки до 3 розділу

В ході виконання третього розділу було проаналізовано сучасні мови програмування для розробки програмного додатку, що виконує аналіз стану під'єднаних у слоти пластин батарей та видає список усіх під'єднаних енергоносіїв та їх заряд. Після закінчення аналізу було обрано найбільш підходящий та зрозумілий для користувача варіант у вигляді програмного додатку Termux.

Обравши програмний додаток, було проведено експерименти з метою виявлення коректності роботи засобу завдяки перевірці роботи у різних умовах та запис результатів експерименту.

4.1 Загальні положення

До виконання робіт допускаються особи, які пройшли навчання, інструктаж з питань охорони праці, у тому числі при виконанні робіт з підвищеною небезпекою, ознайомлені з правилами поведіння при виникненні аварій та надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 № 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за № 231/10511 (НПАОП 0.00-4.12-05).

Людина, яка працюватиме з розробленою системою має бути спеціалістом з обслуговування електричного обладнання напругою до 1000 В.

4.2 Загальні вимоги безпеки

До оперативного обслуговування електроустановок допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, знають оперативні схеми, посадові та експлуатаційні інструкції, які пройшли навчання та інструктажі на робочому місці з охорони праці та пожежної безпеки.

Електромонтер, який обслуговує електроустановку одноосібно та старші за зміною або бригадою, за якими закріплено цю електроустановку, повинні мати групу з електробезпеки не нижче III.

Інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки для електромонтера повинен проводитись щокварталу.

Електромонтер повинен виконувати тільки доручену роботу та за

умови, що способи її виконання добре відомі. При отриманні нової (незнайомої) роботи необхідно вимагати від майстра проведення інструктажу безпечними методами її виконання.

Електромонтер повинен уміти надавати долікарську допомогу та користуватися первинними засобами пожежогасіння.

Перебуваючи на зміні, електромонтер є відповідальним за правильне обслуговування та безаварійну роботу всього електрогосподарства.

4.3 Вимоги безпеки перед початком робіт

Особа з оперативного персоналу, прийшовши працювати, має прийняти зміну.

Під час приймання зміни електроперсонал зобов'язаний:

- ознайомитись зі станом та режимом роботи обладнання шляхом особистого огляду;
- отримати відомості від електроперсоналу, що здає зміну, про обладнання, що перебуває в ремонті;
- перевірити та прийняти документи, матеріали, засоби захисту, оперативну документацію;
- ознайомитися з усіма записами та розпорядженнями за час, що минув з моменту його останнього чергування;
- оформити приймання зміни записом у журналі підписами особи, яка приймає зміну та особи, яка її здає;

4.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

При порушенні режиму роботи, пошкодженні чи аварії з електрообладнанням оперативний персонал зобов'язаний самостійно та негайно вжити заходів для відновлення нормального режиму роботи та

повідомити про те, що сталося безпосередньо старшому за зміною.

Старший за зміною з оперативного персоналу зобов'язаний негайно повідомити про аварію.

Відновлювальні роботи в аварійних випадках, а також роботи з усунення несправностей обладнання, які можуть призвести до аварії, дозволяється проводити без наряду з наступним записом в оперативний журнал.

У разі нещасних випадків з людьми зняти напругу для звільнення постраждалого від впливу електричного струму має бути здійснено негайно без попереднього дозволу.

У всіх випадках під час робіт повинні виконуватися всі технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт.

4.5 Вимоги хімічної безпеки при роботі з АКБ

В електроліті, що знаходиться всередині всіх акумуляторів, міститься розбавлена сірчана кислота, або інший електроліт, тому вони потребують дуже обережного поводження.

