

Акционерное общество «Национальная компания «Казахстан инжиниринг»  
**ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ**  
**«RESEARCH&DEVELOPMENT ЦЕНТР «КАЗАХСТАН ИНЖИНИРИНГ»**  
**(ТОО «R&D ЦЕНТР «КИ»)**

Экз. № \_\_\_\_\_



**СБОРНИК**  
**Межведомственной научно-практической конференции**  
**«Перспективы развития и применения робототехнических**  
**комплексов военного, двойного и специального назначения»**

(в рамках грантового финансирования молодых ученых на 2022-2024 гг.)  
ИРН АР 130007/0222

**Астана 2024**

**АО «НК «Казахстан инжиниринг»  
ТОО «R&D центр «Казахстан инжиниринг»**

Экз. № \_\_\_\_\_

**Перспективы развития и применения робототехнических  
комплексов военного, двойного и специального назначения**

Сборник Межведомственной научно-практической конференции

ИРН АР 130007/0222

**Астана 2024**

УДК 355/359  
ББК 68.4  
В 60

*Редакционная коллегия:*

Редактор: Байбеков С.Н., доктор технических наук, профессор

*Члены редакционной коллегии:*

Жасузаков С.А., генерал-полковник, доктор философии (PhD).

Рыспаев А.Н., генерал-майор запаса, доктор философии (PhD), ассоциированный профессор (доцент).

Доля А.В., майор, докторант.

*Секретарь редакционной коллегии:*

Кажыбаев К.С.

*Рецензенты:*

1. Д.М.Ботин – доцент кафедры социально-гуманитарных дисциплин ВИИРЭиС, доктор философии PhD, ассоциированный профессор (доцент), полковник.

2. И.А.Сеитов – инженер опытно-конструкторского отдела учебно-методического управления ВИИРЭиС, профессор военных наук, к.т.н., полковник запаса.

Сборник материалов Межведомственной научно-практической конференции «Перспективы развития и применения робототехнических комплексов военного, двойного и специального назначения»: – Астана, 2024. – 128 с. – русский.

Рекомендовано к изданию Ученым советом ТОО «R&D центр «Казахстан инжиниринг». Протокол №26 от 25 июля 2024 года.

В Сборник вошли доклады участников Межведомственной научно-практической конференции «Перспективы развития и применения робототехнических комплексов военного, двойного и специального назначения», посвященной обсуждению разрабатываемого в рамках проекта грантового финансирования молодых ученых на 2022-2024 гг. (ИРН АР 130007/0222 «Разработка многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу»).

Материалы сборника конференции объединяют научно-технические мысли широкого круга специалистов по развитию и совершенствованию научных исследований в области роботизированных комплексов, проектированию и разработке многофункциональных автономных беспилотных наземных аппаратов.

ISBN 978-601-08-4137-6



УДК 355/359  
ББК 68.4  
В 60

© ТОО «R&D центр «Казахстан инжиниринг», 2024

## ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО К УЧАСТНИКАМ КОНФЕРЕНЦИИ

**Байсейтов Г.Н.**

генеральный директор ТОО «R&D  
центр «Казахстан инжиниринг»



**Құрметті конференцияға қатысушылар! Сіздерді ведомствоаралық ғылыми-практикалық конференциясында көргенімізге қуаныштымыз!**

**Уважаемые участники конференции! Мы рады приветствовать Вас на межведомственной научно-практической конференции.**

Я хочу выразить благодарность всем присутствующим за понимание и активное участие в вопросе разработки многофункционального автономного мобильного комплекса.

Это еще раз подчеркивает актуальность темы и подтверждает, что у государственных органов есть единое понимание важности и необходимости создания комплекса, который позволит выполнять боевые, поисково-спасательные операции, пограничное наблюдение и мониторинг охраняемых территорий.

В настоящее время стало популярным использование дистанционно управляемых, автономных либо полу автоматизированных систем для выполнения боевых заданий, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций, поскольку использование таких роботов позволяет снизить боевые потери, также описанные системы могут работать в разных температурных режимах и обладают разными уровнями проходимости и дальновидности. Также остается открытым вопрос безопасности использования зарубежных систем управления, поддержки принятия решений и компьютерного зрения для

обнаружения противника или объектов интереса. Поэтому важной составляющей остается разработка отечественных разработок в данной сфере.

Высокие и постоянно возрастающие требования к перспективному облику военной организации отражают актуальность проводимой работы.

В настоящее время продолжается наша работа по проектированию и разработке опытного образца монофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу, созданию отечественного производства мобильного комплекса Республики Казахстан, а также определению общих очертаний перспективных научно-технических изысканий в этой области.

Наша совместная работа призвана способствовать обсуждению различных вопросов науки, методики и практики, и выработать рекомендаций по *разработке многофункционального автономного мобильного комплекса.*

### **Уважаемые коллеги!**

Полагаю, что профессионализм состава участников Конференции будет способствовать выработке решений этих вопросов, а также дальнейшему совершенствованию взаимовыгодного сотрудничества между силовыми структурами, оборонно-промышленным комплексом в области научно-технической деятельности, а также развития роботизированных комплексов.

Выражаем надежду, что выводы конференции помогут в установлении облика основных перспективных направлений развития многофункциональных управляемых, автоматизированных систем в Казахстане, перечня наиболее приоритетных прикладных, фундаментально-поисковых и экспериментальных работ, предшествующих полномасштабной разработке новых и перспективных изделий и материалов.

Надеюсь, что выработанные в ходе конференции предложения станут ориентиром для нашей дальнейшей совместной деятельности.

### **Құрметті қатысушылар!**

**Барлықтарыңызға шығармашылық табыс, қызықты да жемісті еңбектер тілеймін! Назарларыңызға рахмет!**

## К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО АВТОНОМНОГО БЕСПИЛОТНОГО НАЗЕМНОГО АППАРАТА НА ГУСЕНИЧНОМ ХОДУ

ДОЛЯ А.В.<sup>1</sup>, майор, докторант  
СЕЙСЕНГАЛИЕВ С.А.<sup>2</sup>, майор, магистр технических наук  
ҚАЛКАБЕК А.М.<sup>3</sup>, инженер

<sup>1</sup>Национальный университет обороны Республики Казахстан, г. Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Департамент геоинформационного обеспечения ГШ ВС РК,  
г. Астана, Республика Казахстан

<sup>3</sup> ТОО «R&D центр «Казахстан инжиниринг», г. Астана, Республика Казахстан

**Аннотация.** В статье рассматривается разработка многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу, предназначенного для выполнения широкого спектра задач в различных условиях. Основное внимание уделено описанию технических характеристик аппарата, принципу работы и его функциональным возможностям.

Научная статья опубликована в рамках выполнения научного проекта грантового финансирования молодых ученых на 2022-2024 годы ИРН АР130007/0222 «Разработка многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу» (исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан).

**Ключевые слова:** автономный беспилотный наземный аппарат, модульная платформа, опытно-экспериментальный образец, робототехнический комплекс, система управления.

**Аннотация.** Мақалада әртүрлі жағдайларда тапсырмалардың кең ауқымын орындауға арналған көп функциялы автономды пилотсыз құрлық аппаратын әзірлеу қарастырылады. Құрылымының техникалық сипаттамаларын, жұмыс принципін және оның функционалдығын сипаттауға баса назар аударылады.

Ғылыми мақала «Шынжыр табанды жүрісті көпфункционалды автономды ұшқышсыз жерүсті аппаратын әзірлеу» ЖТН АР130007/0222 2022-2024 жылдарға арналған жас ғалымдарды гранттық қаржыландырудың ғылыми жобасын орындау шеңберінде жарияланды (зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады).

**Негізгі сөздер:** автономды пилотсыз жер үсті аппараты, модульдік платформа, тәжірибелік-эксперименттік үлгі, робототехника кешені, басқару жүйесі.

**Введение.** В последние десятилетия автономные и беспилотные технологии, в частности робототехнические комплексы, находят все более

широкое применение в различных сферах деятельности. В военной сфере они могут выполнять разведывательные, патрульные и боевые задачи, снижая риск для личного состава и повышая эффективность операций. В сфере общественной безопасности и чрезвычайных ситуаций такие комплексы используются для мониторинга, обезвреживания опасных объектов и проведения спасательных операций в труднодоступных местах. В гражданской сфере они помогают в таких задачах, как тушение пожаров, проведение экологического мониторинга и другие [1, 2].

Вместе с тем, несмотря на значительные успехи в разработке и применении робототехнических комплексов, существует потребность в создании многофункциональных автономных беспилотных наземных аппаратов, способных эффективно выполнять широкий спектр задач в различных условиях.

Таким образом, разработка и создание многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу в рамках реализуемого научного проекта грантового финансирования молодых ученых на 2022-2024 годы представляет собой важный шаг вперед в повышении эффективности и безопасности выполнения специализированных задач в сложных и опасных условиях.

Цель данной работы – представить разработку и обоснование нового технического решения, направленного на расширение функциональных возможностей многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата, и описать его ключевые характеристики и преимущества.

**Основная часть.** В настоящее время существуют различные автономные беспилотные робототехнические комплексы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Так, например, известен дистанционно управляемый мобильный робот, который включает в себя: бронированный корпус из керамических пластин с поворотной башенной установкой, ходовую систему с электромоторами-колесами, аккумуляторную систему, дизель-генератор или двигатель внутреннего сгорания, панорамно расположенные на корпусе и на башне видеокамеры, звукоприемную систему самонаведения, блоки управления, сферическую гранату [3]. Изобретение относится к беспилотным бронированным, оснащенным вооружением транспортным средствам и предназначено для осуществления военных или полицейских задач.

К недостаткам данного технического решения следует отнести: недостаточную проходимость шасси комплекса; сложность конструкции; отсутствие системы навигации и ориентирования; ограниченные функциональные возможности основных систем дистанционно управляемого мобильного робота.

Известен мобильный робототехнический комплекс [4], который включает в свой состав: мобильный робот, пост дистанционного управления, комплект дополнительного оборудования, причем мобильный робот представляет собой самоходное транспортное средство с электроприводом движителя и бортовыми источниками питания, на котором смонтированы система дистанционной связи с постом управления, бортовая телевизионная система с видеоблоками,

расположенными на звеньях манипулятора и на корпусе транспортного средства, на транспортном средстве закреплены манипулятор с захватным устройством и его приводы, система сигнализации, кронштейны для укрепления бортового оборудования и бортовая система диагностики с бортовыми пультами управления и устройствами индикации; комплекс снабжен выносной системой видеонаблюдения, устройством доставки системы видеонаблюдения в заданную точку местности и ее оперативного развертывания.

Недостатками данного технического решения, являются:

- отсутствие возможности автономного передвижения по маршруту;
- ограниченные функциональные возможности.

Наиболее близким прототипом предлагаемого технического решения является робототехнический комплекс разведки и огневой поддержки [5], содержащий бронированное транспортное средство с ходовой системой, оснащенное поворотной установкой, вооружением, системами управления и наведения, силовой установкой в виде дизель-генератора и аккумуляторной системой.

Недостатками данного технического решения, являются ограниченные функциональные возможности и область применения комплекса, обусловленные отсутствием возможности осуществлять:

- замену сменных модулей полезной нагрузки (дистанционно управляемый пожарный лафетный ствол и манипулятор) в зависимости от требований технологического процесса;
- передвижение и выполнение боевых и специальных задач в помещениях, в том числе в труднодоступных местах.

Целью предлагаемого технического решения является расширение функциональных возможностей многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу за счет дистанционно управляемого:

- пожарного лафетного ствола;
- боевого модуля;
- манипулятора со сменными приспособлениями, устанавливаемыми в зависимости от технологических задач предназначения робототехнического комплекса.

Технический результат достигается за счет создания многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу, обеспечивающего:

- поддержку личного состава при тушении пожаров в труднодоступных, либо опасных для жизни людей местах;
- ведение разведки, обнаружение и поражение стационарных и подвижных целей противника,
- патрулирование границ, охрану и оборону военных объектов;
- обезвреживание боеприпасов и самодельных взрывных устройств;
- анализ и обнаружение опасных газов и химических веществ;

– выполнение других боевых и специальных задач на открытой местности и в помещениях, в дневное и ночное время и в различных природно-климатических условиях.

Указанный технический результат достигается тем, что предлагаемый многофункциональный автономный беспилотный наземный аппарат на гусеничном ходу построен на базе унифицированной модульной платформы, является развиваемым, и за счет универсального соединения позволяет без значительных материальных и временных затрат, осуществлять установку сменных модулей полезной нагрузки (дистанционно управляемый пожарный лафетный ствол, дистанционно управляемый боевой модуль, дистанционно управляемый манипулятор) в зависимости от выполнения различных боевых и специальных задач.

Кроме этого, многофункциональный автономный беспилотный наземный аппарат на гусеничном ходу имеет возможность передвижения и выполнения боевых и специальных задач, как на открытой местности, так и в помещениях, в том числе в труднодоступных местах, за счет выбора оптимального масса-габаритного конструктивного построения унифицированной модульной платформы, а также автономного передвижения по маршруту согласно заданной оператором программы в наземной станции управления за счет усовершенствованной системы автоматической навигации.

Ниже приведем описание чертежей и принципа работы многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу.

Многофункциональный автономный беспилотный наземный аппарат на гусеничном ходу (рисунок 1) построен на базе унифицированной модульной платформы (1), внутри которой размещены функционально законченные модульные подсистемы (на рис. 1 не показаны, закрыты крышкой (2)): промежуточный микширующий контроллер (3), модуль навигации (4), модуль двигателя (5), модуль связи (6) и модуль питания (7), расположенный в задней части платформы.

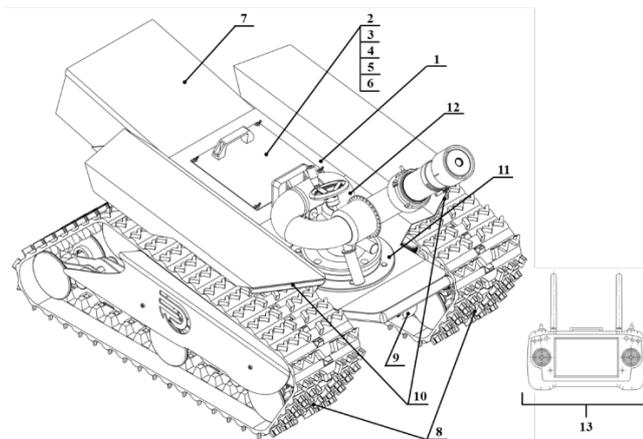


Рисунок 1 – Общий вид многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу

Унифицированная модульная платформа (1) представляет собой гусеничное шасси (8) на резинометаллических гусеницах с пружинными подвесками опорных катков, способное развивать скорость до 6 км/ч, осуществлять разворот на 360 градусов на месте, двигаться с продольным и поперечным креном до 30 градусов, преодолевать уступы высотой до 20 см, рвы шириной до 40 см, снежный покров до 30 см.

Кроме этого, многофункциональный автономный беспилотный наземный аппарат имеет возможность передвижения и выполнения боевых и специальных задач, как на открытой местности, так и в помещениях, в том числе в труднодоступных местах, за счет выбора следующего оптимального массагабаритного конструктивного построения унифицированной модульной платформы (1):

– габариты унифицированной модульной платформы (длина/ширина/высота, в мм): 1000x770x400;

– масса унифицированной модульной платформы (без полезной нагрузки): 100 кг;

– максимальный вес полезной нагрузки: 150 кг;

– максимальный буксируемый вес: 2500 кг.

Для повышения ситуационной осведомленности при управлении многофункциональным автономным беспилотным наземным аппаратом на корпус унифицированной модульной платформы (1) установлена курсовая камера (9). В качестве системы освещения (10) на передней части корпуса установлены галогенные фары.

В зависимости от выполнения различных боевых и специальных задач, за счет универсального соединения (11) имеется возможность установки на унифицированную модульную платформу (1) различных сменных модулей полезной нагрузки (12), таких как:

1. Дистанционно управляемый пожарный лафетный ствол (12), оснащенный системой приводов, позволяющей осуществлять дистанционное управление стволом. Сам лафетный ствол – это устройство для формирования сплошного или распыленного потока воды или огнетушащего вещества с изменяемым углом факела, которое используется для подачи большого напора огнетушащего средства в зону, где произошло возгорание [6].

2. Дистанционно управляемый манипулятор (на рис. 1 не показан, функционально устанавливается на унифицированную модульную платформу (1)) – высокотехнологичная модульная подсистема, предназначенная для перемещения, вращения, или иным образом воздействия на объект путем выполнения тех или иных технологических операций со сменными приспособлениями [6]. С помощью манипулятора может осуществляться захват, подъем и перемещение взрывоопасных предметов для дальнейшего обезвреживания [7]. В случае установки дополнительных специальных датчиков имеется возможность проводить анализ и обнаружение опасных газов и химических веществ.

3. Дистанционно управляемый боевой модуль (на рис. 1 не показан, функционально устанавливается на унифицированную модульную платформу (1)) представляет собой стабилизированную платформу, оснащенную системой вооружения, приводами наведения и системой управления огнем и (или) приборами наблюдения и разведки для выполнения заданных функций. Применение дистанционно управляемого боевого модуля повышает эффективность использования стрелкового оружия в неблагоприятных условиях с одновременной защитой личного состава от поражения огнем противника [8].

Управление многофункциональным автономным беспилотным наземным аппаратом на гусеничном ходу осуществляется по радиоканалу через наземную станцию управления (13).

Многофункциональный автономный беспилотный наземный аппарат на гусеничном ходу функционирует следующим образом (рисунок 2).

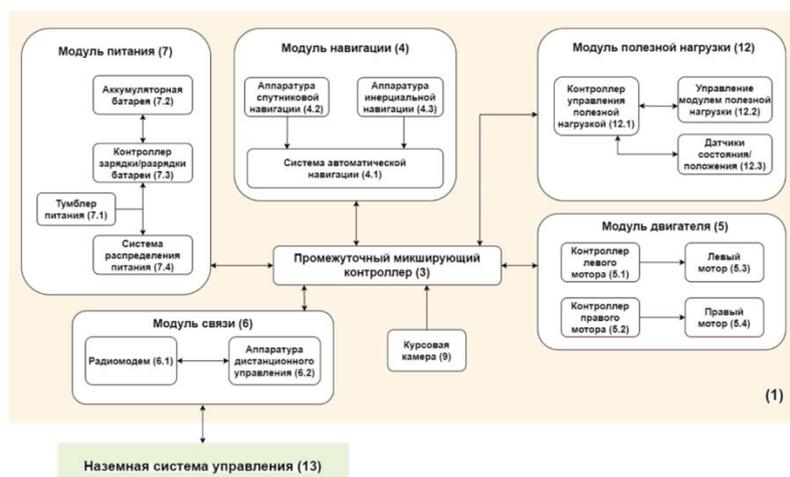


Рисунок 2 – Структурная схема системы управления многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу

При включении тумблера питания (7.1), на всю систему подается питание через модуль питания (7). При этом, в модуле питания (7) происходит постоянный мониторинг состояния аккумуляторной батареи (7.2), ее напряжения, емкости и температуры посредством контроллера зарядки/разрядки батареи (7.3). При достижении критических показателей, контроллер зарядки/разрядки батареи (7.3) посылает сигнал на промежуточный микширующий контроллер (3). Так же, контроллер зарядки/разрядки батареи (7.3) производит зарядку аккумуляторной батареи (7.2), с постоянным мониторингом напряжения побаночно. Далее, посредством системы распределения питания (7.4) получает дифференцированное питание вся система согласно заданным установкам напряжения для каждого модуля.

После запуска системы, промежуточный микширующий контроллер (3) получает начальные данные от подключенных модулей и переходит в режим ожидания.

После активации системы и начала движения, промежуточный микширующий контроллер (3) получает данные в режиме реального времени со следующих модулей:

Модуль питания (7): происходит мониторинг нагрузки на аккумуляторную батарею, уровня заряда аккумуляторной батареи и напряжения питания сети промежуточного микширующего контроллера (3).

