

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ.

ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К НАЗЕМНЫМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КАБЕЛЕУКЛАДЧИКАМ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ткачев Д. Ф.¹, Берестовский П. А.², Бобровницкий Л. А.³

DOI:10.21681/3034-4050-2025-6-101-105

Ключевые слова: робототехнический комплекс, кабелеукладчик, канал управления, FPV-дроны, тактико-технические требования, радиоэлектронная борьба, беспилотные летательные аппараты.

Аннотация

Цель работы: анализ современного состояния и перспектив развития робототехнических комплексов военного назначения, а также разработка тактико-технических требований к наземным робототехническим кабелеукладчикам военного назначения, обеспечивающим развертывание легких полевых кабельных линий.

Метод исследования: анализ существующих роботизированных комплексов и их применение в войсках связи.

Результаты исследования: проведен анализ существующих роботизированных комплексов и их применение в войсках связи, а также разработаны тактико-технические требования к наземным робототехническим кабелеукладчикам военного назначения.

Научная новизна заключается в оценке перспективности применения робототехнических средств и комплексов военного и двойного назначения в интересах войск связи, в частности применения роботизированных платформ для организации проводной связи, а также разработке тактико-технических требований к наземным робототехническим кабелеукладчикам военного назначения.

Научно-технический прогресс, развитие технологий военного и двойного назначения обеспечили возможность активного внедрения в войска связи новых робототехнических комплексов (РТК), которые в свою очередь оказывают большое влияние на ход и эффективность вооруженных противоборств. В настоящее время, а тем более в обозримом будущем, сложно представить проведение военных операций любого уровня без использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), необитаемых и автоматических образцов вооружения.

Применение РТК для выполнения различных задач обеспечения и ведения боевых действий является достаточно важными направлениями развития технического оснащения Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ).

В настоящее время одним из актуальных направлений развития и применения РТК в ВС РФ является робототехнические кабелеукладчики, предназначенные для решения

задач проводной связи, представляющие собой комплексы (машины, установки, устройства) для механизированной прокладки кабельных линий в грунт, которые автоматизируют процесс, сокращая ручной труд и повышая при этом точность прокладки кабеля. Такие устройства могут быть в виде дистанционно управляемых гусеничных платформ, БПЛА со специальной катушкой для кабеля или подводных управляемых аппаратов.

Существующие робототехнические кабелеукладчики можно разделить на три группы:

- 1) к первой группе относятся наземные роботизированные кабелеукладчики с дистанционным управлением. Например, гусеничная платформа на электротяге с плугом, который во время движения роет канаву для проводов. Кабель раскручивается из катушки, установленной на специальном прицепе, и машина может закреплять его скобами во время движения. Канавка засыпается землей с помощью специального приспособления;

1 Ткачев Дмитрий Федорович, начальник отдела научно-исследовательского центра, г. Санкт-Петербург, Россия. E-mail: dimas.portnoy@inbox.ru

2 Берестовский Павел Андреевич, младший научный сотрудник научно-исследовательского центра, г. Санкт-Петербург, Россия. E-mail: berest42@gmail.com

3 Бобровницкий Леонид Ананьевич, старший научный сотрудник научно-исследовательского центра, г. Санкт-Петербург, Россия. E-mail: stals97@ya.ru

- 2) ко второй группе относятся кабелеукладчики, основу которых составляют БПЛА, представляющие собой FPV-дроны со специальной катушкой, на которую намотан бронированный оптоволоконный кабель. Во время полета БПЛА кабель разматывается, позволяя протянуть линию связи через минные поля и труднопроходимую местность;
- 3) и, наконец, к третьей группе относятся подводные управляемые аппараты, применяемые для тонких работ с кабелем на воде и под водой, например, для прокладки на каменном дне и поиска порывов кабеля. Данный тип кабелеукладчика оборудован камерами, умеет плавать под водой и ездить по дну, на борту есть гидромониторы для размывания грунта или, наоборот, для засыпания кабеля грунтом.

В зависимости от модели кабелеукладчик автоматизирует большую часть процесса прокладки кабеля. Например: комплекс (машина) может прорезать траншею, размотать кабель и поместить его в траншею по указанию оператора. В любом случае оператор настраивает тип кабеля, с которым будет работать робототехнический кабелеукладчик и выполняет другие базовые настройки, после чего комплекс выполняет основную работу.