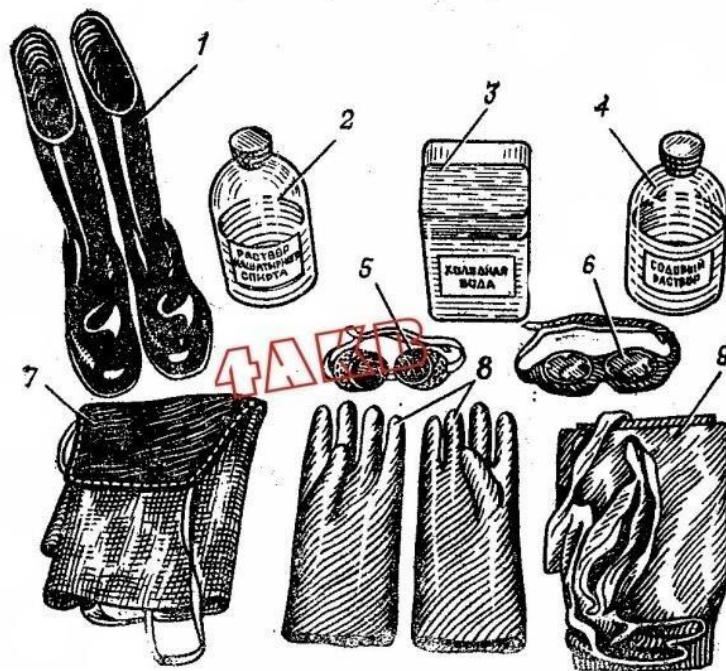
Обов'язково під час роботи з АКБ і з електролітом треба використовувати захисні засоби: окуляри, рукавички тощо. Якщо кислота, навіть розбавлена потрапить на шкіру чи очі, це може викликати опік.

Існує ряд заходів, які допоможуть уникнути серйозної небезпеки при роботі із сірчаною кислотою:

Необхідно працювати лише у захисному одязі. Кислота, яка раптом потрапила на шкіру чи одяг, слід якнайшвидше нейтралізувати розчином харчової соди або нашатирного спирту, а потім місце ушкодження треба ретельно промити водою.

Якщо нейтралізатора під рукою немає, треба змити кислоту великою кількістю води, після чого треба відразу звернутися за лікарською допомогою.

В аптечці для надання першої допомоги має бути запас нейтралізуючих та медичних засобів (рис. 4.1): двовуглекисла (питна) сода, марганцевокислий калій, настоянка йоду, нашатирний спирт, вазелін, а також марлеві тампони та бинти.



1 – гумові чоботи; 2 – розчин нашатирного спирту; 3 – бак із холодною водою; 4 – 10 % розчин харчової соди; 5 – захисні окуляри з темним склом; 6 – захисні окуляри зі світлим склом; 7 – прогумований фартух; 8 – кислото-лугостійкі рукавички; 9 – брезентові нарукавники

Рисунок 4.1 – Захисні та нейтралізуючі засоби, що застосовуються при роботі з кислотою та акумуляторними батареями

– при використанні акумуляторів, що обслуговуються, іноді доводиться виготовляти електроліт самостійно. При самостійному змішуванні кислоти

треба вливати тонким струменем у воду. Робити навпаки – вливати воду в кислоту не можна в жодному разі! У цьому випадку суміш може почати бризкатися і краплі концентрованої кислоти можуть потрапити на руки або обличчя.

– ставлячи батарею на зарядку, обов'язково викручуйте пробки, щоб дати вихід газам, які активно виділяються в процесі відновлення АКБ. Це дуже важливо, оскільки кислота розпадається і виділяється велика кількість кисню та водню. Якщо вони накопичуватимуться всередині, ризик вибуху батареї буде дуже великий.

Перебуваючи поблизу акумулятора, який заряджається, треба бути обережним і кілька простих правил:

– так як газ, що виділяється при відновлювальній реакції, дуже вибухонебезпечний, то не можна допускати в приміщенні утворення іскор, не можна заряджати АКБ поблизу відкритого вогню, місць для куріння і т.д.

– заряджати акумулятор рекомендується у добре провітрюваному місці з гарною вентиляцією.

– при підключенні контактів батареї до транспортного засобу запалювання повинно бути вимкнено.