Модуль навигации (4): опрашивая данный модуль, промежуточный микширующий контроллер (3) в ответ получает текущие данные о местоположении многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата. Непосредственно в модуле навигации (4) система автоматической навигации (4.1) производит опрос аппаратуры спутниковой навигации (4.2) для получения текущей координаты, и аппаратуры инерциальной навигации (4.3) для получения азимута и углов отклонения. Далее эти данные передаются в промежуточный микширующий контроллер (3) для дальнейшего движения по маршруту.

Одной из особенностей многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата является возможность автоматической навигации и автономного движения по маршруту согласно заданной программе [9]. Программа движения составляется оператором на наземной станции управления (13) и загружается в модуль навигации (4). Далее, после команды оператора, промежуточный микширующий контроллер (3) переходит в автоматический режим и принимает команды на движение уже с модуля навигации (4).

Модуль двигателя (5): отвечает за движение многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата. После расчета необходимого направления движения, либо получения команды с наземной станции управления (13), промежуточный микширующий контроллер (3) посылает на контроллер левого/правого мотора (5.1, 5.2) сигнал управления, задающий скорость и направление вращения. Каждый мотор (5.3, 5.4) имеет свой контроллер (5.1, 5.2) и управляется через промежуточный микширующий контроллер (3) независимо от другого мотора.

Модуль связи (6): осуществляет обмен информацией с наземной станцией управления (13). Данный модуль включает в себя радиомодем (6.1) и аппаратуру дистанционного управления (6.2). Посредством радиомодема (6.1) происходит непосредственная передача/прием сигнала/данных на/с наземной станцией управления (13). В принимаемый сигнал входит команда управления многофункциональным автономным беспилотным наземным аппаратом при ручном управлении, а также команды на активацию автоматического движения. В обратном направлении, на наземную станцию управления (13), посылается сигнал подтверждения полученной команды, текущий статус системы и показания остальных модулей.

Курсовая камера (9) используется для получения видеоизображения по направлению движения платформы и является стандартной и обязательной частью.

Сигналы с курсовой камеры (9) поступают в промежуточный микширующий контроллер (3). Далее, после обработки, наложения дополнительной информации на видеопоток, посылается в модуль связи (6) для передачи на наземную систему управления (13).

Модуль полезной нагрузки (12), основным узлом которого является контроллер управления полезной нагрузкой (12.1) - получает данные от промежуточного микширующего контроллера (3) по управлению полезной нагрузкой, активации её функционала, отправляет данные о состоянии подсистем полезной нагрузки, положения актуаторов. После получения данных по новому положению модуля, контроллер (12.1) посылает управляющий сигнал на моторы управления модулем полезной нагрузки (12.2). После завершения изменения положения, контроллер проводит опрос датчиков состояния/положения (12.3) и отправляет новые данные на промежуточный микширующий контроллер (3).

Таким образом, на основе выше приведенного технического решения, в рамках научного проекта был разработан опытно-экспериментальный образец многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу с установленным в качестве полезной нагрузки дистанционно управляемым пожарным лафетным стволом (рисунок 3). На данное техническое решение был получен патент в РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности» МЮ РК, подтверждающий его новизну и техническую значимость [10].



Рисунок 3 – Опытно-экспериментальный образец многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу с установленным дистанционно управляемым пожарным лафетным стволом

Для подтверждения практической применимости и надежности разработанного многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата были проведены соответствующие испытания, которые продемонстрировали высокую эффективность и надежность данного аппарата в

различных условиях эксплуатации (*Протокола о проведении испытаний №54 от 1.11.2023 г. и №03 от 31.01.2024 г.*).

**Заключение.** Разработка многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу представляет собой значительное улучшение по сравнению с существующими техническими решениями. Унифицированная модульная платформа обеспечивает высокую гибкость и эффективность, что позволяет успешно решать широкий спектр задач в различных условиях. Дальнейшие исследования и испытания данного аппарата помогут улучшить его функциональность и надежность, расширяя возможности его применения в различных сферах. При этом будущие направления исследований и разработок могут включать:

- улучшение системы навигации и ориентирования;
- развитие технологий автономного принятия решений;
- интеграцию новых сенсоров и датчиков для расширения функциональных возможностей;
- оптимизацию энергетической эффективности и улучшение системы питания.

Таким образом, представленный многофункциональный автономный беспилотный наземный аппарат на гусеничном ходу обладает значительным потенциалом для использования в различных областях, что делает его перспективным направлением для дальнейших исследований и разработок.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Доля А.В., Калкабек А. М. Анализ мирового опыта и тенденции развития робототехнических комплексов военного и специального назначения // Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Сборник тезисов и докладов XIII-ой Международной научно-практической конференции. 07 октября 2022 г. – Кокшетау: АГЗ им. М. Габдуллина МЧС РК, 2022. – С. 195-200.

2 Доля А.В., Сейсенгалиев С.А., Қалкабек А.М. Информационно-аналитический каталог по наземным робототехническим комплексам военного и специального назначения. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 47187 от 10 июня 2024 года.

3 Патент 2473863 Российская Федерация, МПК F41H 7/00, F42B 12/00, F41C 27/06, H04N 5/222, H04R 1/00, H04B 11/00. Дистанционно управляемый мобильный робот, видекамера мобильного робота, звукоприемная система самонаведения мобильного робота, сферическая граната / Семенов Д.К.; заявитель и патентообладатель Семенов Д.К. – № 2011133887/11; заявл. 12.08.2011; опубл. 27.01.2013, Бюл. № 3. – 30 с.

4 Патент 2364500 Российская Федерация, МПК B25J 5/00. Мобильный робототехнический комплекс / Лебедев В.В., Эльстин В.И., Яковлев С.Ф., Медвецкий С.В., Космачев П.В., Кудряшов В.Б., Дементей В.П., Галин В.С.;

заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Ковровский электромеханический завод» (ОАО «КЭМЗ»). – № 2007140387/02; заявл. 31.10.2007; опубл. 20.08.2009, Бюл. № 23. – 10 с.

5 Патент 2548207 Российская Федерация, МПК F41H 7/00. Робототехнический комплекс разведки и огневой поддержки / Громов В.В., Зарубин В.А., Липсман Д.Л., Мосалёв С.М., Рыбкин И.С., Сеницын Д.И., Фуфаев Д.А., Хитров В.А.; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Завод им. В.А. Дегтярева». – № 2013153431/11; заявл. 02.12.2013; опубл. 20.04.2015, Бюл. № 11. – 12 с.

6 Доля А.В., Исламгожаев Т.У., Бельгибеков Р.Ж. Анализ полезных нагрузок многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата // Научно-образовательный журнал НУО «Вестник» («Хабаршысы»). - 2022. - №3 (сентябрь) (94). - С. 233-240.

7 Доля А.В. Особенности создания роботизированных средств поиска, обезвреживания и транспортировки взрывоопасных предметов // «Армия Казахстана – гарант военной безопасности государства» / Сборник материалов военно-научной конференции – Астана: Национальный университет обороны имени Первого Президента Республики Казахстан – Елбасы, 2023. – С. 205-213.

8 Доля А.В., Бердибеков А.Т. К вопросу создания и применения дистанционно управляемого гиросtabilизированного боевого модуля для роботизированного комплекса // Научно-образовательный журнал НУО «Вестник» («Хабаршысы»). - 2024. - №1 (март) (100). - С. 143-148.

9 Доля А.В., Қалкабек А., Сеньковский А.Е. Автоматическая система управления многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата (Автопилот). Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом № 44872 от 19 апреля 2024 года.

10 Патент на полезную модель № 9124 Республика Казахстан, 2024/0184.2. Многофункциональный автономный беспилотный наземный аппарат на гусеничном ходу / Товарищество с ограниченной ответственностью «Research & Development центр «Казахстан инжиниринг», патентообладатель. – № 9124; заявл. 12.02.2024; опубл. 17.05.2024, Бюл. №20 НИИС РК. – 6 с.

## РАЗРАБОТКА И ИНТЕГРАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ГИРОСТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫХ БОЕВЫХ МОДУЛЕЙ

*ДОЛЯ А.В., майор, докторант*

*КОЛУМБЕТОВ Б.Д., подполковник, магистр*

*БЕРДИБЕКОВ А.Т., полковник запаса, PhD, ассоциированный профессор*

*Национальный университет обороны Республики Казахстан,  
г. Астана, Республика Казахстан*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются аспекты разработки и интеграции программного обеспечения для гиростабилизированных дистанционно управляемых боевых модулей. Особое внимание уделяется ключевым аспектам проектирования и внедрения систем управления и стабилизации, что способствует повышению эффективности и точности этих высокотехнологичных систем.

Научная статья опубликована в рамках выполнения научной программы программно-целевого финансирования на 2023-2025 годы ИРН BR218013/0223 «Разработка и создание отечественного дистанционно управляемого гиростабилизированного боевого модуля для роботизированных комплексов» (исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан).

**Ключевые слова:** дистанционно управляемый боевой модуль, гиростабилизация, роботизированный комплекс, вооружение и военная техника.

**Андатпа.** Бұл мақалада гиростабилизацияланған қашықтан басқарылатын жауынгерлік модульдерге арналған бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу және біріктіру аспектілері қарастырылады. Осы жоғары технологиялық жүйелердің тиімділігі мен дәлдігін арттыруға ықпал ететін басқару және тұрақтандыру жүйелерін жобалау мен енгізудің негізгі аспектілеріне ерекше назар аударылады.

Ғылыми мақала ЖТН BR218013/0223 «Роботтандырылған кешендер үшін отандық қашықтан басқарылатын гиростабилизацияланған жауынгерлік модульді әзірлеу және құру» 2023-2025 жылдарға арналған бағдарламалық-мақсатты қаржыландырудың ғылыми бағдарламасын орындау шеңберінде жарияланды (зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады).

**Тірек сөздер:** қашықтан басқарылатын жауынгерлік модуль, гиростабилизация, роботтық кешен, қару-жарақ және әскери техника.

**Введение.** В современном мире бурного технологического прогресса и повышения требований к эффективности и безопасности военных операций

значительно возрос интерес к разработке дистанционно управляемых боевых модулей (далее – ДУБМ). Эти системы представляют собой сложные технологические устройства, которые позволяют вести боевые действия на значительном удалении от оператора, минимизируя риск для живой силы и повышая точность ведения огня [1].

Основной целью данной статьи является изучение и анализ процессов разработки и интеграции программного обеспечения для гиросtabilизированных ДУБМ. Гироскопическая стабилизация играет ключевую роль в поддержании точности и устойчивости огневых платформ, что критично для выполнения боевых задач в условиях высокой динамики современных военных конфликтов. Системы управления, в свою очередь, обеспечивают эффективное взаимодействие между различными компонентами модуля, включая навигацию, прицеливание и применение вооружения, благодаря чему достигается необходимая синхронизация и оптимизация боевых действий.

Современные ДУБМ используют передовые технологии, включая искусственный интеллект и машинное обучение, для автоматизации процессов принятия решений и адаптации к изменяющимся условиям в реальном времени. Это обеспечивает значительное преимущество на поле боя, где скорость реакции и адаптивность системы могут стать решающими факторами [2].

В данной статье рассматриваются аспекты разработки и интеграции программного обеспечения для гиросtabilизированных систем в дистанционно управляемых боевых модулях. Статья направлена на понимание ключевых аспектов проектирования и применения современных гиросtabilизированных дистанционно управляемых боевых систем, что может способствовать дальнейшему развитию данной области военной техники.

**История.** Развитие ДУБМ тесно связано с историей военных технологий, начиная с первых механизированных систем и заканчивая современными высокотехнологичными решениями. Исторический обзор этих систем помогает лучше понять текущие тенденции и предпосылки интеграции систем управления и гироскопической стабилизации.

Первые эксперименты с дистанционно управляемыми механизмами в военной сфере начались ещё во времена Первой мировой войны, когда использовались простейшие радиоуправляемые лодки с взрывчаткой. Однако технологии того времени не позволяли полностью реализовать потенциал таких систем. Во время Второй мировой войны были предприняты следующие шаги, например, создание радиоуправляемых танков и самолетов для выполнения опасных миссий, таких как доставка взрывчатки или разведывательные операции.

С развитием электроники и компьютерных технологий во время Холодной войны возросли возможности дистанционного управления и точности систем. В 1970-х и 1980-х годах были разработаны первые дистанционно управляемые роботизированные системы, которые могли выполнять как разведывательные, так и боевые функции с большей автономией и эффективностью.

В 1990-е и 2000-е годы, с ростом информационных технологий, ДУБМ получили новый импульс. Улучшение алгоритмов управления, внедрение GPS-навигации и значительное развитие сенсорных технологий позволили создать системы, способные действовать в высокодинамичных и сложных условиях. Гироскопическая стабилизация, использованная в авиации для повышения точности и устойчивости полета, начала адаптироваться для управления вооружением на мобильных платформах [3, 4].

Сегодня дистанционно управляемые боевые модули являются интегральной частью вооруженных сил многих стран. Эти системы обладают высокой степенью автономии, могут выполнять множество задач - от разведки и патрулирования до прямого участия в боевых действиях. Интеграция систем управления и гироскопической стабилизации, а также разработка соответствующего программного обеспечения сыграли ключевую роль в повышении их эффективности, точности и надежности.

Таким образом, исторический анализ показывает, что развитие ДУБМ было постепенным и результатом эволюции множества военных, технологических и научных достижений. Это развитие не только повысило эффективность военных операций, но и способствовало уменьшению рисков для жизни военнослужащих. Интеграция программного обеспечения для управления и гироскопической стабилизации в ДУБМ представляет собой следующий шаг в эволюции этих систем, обеспечивая более высокую точность и надежность в боевых условиях.

**Основная часть.** В современных ДУБМ программное обеспечение выступает в роли мозга системы, координируя и контролируя все подсистемы для обеспечения целостности, точности и надёжности операций. Программное обеспечение не только выполняет функцию управления в реальном времени, но и анализирует данные с множества датчиков, таких как камеры, лазерные дальномеры и системы позиционирования, чтобы создать подробную картину оперативной обстановки, выполняя следующие ключевые задачи [5]:

- программное обеспечение служит центральным узлом, обеспечивающим бесперебойную и точную координацию между разнообразными компонентами модуля. Оно отвечает за реально-временную коммуникацию, обработку данных и принятие решений, что позволяет быстро и эффективно реагировать на динамичные ситуации на поле боя и гарантирует синхронизацию всех систем, увеличивая тем самым общую эффективность использования ресурсов;

- программное обеспечение объединяет и анализирует информацию, поступающую от различных источников, включая камеры и другие датчики. Это обеспечивает операторам полную картину текущей оперативной обстановки, позволяя принимать обоснованные решения и точно идентифицировать цели, минимизируя тем самым возможные потери;

- программное обеспечение разрабатывается с возможностью его последующего обновления, расширения или переконфигурации для внедрения новых функций и технологий, что позволяет адаптироваться к меняющимся условиям и требованиям операционной среды;

– алгоритмы программного обеспечения настроены для управления механизмами прицеливания, сопровождения и стрельбы, учитывая множество переменных, таких как окружающая среда, движение цели и технические характеристики вооружения. Это не только повышает эффективность стрельбы, но и помогает минимизировать риски, связанные с возможными ошибками во время боевых действий.

Разработка такого программного обеспечения включает создание сложных программ, которые обеспечивают взаимодействие элементов модуля, обработку данных, принятие решений и координацию действий. При этом в процессе интеграции программного обеспечения в боевые модули необходимо учитывать несколько ключевых факторов [6]:

– необходимо учитывать пользовательский интерфейс (UI) и взаимодействие с пользователем (UX). Важно разрабатывать интуитивно понятные интерфейсы, которые позволяют операторам эффективно взаимодействовать с системой управления, предоставляя им легкий доступ к критически важной информации и контрольным механизмам;

– особое внимание уделяется разработке программного обеспечения, которое гарантирует надежную и безопасную связь между управляющей станцией и боевым модулем. Это включает выбор подходящих протоколов и методов шифрования для защиты от несанкционированного доступа;

– программное обеспечение должно быть способно эффективно собирать и анализировать данные из разнообразных источников для обеспечения точности и своевременности принятия решений;

– внедрение функций, позволяющих дистанционно управлять боевыми операциями и при этом сохранять высокий уровень автономности и надежности системы;

– обеспечение надежности программного обеспечения с помощью резервирования, отказоустойчивости и резервного копирования системы имеет важное значение для критически важных операций, особенно в боевых действиях, где сбой системы может иметь серьезные последствия;

– совместимость с существующей военной инфраструктурой и системами имеет решающее значение для плавной интеграции и взаимодействия, обеспечивая скоординированные операции на различных платформах.

Таким образом, разработка программного обеспечения для управления дистанционно управляемыми боевыми модулями является сложным и многогранным процессом, требующим междисциплинарного подхода и строгого соблюдения стандартов безопасности и эффективности.

Для разработки архитектуры программного обеспечения ДУБМ, необходимо определить предполагаемые функции и задачи, которые будут внедрены:

- идентификация и поиск целей при различных условиях освещения;
- слежение за обнаруженными целями;

- формирование рекомендаций для стрельбы, включая выбор оружия, на основе скорости движения модуля, характеристик движения цели и метеорологических условий;
- гироскопическая стабилизация модуля;
- управление стрельбой с использованием доступного вооружения;
- коррекция огня в случае промаха;
- перезарядка оружия;
- учет оставшихся и израсходованных боеприпасов.

Дополнительно, система управления может осуществлять следующие режимы работы:

- *ручной режим* позволяет оператору непосредственно управлять оружием, прицеливаться и стрелять, контролируя оружие и его движение в реальном времени;

- *автоматический режим* предоставляет возможность автоматической стрельбы по заданным параметрам;

- *режим самотестирования* проверяет системы модуля на функциональность и готовность;

- *режим наведения* по заданным координатам автоматически направляет оружие на цель, заданную оператором, и готовит его к стрельбе;

- *режим слежения за целью* позволяет автономно отслеживать движение захваченной цели, автоматически корректируя направление оружия;

- *безопасный режим* блокирует вооружение для предотвращения случайного использования;

- *режим разведки или наблюдения* использует датчики модуля для мониторинга обстановки без активации вооружения;

- *режим сна/ожидания* снижает потребление энергии, переводя модуль в режим низкого энергопотребления, с возможностью быстрого перехода в активное состояние.

Кроме того, необходимо программное обеспечение, которое обеспечивает стабилизацию дистанционно управляемого боевого модуля. В условиях боевых действий, где вооружение играет критическую роль, модуль должен поддерживать устойчивость при стрельбе, что особенно важно при атаке движущихся целей или во время движения самого модуля [7].

В целом, процесс разработки программного обеспечения (выполненном на языке C/C++) может состоять из следующих этапов:

- написание программного кода на языке программирования в интегрированной среде разработки (IDE);

- отладка и тестирование кода;

- компиляция программы в машинный код;

- загрузка прошивки в микроконтроллер.

Программное обеспечение должно быть надёжным и обеспечивать предсказуемые (детерминированные) результаты при выполнении. Софт для управления подсистемами дистанционно управляемого боевого модуля, такими как ведение наблюдения, может функционировать автономно. Каждое

устройство должно быть способно управляться, получать данные и передавать данные.

Для представления структуры элементов ДУБМ рассмотрим возможные варианты диаграммы классов разрабатываемого программного обеспечения [8] (рисунки 1 и 2).

