

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Місюра Геннадій Олексійович

УДК 004.925.5

**ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС КЕРУВАННЯ
ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯМ КОМАНДНО-ШТАБНОЇ МАШИНИ**

Спеціальність 6.0501.02 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат
бакалаврської роботи
на здобуття кваліфікації бакалавра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2019

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

- Керівник:** доктор технічних наук,
Кутковецький Валентин Янович
ЧНУ ім. Петра Могили,
професор кафедри комп'ютерної інженерії
- Рецензент:** канд. фіз.-мат. наук
Воробйова Алла Іванівна,
ЧНУ ім. Петра Могили,
доцент кафедри прикладної та вищої математики
- Консультант:** доктор біол. наук,
Григор'єва Людмила Іванівна,
ЧНУ ім. Петра Могили,
професор, зав. кафедри екології Медичного інституту

Захист відбудеться « 26 » червня 2019 р. о 10⁰⁰ на засіданні
Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-406

З бакалаврською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили
за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений « 22 » червня 2019 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В Збройних Силах України експлуатуються командно-штабні машини (КШМ) радянського зразка, що побудовані на різноманітних базових транспортних засобах: автомобільних – ГАЗ-66, та броньованих – БТР-80, БМП-1, МТЛБ, тощо.

Останні п'ять років йде активний процес оснащення командно-штабних машин старого парку новітніми засобами зв'язку та телекомунікацій. Набувають широкого використання засоби автоматизованого збору та обміну інформації, а також комплекси автоматизованого керування військами. Прийняті на озброєння або постачання та надходять в війська сучасні засоби зв'язку виробництва компанії [Harris Corporation](#) (Сполучені Штати Америки), [Aselsan](#) (Туреччина), [Elbit Systems](#) (Ізраїль). Широкого вжитку в військах набула телекомунікаційна апаратура та пристрої VoIP телефонії торгових марок [Cisco](#), [Ubiquity](#), [Grandstream](#)(всі США), [MikroTik](#) (Латвія). Набули поширення та активно використовуються програмно-апаратні комплекси автоматизованого керування розвідкою (система «Дельта»), артилерією (системи «Кропива», «ГІС Арта»), логістикою та тиловим забезпеченням («Дзвін») або військами взагалі (АСУ Дніпро), що створені на апаратній базі сучасних комп'ютерів та систем передачі даних. З 2014 року військо активно використовує системи супутникового зв'язку TOOWAY від [Skylogic](#) (Італія), а з 2018 року з'явилась система з значно більшою пропускнуною спроможністю [IDirect](#)(США).

Долучилися до створення сучасного обладнання і українські компанії. Підприємство [«Телекард-прилад»](#) (м.Одеса) між іншим постачає в війська радіорелейну станцію Р-402, що створена на базі борду RB-435 від MikroTik. Компанія [«Еверест лімітед»](#) (м. Київ) створила лінійку мобільних телекомунікаційних комплектів ТК1, ТК2, ТК3, ТК4 які являють собою інтеграцію в єдиний програмно-апаратний комплекс маршрутизаторів або (в залежності від типу) комутаторів Cisco, VoIP шлюзів Grandstream та

оригінального блоку живлення під загальним керуванням мікрокомп'ютером від Intel або Raspberry, що також виконують функцію SIP серверу. Компанія [Датагруп](#) (м. Київ) постачає збройним силам декілька варіантів мобільних станцій супутникового зв'язку, що також є інтеграцією існуючих виробів, а саме: супутниковий модем TOOWAY або IDirekt, маршрутизатор MikroTik RB-750XX, VoIP шлюз Grandstream HT-702(704) або Cisco SPA112, оригінальний блок живлення та інші компоненти. Деякі варіанти виробів «Датагруп» містять мікрокомп'ютери, що використовуються в якості SIP серверів. Товариство [«Доля и Ко»](#) (м. Київ) створило мобільні радіостанції VHF діапазону на базі автомобільної радіостанції Motorola DM4600 з використанням блоку живлення від Meanwell та оригінальних антенних та комутаційних пристроїв. Цей перелік далеко не повний, а ні за підприємствами, а ні за виробами, що постачаються.

Сучасні цифрові засоби зв'язку та телекомунікацій остаточно замінили в складі командно-штабних та інших машин керування військами старі аналогові радіостанції. Разом з цим, залишається не вирішеним питання електроживлення оновленого складу апаратури командно-штабних машин.