4.6 Техніка безпеки при роботі з сірчаною кислотою та електролітом

При поводженні із сірчаною кислотою, приготуванні електроліту та заливанні акумуляторних батарей необхідно обов'язково одягати кислотостійкий костюм, захисні окуляри, гумові рукавички, гумові чоботи та фартух із кислотостійкого матеріалу. Щоб уникнути нещасних випадків при роботі з сірчаною кислотою та електролітом (опіків шкіри, очей та отруєнь) необхідно дотримуватися таких правил:

– зберігати кислоту в скляних суліях з притертими пробками або поліетиленових суліях і каністрах з кришками, що щільно закриваються;

- переносити бутлі з кислотою тільки вдвох, у кошиках або дерев'яних латах;
- для переливання кислоти з суліїв користуватися спеціальним насосом або перекидачем;
- готувати електроліт тільки в посуді, стійкій до дії сірчаної кислоти (ебонітової, фаянсової, керамічної тощо);
- скляним посудом користуватися не можна, тому що скло може луснути через високу температуру, що виникає при вливанні кислоти у воду;
- при приготуванні електроліту завжди вливати кислоту у воду тонким струменем при безперервному помішуванні скляною або ебонітовою паличкою (рис. 34). При розчиненні сірчаної кислоти у воді виділяється велика кількість тепла. Якщо лити воду в кислоту, що має (майже вдвічі) більшу щільність, ніж щільність води, вода розтікається по поверхні кислоти, швидко нагрівається, утворюючи пари, і розбризкується, разом із кислотою.

4.7 Техніка безпеки при технічному обслуговуванні акумуляторних батарей

При технічному обслуговуванні, розбиранні та ремонті акумуляторних батарей, щоб уникнути опіків та забруднення рук сполуками свинцю, необхідно надягати кислотостійкий костюм, гумові чоботи, гумові хімічно стійкі рукавички та фартух із кислотостійкого матеріалу.

При роботі з розплавленим свинцем, зварюванні свинцевих деталей, приготуванні заливальної мастики та заливанні нею акумуляторних батарей необхідно додатково одягати захисні окуляри та брезентові рукавиці.

Перед розбиранням акумулятор спочатку необхідно розрядити, а потім злити електроліт.

При видаленні маски заливки не можна користуватися відкритим полум'ям, наприклад паяльною лампою, для її розм'якшення. Мастику слід

видаляти лише за допомогою електропаяльника з насадкою або нагрітої металеві лопатки.

Плавка свинцю та зварювання свинцевих деталей дозволяється лише на робочих місцях, обладнаних витяжною вентиляцією. Обслуговуючий персонал повинен користуватися респіраторами, а при електрозварюванні деталей ще й захисними окулярами з темними світлофільтрами.

При додаванні металевого свинцю в тигель з розплавленим свинцем необхідно надягати захисні окуляри з безбарвними світлофільтрами і опускати свинець плавно та обережно, не допускаючи його викиду, що може призвести до опіків обличчя та очей.

При попаданні вологи та олії у розплавлений свинець або у заливальні форми гарячий свинець може розбризкуватися. Тому при виливці свинцевих деталей категорично забороняється охолоджувати їх водою, а також заливати розплавлений свинець у сирі непрогріті форми.

Під час приготування заливальної мастики та заливання нею акумуляторних батарей, щоб уникнути опіків, слід надягати захисні окуляри з безбарвними світлофільтрами та брезентовими рукавицями.

Робоче місце для розплавлення мастики має бути обладнане витяжною вентиляцією.

4.8 Висновки до 4 розділу

В ході виконання четвертого розділу було проведено ознайомлення з основними положеннями охорони праці та допуску до роботи лише кваліфікованих людей з обслуговування електричної техніки та навичками, якими повинен володіти працівник. Після було проведено знайомство з порядком дії, які мають виконуватися при початку робіт та у випадку аварійних ситуацій. Наступним етапом було знайомство з методами

хумічного захисту при роботі з акумуляторними батареями та правилами поводження із сірчатою кислотою.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи запропоновано рішення актуальної задачі з перевірки правильності укладання пластин та сканування їх параметрів для автоматичного контролю.