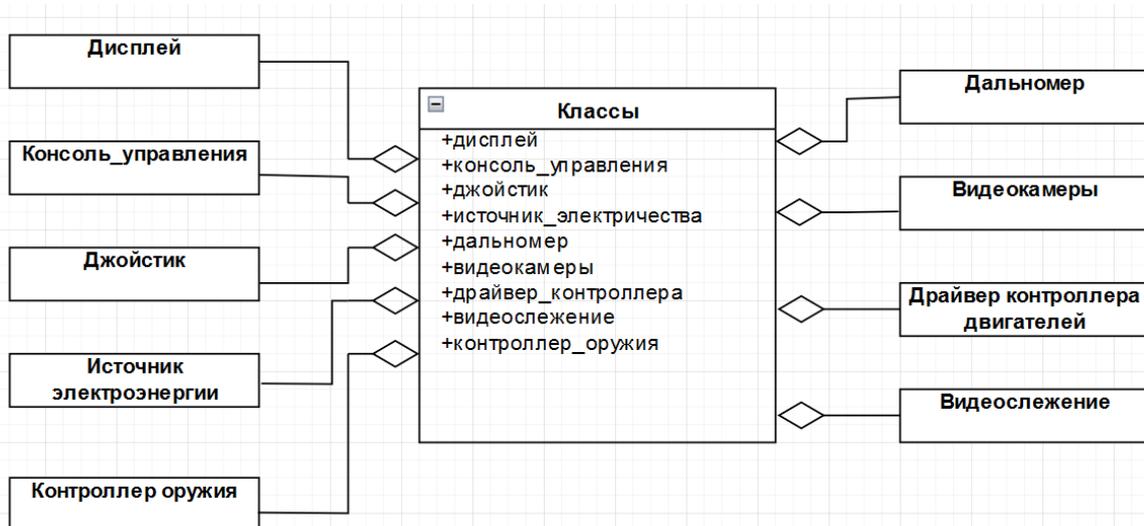


Рисунок 1 – Диаграмма классов, разрабатываемого программного обеспечения для графического интерфейса оператора

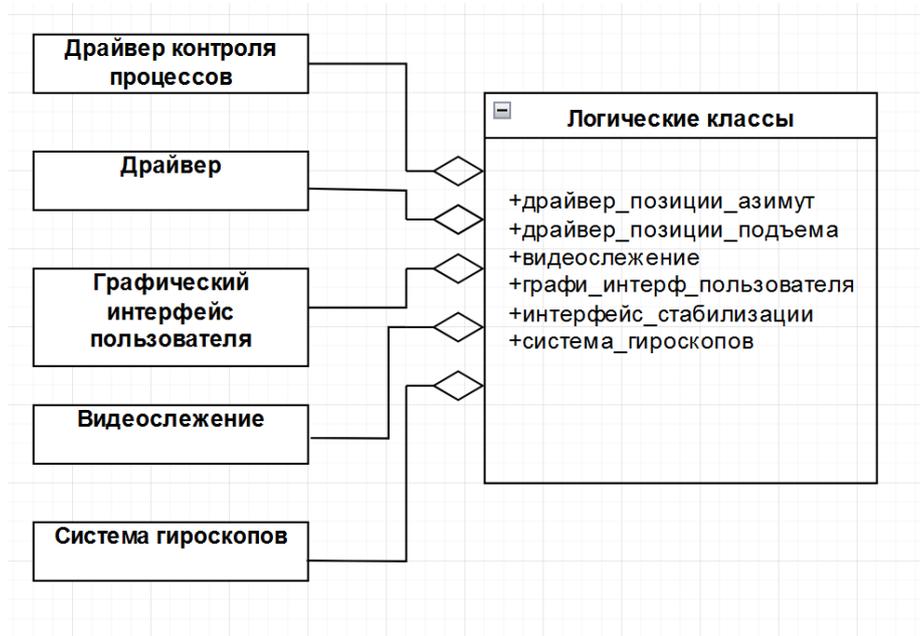


Рисунок 2 – Диаграмма классов, разрабатываемого программного обеспечения для драйверов управления ДУБМ

Предлагаемая конструкция требует, чтобы аппаратные компоненты боевого модуля работали автономно и независимо друг от друга. Это обеспечивает автономность блоков питания, пультов управления, средств отображения информации, контроллеров вооружения и других устройств.

В архитектуре программного обеспечения аппаратные компоненты рассматриваются как независимые объекты со своими собственными классами. Для каждого аппаратного блока в системе управления необходимо разработать сегмент кода, который формирует драйвер оборудования, который остается независимым от других драйверов оборудования.

**В заключении,** разработка и интеграция программного обеспечения для гиросtabilизированных дистанционно управляемых боевых модулей представляет собой сложный, но чрезвычайно важный аспект современных военных технологий. Учитывая постоянно возрастающие требования к точности, надёжности и безопасности военных операций, ключевую роль играет создание специализированного программного обеспечения, способного обеспечить эффективное и точное управление боевыми модулями в различных условиях.

Системы управления боевыми модулями, ориентированные на использование гироскопической стабилизации и адаптивных алгоритмов управления, значительно повышают эффективность использования вооружения и минимизируют риски попадания по неверным целям. Гироскопическая стабилизация не только повышает точность наведения оружия, но и способствует устойчивости модуля даже в экстремальных условиях, таких как движение на высоких скоростях или в условиях интенсивных маневров.

Разработка программного обеспечения, которое интегрируется с этими системами, требует междисциплинарного подхода, объединяющего знания в области программирования, инженерии и операционного управления. Такой подход позволяет создавать адаптивные и модульные системы, способные быстро адаптироваться к изменяющимся тактическим ситуациям и технологическим обновлениям.

Основной целью данной статьи было изучение и анализ процессов разработки и интеграции программного обеспечения для гиросtabilизированных ДУБМ. Гироскопическая стабилизация играет ключевую роль в поддержании точности и устойчивости огневых платформ, что критично для выполнения боевых задач в условиях высокой динамики современных военных конфликтов. Системы управления, в свою очередь, обеспечивают эффективное взаимодействие между различными компонентами модуля, включая навигацию, прицеливание и применение вооружения, благодаря чему достигается необходимая синхронизация и оптимизация боевых действий.

Таким образом, интеграция продвинутых систем управления и гиросtabilизации в ДУБМ является важной задачей, которая требует постоянных исследований и разработок. Поддержание лидерства в этой области обеспечивает значительные преимущества на поле боя и способствует сохранению жизни и здоровья военнослужащих в условиях возможных конфликтов. Интеграция программного обеспечения для управления и гироскопической стабилизации в ДУБМ представляет собой следующий шаг в эволюции этих систем, обеспечивая более высокую точность и надёжность в боевых условиях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Borenstein J., Ruppin E. Autonomous Robots Are on the Battlefield // What Could Possibly Go Wrong. *Frontiers in Robotics and AI*. – 2019. – № 6. – P.70.
- 2 Sparrow R. Killer robots // *Journal of Applied Philosophy*. – 2007. – Vol. 24, No.1. – P. 62-77.
- 3 Arkin R. C. Lethal autonomous systems and the plight of the non-combatant // *ICRC*. – 2015. – No. 4. – P.171-173.
- 4 Cummings M. L., Bruni S. Military applications of unmanned systems // *Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems*. – 2019. – No.2. – P.263-283.
- 5 Л.В. Московченко, Н.П. Кузин, А.С. Власов. «Дистанционно управляемые боевые модули. Зарубежная и российская практика». – URL: <https://2009-2020.oborona.ru/includes/periodics/defense/2012/0723/16138777/print.shtml> (дата обращения 2024-06-25).
- 6 Zakłady Mechaniczne Tarnów S.A., «Remote Controlled Weapon Stations - Fire Control System Software for Remote Controlled Weapon Stations: History, State of the Art and Opportunities for Future Development» // *Problems of mechatronics armament, aviation, safety engineering*, 2020. – pp.95-110, doi 10.5604/01.3001.0014.1996.
- 7 Mary Ann E. Telen and Sherwin A. Guirnaldo, «Design Study of Gyro-stabilized, Remote-controlled Weapon Station» // *Mindanao Journal of Science and Technology*, 2017, pp. 103-112.
- 8 Zakłady Mechaniczne Tarnów S.A., «Remote Controlled Weapon Stations - Fire Control System Software for Remote Controlled Weapon Stations: History, State of the Art and Opportunities for Future Development» // *Problems of mechatronics armament, aviation, safety engineering*, 2020. – pp.95-110, doi 10.5604/01.3001.0014.1996.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В АКАДЕМИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГВАРДИИ НА ПРИМЕРЕ СТРЕЛКОВЫХ ТРЕНАЖЁРОВ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ

**ЩЕРБАКОВ А.В.**, *подполковник*

*Академия Национальной Гвардии,  
г. Петропавловск, Республика Казахстан*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается роль специального робототехнического комплекса на примере интерактивного тира «ВЕГА» в процессе подготовки курсантов Академии, обсуждаются вопросы его функциональных возможностей в зависимости от решаемых задач, описана основная тематика обучения. Раскрыты достоинства применения данных тренажеров, приведены сравнительных характеристики, доказывающие необходимость использования данного метода обучения среди курсантов.

### **Ключевые слова:**

Обучение, новые технологии, робототехнический комплекс, интерактивный тир, тренажер.

Основными требованиями к военнослужащим войск Национальной гвардии Республики Казахстан является их высокий профессионализм при выполнении обязанностей, который предполагает способность воина выполнять предписанные функции качественно и в срок в самых разнообразных экстремальных ситуациях своей профессиональной деятельности. Практика применения стрелкового оружия при охране общественного порядка, а также в выполнении служебно-боевых предъявляет повышенные требования к огневой выучке военнослужащих войск национальной гвардии Республики Казахстан. Огневая подготовка военнослужащих является неотъемлемой составляющей их профессиональной подготовленности. Важную роль в огневой выучке офицеров войск национальной гвардии Республики Казахстан играют военно-учебные заведения. Имеющая система подготовки курсантов в учебных заведениях войск национальной гвардии Республики Казахстан в полной мере учитывает этот факт и, более того, адекватно реагирует на события, происходящий в изменении объема и сложности выполнения служебно-боевых задач. Происходит внедрение новых информационных технологий, компьютерной техники, электронных стрелковых тренажеров в образовательный процесс. Вследствие этого, процесс совершенствования современных технологий обучения в процессе изучения огневой подготовки курсантов военного вуза с использованием электронно-интерактивных стрелковых тренажеров в войсках национальной гвардии

Республики Казахстан приобретает актуальное значение. Анализ научной и учебно-методической литературы по проблеме обучения с использованием электронно-интерактивных стрелковых тренажеров позволяет заключить, что актуальность совершенствования огневой подготовки курсантов определяется требованиями служебной деятельности войск национальной гвардии Республики Казахстан в современных условиях.

В Академии национальной гвардии Республики Казахстан активно используются 2 современных робототехнических комплекса (интерактивные тренажёры «ВЕГА-К»), предназначены для индивидуальной и групповой стрелковой подготовки личного состава без расхода боеприпасов.

Оборудование тренажеров предоставлено по программе: «Глобальная ядерная безопасность в рамках технической помощи Агентства Министерства обороны США по уменьшению угрозы». Оборудование поставлено и установлено компанией «Юрс Федерал Сервис Интернешнл, Инк» США в феврале 2019 года.

Большой интерес к электронным тренажёрам объясняется тем, что при использовании в учебном процессе значительно возрастает эффективность обучения, сокращаются сроки обучения, обеспечивается, в первую очередь, безопасность. В данных тренажёрах боеприпасы не нужны, выбросы химических продуктов сгорания пороха и загрязнения окружающей среды нет, следовательно, решается проблема экологии.

Данный тренажёр исключает хищение боевого оружия и боеприпасов.

Использование учебного стрелкового электронного тренажёра «ВЕГА-К» предоставляет следующие преимущества:

1. Экономия ГСМ на общую сумму свыше 1 млн. тенге ежегодно.
2. Экономия боеприпасов на общую сумму свыше 17 млн. тенге в год.
3. Экономия амортизационных расходов (на ремонт, обслуживание) реальной техники.
4. Изменение тактической обстановки местности, согласно Курса стрельб (мишенная обстановка, движущиеся объекты и их активность).
5. Воспроизведение и показ действий военнослужащего, распечатка результатов и ошибок, допущенных им при выполнении упражнений стрельб после проведения занятий для детализированного подведения итогов.

Тренажеры предназначены для обучения и тренировки военнослужащих в обстановке, приближенной к современному бою, с целью формирования и поддержания у них устойчивых навыков обнаружения и идентификации целей, определения характеристик целей, прицеливания, определения момента выстрела, производства стрельбы как одиночными выстрелами так и очередью, оценки результатов стрельбы без расхода боеприпасов и технического ресурса боевых средств, в условиях учебного класса.



Работа на тренажёрах формирует и совершенствует навыки ведения разведки поля боя в условиях, близких к условиям современного общевойскового боя, в том числе в условиях пыли дымовых помех.

Отрабатываются навыки стрельбы различными видами боеприпасов по статическим и динамическим целям, а также в различных условиях.

Комплектация тренажеров позволяет вести разведку поля боя в различных условиях оптической видимости, определять дальности до ориентиров и целей по дальномерной шкале прицела.

Обнаруживать цели и их идентифицировать по характерным признакам.

Определять параметры движения целей.

Определять приоритетности целей для обстрела по степени опасности.

Тренировать прицеливанию по различным целям на фоне ландшафта местности в различных условиях.

Выполнять действия по подготовке к стрельбе, выбирать цели, прицеливается, стрелять, наблюдать и оценивать результаты стрельбы.

Формировать у курсантов умения оценивать результаты стрельбы и принимать решения на повторный обстрел цели.

Выполнять упражнения стрельб на различных типах местности (среднепересеченной, пустынной, горной) в различных погодных условиях, днем и ночью, зимой и летом.

Функциональными являются все органы управления тренажеров, которые через электронный блок сопряжения связаны с сервером систем тренажеров.

Характеристики механических прицелов (целик, мушка), полностью адекватны реальным прицелам.

Боевые свойства такие как максимальная дальность стрельбы, скорострельность комплекса при стрельбе на максимальную дальность без переноса огня, темпы стрельбы, соответствуют боевым образцам оружия.

По выбору руководителя занятий система визуализации отображает сцену в дневных условиях и ночью.

Отображение трехмерных объектов на фоне ландшафта участка местности – местных предметов (строений, вышек, деревьев, сооружений), целей - открыто расположенных групп пехоты.

Реализовано отображение визуальных погодных эффектов различной интенсивности – тумана, дождя, снега, облачности, ветра.

Реализовано отображение визуальных эффектов при поражении цели (и при промахе), адекватность аудио эффектов выстрела.

Обеспечено соответствие угловых размеров, формы, цвета, контрастности местных предметов, растительности, целей реальным объектам прицеливания.

Трехмерные объекты имеют степень детализации, достаточную для идентификации (распознавания) с использованием приборов наблюдения и прицеливания.

Цели перемещаются по маршрутам участка местности со скоростью, соответствующей условиям местности и характеристикам моделируемых целей.

В соответствии с предназначением тренажер позволяет:

использовать мобильные (без дополнительных соединений) имитаторы оружия, соответствующие массогабаритным характеристикам боевого оружия;

производить смену магазинов и их зарядание сжатым воздухом с помощью комплекта заправочных средств;

имитировать отдачу от выстрела; имитировать ведение огня с механическими и оптическими прицельными приспособлениями в соответствии со штатным предназначением;

отображать характер нажатия на спусковой крючок;

отображать угол сваливания оружия;

имитировать звуки выстрелов различных видов оружия, а также звуки подрывов снарядов и гранат;

моделировать баллистику с учетом характеристик рассеивания и метеорологических условий;

проводить тренировки в следующих режимах: «Стрелковая полоса», «3D графический макет фоноцелевой обстановки».

Учебные стрелковые электронные тренажёры имеют следующие возможности по обучению и тренировке военнослужащих:

Формирование и совершенствование у навыков ведения визуальной разведки поля боя в условиях, близких к условиям современного общевойскового боя. Формирование и поддержание навыков стрельбы по статическим и динамическим целям, в различных условиях.

Обнаружение целей и их идентификация по характерным признакам. Определение параметров движения целей. Определение приоритетности целей для обстрела по степени опасности.

Тренировка прицеливанию по различным целям на фоне ландшафта местности в различных условиях.

Выполнение действий по подготовке, стреляющих к стрельбе, выбору цели, прицеливанию, выстрелу, наблюдению за результатами стрельбы и оценке результатов стрельбы.

Формирование умения оценивать результаты стрельбы и принятия решения на повторный обстрел цели.

Выполнение упражнений стрельб на различных типах местности (среднепересеченной, пустынной, горной) в различных погодных условиях, днем и ночью, зимой и летом.

Выполнение упражнений в соответствии с Курсом стрельб.

Возможности рабочего места руководителя по управлению тренировками.

Выбор участка местности для выполнения стрельбы.

Выбор условий выполнения стрельбы (время суток (день/ночь), время года (зима/лето), метеоусловия).

Выбор стандартного или создание нового упражнения стрельб.

Редактирование и хранение в библиотеке тренажера различных вариантов огневых упражнений.

Показ динамической сцены с статическими и динамическими целями.

Показ факта поражения/промаха цели и параметров промаха.

Автоматизированное формирование оценки за выполнение упражнений в соответствии с Курсом стрельб, вывод оценки обучаемых на печать.

Документирование результатов тренировки.

На экране видеомонитора руководителя занятий отображаются:

- трехмерная сцена участка местности с внешней камерой;
- текущее состояние органов управления;
- план участка местности с текущим положением целей;
- количество и типы пораженных целей;
- общее время, затраченное на выполнение упражнения.

В ходе эксплуатации тренажеров, согласно приложению 5 курса стрельб, успешно реализуется функция разработки подготовительных упражнения стрельб, предназначенных для обучения изготовке и стрельбе различными способами из оружия.

Подготовительные упражнения стрельб разрабатываются в подразделениях (в ВУЗах – на кафедрах, циклах) на период обучения (семестр) и уточняются на каждый месяц с учетом содержания упражнений контрольных стрельб и сроков их отработки, определяемых планом и программой боевой подготовки части (программой подготовки курсантов), состояния учебно-материальной базы и уровня подготовки личного состава подразделения (курса).

Подготовительные упражнения, разрабатываемые в учебных подразделениях для курсантов и в подразделениях для солдат первого периода службы, включают решение одной-двух огневых задач, а в подразделениях для солдат второго периода службы – в объеме применительно к условиям упражнений учебных (контрольных) стрельб и выполняются стрельбой по целям одиночными выстрелами (винтовочным патроном). При уменьшении дальностей пропорционально уменьшаются и размеры целей.

В условия всех разрабатываемых упражнений включаются: назначение упражнений, количество и характер целей, время их показа, порядок освещения и имитации их огня, направление и скорость движения целей, дальности до целей, положения для стрельбы, количество боеприпасов, время на выполнение упражнения стрельбы, оценка и особенности его выполнения.

Вариант выполнения упражнения учебных стрельб для часового с поста по охране ВГО.

Группа террористов в количестве 20 человек совершила террористический акт на ВГО, который охраняется Национальной гвардией Республики Казахстан.

Время – 02.15 часов, воспользовавшись захватом транспортным средством, группа вооружённых преступников осуществила прорыв через автотранспортное КПП, протаранив ограждение и ворвалась на территорию ВГО.

Группа террористов вооружена стрелковым оружием с целью уничтожения реактора и захвата боевого оружия личного состава караула.

Часовой поста подал сигнал «Марс-4» и Резервная группа караула во главе с Начальником караула и экипажем БТР-80 в количестве 5 человек выдвинулась для отражения нападения.

Прибывший на усиления караульный резервной группы вместе с часовым отразили нападения вооруженных преступников.

Система оценки реализована в соответствии с выполняемым упражнением (требованиями Курса стрельб НГ РК). Кроме того, есть возможность внесения оценочных ведомостей, выгрузки результатов на флеш-носители (зарегистрированные) и распечатки на принтере. При этом оценка результатов стрельбы производится программным обеспечением без вмешательства оператора, согласно условиям выполняемых упражнений, внесенных в базу данных. Специальное программное обеспечение сертифицировано на соответствие требованиям законодательства Республики Казахстан.

Эксплуатация и учёт работы тренажёров организован согласно телеграмме НР. 778 от 28.11.2018 года,

Использование новых современных технологий позволяет преподавателю рационально использовать время занятия, соблюдать принцип «учить тому, что необходимо в реальной служебно-боевой деятельности» военнослужащего-профессионала войск национальной гвардии Республики Казахстан.