Справа в тому, що сучасна радіоелектронна та телекомунікаційна апаратура, навіть з самого початку створена для військового використання, висуває підвищені вимоги до якості електроживлення. Специфічні військові умови експлуатації додають ряд вимог щодо безперервності живлення незалежно від якості первинного джерела електроенергії, а зазвичай саме в умовах низької якості такого джерела. Додаткові труднощі пов'язані зі значним струмом, що споживається (понад 100А) та розміщенням апаратури на рухомій базі з недостатньою потужністю власного джерела електроживлення - вбудованого генератора відбору потужності.

Навіть коли вдається виготовити в «польових» умовах систему електроживлення, здатну працювати в усіх варіантах бойової експлуатації КШМ, така система виявляється або не достатньо надійною або надто складною в використанні. Іншим недоліком таких «авторських» систем електроживлення

є неможливість або складність їх повторення та стандартизації, навіть в разі вдалої конструкції, через використання малопоширених або оригінальних компонентів, відомих лише автору виробу.

Метою роботи розробка програмно-апаратного комплексу керування системою електроживлення командно-штабної машини К1Ш1 на базі БТР80 або аналогічній за призначенням, що буде придатний для масового застосування та впровадження під час «польової» модернізації КШМ.

Об'єкт роботи: автоматизовані системи збору, обробки та реалізації інформації на основі мікроконтролерів.

Предмет роботи: програмно-апаратний комплекс керування електроживленням командно-штабної машини.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання:**

- проаналізувати існуючі системи електроживлення та методи керування ними;
- проаналізувати умови експлуатації систем електроживлення КШМ на броньованій базі та проблеми, що виникають під час керування ними;
- розробити архітектуру програмно-апаратного комплексу;
- розробити та виготовити апаратну частину програмно-апаратного комплексу;
- розробити програмне забезпечення програмно-апаратного комплексу;
- розробити питання з ОП та ЖД.

Практичним значенням роботи є створення дослідного зразка програмно-апаратного комплексу керування системою електроживлення КШМ, що може бути використаний під час «польової» модернізації будь якої машини старого парку, в умовах обмежених матеріальних ресурсів. В разі вдалого випробування виготовленого зразка ПАК, за результатами дослідної експлуатації його в складі системи електроживлення КШМ, буде розглядатися питання тиражування виробу. Потреба в ПАК для модернізації систем

електроживлення машин керування лише в десантно-штурмових військах становить шістдесят машин.

Апробація бакалаврської роботи відбулась під час переддипломної практики в військовій частині А0224 на системі електроживлення, що встановлено на КШМ К1Ш1 Кушетка Б бортовий номер 160 зі складу рухомого взводу зв'язку роти зв'язку батальйону управління.

Структура та обсяг роботи. Бакалаврська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 23 найменувань, 2 додатків на 7 сторінках. Основна частина роботи становить 64 сторінки, серед яких 31 рис.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми бакалаврської роботи, зазначено її зв'язок із науковою програмою, планами і темами, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів.

У **першому розділі** бакалаврської роботи – «Основні положення проекту. Опис та аналіз існуючих систем живлення» проаналізовано переваги та недоліки існуючих систем електроживлення та пристроїв керування ними в командно-штабних машинах на броньованій базі.

В процесі поступової модернізації командно-штабних машин апаратура зв'язку радянського зразка була демонтована та на її місці було змонтовано сучасний комплекс зв'язку, телекомунікації та супутнього обладнання. Значно збільшилась номенклатура обладнання, зросли можливості комплексу радіоелектронної апаратури щодо забезпечення захищеного безперервного зв'язку. З'явилися можливості автоматизованого збору інформації та керуванням військами. Разом з тим, значно збільшилось споживання електричної енергії комплексом зв'язку та зросли вимоги до якості та надійності електроживлення. Нажаль, під час закупівлі новітніх засобів зв'язку, питанню їх електроживлення

в умовах броньованого об'єкту не було приділено достатньо уваги. Комплекс обладнання, встановлений в модернізованих КШМ формувався поступово і на початку цього процесу не було розуміння щодо можливих проблем з електроживленням.

Командно-штабні машини радянського зразка стандартно комплектувались системою електроживлення потужністю 1 кВт. Первинними джерелами живлення в них були генератори відбору потужності ГАБ1-П-28,5 для роботи під час руху та бензинові електроагрегати АБ1-П-28,5 для роботи на стоянці, що працювали з АКБ в буфері. В більшості випадків живлення від зовнішнього джерела змінного струму напругою 220 В не було передбачене. Такої конфігурації та потужності систем електроживлення було цілком достатньо для живлення комплексу радіоелектронної апаратури радянського зразка, можливі короточасні сплески споживання понад потужність генераторів задовольнялись буферною акумуляторною батареєю.