В настоящее время в ВС РФ в ходе проведения специальной военной операции используются как наземные, так и летающие роботизированные кабелеукладчики с дистанционным управлением.

В качестве наземного роботизированного кабелеукладчика можно привести пример использования кабелеукладчиков, которые работают на электротяге и оснащены плугом для рытья канав под провода. Специальное устройство засыпает канавы, а управление техникой осуществляется дистанционно. Данные комплексы часто работают в связке с БПЛА, которые осуществляют корректировку маршрута прокладки кабеля.

В качестве летающего роботизированного кабелеукладчика можно привести пример БПЛА-кабелеукладчика для прокладки линии связи между позициями по воздуху, который обеспечивает прокладку линии связи между различными позициями через воздушное пространство, включая минные поля и труднопроходимую местность. Кабелеукладчик является одной из комплектаций модульного

FPV-БПЛА «Заноза». По данным разработчиков, для реализации функции связи между укрытиями БПЛА оборудуется катушкой, на которую предварительно наматывается оптоволоконный кабель. После этого БПЛА осуществляет его прокладку уже самостоятельно. Для прокладки линии связи применяется долговечный бронированный оптоволоконный кабель, устойчивый к внешним воздействиям.

Применение роботизированных кабелеукладчиков с дистанционным управлением снижает риски для военнослужащих, позволяя им оставаться в укрытиях. Данные комплексы трудно заметить противнику, а электрический двигатель делает их почти бесшумными. В случае опасности оператор может спрятать РТК в кустах и продолжить работу после атаки.

В настоящее время актуальной задачей является разработка тактико-технических требований к наземным робототехническим кабелеукладчикам военного назначения, обеспечивающим развертывание легких полевых кабельных линий.

В состав робототехнического кабелеукладчика в зависимости от вариантов его применения могут входить различные элементы, однако базовыми элементами должны быть: платформа (в основном гусеничная); безынерционные барабаны (два и более); комбинированный укладочный механизм; целевая нагрузка: возимый запас легкого полевого кабеля; пульт дистанционного управления; бортовая видеокамера реального времени с передающим устройством; вращающийся лидар; аккумуляторные батареи; запасные части, инструмент и принадлежности; комплект маскировочной сети с адаптивным камуфляжем (опционально) и система подавления тепловой сигнатуры выхлопа / двигателя.

Эффективность применения робототехнического кабелеукладчика должна обеспечиваться возможностью выполнения задач в широком диапазоне климатических и физико-географических условий, на равнинной, холмистой и горной местностях; днем и ночью, в простых и в неблагоприятных метеословиях – слабые осадки (снег, дождь); в диапазоне температур наружного воздуха у земли от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$; при относительной влажности до 98 %; при интенсивности атмосферных осадков до 4 мм/12 ч.

Продолжительность перевода робототехнического кабелеукладчика из походного в стартовое положение (с вводом исходных данных, проверкой связи, навигационных систем и проведением предстартовых проверок) должно составлять не более 20 минут.

Допустимая масса перевозимого запаса кабеля и барабанов должна составлять не менее 100 кг; допустимая масса дополнительного (вспомогательного) оборудования (дополнительные аккумуляторы, солнечные панели, инструменты для укладки кабеля, инструменты для ремонта и обслуживания, средства защиты от погодных условий, запасные части и расходные материалы) – не менее 100 кг.

Функционирование робототехнического кабелеукладчика должно быть предусмотрено от внешних источников электропитания переменным напряжением 220 В и частотой 50 Гц, а также бортовой сети боевых машин с постоянным напряжением 12–24 В.

Система управления робототехническим кабелеукладчиком, состоящая из бортовой и наземной части, должна обеспечивать управление комплексом с функциональными характеристиками:

- «вид от первого лица» и автоматические режимы управления;
- перемещение по камере;
- перемещение по заданным точкам;
- возвращение в точку «дом» (аварийный режим);
- автоматизированный ввод по радиолинии с пульта дистанционного управления на борт комплекса заранее разработанной автономной бортовой программы маршрута;
- перемещение по маршруту и функционирование бортового оборудования робототехнического кабелеукладчика в автоматическом режиме по заранее разработанной программе с возможностью оперативного изменения маршрута и режимов работы бортового оборудования по командам с пульта дистанционного управления.