Необходимо создавать предпосылки для постоянного совершенствования форм и методов огневой подготовки из стрелкового оружия и ее эффективного проведения среди военнослужащих. Система подготовки к ведению огня из стрелкового оружия способствует высокой эффективности действий военнослужащих при выполнении ими боевых задач в современных условиях.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1 Техническое описание (УСЭТ) «ВЕГА-К». – г. Кронштадт 2018 год.

2 Гончаров С.В., Современные стрелковые тренажёры и их комплексное применение в процессе огневой подготовки курсантов военных ВУЗов// Мир образования-образование в мире. – 2016. №3 (63). – С. 193-198.

3 Курс стрельб из стрелкового (пневматического, гладкоствольного) оружия, гранатометов и вооружения боевых машин Национальной гвардии Республики Казахстан приказ № 470 от: 23.12.2016 (Приложение 5).

## TO THE ISSUE OF INTEGRATION OF TECHNICAL MEANS IN BORDER SECURITY

**ABAYEV A.A.**, *deputy chief of the department, colonel*  
**JUZBAYEVA G.A.**, *master of social sciences, lieutenant-colonel*

*Border Service Academy of the NSC of RK, Almaty*

**Abstract.** This paper views the history of radar and searchlight weapons. Their interfaces with each other in the service of border protection. According to the results, it was concluded that it is necessary to integrate technical means in border security by joint using them in the structural units of the Border Guard Service.

**Keywords.** Border Service, border detail, border, technical means, integration, efficiency.

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются история развития радиолокационного и прожекторного вооружения. Их сопряжения между собой в несение службы по охране границы. По результатам был сделан вывод, о том, что необходима интеграция технических средств охраны границы путем совместного применения в структурных подразделениях Пограничной службы.

**Ключевые слова:** пограничная служба, пограничный наряд, граница, техническое средство, интегрирование, эффективность.

**Андатпа.** Бұл мақалада радиолокациялық және прожекторлық қарулардың даму тарихы талқыланады. Олардың шекара қорғау қызметінде бір-бірімен жұптасуы. Қорытындылар бойынша Шекара қызметінің құрылымдық бөлімшелерінде бірлесіп пайдалану арқылы шекараны қорғаудың техникалық құралдарын біріктіру қажет деген қорытынды жасалды.

**Түйін сөздер:** шекара қызметі, шекара наряды, шекара, техникалық құралдар, интеграция, тиімділік.

The terrain, climatic and meteorological conditions of the State border require the use of various types of equipment to solve the tasks of border protection.

The emergence of searchlight stations is linked to the discovery of the voltaic arc by Russian scientist V.V.Petrov. This light source is still used in lighting equipment. Practical development and application of arc lamps in anti-aircraft searchlights was first realized by the American company «Sperry» during the World War I. In this case, the arc lamps of searchlights used coals of high burning intensity developed in 1910 by German scientist N. Beck.

In 1937 for the defense of the most important administrative and industrial centers of the country were formed air defense corps (hereinafter - air defense) (Moscow,

Leningrad, Baku) and divisions of air defense (Kiev), which included searchlight regiments. In total, by the beginning of the Great Patriotic War, there were about 1500 searchlights in the air defense forces.

The experience of using anti-aircraft searchlights to influence the ground enemy was very successful, exceeding all expectations. Therefore, since 1945, anti-aircraft searchlight installations 3-20 and RP-15 have been widely used in the protection of the State border. In 1967, the APM-90 searchlight station (hereinafter - PRS) entered service with the border troops, in 1980 the B-200-4P searchlight station and the B-200-4S searchlight unit, and in 2016 the DN 1-750 "Cyclone".

In 1922 in the United States of America, the discovery of "reflection of radio waves" is attributed to Fritz Taylor and James Jung.

On February 26, 1935, Scottish physicist Robert Watson-Watt demonstrated the purpose of radar detection of airborne objects, and a year later received the first patent for the invention of such a system.

In the Soviet Union, the realization of the need for means of detecting aircraft, free from the disadvantages of sound and optical surveillance, also led to the unfolding of research in the field of radar. The idea proposed by the young artilleryman Pavel Konstantinovich Oschepkov received the approval of the high command: the USSR Commissar of Defense K.E. Voroshilov and his deputy – M.N. Tukhachevsky.

In 1932, the Leningrad Electrophysical Institute was established on the basis of the Leningrad Institute of Physics and Technology under the direction of A.A. Chernyshev, where research and development work on radiolocation was carried out.

In 1935, the Leningrad Electrophysical Institute was disbanded, and on its basis was organized a "closed" institute NII-9 with a defense theme, including radar. M.A. Bonch-Bruyevich became its scientific director. Works on radarization were also started at the UFTI in Kharkov. By the beginning of the war the efforts of scientists and engineers of the Leningrad Electrophysical Institute, NII-9 and other organizations created experimental ground radar stations.

On January 3, 1934, the USSR successfully conducted an experiment on aircraft detection by radar method. An airplane flying at a height of 150 meters was detected at a range of 600 meters from the radar installation. The experiment was organized by representatives of the Leningrad Institute of Electrical Engineering and the Central Radiolaboratory. In 1934 Marshal M.N. Tukhachevsky wrote in a letter to the government of the USSR: "The experiments on detection of airplanes with the help of electromagnetic beam confirmed the correctness of the principle underlying it".

In 1936, a centimeter radar station "Burya" was created, which detected aircraft at a distance of 10 kilometers.

In September 1939, the radar station "Reven" (RUS-1) was applied in service. Its emitting power was 150-200 W, wavelength 3.7 m, maximum range of aircraft detection up to 50 km. In July 1940, a new radar "Raduga" (RUS-2) with a detection range of up to 150 km was adopted by the air defense forces.

Since 1966, the Frontier Troops began to receive radar stations, which in subsequent years improved in tactical and technical characteristics. New ways and

methods of their application were developed, based on the tasks at hand, as well as physical and geographical conditions.

In 1966 "Rise", 1973 "Credo", in 1976 "Farah" and in 2013 PGSR-2i "Beagle".

According to the guiding documents, radars and mobile radars are used both separately and together in border protection depending on the physiographic conditions.

Radars were used with searchlights such as APM-90, B-200, new types of radar searchlight and searchlight post outfits appeared.

*The searchlight post (SP)* performs the service for protection of the State border by visual observation of the terrain, water (ice) surface in the searchlight beam. Lighting is performed according to the schedule or at the call of border guards, border patrol ships (boats), helicopter crews. In the intervals between the beam delivery, the post observes the protected area with the help of night vision devices.

Searchlight posts in accordance with the application are of the following types: fixed and mobile.

Searchlight station (SS) is switched on:

- in accordance with the schedule;
- in accordance with the situation;
- by call of border guards (request).

*“In accordance with the schedule”* the SS is switched on and off in accordance with the special schedule worked out by the chief of a border post,

*“In accordance with the situation”* the SS is switched on in order to recognize targets detected by radar station (night vision devices, thermal imager).

*“By call of border guards (request)”* the SS is turned on by the call of border details, border ship (boat), helicopter (airplane) crew.

#### *Methods of lightening the terrain*

When performing border protection tasks, the SP uses different ways of lighting the terrain:

- normal;
- high intense;
- task;
- combined.

«*Normal*» consists in lighting the sector of the border for security according to a schedule worked out by the border guard detachment or the chief of the border post.

This schedule shall specify:

- beams delivery time;
- beams delivery duration.

«*High intense lighting*» is to increase the duration and shorten the intervals between beams.

It is used while indicating a possible border violation, by alarming signalization devices or detecting a border violation. High intense lighting can be realized by a moving beam or by setting up a light curtain.

«*Task lighting*» is to send a beam in accordance with the information sent by cooperating border details, technical means, alarming signalization devices, in order to lighten a target detected by other technical means and cooperating border details.

In this case, the SS is in constant readiness to be activated and delivers the beam after receiving the target designation.

This method of lighting allows masking of the SP position, revealing itself only when it is necessary to act in order to prevent a border violation.

«*Combined lighting*» consists in lighting the terrain by several SS (during border search, border operation, where SS of several border posts, border detachments are involved) according to the agreed between them schedule of beams supply.

In this case, continuous lighting of the terrain by different SS is provided, which allows observation from different positions of the SP.

#### *Types of searches by searchlight beam*

Depending on the situation and the task at hand, the following types of searchlight beam search are used to lighten the SP terrain:

- control search;
- specific data search;
- joint search.

«*Control search*» is done according to the beam schedule. It is divided into two types:

- *the first control search*;
- *the second control search*.

«*The first control search*» is to lighten an assigned section of the border in a given direction, with a beam speed of 30 degrees/min. It is applicable under normal border security and favorable observation conditions.

«*The second control search*» is to lighten the area sector by sector, with a return to 1/3 of the sector viewed for 1 min. It is used for enhanced border protection and unfavorable observation conditions (rough terrain, fog, precipitation). In unfavorable observation conditions, the beam speed can be reduced to 15 degrees/min.

«*Specific data search*» is to transmit a beam according to the data of cooperating means and if the target is not detected, a search is conducted in the sector 60-30 degrees. In the course of the target movement and 30 degrees. in the opposite direction.

«*Joint search*» is carried out jointly with ships, helicopters, other outfits and consists in controlling the searchlight beam according to the data of this outfit, for aiming the beam at detected targets, lightening places of landing of aircrafts, places of landing on the shore.

*Radar post* (RP) the State border protection service is performed by radar observation of the terrain or water (ice) surface. Detected targets are classified, their coordinates are read from the station's scale at set intervals and plotted on a tablet. The post shall determine the course and speed of the target and prepare the necessary data for targeting it by border details, border patrol ships (boats) and helicopter crews. The

target is monitored until it is recognized (apprehended). Radar posts are: fixed and mobile.

However, to date, no guiding document prescribes the ways of application of radar stations and radar and searchlight armament. Based on the analysis of options for the use of radar in border protection, study of technical documentation at the Department of Engineering Borer Supply of the Border Guard Academy of the KNB RK, the following expedient ways of application of radar stations, radar and searchlight armament are proposed.

*Methods of radar surveillance:*

During performing border protection tasks, the radar post uses various methods of radar surveillance (for the PGSR "Beagle" radar station used by the Border Guard Service of the NSC of RK to date):

- sector surveillance (from 6 to 356 degrees);
- circular surveillance.

«Sector surveillance (from 6 to 356 degrees)» is radar surveillance in the assigned border area in a specific sector. It is used when there are indications of a possible border violation, when signaling devices are triggered or when signs of a border violation are detected.

«Circular surveillance» is a circular radar observation over a specific time interval. Circular surveillance is used on border sections in the absence (malfunction) of signaling systems and complexes, on river and lake sections, as well as in case of insufficient density of border guards, in the absence of data on possible border violation.

*Radar and searchlight post (RSP)* the State border protection service is performed by means of radar observation and visual inspection of the terrain (water, ice surface) with the help of observation devices. The searchlight installation is switched on according to the schedule or according to the situation to identify targets detected by radar (night vision devices) or on call (request) of border guards, border patrol ship (boat), helicopter (airplane) crew.

All radar, visual observation and target identification data shall be plotted on a tablet and transmitted in accordance with the established procedure of a duty and to the border post.

*Modes of duty of the radar and searchlight post:*

The RSP utilizes a variety of radar and searchlight surveillance methods in performing border protection tasks:

- normal (scheduled);
- active (enhanced);
- combined (in combination with other means of control and surveillance).

«Normal» radar and searchlight surveillance is used at border sections in the absence of signaling systems and complexes, at river and lake sections, as well as at insufficient density of border guards, in the absence of data on possible border

violation. The searchlight unit is switched on according to the schedule, and the radar station conducts continuous radar surveillance.

«Active» Radar and searchlight surveillance consists of increasing the duration of radar observation, lighting the terrain and reducing the intervals between beams.

It is usually used for the purpose of detection when information is received from other site controls about a border violation.

The searchlight station is used for high intense lightening by moving beams or light curtains, while the radar station is used for sectoral surveillance.

«Complex» is the integrated use of all available technical means of control and surveillance, depending on the terrain and weather conditions (observation device, night vision device, thermal imagers, UAVs with infrared radiation and heat observation, sensors of various types), is used if enhanced radar and searchlight surveillance did not bring results.

Thus, it can be concluded that only by detailing the methods of duty using radar searchlights can the effectiveness of their use in border protection be increased. Radar and searchlight armament remains an important and reliable source of information about the situation in the protected area.

The most promising directions for the development of radar searching equipment tactics can be considered as:

1. The widespread use of mobile radar complexes, especially on long stretches of the State border and unequipped in engineering terms terrain;
2. Remote, integrated use of radar, television surveillance and other means of control with integration of information received on the situation at the protected section of the State border.

## REFERENCE LIST

1. Krivosheev V.A. Effektivnost ohrany gosudarstvennoi granitsy SSSR i osnovnye napravleniya ee povysheniya. – M.: Voenizdat, 1988. – p. 256.
2. Law of the Republic of Kazakhstan on the State Border of the Republic of Kazakhstan 249-V (with amendments of 2014).
3. On the Concept of State Border Protection by the Border Guard Service of the National Security Committee of the Republic of Kazakhstan. – № 169, November 9, 2011.

## К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ БРИГАДНОЙ ТАКТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ К СОВЕРШЕНИЮ МАРША

**АЛИМОВ Т.Б.**, *подполковник, машистрант 1 курса*

*Национальный университет обороны Республики Казахстан, г. Астана, Республика Казахстан*

**Аннотация.** Совершенствование подготовки бригадной тактической группы к маршу в районы, контролируемые незаконными вооружёнными формированиями, становится всё более важным аспектом в современных вооружённых конфликтах. В условиях нестабильности и растущей угрозы со стороны НВФ, личный состав должны быть готовыми к оперативному реагированию на возникающие угрозы.

В последние годы наблюдается увеличение активности НВФ в различных регионах мира. Эти формирования, часто финансируемые и поддерживаемые третьими странами, представляют серьёзную угрозу национальной и международной безопасности. Они используют гибридные методы ведения войны, сочетая традиционные боевые действия с террористическими атаками, что требует от военных сил адаптации и совершенствования своих тактических подходов.

**Ключевые слова:** совершенствование, марш, незаконные вооружённые формирования, бригадная тактическая группа.

**Андатпа.** Бригадалық тактикалық топты заңсыз қарулы құрылымдар бақылайтын аудандарға шеруге дайындауды жетілдіру қазіргі заманғы қарулы қақтығыстарда маңызды аспектке айналуда. Заңсыз қарулы құрылымдар тарапынан тұрақсыздық және өсіп келе жатқан қауіп жағдайында жеке құрам туындайтын қауіп-қатерлерге жедел ден қоюға дайын болуға тиіс.

Соңғы жылдары әлемнің әртүрлі аймақтарында заңсыз қарулы құрылымдар белсенділігінің артуы байқалды. Көбінесе үшінші елдер қаржыландыратын және қолдайтын бұл құрылымдар ұлттық және халықаралық қауіпсіздікке үлкен қауіп төндіреді. Олар дәстүрлі бо қимылдарын Террористік шабуылдармен үйлестіре отырып, соғыс жүргізудің гибридіті әдістерін қолданады, бұл әскери күштерден өздерінің тактикалық тәсілдерін бейімдеуді және жетілдіруді талап етеді.

**Түйінді сөздер:** жетілдіру, шеру, заңсыз қарулы құралымдар, бригадалық тактикалық топ.

Современные боевые действия требуют высокой мобильности и оперативности от военных подразделений. Бригадные тактические группы (БРТГР) должны быть способны быстро перемещаться в зоны конфликта, чтобы предотвратить или минимизировать последствия атак НВФ. Эффективная

подготовка к маршу позволяет не только своевременно реагировать на угрозы, но и опережать действия противника [1].

Обеспечение безопасности личного состава. Одним из приоритетных аспектов является обеспечение безопасности личного состава. Продуманная подготовка к маршу, включающая анализ обстановки, разработку маршрутов, подготовку техники и снабжения, позволяет минимизировать риски и сохранить жизни военнослужащих. Это особенно важно в условиях, когда противник может использовать засады, мины и другие способы ведения асимметричной войны.

Интеграция новых технологий. Современные технологии, такие как дроны, системы спутниковой связи, автоматизированные средства навигации и разведки, играют всё более важную роль в военных операциях. Их интеграция в процесс подготовки и проведения марша позволяет существенно повысить эффективность и безопасность операций. Актуальность темы также связана с необходимостью постоянного обновления и адаптации методик подготовки в соответствии с технологическим прогрессом.

Координация и взаимодействие. В современных конфликтах особое значение приобретает координация и взаимодействие между различными военными подразделениями и силами безопасности. Подготовка *бртгр* к маршу включает в себя отработку взаимодействия с другими подразделениями, что позволяет действовать слаженно и эффективно в условиях быстро меняющейся обстановки.

Таким образом, совершенствование подготовки бригадной тактической группы к маршу в районы, контролируемые НВФ, является актуальной и важной задачей, обусловленной современными реалиями. Комплексный подход к подготовке, включающий анализ обстановки, техническое обеспечение, обучение личного состава и использование новых технологий, позволяет значительно повысить эффективность и безопасность военных операций.

Проблемы и пути решения в подготовке бригадной тактической группы к совершению марша в район, контролируемый НВФ.

В ходе анализа современного состояния данного исследования выявлены проблемы [2]:

1. Недостаточная разведывательная информация. Нехватка точной и своевременной информации о противнике, местности и возможных угрозах может привести к неправильному планированию и увеличению риска для личного состава.

2. Ограниченные ресурсы и логистические трудности. Ограниченные запасы продовольствия, воды, боеприпасов и других ресурсов, а также сложности в их доставке могут негативно сказаться на успешности операции.

3. Низкий уровень подготовки личного состава. Недостаточная физическая и психологическая подготовка личного состава может привести к снижению боеспособности и морального духа.

4. Проблемы с техникой и оборудованием. Некачественная или недостаточно подготовленная техника может выйти из строя в критический момент, что приведёт к потерям и срыву операции.

5. Сложности в координации и взаимодействии. Недостаточная координация между подразделениями и другими службами может привести к несогласованности действий и увеличению потерь.

Пути решения выявленных проблем.

1. Использование современных технологий: Активное применение дронов, спутниковой разведки и других современных средств наблюдения. Улучшение взаимодействия с местными источниками информации. Установление контактов с местными жителями, использованием агентов и других источников на месте.

2. Заблаговременное планирование: Тщательное планирование логистики, создание резервных запасов и маршрутов доставки. Использование местных ресурсов: при возможности использовать местные источники провизии и воды.

3. Регулярные тренировки и учения. Постоянное проведение учений в условиях, максимально приближенных к реальным. Психологическая подготовка. Проведение тренингов и психологических занятий для повышения устойчивости к стрессу.

4. Тщательное техническое обслуживание. Регулярное проведение технического осмотра и ремонта техники. Обновление оборудования: Обеспечение личного состава современными средствами защиты и связи.

5. Улучшение системы связи. Использование защищённых каналов связи и современных средств навигации. Отработка взаимодействия: Регулярные совместные учения с другими подразделениями и службами.

6. Внедрение передовых технологий. Разработка и использование новых разведывательных средств: Активное использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), спутниковых снимков и других высокотехнологичных средств разведки. Интеграция автоматизированных систем. Применение систем управления боем, автоматизированных средств навигации и связи.

7. Модернизация и улучшение логистической поддержки. Создание мобильных логистических подразделений. Формирование мобильных групп снабжения, способных быстро доставить необходимые ресурсы в любой район. Разработка новых логистических схем. Оптимизация маршрутов доставки и использование альтернативных путей снабжения.

8. Повышение уровня подготовки личного состава. Интенсивные тренировочные программы. Введение программ подготовки, включающих физическую и психологическую подготовку, а также обучение новым тактикам и технологиям. Использование симуляторов и виртуальных тренажёров, применение современных средств обучения для отработки различных сценариев боевых действий.

9. Обновление и поддержка техники. Плановый ремонт и модернизация, регулярное проведение плановых ремонтных работ и обновление парка техники. Использование резервной техники. Обеспечение наличия резервной техники на случай поломок или выхода из строя основной.