За результатами огляду й аналізу сучасного стану проблеми встановлено, що розвиток автоматизації зробив можливим створення сучасних систем постійного контролю стану заряду та наявності підключення АБАХ до мережі з подальшою передачею інформації водію.

Обрано датчики та пристрої обробки для системи, що створюється.

Проаналізовано сучасні мови програмування для розробки програмного додатку, що виконує аналіз стану під'єднаних у слоти пластин батарей та видає список усіх під'єднаних енергоносіїв та їх заряд.

Обрано мову програмного засобу, засновуючись на поставленій задачі, з ціллю зробити використання додатку максимально зрозумілим для користувача

Проведені висновки з експерименту та виявлено, що створений програмний додаток аналізу впорався з поставленою задачею аналізу та виділив показав усі запрошені дані.

Для подальшого розвитку можливе програмне та технічне покращення розробленої автоматизованої системи перевірки правильності укладання пластин батарей АБАХ у секціях для тролейбусу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 3008-15. Документація. Звіти у сфері науки та техніки. структура та правила оформлення. – Введ. 2015-06-22. – К. Держстандарт України, 2017 – 29 с.

2. Невлюдов, І.Ш. Дипломне проектування для студентів усіх форм навчання спеціальностей 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» [Текст]: навч. посіб. / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.В. Токарева, Г.В. Пономарьова. – Київ-58, пр. Космонавта Комарова, 1, 2016. – 320с.

3. Методичні вказівки з підготовки та захисту кваліфікаційної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, освітньо-професійних програм: «Автоматизоване управління технологічними процесами»; «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»; «Комп'ютеризовані та робототехнічні системи» / Упоряд.: І. Ш. Невлюдов Р. В. Артюх В. В. Безкоровайний Н. П. Демська В. В. Євсєєв О. І. Филипенко О. М. Цимбал. Харків: ХНУРЕ, 2021. 55 с.

4. Доронін П. Г. Контроль укладання акумуляторних батарей автономного ходу для електричного транспорту (за зразком тролейбуса PTS-12) / П. Г. Доронін, Л.С. Іванов Л.С. // VII-а Міжнародна конференція «Виробництво & Мехатронні Системи 2023», м. Харків, 19-20 жовтня 2023 р. – Х. : ХНУРЕ, 2023. – С. 113 -115

5. Коротко про головне: що таке Termux // trashbox.ru , 2024. URL: <https://trashbox.ru/topics/153740/korotko-o-glavnom-chto-takoe-termux> (дата звернення: 22.01.24)

6. Termux крок за кроком (Частина 1) // habr.com, 2024. URL: <https://habr.com/ru/articles/444950/> (дата звернення: 22.01.24)

7. Товариство з обмеженою відповідальністю «Політехносервіс» : Тройбус PTS-12 Настанова що до експлуатування
9. Наскільки небезпечна кислота в акумуляторі // akym.com.ua, 2024. URL: <https://akym.com.ua/news/naskolko-opasna-kislota-v-avtomobilnom-akkumulyatore/> (дата звернення: 22.01.24)
10. Інструкція з охорони праці для електроперсоналу (електрик, технік), який обслуговує електроустановку напругою до 1000 вольт. (32013) // dnaop.com, 2024. URL: <https://dnaop.com/html/32013/doc-instrukcijaporoohrane-truda-dlya-elektropersonala-elektrik-tehnik-obsluzhivajushhego-elektroustanovki-napryazhenijem-do-1000-voly> (дата звернення: 22.01.24)
11. Основні причини, що впливають на погіршення робочих характеристик акумуляторів // 220volt.com.ua/ua/, 2024. URL: <https://220volt.com.ua/news/osnovnie-prichini-vliyayushchie-na-uhudshenie-rabochih-harakteristik-akkumulyatorov/> (дата звернення: 22.01.24)
12. Техніка безпеки при роботі з акумуляторними батареями // studfile.net, 2024. URL: <studfile.net/preview/9357504/page:12/> (дата звернення: 22.01.24)