Сучасному комплексу радіоелектронної апаратури потужності в 1 кВт вже не вистачає. Це викликано як збільшенням номенклатури обладнання так і деякими специфічними режимами роботи сучасних радіостанції військового призначення. Окрім цього, в зв'язку з активним впровадженням телекомунікаційного обладнання цивільного походження значно підвищились вимоги до якості електроживлення (відсутність пульсацій та наведених завад), а використання оргтехніки, персональних комп'ютерів та моніторів викликало потребу в постійній наявності в КШМ змінного струму напругою 220 В.

В першій частині детально розглянуто будову системи електроживлення радянського зразка, а також декілька сучасних систем. Найцікавіші системи, с точки зору використання на броньованій базі, це вироби українського підприємства «Телекард-прилад» та норвезької компанії «Eltek». Саме вироби компанії «Eltek», з використанням деяких підходів підприємства «Телекард-прилад», були використані в якості основи для створення системи електроживлення КШМ та програмно-апаратного комплексу керування нею.

У другому розділі бакалаврської роботи «Створення апаратної частини комплексу» була розроблена конструкція апаратної частини програмно-апаратного комплексу керування електроживленням на базі контролера, для чого було виконано наступні дії:

- проаналізована будова системи електроживлення якою буде керувати ПАК;
- проаналізовані можливі режими роботи системи електроживлення та варіанти комутації;
- визначені вимоги до ПАК керування електроживленням;
- визначені параметри, що потребують контролю для вибору режиму роботи системи;
- визначена кількість виконуючих пристроїв та елементів сигналізації, що потрібні для керування системою;
- на підставі двох попередніх параметрів розрахована кількість та тип необхідних портів контролера;
- визначений тип контролера;
- визначені тип та кількість необхідних сенсорів;
- визначені тип виконуючих пристроїв та елементи керування ними;
- визначені пристрої відображення та сигналізації;
- розроблений вбудований блок живлення ПАК;
- розроблено загальну конструкцію ПАК, його принципову та монтажну схему,
- зібрано апаратну частину ПАК.

В основу апаратної частини ПАК було покладено готову плату контролера Arduino Mega. Критерієм вибору типу контролера була кількість та тип доступних портів контролера з врахуванням можливості розширення функціоналу ПАК в майбутньому.

Апаратна частина ПАК зібрана в алюмінієвому корпусі розміром 160x78x44 мм, складається з плати контролеру, силової плати, плати комутації та OLED дисплею.

У третьому розділі бакалаврської роботи «**Розробка програмної частини комплексу**» описано процес створення програмного забезпечення ПАК.

Розроблені схему даних що існують в системі та алгоритми роботи програмно-апаратного комплексу на основі цієї схеми.

Розроблено програмне забезпечення в середовищі Arduino IDE.

Тестування програмного забезпечення проводилось на окремих елементах системи електроживлення командно-штабної машини.

На підставі тестування розробленої системи був зроблений висновок про можливість її встановлення на об'єкт для подальшого повномасштабного тестування та випробування.

Розроблена тимчасова інструкція з експлуатації ПАК.

Додатки містять принципіальні схеми апаратної частини комплексу та лістинг програмного коду.

У спеціальній частині «**Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях**» розроблено питання електричної безпеки під час роботи на електричних установках до 1000 В, що є об'єктами підвищеної небезпеки, що в повній мірі стосується системи електроживлення КШМ.

ВИСНОВКИ

В ході виконання роботи був проведений аналіз існуючих систем електроживлення апаратних зв'язку на броньованій базі та пристроїв керування ними. Виділено ряд характеристик та властивостей, що роблять їх непридатними для експлуатації в умовах бронеоб'єкта. Водночас, визначені елементи, що можуть бути запозичені для створення системи електроживлення та комплексу керування нею, що буде відповідати сучасним вимогам.

В результаті проведеної роботи створено програмно-апаратний комплекс керування електроживленням, що здатен в автоматизованому режимі безпечно вмикати систему електроживлення, визначати оптимальні первинні джерела живлення та підключати їх до навантаження, автоматично вводити резервні або додаткові джерела живлення у випадку виявлення сплесків споживання. ПАК здатен виявляти потенційно аварійні події та попереджати їх, а також повідомляти екіпаж у випадку необхідності людського втручання якщо аварійна подія все ж сталася.