10. Улучшение системы координации и взаимодействия. Создание единого командного центра. Формирование централизованного командного пункта для координации действий всех подразделений. Разработка и внедрение протоколов взаимодействия. Создание и отработка протоколов взаимодействия между различными подразделениями и службами.

Подготовка *бртгр* к маршу в район, контролируемый незаконными вооружёнными формированиями, представляет собой сложную и многогранную задачу. Успех операции зависит от множества факторов, включая подготовку личного состава, оснащение, планирование и выполнение операции. В данной статье рассматриваются основные аспекты подготовки и предоставляются практические рекомендации [3].

Разведка и анализ обстановки, первый и важнейший этап подготовки — это тщательная разведка и анализ текущей обстановки в районе, куда предстоит совершить марш *бртгр*.

Сбор информации, использование всех доступных источников информации, включая спутниковые снимки, разведанные от дронов, агентурную информацию и данные от местных жителей.

Анализ угроз, определение местоположения НВФ, их численности, вооружения, тактики и возможных маршрутов передвижения.

Планирование марша. После получения и анализа разведывательных данных разрабатывается план марша.

Маршрут движения, выбор оптимального маршрута с учётом минимизации риска столкновения с НВФ и обеспечения безопасности.

Этапы марша: Разделение маршрута на этапы, планирование мест остановок и развёртывания лагерей.

Резервные маршруты, подготовка альтернативных маршрутов на случай изменения обстановки или блокирования основного маршрута.

Подготовка личного состава, эффективность *бртгр* во многом зависит от подготовки её личного состава.

1. Тренировки и учения, проведение регулярных тренировок и учений, имитирующих реальные условия предстоящего марша и возможные столкновения с НВФ.

2. Психологическая подготовка, проведение психологических тренингов для повышения устойчивости к стрессу и улучшения морального духа.

3. Медицинская подготовка, обучение оказанию первой помощи и эвакуации раненых.

Техническое обеспечение, оснащение *бртгр* должно соответствовать условиям и задачам марша.

Транспорт и техника, обеспечение надежной и проходимой техники, соответствующей условиям местности.

Связь и навигация, обеспечение бесперебойной связи и точной навигации, использование современных систем GPS и защищённых каналов связи.

Вооружение и амуниция: Обеспечение личного состава современным вооружением, бронежилетами, шлемами и другой защитной амуницией.

Логистика и всестороннее обеспечение. Организация всестороннего обеспечения – ключевой аспект успешного марша.

1. Продовольствие и вода, обеспечение необходимого запаса продовольствия и воды с учётом продолжительности марша и возможных задержек.

2. Боеприпасы и снаряжение, заблаговременная подготовка необходимого запаса боеприпасов и дополнительного снаряжения.

3. Ремонт и техническое обслуживание, подготовка средств и персонала для проведения ремонта и технического обслуживания техники в полевых условиях.

В процессе совершения марша необходимо соблюдать следующие рекомендации:

1. Контроль обстановки, постоянный мониторинг ситуации и корректировка плана марша в зависимости от изменений.

2. Маскировка и скрытность, максимально возможное использование средств маскировки и скрытного передвижения.

3. Взаимодействие с местными силами, установление контактов и координация действий с местными силами безопасности для повышения эффективности операции.

*Заключение.* Подготовка бригадной тактической группы к маршу в район, контролируемый НВФ, требует комплексного подхода и тщательной проработки всех аспектов операции. Следуя предложенным рекомендациям, можно существенно повысить вероятность успешного выполнения задачи и минимизировать возможные потери и значительно повысить эффективность и безопасность операций, минимизировать потери и обеспечить успешное выполнение поставленных задач.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1 Довлеткиреева Л.М. Современная чеченская «военная» проза: историко-культурный контекст, жанровый состав, поэтика: 1990-2010 гг.

2 Люттвак Э.Н. Стратегия. Логика войны и мира/Эдвард Н. Люттвак; [пер. с англ. яз. Ковалёва А.Н.] – М.: Русский фонд содействия образованию и науки, 2016.392 с.

3 Военное искусство в локальных войнах и вооружённых конфликтах; военно-исторический труд. – М.: Воениздат, 2009. – 764 с.

## ӘСКЕРИ ҚЫЗМЕТКЕ АРНАЛҒАН ЗАМАНАУИ ЖЕРҮСТІ РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР

КАСЕНОВ Д.Д., магистр, майор

*Түркия Республикасы Ұлттық қорғаныс университетінің адъюненті, Түркия  
Республикасы Стамбул қ.*

**Аннотация:** Бұл мақалада жеке құрамның тәуекелдерін азайтуға бағытталған әлемнің жетекші державаларының әскери техникасын роботтандырудың заманауи үрдістері қарастырылады. Әсіресе, АҚШ-тың «Army Brigade Combat Team Modernization» бағдарламасы аясында жерүсті робототехникалық кешендерін әзірлеу мен енгізудегі жетістіктеріне ерекше назар аударылады.

**Түйінді сөздер:** жауынгерлік жерүсті машиналары, көп мақсатты жерүсті машиналары, портативті жерүсті машиналары, роботтандырылған әскери техника.

**Аннотация:** В данной статье рассматриваются современные тенденции роботизации военной техники ведущих мировых держав, направленные на минимизацию рисков для личного состава. Особое внимание уделено достижениям США в разработке и внедрении наземных робототехнических комплексов в рамках программы «Army Brigade Combat Team Modernization».

**Ключевые слова:** боевые наземные машины, многоцелевые наземные машины, портативные наземные машины, роботизированная военная техника.

Жерүсті роботтарын сатып алуды және осы бағдарлама бойынша өткізілетін ҒЗТКЖ-ны қаржыландырудың орташа жылдық көлемі шамамен \$1,5 млрд. құрайтын болады, бағдарламада 2020 жылға қарай әртүрлі мақсаттағы жерүсті робототехникалық кешендермен жауынгерлік техниканың жалпы санының кемінде 30% жарақтандыруға қол жеткізу көзделеді [1]. Басқа бағалау бойынша [2] 2030 жылға қарай әскери техниканың көшірілмеген үлгілерінің үлесі экипаждық жауынгерлік машиналар санының 70%-ын және жауынгерлік машиналардың жалпы құрамының 30%-ын құрауы мүмкін. Әзірлеу бағдарламаларын орындау әскери қызметшілер мен техниканың санын бір мезгілде қысқарта отырып, Қарулы Күштердің жауынгерлік мүмкіндіктерін едәуір арттыруға алып келеді деп күтілуде. АҚШ әскери күштерінің бағалауы бойынша жаңа типтегі бригадалардың жауынгерлік мүмкіндіктері 2...2,5 есеге артады [2]. 1-кестеде АҚШ Құрлық әскерлерінің (ӘК) перспективалы құралымдарының (бригадаларының) жеке құрамының, қару-жарағы мен техникалық құралдарының саны келтірілген [2].

Кесте 1 – АҚШ ҚК перспективалық құралымдарының жеке құрамы, қару-жарак және техникалық құралдары

<b>Атауы</b>	<b>Барлығы</b>
Жеке құрам, адам	9 864
ББМ саны, оның ішінде:	971
экипаж	319
- экипажсыз	167
<b>Экипаж машиналары:</b>	
120 мм зеңбірегі бар танк	54
155 мм өздігінен жүретін гаубица	18
120 мм өздігінен жүретін миномет	24
Жауынгерлік барлау машинасы	27
Командалық-штабмашина	79
Жаяу әскердің жауынгерлік машинасы	78
Брондалған жөндеу-эвакуациялау машинасы	10
Медициналық-эвакуациялық машина	29
<b>Қапсыз машиналар:</b>	
Қашықтықтан басқарылатын жауынгерлік машина (салмағы 6т)	63
Көп мақсатты қашықтан басқарылатын машина	59
Портативті қашықтан басқарылатын машина (14 т)	45
<b>Ұшқышсыз ұшу аппараттары:</b>	
Ұшу аппараты (бригада үшін)	16
Ұшу аппараты (батальон үшін)	12
Ұшу аппараты (рота үшін)	36
Ұшу аппараты (взводқа арналған)	36

**1-кестеден бригада деңгейінде жерүсті машиналарының әр түрлі түрлерін қолдану жоспарланғанын көруге болады [1]:**

– барлау және нысаналарды зақымдау құралдарымен жабдықталған жауынгерлік жер үсті машиналары;

– тактикалық бөлімшелердің жауынгерлік іс-қимылдарын қамтамасыз ететін көп мақсатты жер үсті машиналары;

– елді мекендердегі бөлімшелердің жауынгерлік іс-қимылдарын қолдайтын портативті жерүсті машиналары;

– әр түрлі салмақтағы жалпы және арнайы мақсаттағы жер үсті машиналары.

Әскери мақсаттағы жерүсті робототехникалық кешендерін (ҰТК) қолдана отырып, басқарудың және жауынгерлік іс-қимылдарды жүргізудің жана қағидаттарын іске асыру есебінен жан-жақты интеграцияны қамтамасыз ету және өзара іс-қимыл деңгейін арттыру НАТО елдерінің және басқа да дамыған

шет елдердің қарулы күштерін реформалаудың ажырамас шарты болып табылады. Әскери басшылық әскери салада жаңа технологиялардың енгізілуін қадағалайтын Қытай да осы бағытта мақсатты түрде алға жылжуда. Халықаралық робототехника Федерациясының (IFR) белсенді қатысуымен Өнеркәсіптік және тұрмыстық робототехника үлгілерінде пысықталатын жобалау, дайындау технологиялары, бағдарламалық қамтамасыз ету және басқару тәсілдері бойынша көптеген түбегейлі маңызды шешімдер қорғаныс тапсырыстарын орындау кезінде де өз қолданысын табатынына назар аударған жөн [2].

Шетелде алып жүретін (12 кг-ға дейін) РТК-ның едәуір үлкен номенклатурасы әзірленді, олардың шынжыр табанды және дөңгелекті шассилері 10-нан 20 км/сағ-қа дейінгі ең жоғары жылдамдық диапазонын қамтамасыз етеді [3]. РТК деректері барлау жүргізу, жүктерді жеткізу, түтінді бүркемелеуді қамтамасыз ету, картографиялау, нысана көрсетуді қамтамасыз ету және т.б. үшін қолданылады (сурет 1).



Сурет 1 – Салмағы 12 кг-нан аз РТК-ге мысалдар

Тасымалданатын РТК (12-200 кг) негізінен урбанизацияланған аумақта жұмыс істеу үшін қолданылады (сурет 2). Бұл кластағы РТК барлық шет елдерде ең көп таралған және олардың түрлері аз болса да, олар «ыстық нүктелерде» кеңінен қолданылады.



Сурет 2 – РТК массалы 12 кг-нан 200 кг-ға дейін тасымалдаған мысалдар

Тасымалданатын РТК-ның үлкен массасына қарамастан, олар тасымалданатындарға қарағанда шамамен бірдей қозғалыс жылдамдығына ие.

Тасымалданатын өздігінен жүретін РТК (200-ден 2500 кг-ға дейін) негізінен ойлы-қырлы жерлерде қолданылады (сурет 3).



Сурет 3 – Салмағы 200 кг-нан 2500 кг-ға дейін өздігінен жүретін РТК мысалдары

«УТК жаңалықтары «сайтының материалдарында [4] «мобильді биоморфты роботтардың базалық платформалары» OCD туралы ақпарат бар, оның мақсаты «мобильді биоморфты роботтардың қозғалысын қамтамасыз ету үшін» базалық платформаларды күрделі детерминистік емес ортада және қиын жерлерде дамыту болып табылады.



Сурет 4 – «Нерехта» ресейлік әскери жұмыстары

Зауыттың дамуын атап өткен жөн. Дегтярева барлау, түзету немесе отты жүргізу, сондай-ақ жүктерді тасымалдау үшін пайдаланылуы мүмкін «Нерехта» шынжыр табанды платформасының (Фпи) Перспективалық зерттеулер қорымен (5) бірлесіп (сурет 4). Робот алғаш рет Ресей Федерациясы Қорғаныс министрлігінің «инновациялар күнінде» 2015 жылдың қазан айында ұсынылды және 2016 жылы сынақтан өтеді деп күтілуде.

Өздігінен жүретін РТК моторлы-трансмиссиялық және жүріс бөлігін құрастырудың заманауи технологиялары олардың экипаждық жауынгерлік техникадан төмен емес жылдамдықпен қозғалуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді (қатты жабынды жолдарда 60-70 км/сағ дейін, қиылысқан жерлерде 25-35 км/сағ дейін). РТК-нің нақты қол жетімді жылдамдығы, ең алдымен, сыртқы бейнебақылау және қашықтан басқару жүйелерінің техникалық сипаттамасымен шектелгенін атап өткен жөн.

Техногендік апаттар орындарын көзбен шолып барлауға, үй-жайларды қашықтықтан тексеруге, сондай-ақ «қол «типті манипулятормен қауіпті заттарды залалсыздандыруға арналған» Сервосила «компаниясының» инженер «тасымалданатын мобильді роботы» (сурет 5).



Сурет 5 – Портативті мобильді робот

Өнімнің ерекшелігі – оның кішкентай массасының үйлесімі, бұл роботты рюкзактағы бір адамға-операторға тасымалдауға, 8 кг-ға дейін «қолында» көтеруге және баспалдақтарға өздігінен көтерілуге мүмкіндік береді. «Сервосила инженері» өз дизайнында сыртқы мақсатты жүктеме модульдерінің тұрақты қатаң аспалы нүктелеріне ие, олар сонымен қатар құрылғыны қуат, CAN және Ethernet борттық шиналарына қосуды қамтамасыз етеді. «Сервосила» Инженер» роботтары РФ ТЖМ өрт сөндіру бөлімінде тәжірибелік пайдаланудан өтті, бұл кейіннен жаңғырту үшін материал жинақтауға мүмкіндік берді.

Қазір сынақтан өтіп жатқан «Біріккен Аспап жасау корпорациясы» («ҚӨК») әзірлеген робототехникалық кешендер тобын орталықтандырылған және орталықтандырылмаған басқарудың бағдарламалық кешені Ростех құрамына кіреді [9]. Бағдарламалық кешен әртүрлі роботтарды басқаруға мүмкіндік береді: топқа ұшу, су асты аппараттары, әртүрлі мақсаттағы жер үсті машиналары кіруі мүмкін. Оператор бүкіл топты тұтастай басқарады, бірақ Роботтар топ ішіндегі міндеттерді бөліп, өздері шешеді. «Әзірленген бағдарламалық кешенде адаптивті басқару механизмдері негізінде интеллектуалды басқару процестері жүзеге асырылды. Атап айтқанда, машина нақты уақыт режимінде стандартты емес жағдайда ақылға қонымды шешімдер қабылдай алады. Роботтар күтпеген кедергілерді өз бетінше жеңеді, мысалы, құлаған ағаш, оңтайлы қозғалыс жолын таңдап, тапсырмаларды динамикалық түрде қайта бөледі», – деп түсіндіреді әзірлеуші өкілі. Бағдарламалық кешен оператордың келісімімен Роботтар әрекеттерінің толық автономды сценарийлерін де қарастырады. Бұл тәсілді басқару жүйесін жауынгерлік мәселелерді шешуге бейімдеу жағдайында қолдануға болады. Басқару жүйесі көп функциялы, есептеу жүйесінің ресурстарын тиімді бөледі, процестер арасында өзара әрекеттесу жүзеге асырылады (мәліметтер алмасу, өзара синхрондау).

Қазір технология Н.Э.Бауман атындағы ММТУ робототехника орталығы құрған «Пластун» робототехникалық кешендерінің базасында пысықталуда (6-сурет). Жауынгерлік техниканы имитациялайтын машиналар шартты ұрыс алаңындағы объектілерді сәйкестендіруге, олардың қауіптілігі мен өз қару-жарағының мүмкіндіктеріне қарай бірінші кезектегі мақсаттарды айқындауға қабілетті. Олар мақсатты қоюды өз бетінше жүзеге асыра алады, тиімді позицияларға ие бола алады, істен шыққан роботтарды алмастыра алады, оператордан жеңіліске рұқсат сұрай алады және тіпті мақсаттарды өздігінен – оператордың қатысуынсыз автоматты түрде жеңе алады.

Болашақта бағдарламалық кешен нақты техникаға ауыстырылуы мүмкін және әскери ғана емес, азаматтық салада да әртүрлі мәселелерді шешуге арналған. Мысалы, Роботтар тобын ғимараттар мен аумақтарды қорғауға, іздестіру немесе құтқару жұмыстарын жүргізуге және т.б. «үйретуге» болады.

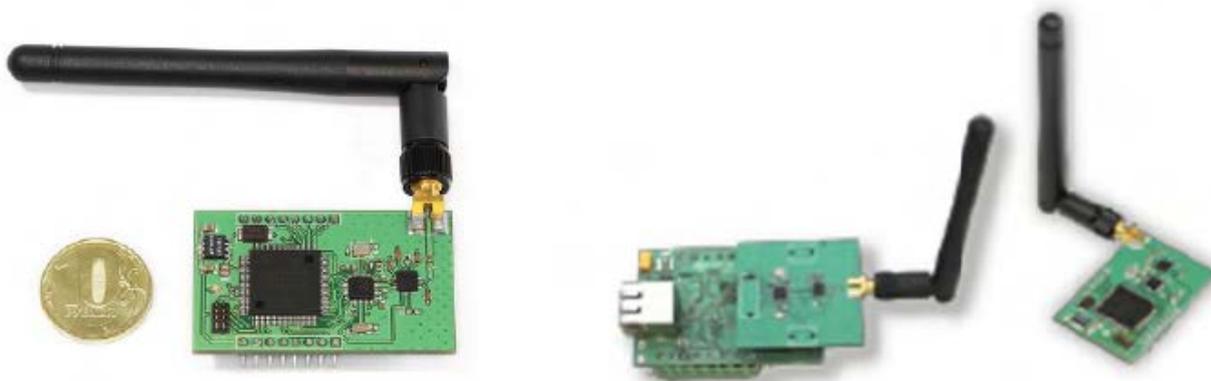


Сурет 6 – «Пластун» робототехникалық кешені

Қарапайым өзін-өзі ұйымдастыратын желінің құрылымы – бұл белгілі бір аймақтағы абоненттердің көп саны, оны желінің қамту аймағы және сыртқы желілерге бір немесе бірнеше кіру нүктелері деп атауға болады. Абоненттік құрылғылардың әрқайсысы оның қуатына байланысты өзінің әрекет ету радиусына ие. Егер абонент «шеткі жақта» болып, пакетті желінің ортасындағы абонентке немесе кіру нүктесіне жіберсе, алдын ала салынған маршрут жолында орналасқан тораптар арқылы пакетті берудің көп сатылы процесі жүреді. Осылайша, әрбір жаңа абонент өз ресурстарының арқасында желінің ауқымын арттырады деп айта аламыз. Сондықтан әр жеке құрылғының қуаты минималды болуы мүмкін. Бұл абоненттік құрылғылардың төмен құнын да, қауіпсіздік пен электромагниттік үйлесімділіктің жақсы көрсеткіштерін де қамтиды.

Spilnet технологиясы масштабталуға ие және түйіндердің санын кең ауқымда арттыруға мүмкіндік береді. Желінің өлшемін жүздеген және мыңдаған түйіндерге дейін арттыру басқару локализациясын енгізуді қажет етуі мүмкін, яғни желіні кластерлерге бөлу және шлюз түйіндері арқылы кластар арасындағы

реле. Желімен қамту кеңістігі түйіндердің санына, таратқыштардың қуатына және қолданылатын жиіліктерге байланысты. Шағын ауданда модульдер көп болған кезде таратқыштардың қуатын азайтуға болады. Тікелей деректерді беру қашықтығын ұлғайту үшін әртүрлі жұмыс жиіліктері бар желілік модульдерді іске асыру мүмкіндігі бар, мысалы, 433 МГц және 868 МГц. Радио желісінің модульдері қосылған датчиктер мен атқарушы құрылғыларға қатысты Master құрылғылары болып табылады. Бір уақытта радиожелісінің бір модуліне UART, SPI, I2C интерфейстері бойынша 5 датчикке дейін қосылуға болады, маршруттаудың аз уақыты есебінен (400 мс артық емес) технология сөйлеуді сандық форматта, сервистік және геопозициялық деректерді беруді қамтамасыз етеді (сурет).