К техническим характеристикам, необходимым для полноценного функционирования робототехнического кабелеукладчика и выполнения задач по предназначению, можно отнести следующие:

- максимальная скорость не менее 5 км/ч;
- способность преодолевать уклоны до 35°;
- способность преодолевать ров шириной до 1 м;

- радиус поворота: возможность разворота на месте;
- ширина гусениц от 300 до 500 мм;
- длина гусениц от 1,5 до 3 м (в зависимости от размеров платформы);
- материал: высокопрочная сталь или композитные материалы с антикоррозийным покрытием;
- амортизаторы: гидравлические или пневматические;
- масса полезной нагрузки – возможность перевозки и укладки кабелей общей массой до 200 кг;
- система подачи кабеля – автоматическая с регулируемой скоростью и натяжением;
- глубина укладки – регулируемая до 1,5 метров;
- точность укладки – отклонение от заданного маршрута (по спутниковым координатам) не более 50 см;
- возможность укладки не менее 5 км кабеля за один выход без перезаправки / перезарядки;
- источник питания: дизель-генератор или электрический привод с аккумуляторами;
- дополнительные аккумуляторы для увеличения времени автономной работы;
- солнечные батареи;
- автономность работы: не менее 8 часов непрерывной работы без дозаправки или подзарядки;
- системы безопасности: экстренная остановка, автоматическое обнаружение препятствий и защита от перегрева.

В состав бортового оборудования должны входить:

- 1) система автоматического управления, предназначенная для непрерывного определения координат местоположения робототехнического кабелеукладчика с точностью не хуже 0,5 м, а также управления перемещением робототехнического кабелеукладчика в FPV- и автоматическом режимах и автоматическое возвращение комплекса в заданную точку;
- 2) радиоканал управления и передачи информации, предназначенный для автоматической передачи с борта робототехнического кабелеукладчика (в ходе выполнения задания) на пульт дистанционного управления траектории движения и телеметрической информации, приема с пульта дистанционного управления команд дистанционного

управления комплексом, а также передачи изображения с видеокамеры реального времени на очки виртуальной реальности оператора;

- 3) бортовая система электроснабжения – для обеспечения устойчивого и бесперебойного электроснабжения комплекса и бортовых потребителей;
- 4) система подачи и прокладки кабельных линий, предназначенная для одновременного развертывания двух легких полевых кабельных линий; автоматическую подачу кабеля с регулируемой скоростью; регулировку натяжения кабеля для предотвращения его перегиба и повреждения.

Помимо робототехнических кабелеукладчиков полевых и оптоволоконных линий для организации проводной связи необходимо использование различных вариантов радиоуправляемых платформ с модулем для транспортировки грузов. В интересах проводной связи есть необходимость использования грузовых платформ с грузоподъемностью от 50 до 200 кг, дальностью применения до 5 км, максимальной скоростью до 25 км/ч, массой от 40 до 100 кг.

Данные роботизированные платформы позволяют осуществлять доставку грузов в различные отдаленные точки. В то же время использование вращающихся курсовых камер

позволят увеличить угол обзора оператору комплекса при выполнении маневрирования во время доставки.

Таким образом, применение робототехнических комплексов для выполнения задач по обеспечению и организации проводной связи в ходе проведения специальной военной операции имеет достаточно широкое распространение. Применение робототехнических комплексов для выполнения задач по прокладке кабелей, размещению антенного, ретрансляционного оборудования и видеонаблюдения, транспортировки грузов (в том числе по воде) осуществляется дистанционно, что обеспечивает безопасность и сохранность личного состава и подтверждает эффективность применения РТК.

На сегодняшний день актуальным направлением по разработке робототехнических комплексов различного назначения, в том числе для выполнения задач по прокладке кабелей, является защита робототехнических комплексов от физического воздействия (уничтожения) средствами поражения, а также защита каналов управления от подавления средствами радиоэлектронной борьбы – устойчивое функционирование в условиях радиоэлектронного подавления противника и воздействия непреднамеренных помех и адаптация к складывающейся помеховой обстановке.