Аналіз результатів дозволяють стверджувати, що розроблений пристрій є перспективним засобом керування електроживленням командно-штабних машин на броньованій базі та може бути використаний під час їх «польової» модернізації.

Практичне значення розробленого програмно-апаратного комплексу полягає в можливості масової модернізації систем електроживлення КШМ в умовах обмежених ресурсів.

В спеціальному розділі по охороні праці було виконано аналіз небезпечних факторів під час експлуатації електроустановок до 1000 В.

Розроблено заходи безпеки під час експлуатації електроустановок підвищеної небезпеки напругою до 1000 В.

АНОТАЦІЯ

Місюра Г. О. Програмно-апаратний комплекс керування електроживленням командно-штабної машини. – Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 6.050102 Комп'ютерна інженерія на здобуття кваліфікації «бакалавр з інформаційних технологій». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2019.

Бакалаврська робота спрямована на дослідження методів керування електроживленням в складних умовах об'єкту на броньованій базі. Розглянуто

недоліки існуючих систем та можливість створення програмно-апаратного комплексу керування електроживленням придатного для «польової» модернізації командно-штабних машин.

Практичне значення результатів дослідження та розроблення полягає у можливості їх запровадження для модернізації командно-штабних машин в умовах обмежених матеріальних ресурсів.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків та двох додатків.

У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення бакалаврської роботи.

У першому розділі проаналізовані конструкція, складові частини та умови експлуатації систем електроживлення апаратних зв'язку на броньованій базі. Розглянуто труднощі, що виникають під час створення та експлуатації таких систем електроживлення, проаналізовані існуючі рішення.

У другому розділі розглянуто вимоги до апаратної частини програмно-апаратного комплексу керування електроживленням. Визначений функціонал та конструкція окремих елементів апаратної частини, підібрано або створено необхідні сенсори та виконуючі пристрої. Розроблена принципіальна та монтажна схема виробу, виготовлено опитний екземпляр комплексу керування електроживленням.

У третьому розділі розроблено алгоритм роботи програмно-апаратного комплексу та створено програму керування комплексом.

У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів дослідження та розроблення.

У додатках наведені принципіальні схеми апаратної частини комплексу та лістинг програмного коду розробленого в середовищі Arduino IDE.

В спеціальному розділі по охороні праці було розроблено питання електричної безпеки під час експлуатації особливо небезпечних електричних установок напругою до 1000 В.

В цілому, бакалаврська робота містить 2 додатка 64 сторінки, 35 рисунків, 23 джерела посилання.

Ключові слова: електроживлення, блок живлення, командно-штабна машина, програмно-апаратний комплекс, Flatpack 1500, Arduino Mega, Arduino IDE.

ABSTRACT

Misiura H. Program-hardware complex of control of power supply of a command-and-staff car. – Bachelor's thesis in specialty 6.050102 Computer Engineering. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2019.

Aim of Bachelor's work is studying the methods of power management in complex conditions of the object on an armored base. Investigate disadvantages of existing systems and the possibility of creating a software-hardware complex of power management suitable for "handmade" modernization of command-and-staff machines are considered.

The practical value of the research and development results is the possibility of their introduction for the modernization of command-and-staff cars in the conditions of limited material resources.

Explanatory note of bachelor work consists of an introduction, three sections, conclusions and one application.

The introduction determines the relevance of the topic, formulated the purpose, object, subject and objectives of research and development of baccalaureate work.

In the first section, the structure, components and operating conditions of the power supply systems of hardware communications on the armored base are analyzed. The difficulties that arise during the creation and operation of such power supply systems, the existing solutions are analyzed.

In the second section the requirements for the hardware part of the software and hardware complex of power management are considered. The functional and design of individual elements of the hardware part are determined, the necessary sensors and

executing devices are selected or created. The basic and installation scheme of the product has been developed, a questionnaire of the power management complex has been manufactured.

In the third section the algorithm of the software and hardware complex is developed and a complex management program is created.

The conclusions give an analysis of the work performed and the results of research and development.

The annexes show the basic hardware diagrams of the hardware part of the complex and the listing of software code developed in the Arduino IDE environment.

In a special section on labor protection, the issue of electrical safety during the operation of particularly dangerous electrical installations with voltage up to 1000 V was developed.

In general, bachelor work contains appendixes 2, 64 pages, 35 figures, 23 sources of reference.

Key words: power supply, power supply, command-and-staff machine, software and hardware complex, Flatpack 1500, Arduino Mega, Arduino IDE.