Сурет 7 – SPILNET жүйесінің Manet радиожелісінің модульдері

2,4 ГГц кең жолақты қабылдаушы таратқышты пайдалану жоғары жылдамдықты деректер алмасуды ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Zigbee стандартының стационарлық иерархиялық Mesh желісінен айырмашылығы, MANET радиожелісінің модульдері желінің байланысын үнемі сақтауды және желінің автономиясын едәуір арттыратын қатысу пакеттерін немесе «маяктарды» мерзімді таратуды қажет етпейді. SPILNET жүйесінде орталықтандырылған қол жеткізуді басқару және арналық адрестеу қолданылмайды, өйткені желіге бірнеше қол жеткізу RTS-CTS басқару рамаларын алмаспай эфирді тыңдайды. Бұл ақпараттық деректерді тікелей алмасқанға дейін Радио үнсіздігін сақтауға мүмкіндік береді. Жасырын түйін мәселесі балама бағыттар бойынша фрагменттелген деректерді беру мен жеткізудің кешігуі арқылы шешіледі.

Минималды конфигурация және жылдам орналастыру төтенше жағдайларда, жауынгерлік ұрыс кезінде және алдын – ала дамыған байланыс инфрақұрылымы болмаған кезде өзін-өзі ұйымдастыратын желілерді қолдануға мүмкіндік береді.

## ЭДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Мосиенко, С.А. Концепция построения наземного робототехнического ударного комплекса [Текст] / С.А. Мосиенко, В.И. Лохтин – М.: ООО «Самполиграфист», 2014. – 124 с.

2. ОАО «ВНИИ «Сигнал», ОАО «Завод имени В.А. Дегтярева» (Ковров). Дорожная карта «Наземные мобильные робототехнические комплексы» / ОАО «ВНИИ «Сигнал», ОАО «Завод имени В.А. Дегтярева» – Ковров: ОАО «ВНИИ «Сигнал», 2014. – 43 с.

3. Рубцов И.В. Вопросы состояния и перспективы развития отечественной наземной робототехники военного и специального назначения [Электронный ресурс] // Известия ЮФУ Технические науки. Рубрика Раздел I. Робототехника – 2013. – № 3. – С. 14–21. – Режим доступа: <http://izv-tn.tti.sfedu.ru/?p=2610> . – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 09.04.2015).

4. Гундаров В. «Зверинец» для Минобороны создадут за четыре года Независимое военное обозрение 16.10.2015 [Электронный ресурс] // Новости ВПК: офиц. сайт. – Режим доступа: [http://vpk.name/news/142533\\_zverines\\_dlya\\_minoboronyi\\_sozdadut\\_za\\_chetyire\\_goda.html](http://vpk.name/news/142533_zverines_dlya_minoboronyi_sozdadut_za_chetyire_goda.html) – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 19.10.2015)

5. Испытания боевого робота «Нерехта» начнутся в 2016 году Военно-промышленный курьер 15.10.2015 [Электронный ресурс] // Новости ВПК: офиц. сайт. – Режим доступа: [http://vpk.name/news/142413\\_issyitaniya\\_boevogo\\_robota\\_nerehta\\_nachnutsya\\_v\\_2016\\_godu.html](http://vpk.name/news/142413_issyitaniya_boevogo_robota_nerehta_nachnutsya_v_2016_godu.html) – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 19.10.2015).

6. Последние новости науки и техники. Будь на пике технического прогресса. Роботоперспективы армии России 02.08.2013 [Электронный ресурс] // Техномания: сайт. – Режим доступа: <http://texnomaniya.ru/voennaya-texnika/robotoperspektivi-armii-rossii.html>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 10.02.2015).

7. Разработана новейшая система обнаружения противника; ОПК организует производство «подземных разведчиков» для Сухопутных войск [Электронный ресурс] // Ростех Новости – Режим доступа: <http://rostec.ru/news/4514963>– Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 14.01.2015).

8. Птичкин С. К истребителю ракета не прорвется. Боевую авиацию прикроют непробиваемым полем. Российская газета 06.02.2015 [Электронный ресурс] // Новости ВПК: офиц. сайт. – Режим доступа: [http://vpk.name/news/126011\\_K\\_istrebitelyu\\_raketa\\_ne\\_prorvetsya.html](http://vpk.name/news/126011_K_istrebitelyu_raketa_ne_prorvetsya.html). – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 11.02.2015).

9. «ОПК» приступила к испытаниям интеллектуальной системы управления роботами [Электронный ресурс] // Новости ВПК: офиц. сайт. – Режим доступа: [http://vpk.name/news/134619\\_opk\\_pristupila\\_k\\_issyitaniyam\\_intellektualnoi\\_sistemyi\\_upravleniya\\_robotami.html](http://vpk.name/news/134619_opk_pristupila_k_issyitaniyam_intellektualnoi_sistemyi_upravleniya_robotami.html) – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 24.09.2015).

## НАЗЕМНЫЕ БОЕВЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В МОТОСТРЕЛКОВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ: ОБОСНОВАНИЕ ИНТЕГРАЦИИ И ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

КАСЕНОВ Д.Д., *магистр, майор*

*Түркия Республикасы Ұлттық қорғаныс университетінің адъюненті, Түркия  
Республикасы Стамбул қ.*

**Аннотация:** в данной статье рассматривается необходимость интеграции боевых наземных роботов в мотострелковые подразделения, их тактико-технические характеристики и варианты применения в бою. Пройденный анализ показывает, что наземные боевые роботы превосходят боевые машины по преодолению препятствий и стрельбе по целям.

**Ключевые слова:** боевые наземные робототехнические средства, мотострелковое подразделение, общевойсковой бой, наступление, оборона.

**Аннотация:** Бұл мақалада жердегі жауынгерлік роботтарды мотоатқыштар бөлімшелеріне біріктіру қажеттілігі, олардың тактикалық және техникалық сипаттамалары және шайқаста қолдану нұсқалары қарастырылады. Жүргізілген талдау жердегі жауынгерлік роботтардың кедергілерді жеңу және нысанаға ату бойынша жауынгерлік машиналардан жоғары екенін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** жердегі робот техникасы, мотоатқыштар бөлімі, жалпы әскери ұрыс, шабуыл, қорғаныс.

Современные реалии таковы, что в военном строительстве следует готовиться к «будущей» войне, то есть учитывать все новейшие факторы победы, которыми консервативные генералы склонны пренебрегать [1].

Несмотря на кардинальные изменения в концепциях ведения боевых действий (сетевая, информационная и др.), руководящие документы по подготовке и ведению общевойскового боя не редактировались довольно давно [2].

Военное руководство стран НАТО рассматривает роботизацию сухопутной техники как магистральное направление развития средств вооруженной борьбы. В соответствии с планами военно-политического руководства США к 2035г. будут созданы полностью автономные наземные робототехнические средства (НРТС), способные работать в едином информационном пространстве ведения боевых действий, эффективно и безопасно взаимодействовать между собой и с человеком. А в дальнейшем (после 2045 г.) ожидается почти полное выведение человека с переднего края поля боя с передачей НРТС функций на применение оружия [3].

Основной задачей НРТС является замена человека в ситуациях, связанных с риском для жизни (разведка, разминирование, эвакуация раненых и пр.). Задача

боевых НРТС, кроме этого, состоит в повышении эффективности и качества выполнения боевой задачи за счет практически полного исключения человеческого фактора на поле боя. Широкомасштабное развитие мировой военной робототехники, в целом, и принятие на вооружение армиями ведущих иностранных государств боевых НРТС, в частности, с одной стороны, и отсутствие четкой позиции боевых роботов в организационно-штатной структуре мотострелковых подразделений, с другой стороны, предполагает определение места и роли боевых НРТС в штатных воинских подразделениях. Особенно актуальной эта задача рассматривается в контексте полной или частичной замены солдата-пехотинца мотострелкового подразделения при проведении наступательной или оборонительной операции [6].

Сухопутные войска, а именно пехота, являются одним из самых затратных по личному составу родов войск. Потери в живой силе здесь наиболее вероятны и велики. Поэтому принятие на вооружение боевых НРТС в мотострелковые подразделения подкрепляются следующими аргументами: потери в живой силе уменьшатся, а боевые возможности подразделений, наоборот, увеличатся.

В подтверждение позиции замены человека на боевое НРТС, кроме этических соображений, говорит тот факт, что «содержать» бойца намного накладнее [7–9]. Кроме этого, следует отметить, что солдат, в отличие от НРТС, обладает рядом недостатков, характеризующихся так называемым «человеческим фактором»: он может быть уставшим, больным, может дезертировать с поля боя, наконец. Робот же от всего этого ограничен.

Таким образом, при учете того, что стоимость производства одного боевого НРТС будет постепенно уменьшаться, а количество единиц такого рода техники, поступающих в войска, будет увеличиваться, то выигрыш робота по сравнению с живым солдатом будет как во времени, так и в содержании.

Следовательно, при внедрении боевых НРТС в мотострелковое подразделение, нужно решить следующие задачи: какими характеристиками они должны обладать, какие функции они будут выполнять в боевых порядках войск, как они будут управляться, и каким образом будет производиться целеуказание и ведение огня.

По мнению авторов, боевые НРТС должны обладать тактико-техническими характеристиками (ТТХ), указанными в таблице 1.

Таблица 1 – ТТХ прототипа боевого НРТС (вариант)

<b>Характеристика</b>	<b>Показатель</b>	<b>Характеристика</b>	<b>Показатель</b>
Длина, м	до 1,5	Тип двигателя	Гусеничный
Ширина, м	до 1	Вооружение	Пулемет типа ПКТ с боезапасом от 1000 патронов
Высота, м	1–1,1		
Масса, кг	до 300		Камеры для осуществления

Скорость, км/ч	15-17	Бортовое радиоэлектронное оборудование	движения вперед и назад, камера для прицеливания
----------------	-------	--	--

Среди них:

– габариты, позволяющие солдату укрыться, и вес, чтобы в случае застревания или переворачивания пара бойцов могла бы «поставить на ноги» робота;

– скорость, способная боевым НРТС «держать строй» с бегущими солдатами в наступательном бою при установленной полуавтоматической системе управления;

– иметь вооружение, способное осуществлять поражение живой силы и техники противника (например, пулемет типа ПКТ), работающее в сочетании с системами распознавания целей, «свой-чужой» и методом открытия огня по лазерному целеуказанию солдата

– запас хода (заряд аккумуляторных батарей) должен быть таким, чтобы «выдержать» полноценный наступательный или оборонительный бой (не менее 12 ч), и др.

По заявленным характеристикам подходят боевой РТ комплекс «Платформа-М», разработка которого велась в ОАО «НИТИ «Прогресс» по заказу Минобороны России и MAARS (Modular Advanced Armed Robotic System – модульная перспективная вооруженная робототехническая система) от американской компании Foster-Miller (таблица 2) [4].

Таблица 2 – ТТХ прототипа боевого НРТС (вариант)

Характеристика	Показатель	
	«Платформа-М»	MAARS
Длина, м	1,6	0,94
Ширина, м	1,2	0,64
Высота, м	1,2	~1,3
Масса, кг	800	158
Скорость, км/ч	12	12
Время автономной работы, ч	10	12
Тип движителя	Гусеничный	Гусеничный
Вооружение	7,62-мм пулемет ПКМ или «Печенег» (боезапас 400 патронов), 4 РПГ-26	7,62-мм пулемет M240В (450 патронов) или 40-мм 4-ствольный гранатомет
Бортовое радиоэлектронное оборудование	Приборы наблюдения и прицеливания с дистанционным управлением	Тепловизор, лазерный дальномер

MAARS слишком легок и неустойчив для гусеничного боевого робота, а запаса патронов вряд ли хватит на полноценный общевойсковой бой. Отечественный боевой робот по своим характеристикам выглядит, на наш взгляд, предпочтительнее своего зарубежного «коллеги». Несмотря на практически аналогичный боезапас (400 патронов), габариты «Платформы-М» близки к идеальным заявленному нами прототипу. Решить проблему увеличенной массы (она на 500 кг больше заявленной) можно с помощью нескольких способов: убрать с турели целых четыре гранатомета РПГ-26, стальной корпус заменить алюминиевым с вставками из композитных материалов в передней части робота и уменьшить его ширину и высоту. Если вследствие уменьшения массы робота удастся увеличить его скорость до 15–17 км/ч, то получится идеальное боевое НРТС для интеграции в подразделения Сухопутных войск.

Авторами предлагается внедрять боевые НРТС в штаты мотострелковых подразделений из расчета по 2 робота в каждое мотострелковое отделение (мсо). Следовательно, в каждом взводе будет по 6 НРТС, а в роте – 18. Не обязательно полностью заменять бойцов роботами. Допустим, что по одному человеку с мсо (например, пулеметчиков) можно переквалифицировать, и из их числа создать ремонтное отделение на базе, скажем, МТ-ЛБ. Отделение будет состоять из командира отделения, механика-водителя и 7 техников- операторов, которые будут осуществлять обслуживание и ремонт боевых НРТС, их управление в экстренных ситуациях и, в крайнем случае, эвакуацию. В кабине машины можно будет установить несколько пультов управления для «заблудившихся» или застрявших роботов, а в кузове можно перевозить ЗИП. Если позволит грузоподъемность МТ-ЛБ, то на ее раме можно закрепить пару запасных боевых НРТС или одного тылового робота-эвакуатора.

Одной из важных задач, которую необходимо решить при интеграции боевых НРТС в мотострелковые подразделения – это управление. На сегодняшний момент до 80 % боевых НРТС являются дистанционно управляемыми (по кабелю, по радиоканалу или по каналам спутниковой связи). Следовательно, оператор или находится в непосредственной близости с роботом (в пределах прямой видимости), или получает картинку ограниченного ракурса с камеры робота, тем самым не видит общей обстановки. Использование полностью автономных боевых НРТС на сегодняшний момент кажется весьма фантастическими. Не обладает пока робот таким интеллектом, чтобы участвовать с людьми наравне в условиях скоротечного общевойскового боя. Да и доверять ему самостоятельно принимать решение на применение оружия очень опасно. Наш вариант – полуавтоматическая система управления, которая работает по принципу «следуй рядом со мной». То есть боевой робот движется между двумя солдатами-пехотинцами, координаты нахождения которых поступают ему в режиме реального времени. В крайнем случае, курс НРТС может подкорректировать ближайший боец с помощью голосовой команды, например: «Робот 1, курс 333, малый вперед».

Транспортировку боевых НРТС предлагается осуществлять в подвешенном состоянии на специальных штангах штатных машин мсо: БМП или БТР. Каждый робот крепится к этим штангам с помощью замков, открываемых дистанционно. Если ширина и вес робота будут соответствовать заявленным, то на одной машине, не увеличивая ее поперечных габаритов, можно перевозить как раз по 2 НРТС. При этом нужно учесть, чтобы НРТС, размещенные на корпусе БМП, не мешали высадке личного состава из задних дверей десантного отделения. Перед атакой замки открываются, штанги наклоняются, роботы сползают вниз, приземляются, объезжают БМП/БТР и выдвигаются вперед (рисунок 1). На рубеже спешивания личный состав мсо десантируется и разворачивается в цепь позади роботов. Боевые НРТС движутся впереди пехоты, ориентируясь на перемещения соседних бойцов (их координаты будут передаваться роботу в режиме реального времени) [7].

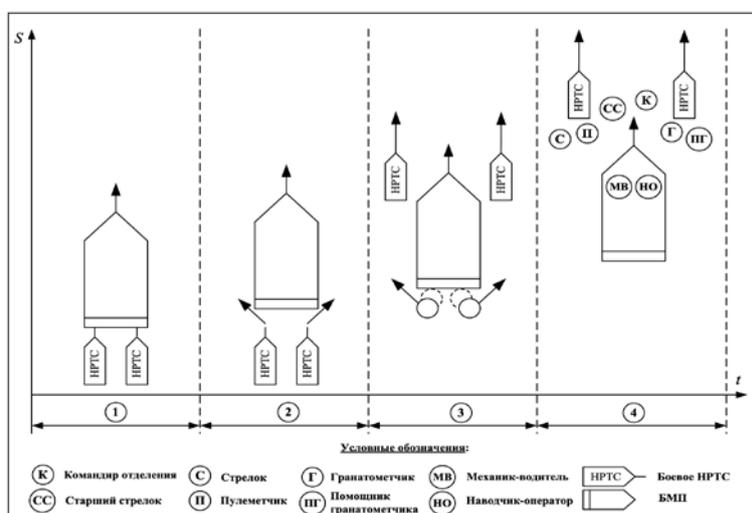


Рисунок 1 – Порядок развертывания боевых НРТС и личного состава МСО из БМП перед атакой (вариант), где 1 – Разгрузка боевых НРТС; 2 – боевые НРТС на ходу; 3 – выгрузка личного состава мсо; 4 – боевые НРТС, пехота, БМП готовы к атаке

Еще одним немаловажным является вопрос применения оружия и открытия огня. При этом значительную роль играет целеуказание, то есть, кто и как это оружие будет наводить на цель. Известно несколько методов целеуказания с достоинствами и недостатками (таблица 3) [7].

Таблица 3 – Методы целеуказания

Метод целеуказания	Принцип действия	Недостатки
Дистанционный, радиокомандный	Наведение оружия оператором, получая изображение с видеокамер	Один оператор – одно боевое НРТС; плохо или совсем не работает с внезапно появляющимися целями

Программированные цели на карте	Определение координат выявленных разведкой целей	Плохо или совсем не работает с внезапно появляющимися целями; полностью зависит от результатов действий разведки
Автоопределение цели нейронными сетями боевого НРТС	Определение роботом целей, разрешенных для открытия огня, по внешнему виду	Сложность распознавания цели; применение оружия без участия оператора
Лазерные целеуказания	Непосредственный подсвет лазерным лучом оружием пехотинца	-

Последний метод, являющийся наиболее перспективным, не имеет существенных недостатков, а самым важным, на наш взгляд, преимуществом является то, что полностью исключена вероятность принятия решения на применение оружия роботом. Но реализация данного подхода требует наличия качественной шифрованной связи «солдат – боевое НРТС» и дооснащение штатного оружия пехотинцев лазерными целеуказателями и дальномерами.

*Вариант применения боевых НРТС в наступлении.*

До начала наступления НРТС, как и личный состав мсо, получает по средствам связи карту-схему атаки (рисунок 2).

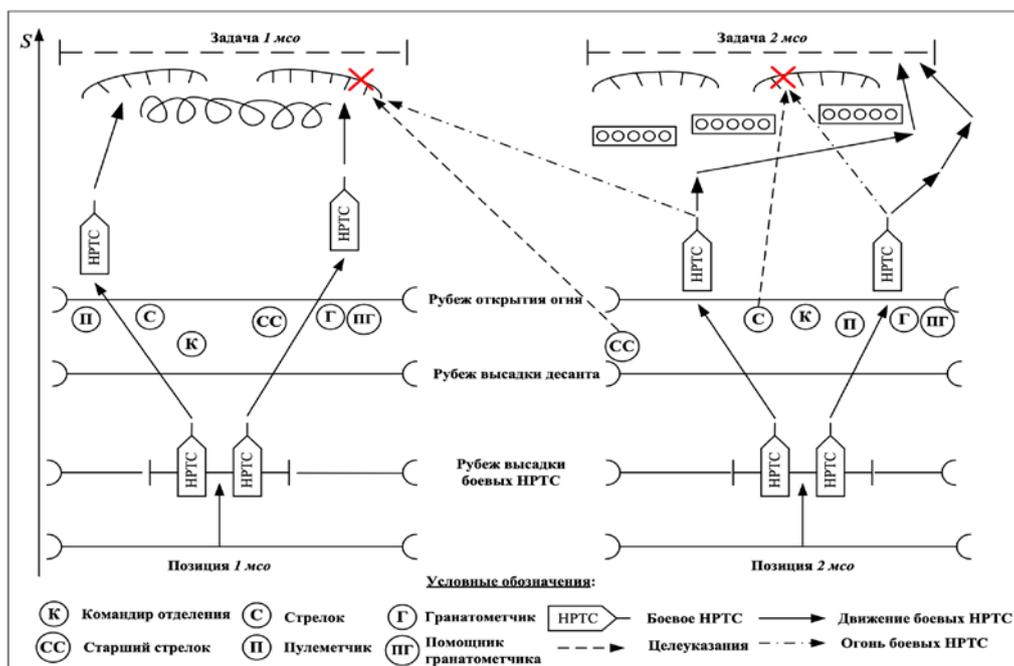


Рисунок 2 – Схема атаки двух мсо с четырьмя боевыми НРТС (вариант)

На карте-схеме в виде набора координат отмечаются: позиция мсо перед атакой; рубеж высадки и развертывания боевых НРТС; рубеж высадки десанта;

рубеж открытия огня (рубеж перехода в атаку); линия обороны противника с указанием координат ведения атаки для каждого робота. На основании полученных данных НРТС выстраивает маршрут с учетом объезда препятствий и движется, ориентируясь на солдат [7].