Литература

1. Лящук, М. З. Основные направления унификации систем управления робототехническими комплексами и интеграции их в существующие АСУ специального назначения / М. З. Лящук, О. А. Михалев, Д. Ф. Ткачев // Робототехника и техническая кибернетика. – 2018. – № 1(18). – С. 49–55.
2. Абрамова, Н. И. Проблемы создания внутригруппового канала информационного обмена группы робототехнических комплексов / Н. И. Абрамова, П. А. Берестовский, М. З. Лящук // Проблемы стандартизации, унификации и метрологии систем и средств связи специального назначения в аспекте их цифровой трансформации: Сборник материалов научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 10 апреля 2023 года. – Санкт-Петербург: Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С. М. Буденного, 2024. – С. 3–8.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024617624 Российская Федерация. Программа для определения географического местоположения беспилотных летательных аппаратов, применяемая в интеллектуальных системах поддержки принятия решений военного назначения: № 2024616457 заявл. 25.03.2024: опублик. 03.04.2024 / М. Д. Беседин, А. С. Антонов, В. Р. Полищук [и др.]

ANALYSIS OF EXISTING ROBOTIC SYSTEMS FOR SOLVING WIRED COMMUNICATION PROBLEMS.

TACTICAL AND TECHNICAL REQUIREMENTS FOR GROUND ROBOTIC CABLE LAYERS FOR MILITARY PURPOSES

Tkachev D. F.⁴, Berestovsky P. A.⁵, Bobrovniksky L. A.⁶

Keywords: robotic system, cable layer, control channel, FPV drones, tactical and technical requirements, electronic warfare, unmanned aerial vehicles.

Abstract

Purpose of work: analysis of the current state and development prospects of military robotic systems, as well as the development of tactical and technical requirements for ground-based military robotic cable layers that ensure the deployment of light field cable lines.

Research method: analysis of existing robotic systems and their application in the communications forces.

Research results: an analysis of existing robotic systems and their use in the communications forces was conducted, and tactical and technical requirements for ground-based robotic cable layers for military purposes were developed.

Scientific novelty: the purpose of this study is to assess the potential for the use of military and dual-use robotic systems and equipment in the interests of the communications forces, in particular the use of robotic platforms for organizing wired communications, as well as the development of tactical and technical requirements for ground-based robotic cable layers for military purposes.

References

1. Ljashhuk, M. Z. Osnovnye napravlenija unifikacii sistem upravlenija robototekhnicheskimi kompleksami i integracii ih v sushhestvujushhie ASU special'nogo naznachenija / M. Z. Ljashhuk, O. A. Mihalev, D. F. Tkachev // Robototekhnika i tekhnicheskaja kibernetika. – 2018. – № 1(18). – S. 49–55.
2. Abramova, N. I. Problemy sozdaniya vnutrigruppovogo kanala informacionnogo obmena gruppy robototekhnicheskikh kompleksov / N. I. Abramova, P. A. Berestovskij, M. Z. Ljashhuk // Problemy standartizacii, unifikacii i metrologii sistem i sredstv svjazi special'nogo naznachenija v aspekte ih cifrovoj transformacii: Sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferencii, Sankt-Peterburg, 10 aprelja 2023 goda. – Sankt-Peterburg: Voennaja akademija svjazi im. Marshala Sovetskogo Sojuza S.M. Budennogo, 2024. – S. 3–8.
3. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM № 2024617624 Rossijskaja Federacija. Programma dlja opredelenija geograficheskogo mestopolozhenija bespilotnyh letatel'nyh apparatov, primenjaemaja v intellektual'nyh sistemah podderzhki prinjatija reshenij voennogo naznachenija: № 2024616457 zajavl. 25.03.2024: opubl. 03.04.2024 / M. D. Besedin, A. S. Antonov, V. R. Polishhuk [i dr.]



⁴ Dmitry F. Tkachev, Head of the Department of the Research Center, St. Petersburg, Russia. E-mail: dimas.portnoy@inbox.ru

⁵ Pavel A. Berestovsky, Junior Researcher, St. Petersburg, Russia. E-mail: berest42@gmail.com

⁶ Leonid A. Bobrovniksky, Senior Researcher, St. Petersburg, Russia. E-mail: stals97@ya.ru