*Вариант применения боевых НРТС в обороне.*

В обороне такие роботы могут занимать отдельные неглубокие капониры впереди своей пехоты, а могут вести активную оборону, например, передвигаясь и ведя огонь из-за длинных насыпей (из канав), проложенных под углом примерно 45 градусов к позиции подразделений и выступающих на 100–300 м вперед, как это показано на рисунке 3. Такая незамысловатая, на первый взгляд, схема обороны позволяет внести путаницу в разведданные противника о составе и расположении собственных сил и средств. К тому же боевые НРТС могут быть оперативно возвращены к основным силам мсо [7].

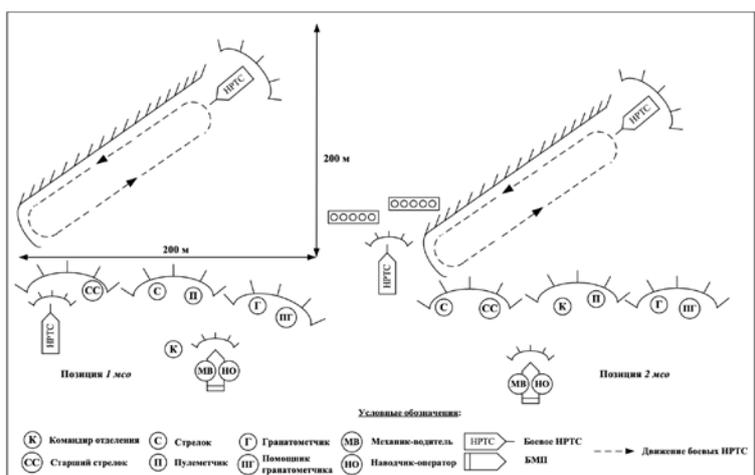


Рисунок 3 – Боевые НРТС в обороне перед основной позицией пехоты (вариант)

По результатам исследования установлено, что, не меняя штата мотострелковой роты (добавится всего одна единица техники – МТ-ЛБ), на смену 9 живым солдатам придут 18 боевых НРТС (по 2 робота в каждое МСО). Результаты компьютерного моделирования встречного боя подразделения, оснащенного боевыми НРТС, с аналогичным подразделением без них показали значительное повышение боевых возможностей (до 20 %) первых при одновременном сокращении их потерь в живой силе и военной технике [8].

Для поддержки мотострелкового подразделения в бою нужен умеренно-компактный слегка бронированный гусеничный боевой робот с пулеметом калибра 7,62-мм на турели с ограниченным сектором обстрела (для безопасности, наступающей сзади пехоты). Такой робот должен иметь полуавтоматическую систему управления, реализуемую по принципу «следуй рядом со мной», а наведение и применение оружия должно осуществляться только под контролем солдата-пехотинца [9].

Исследованная в данной статье задача не охватывает всего объема вопросов относительно роли боевых НРТС в мотострелковых подразделениях, а также

вариантов их применения в различных видах общевойскового боя. Практические выводы не являются окончательными, но есть основание полагать, что осуществление указанных в работе предложений и рекомендаций будет способствовать позитивной динамике, рассмотренной специфической и актуальной области деятельности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Энциклопедический словарь крылатых слов и выражений. – М.: «Локид-Пресс», 2005. – 852 с.

2 Боевой устав по подготовке и ведению общевойскового боя. Часть 3 (взвод, отделение, танк). – М.: Воениздат, 2005. – 201 с.

3 James R. Unmanned Systems Integrated Roadmap FY 2009-2034 / R. James, Jr. Clapper, u.a. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.agriculturedefensecoalition.org/sites/default/files/file/drones\\_517/517X\\_4\\_2009\\_U.S.\\_Department\\_of\\_Defense\\_UMS\\_Integrated\\_Roadmap\\_April\\_6\\_2009\\_Report.pdf](http://www.agriculturedefensecoalition.org/sites/default/files/file/drones_517/517X_4_2009_U.S._Department_of_Defense_UMS_Integrated_Roadmap_April_6_2009_Report.pdf). (дата обращения 06.04.2019).

4 Современные наземные мобильные робототехнические комплексы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://otvaga2004.ru/na-zemle/na-zemle-11/modern\\_land\\_robots\\_1/](http://otvaga2004.ru/na-zemle/na-zemle-11/modern_land_robots_1/). (дата обращения 17.04.2019).

5 Боевого робота «Нерехта» примут на вооружение российской армии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/585272>. (дата обращения 17.04.2019).

6 Жирнов М.В. Формулирование понятия «наземные робототехнические средства» сквозь призму анализа их признаков // Современные тенденции развития науки и технологий: периодический научный сборник по материалам XXI Международной научно-практической конференции (г. Белгород, 30 декабря 2016 г.). – Белгород: АПНИ, 2016. – № 12-1. – С. 146-148.

7 Время роботопехоты: пришло или нет? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://topwar.ru/146812-vremja-robotop-ehoty-prishlo-ili-net.html>. (дата обращения 06.04.2020).

8 Самые дорогостоящие армии мира. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://militaryarms.ru/armii-mira/samye-dorogostoyashhie-armii-mira/>. (дата обращения: 06.04.2020).

9 Александров В., Ветлугин Р., Макаренко А. Взгляды военных специалистов США на боевое применение наземных робототехнических комплексов // Зарубежное военное обозрение. – 2018. – № 6. – С.39-43.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРОМ

**КОЛУМБЕТОВ Б.Д.**, *подполковник*

**КАБДОЛДА Ж.**, *полковник*

**БОЙКО А.В.**, *полковник*

*Национальный университет обороны, город Астана, Республика Казахстан*

**Аннотация.** В статье исследуется разработка системы автоматического управления квадрокоптером с использованием динамической модели, PID контроллеров, расширенного фильтра Калмана (ЕКФ) и планировщика маршрута на основе минимизации рывка, что позволяет значительно повысить точность и надежность управления квадрокоптером в сложных условиях.

**Ключевые слова:** квадрокоптер, система автоматического управления, расширенный фильтр Калмана (ЕКФ), планировщик маршрута.

**Андатпа.** Мақалада квадрокоптерді автоматтандырылған басқару жүйесінің динамикалық моделі, PID контроллері, кеңейтілген Калман фильтрі (ЕКФ) және серпінді жоспарлаушы, бұл депаланудың дәлдігі мен сенімділігін едәуір арттыра алады қиын жағдайда квадрокоптерді басқару.

**Түйін сөздер:** квадрокоптер, автоматтандырылған басқару жүйесі, кеңейтілген Калман сүзгісі (ЕКФ), маршрут жоспарлаушы.

**Введение.** В последние годы наблюдается значительный рост интереса к разработке и применению робототехнических комплексов для военных, двойных и специальных задач. Робототехнические системы играют ключевую роль в современных операциях, обеспечивая выполнение сложных и опасных задач с минимальным участием человека, являясь гарантами безопасности и эффективности их выполнения.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) военного назначения часто действуют в условиях, где работа приемников спутниковых сигналов может быть нестабильна или полностью подавлена противником с использованием средств радиоэлектронной борьбы. В таких условиях особенно важно разрабатывать и применять передовые методы оценки состояния, которые могут эффективно работать в условиях ограниченной видимости или враждебных электронных средах. Применение таких методов, как расширенный фильтр Калмана, онлайн планировщики маршрутов, позволяет значительно повысить точность и надежность систем управления БПЛА, что, в свою очередь, приводит к увеличению общей эффективности и безопасности выполнения боевых задач.

Одним из наиболее перспективных направлений является разработка систем автоматического управления для БПЛА, таких как квадрокоптеры. В данной статье рассматриваются методы и алгоритмы управления

квадрокоптером, включающие использование динамической модели квадрокоптера, микшера команд управления, PID контроллеров, расширенного фильтра Калмана (ЕКФ) и планировщика маршрута на основе минимизации рывка. Эти компоненты обеспечивают стабильность и точность полета, а также позволяют эффективно решать задачи навигации и управления в реальном времени.

Основной целью исследования является разработка и реализация системы автоматического управления квадрокоптером, способной выполнять сложные маневры и задачи с высокой точностью. В работе рассматриваются следующие аспекты:

- использование динамической модели движения квадрокоптера и иерархической системы из ряда PID контроллеров для управления положением и ориентацией квадрокоптера;

- применение расширенного фильтра Калмана (ЕКФ) для оценки текущего состояния аппарата на основе данных от инерциальных измерительных устройств (IMU) и GPS;

- разработка планировщика маршрута на основе оптимальной траектории по рывку для обеспечения плавного и точного движения квадрокоптера.

Результаты данного исследования имеют важное практическое значение для разработки и применения робототехнических систем в военных, двойных и специальных задачах. Применение предложенных методов и алгоритмов позволит значительно повысить эффективность и надежность робототехнических комплексов, а также расширить их функциональные возможности.

**Обзор литературы.** Системы автоматического управления квадрокоптерами привлекли значительное внимание исследователей благодаря их широкому применению в гражданских и военных задачах. Основные компоненты таких систем включают математическую модель движения БПЛА, алгоритм оценки состояния аппарата, планировщик маршрута.

Динамическая модель квадрокоптера основана на уравнениях движения, которые описывают как линейное, так и угловое движение аппарата. В литературе широко обсуждаются различные подходы к моделированию динамики квадрокоптеров. Так, [1] предлагает использовать метод Лагранжа для моделирования динамики квадрокоптера, что позволяет учитывать нелинейные эффекты и взаимодействия между различными степенями свободы. Другие исследователи, такие как [2], фокусируются на использовании метода Ньютона-Эйлера для более точного описания сил и моментов, действующих на квадрокоптер.

ЕКФ широко используется для оценки состояния квадрокоптера, включая его положение, скорость и ориентацию. ЕКФ позволяет учитывать нелинейные динамические модели и шумы измерений, что делает его подходящим для задач навигации и управления БПЛА. В [3] обсуждаются основные принципы работы ЕКФ и его применение для оценки состояния БПЛА в условиях ограниченной видимости и радиоэлектронной борьбы. [4] приводит примеры использования

ЕКФ для интеграции данных от различных сенсоров, таких как IMU и GPS, что позволяет значительно повысить точность и надежность оценок.

Планировщики маршрута, основанные на минимизации рывка, нашли широкое применение в робототехнике и автономных системах. Оптимальные траектории, минимизирующие рывок, обеспечивают плавное движение квадрокоптера и снижают механические нагрузки на его компоненты. [5] предлагает использовать полиномы пятого порядка для генерации траекторий, которые минимизируют интеграл квадрата рывка вдоль всей траектории движения. [6] описывает применение планировщиков маршрута в автономных транспортных средствах и БПЛА, подчеркивая их важность для обеспечения плавности и точности движения.

**Методология.** Исследуемый объект – квадрокоптер с четырьмя роторами, который оснащен IMU (инерциальным измерительным устройством) и GPS-приемником. Квадрокоптер оборудован программным обеспечением Pixhawk для управления и стабилизации.

*Система управления* квадрокоптером включает несколько ключевых компонентов, каждый из которых играет важную роль в обеспечении стабильного и точного полета: PID контроллеры для управления положением и угловой ориентацией; расширенный фильтр Калмана (ЕКФ) используется для оценки текущего состояния (State Estimation) квадрокоптера на основе данных от датчиков; планировщик маршрута осуществляет генерацию оптимальных траекторий для движения квадрокоптера; датчики и актуаторы включают в себя IMU, GPS, а также моторы квадрокоптера.

Взаимодействие компонентов системы управления квадрокоптером можно описать следующим образом:

*Входными сигналами* будут являться заданные координаты (x, y, z) и углы ориентации (крен, тангаж, курс), а также команды от планировщика маршрута.

Планировщик маршрута на основе заданных координат и текущего состояния генерирует траектории движения с учетом минимизации рывка.

Расширенный фильтр Калмана, используя данные от датчиков (IMU, GPS), оценивает текущее состояние квадрокоптера (позиция, скорость, угловая скорость).

PID контроллеры управляют положением и ориентацией квадрокоптера, используя оцененные значения состояния от ЕКФ. Контроллер угловой скорости управляет скоростью вращения роторов для поддержания заданной ориентации.

Выходными сигналами будут являться управляющие воздействия на моторы (тяга и угловые скорости).

*Динамическая модель* квадрокоптера включает в себя:

– Линейное движение:

$$m \frac{d^2 r}{dt^2} = F_{\text{тяг}} + F_{\text{грав}} + F_{\text{возм}}$$

где  $r$  – вектор положения квадрокоптера,  $F_{\text{тяг}}$  – сила тяги,  $F_{\text{грав}}$  – сила тяжести,  $F_{\text{возм}}$  – внешние возмущения.

– Угловое движение:

$$I \frac{d\omega}{dt} + \omega \times (I \cdot \omega) = T_{\text{мотор}}$$

где  $I$  – тензор инерции,  $\omega$  – угловая скорость аппарата,  $T_{\text{мотор}}$  – моменты, создаваемые моторами.

*PID контроллеры* (пропорционально-интегрально-дифференциальные контроллеры) являются одним из наиболее широко используемых типов регуляторов в системах автоматического управления. Основным принципом их работы заключается в вычислении управляющего воздействия на объект на основе ошибки управления, которая представляет собой разницу между заданным и текущим значением контролируемого параметра.

Динамическая модель квадрокоптера с добавлением PID контроллеров была реализована в программной среде Simulink/Matlab (рисунок 1).

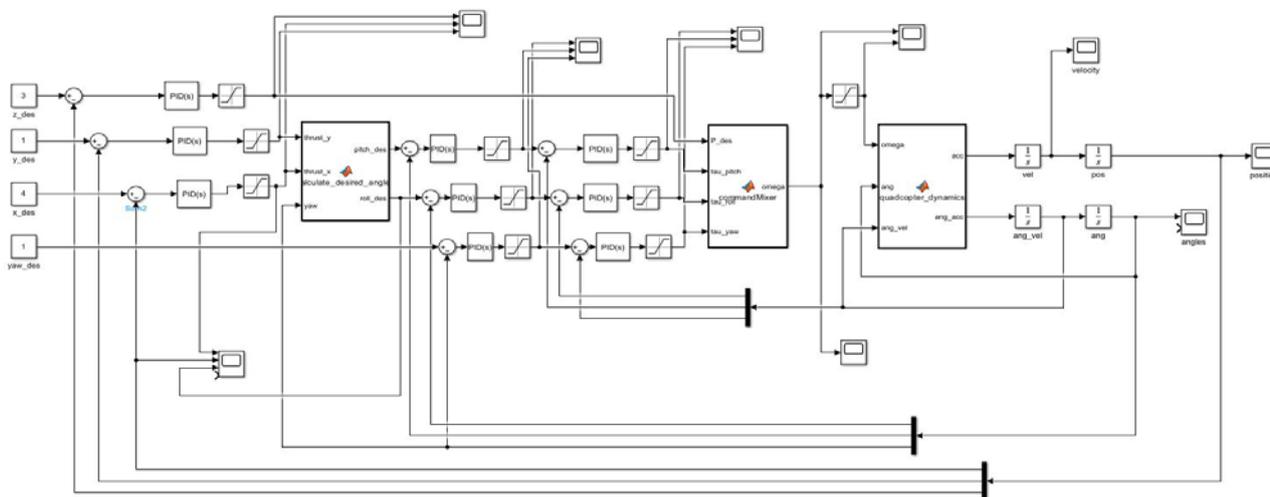


Рисунок 1 – Динамическая модель квадрокоптера реализованная в программной среде Simulink/Matlab

*Расширенный фильтр Калмана (ЕКФ)* – это нелинейная версия классического фильтра Калмана, который используется для оценки состояния динамических систем. ЕКФ применяется, когда модель системы и/или модель измерений являются нелинейными.

ЕКФ оперирует в два основных шага - шаг прогноза и шаг коррекции. Ниже представлен общий алгоритм его работы (рисунок 2).



Рисунок 2 – Алгоритм работы фильтра Калмана.

ЕКФ широко используется в системах управления робототехническими системами для оценки состояния, включающего в себя положение, скорость и ориентацию. ЕКФ помогает компенсировать ошибки измерений датчиков и улучшает точность управления.

ЕКФ будет использоваться для оценки состояния квадрокоптера, включая его положение  $(x, y, z)$ , скорость  $(v_x, v_y, v_z)$ , углы  $(\phi, \theta, \psi)$  и угловые скорости  $(\omega_x, \omega_y, \omega_z)$ . ЕКФ будет сочетать данные от инерциальных измерительных устройств (IMU), таких как акселерометры, гироскопы, а также GPS приемника.

Минимизация рывка (третьей производной положения по времени) является важным аспектом при *планировании траекторий движения*, особенно для робототехнических систем. Оптимальная траектория по рывку обеспечивает плавное движение, минимизирует механические нагрузки и увеличивает срок службы компонентов.

В квадрокоптерах такие планировщики помогают обеспечить плавное и точное движение, помогая двигаться по плавным траекториям без резких изменений скорости и ускорения, а также обеспечивают уменьшение механических нагрузок, минимизируя износ двигателей и других механических компонентов.

Задача минимизации рывка формулируется как оптимизационная задача, где необходимо минимизировать интеграл квадрата рывка вдоль всей траектории движения:

$$J = \int_0^T \left( \frac{d^3 x(t)}{dt^3} \right)^2 + \left( \frac{d^3 y(t)}{dt^3} \right)^2 + \left( \frac{d^3 z(t)}{dt^3} \right)^2 dt$$

где  $J$  – функционал рывка,  $x(t)$ ,  $y(t)$  и  $z(t)$  - координаты положения квадрокоптера в пространстве, а  $T$  - время полета.

Для этого используются полиномы пятого порядка:

$$\begin{aligned} x(t) &= a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 + a_5 t^5 \\ x(t) &= b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3 + b_4 t^4 + b_5 t^5 \end{aligned}$$

$$z(t) = c_0 + c_1t + c_2t^2 + c_3t^3 + c_4t^4 + c_5t^5$$

Решая эти системы уравнений, можно получить оптимальные траектории для квадрокоптера, минимизирующие рывок.

Эксперименты проводились с использованием симуляционной среды MATLAB/Simulink. На первом этапе была разработана и настроена динамическая модель квадрокоптера. Затем были реализованы и протестированы алгоритмы EKF и планировщика маршрута.

### Результаты.

#### 1) Точность оценки состояния

На первом этапе экспериментов была оценена точность работы расширенного фильтра Калмана (EKF). Результаты показали, что EKF значительно улучшает точность оценки состояния квадрокоптера по сравнению с использованием только данных от датчиков.

Для наглядной демонстрации улучшений были построены графики реального и оцененного положения квадрокоптера по осям X, Y и Z. На рисунке 3 представлены сравнения оцененных данных с реальными значениями.

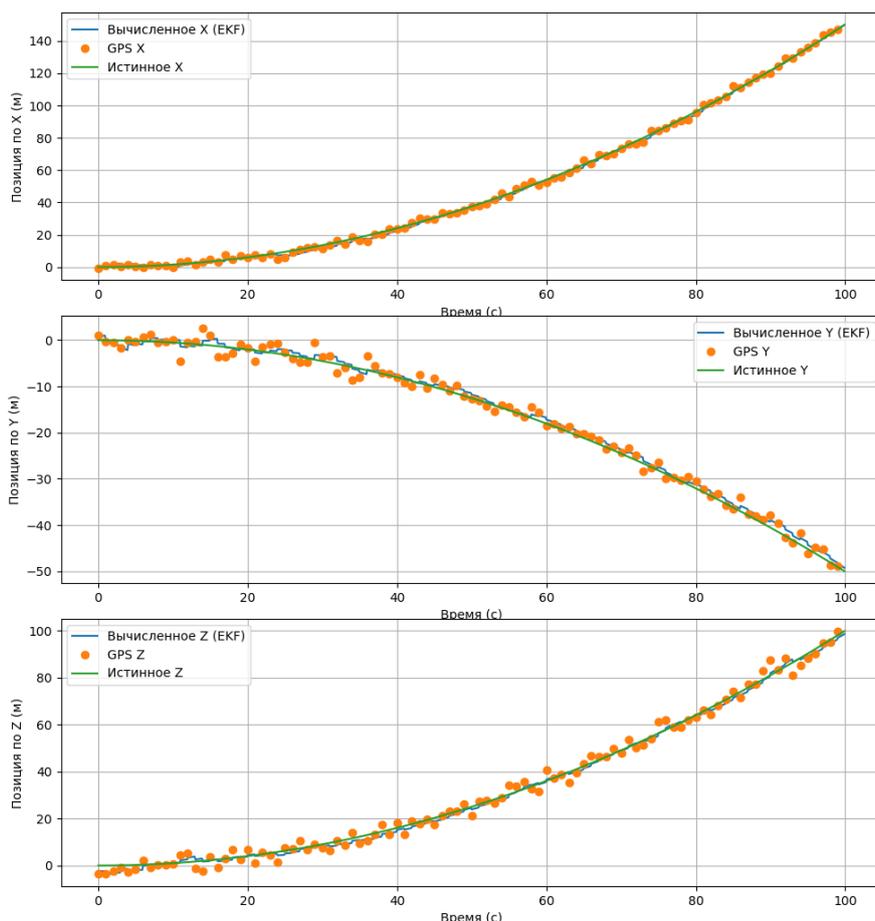


Рисунок 3 – Графики реального и оцененного положения квадрокоптера по осям X, Y и Z

В таблице 1 приведены значения среднеквадратичной ошибки (RMSE) для каждой из осей координат.

Таблица 1 – Среднеквадратичная ошибка (RMSE) в оценке положения квадрокоптера с использованием ЕKF и без него

Ось	RMSE с EKF (м)	RMSE без EKF (м)
X	1,09	1,50
Y	0,84	1,42
Z	1,16	2,45

## 2) Планирование траектории

Был протестирован планировщик маршрута на основе минимизации рывка. Результаты показали, что данный подход обеспечивает плавные траектории движения квадрокоптера с минимальными механическими нагрузками.

На рисунке 4 представлена оптимальная траектория квадрокоптера в трехмерном пространстве. Траектория была сгенерирована для движения через заданные точки  $[0, 0, 0]$ ,  $[1, 1, 2]$ ,  $[2, 0, 3]$ ,  $[3, -1, 2]$ .

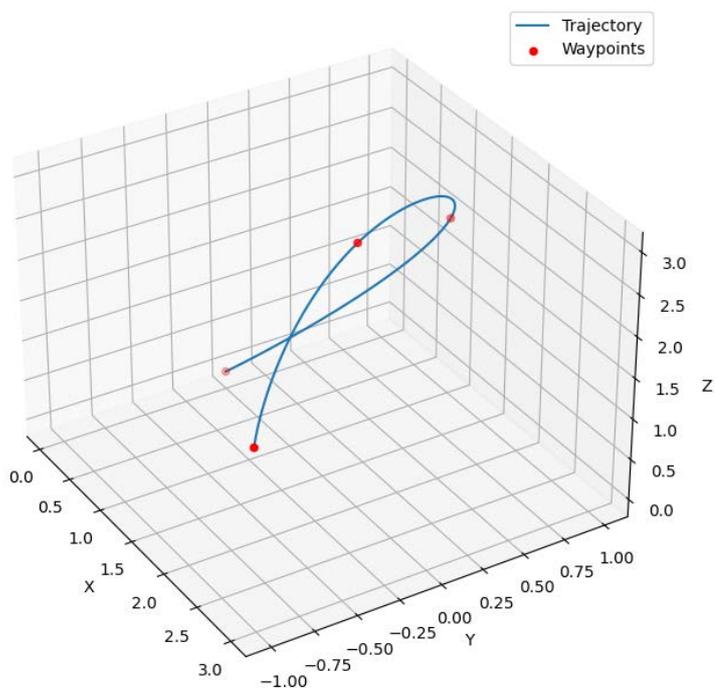


Рисунок 4 – Оптимальная траектория квадрокоптера, построенная с помощью минимизации рывка в трехмерном пространстве

На рисунке 5 показаны траектории движения и профили скорости по трем осям, на рисунке 6 – профили ускорения и рывка по трем осям.

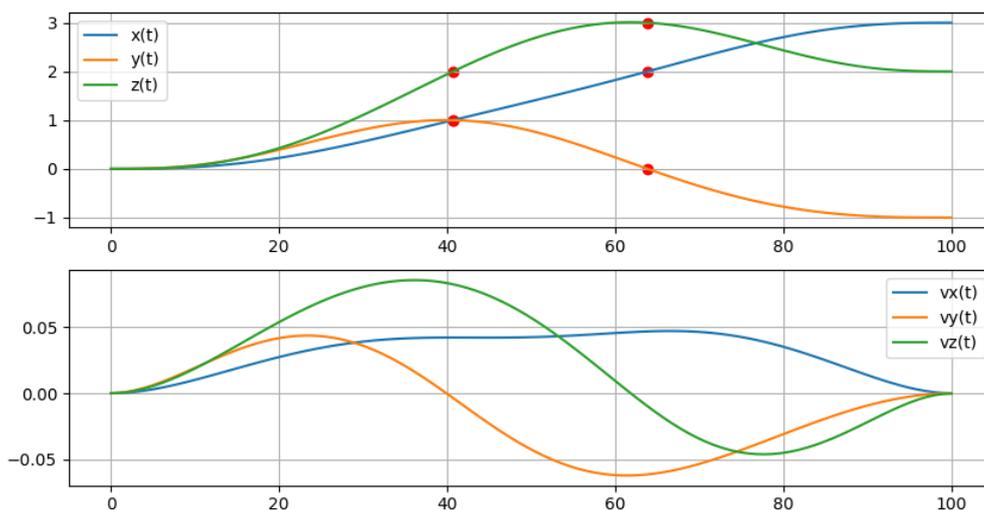


Рисунок 5 – Графики изменения координат по x, y, z осям (сверху) и графики изменения скоростей по x, y, z осям (снизу)

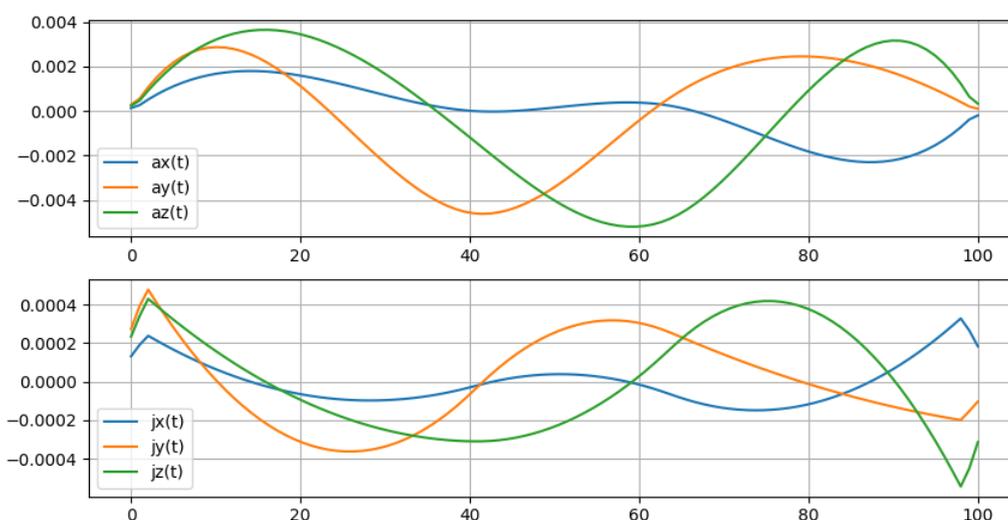


Рисунок 6 – Графики изменения ускорений по x, y, z осям (сверху).  
Графики изменения рывка по x, y, z осям (снизу)

Временные характеристики процесса вычислений профилей в данном примере составили: время оптимизации - 0,017 секунд, время расчета траекторий – 0,007 секунд. Это указывает на высокую скорость выполнения алгоритма и возможность его применения в режиме реального времени.

Графики траектории, скорости, ускорения и рывка показывают плавные изменения, что свидетельствует о хорошей плавности траектории. Также траектория проходит через заданные промежуточные точки, что подтверждает точность алгоритма.

**Заключение.** В данной статье представлено исследование и разработка системы автоматического управления квадрокоптером, включающей использование динамической модели квадрокоптера, PID контроллеров, расширенного фильтра Калмана (ЕКФ) и планировщика маршрута на основе минимизации рывка. Основные цели работы включали повышение точности и

надежности управления квадрокоптером, что особенно важно в условиях ограниченной видимости и враждебных электронных сред.

Результаты исследования показали значительное улучшение точности оценки положения квадрокоптера при использовании ЕКФ, что показывает эффективность применения ЕКФ для улучшения точности навигации и управления квадрокоптером.

Планировщик маршрута на основе минимизации рывка также показал высокую эффективность, обеспечивая плавные траектории движения квадрокоптера с минимальными механическими нагрузками. Это позволяет не только повысить точность выполнения задач, но и увеличить срок службы компонентов квадрокоптера за счет снижения механических нагрузок.

Таким образом, разработанная система автоматического управления квадрокоптером демонстрирует высокую точность и надежность, что делает ее перспективной для применения в военных, двойных и специальных задачах. Применение предложенных методов и алгоритмов позволяет значительно повысить эффективность робототехнических комплексов, расширяя их функциональные возможности и обеспечивая безопасность выполнения сложных и опасных задач.

Результаты данного исследования, проведенного сотрудниками НИИ вооружения и военной техники Национального университета обороны Республики Казахстан, имеют практическое значение для различных областей применения квадрокоптеров, включая военные операции, поисково-спасательные работы, мониторинг окружающей среды и другие задачи, требующие высокой точности и надежности управления беспилотными системами. Внедрение разработанных методов и алгоритмов может существенно улучшить качество выполнения задач и обеспечить более высокую степень автономности квадрокоптеров, что критически важно для выполнения сложных и опасных задач с минимальным риском для человека.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 S. Bouabdallah, P. Murrieri and R. Siegwart, Design and control of an indoor micro quadrotor // IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA '04. 2004, New Orleans, LA, USA, 2004. – pp. 4393-4398. – Vol.5, doi: 10.1109/ROBOT.2004.1302409.

2 R. Mahony, V. Kumar and P. Corke, Multirotor Aerial Vehicles: Modeling, Estimation, and Control of Quadrotor // IEEE Robotics & Automation Magazine, vol. 19. – no.3. – pp. 20-32, Sept. 2012, doi: 10.1109/MRA.2012.2206474.

3 M.S. Grewal and A.P. Andrews, Applications of Kalman Filtering in Aerospace 1960 to the Present [Historical Perspectives] // in IEEE Control Systems Magazine, vol. 30. – no.3. – pp. 69-78, June 2010, doi: 10.110.

4 Maybeck, P.S. Stochastic Models, Estimation, and Control. - New York: Academic Press, 1979. – 423 p.

5 R. Palamakumbura, D.H.S. Maithripala, C.F. Martin, Minimum jerk trajectory generation for differential wheeled mobile robots // IEEE 8th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS'13), 2013. – pp. 460-464.

6 D. Mellinger and V. Kumar, Minimum snap trajectory generation and control for quadrotors // IEEE International Conference on Robotics and Automation, Shanghai, China, 2011. – pp. 2520-2525, doi: 10.1109/ICRA.2011.5980409.

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОТИВОБОРСТВА В ОПЕРАЦИЯХ

**МОЛДАБАЕВ Т.М.**, *подполковник, докторант 3 курса*  
**КЕРИМБАЕВ Б.М.**, *полковник, к.в.н., асс.профессор (доцент)*

*Национальный университет обороны Республики Казахстан, г.Астана, Республика  
Казахстан*

**Аннотация.** Актуальность методик расчётов в работе офицеров во многом определяется необходимостью точного и своевременного принятия решений в условиях неопределённости и повышенной ответственности. Офицеры регулярно сталкиваются с задачами, требующими точных расчётов для планирования операций, распределения ресурсов и координации действий. Ошибки в этих расчётах могут привести к серьёзным последствиям. Эффективное управление поставками, транспортом и поддержкой войск требует точных вычислений для обеспечения бесперебойной работы и оптимального использования ресурсов. Современные методики расчётов позволяют офицерам более эффективно анализировать разведывательную информацию, предсказывать действия противника и принимать обоснованные решения.

**Ключевые слова:** операция, информационное противоборство, методика, боевой потенциал, технология, модель.

**Аннотация.** Офицерлердің жұмысындағы есеп айырысу әдістерінің өзектілігі көбінесе белгісіздік пен жауапкершіліктің жоғарылауы жағдайында нақты және уақтылы шешім қабылдау қажеттілігімен анықталады. Офицерлер үнемі операцияларды жоспарлау, ресурстарды бөлу және іс-әрекеттерді үйлестіру үшін нақты есептеулерді қажет ететін міндеттерге тап болады. Бұл есептеулердегі қателіктер ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін. Әскерлерді жеткізуді, тасымалдауды және қолдауды тиімді басқару үздіксіз жұмыс пен ресурстарды оңтайлы пайдалануды қамтамасыз ету үшін дәл есептеулерді қажет етеді. Есептеудің заманауи әдістері офицерлерге барлау ақпаратын тиімдірек талдауға, жаудың әрекеттерін болжауға және негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** операция, ақпараттық қарама-қайшылық, әдістеме, жауынгерлік әлеует, технология, модель.

Общая цель информационного противоборства в операциях – завоевание и удержание информационного превосходства над противником. В случае, если достижение такой цели маловероятно, оно может проводиться с целью снижения информационного воздействия.

Завоевание информационного превосходства над противником является сложной задачей, требующей учета множества факторов. Предлагаемая формула

для оценки информационного превосходства может включать в себя такие компоненты, как информационные ресурсы, скорость и точность передачи информации, эффективность контрразведки, качество информационных операций и устойчивость к кибератакам. Формула может быть представлена следующим образом:

$$IP = f(IR, ST, CI, PO, CS) \quad (1)$$

где, IP – информационное превосходство;

IR – информационные ресурсы. Объем и качество данных – количество и достоверность собранной информации. Доступность данных – насколько быстро можно получить доступ к необходимым данным.

ST – скорость и точность передачи информации. Время, необходимое для передачи данных между подразделениями. Точность передачи – минимизация ошибок при передаче информации.

CI – эффективность контрразведки. Влияние на деструктивные силы – успешность деморализации и дезинформации противника. Поддержка своих сил – уровень повышения боевого духа и мотивации своих войск.

PO – качество проведенных информационных операций. Деятельность, направленная на влияние на информационное пространство, включая пропаганду, контрпропаганду, распространение информации и дезинформации и др. мероприятия.

CS – устойчивость к кибератакам. Защита от атак – эффективность мер по защите от кибератак. Способность к восстановлению – время и усилия, необходимые восстановления после атак.

Пример расчета информационного превосходства. Используем весовые коэффициенты для каждого компонента, отражающие их относительную важность.

Например:

$$IP = w_{IR} \times IR + w_{ST} \times ST + w_{CI} \times CI + w_{PO} \times PO + w_{CS} \times CS \quad (2)$$

Где,  $w_{IR}$ ,  $w_{ST}$ ,  $w_{CI}$ ,  $w_{PO}$ ,  $w_{CS}$  – весовые коэффициенты, сумма которых равна 1 ( $(w_{IR} + w_{ST} + w_{CI} + w_{PO} + w_{CS} = 1)$ ). На основе приоритетов определили следующие весовые коэффициенты – ( $w_{IR}=0,25$ ), ( $w_{ST}=0,2$ ), ( $w_{CI}=0,2$ ), ( $w_{PO}=0,2$ ), ( $w_{CS}=0,15$ ).

Оцениваем каждый компонент по 10-ти бальной шкале: (IR=8), (ST=7), (CI=9), (PO=8), (CS=7).

$$NR = 0,25 \times 8 + 0,2 \times 7 + 0,2 \times 9 + 0,2 \times 8 + 0,15 \times 7$$

$$NR = 2 + 1,4 + 1,8 + 1,6 + 1,05 = 7,85$$

Таким образом, информационное превосходство оценивается в 7,85 баллов из 10 возможных. Это позволяет оценить текущее состояние информационного

превосходства и выявить области, требующие совершенствования.

Информационное противоборство в операциях могут кроме обычных вопросов решаться следующие дополнительные задачи:

- нарушение управления силами противника путем дезорганизации его информационных объектов и разрушения единого информационного пространства, завоевание информационного превосходства;

- дезорганизация (срыв) действий разведывательно-ударных, а также других наиболее эффективных систем и комплексов противника;

- существенное повышение эффективности борьбы с десантно-диверсионными и разведывательными силами противника, бандитскими, террористическими, повстанческими, партизанскими и другими враждебными формированиями;

- повышение информационной живучести информационных объектов, информационной защищенности информационного ресурса других подразделений и некоторых объектов государственного и местного значения, расположенных в зонах – обеспечение собственной информационной безопасности;

- достижение необходимого уровня морально-психологической устойчивости личного состава и своего населения;

- обеспечение и участие в решении задач по созданию условий для поддержки общественного мнения, предпринимаемых командованием в сложившейся обстановке;

- во взаимодействии с силами и средствами старших инстанций и соседей – подрыв морально-психологического состояния личного состава противника.

- выявление информационных объектов, с дальнейшим их подавлением;

- противодействие информационно-психологическому воздействию.

Общим результатом явится существенное снижение эффективности в применении наиболее мощных систем противника, повышение эффективности операций, проводимых командованием, сохранение их боевого (в т.ч. информационного) и морально-психологического потенциала на уровне, позволяющем успешно решать последующие задачи.

В зависимости от обстановки, сложившейся к началу или в ходе операции, приоритеты в названном ряду групп объектов могут быть самыми различными:

- в одних операциях основные усилия будут сосредоточены на тех объектах, воздействие по которым позволяет уничтожить, исказить, задерживать, срывать обработку и распределение информации противника или получать доступ к ней;

- в других – главной задачей явится интенсивное управляемое информационное и психологическое воздействие на командование и личный состав противника.

Однако во всех случаях сейчас особое значение приобретает умелое вскрытие разведкой ключевых, системообразующих и компьютеросодержащих объектов в его критически важных информационно-управляющих, компьютерных и других систем. Активное информационное и силовое

воздействие на эти объекты – неперенное условие достижения целей в операциях.

Что касается объектов информационной защиты, то при определении их приоритетности можно руководствоваться теми же соображениями, которые были выше изложены относительно объектов противника.

Для решения задач информационного противоборства будут задействованы различные силы и средства: РЭБ, психологической борьбы, оперативной маскировки, штатные и приданные подразделения (команды) специалистов программно-математического и информационно-технического воздействия, часть сил и средств разведки, РВиА, войск ПВО, авиации, соединений и частей РХБЗ, общевойсковых соединений.

К решению задач могут быть привлечены аналогичные силы и средства оперативно подчиненных соединений и частей других войск.

Будут принимать участие также соответствующие силы и средства органов государственной и местной власти и негосударственных структур (частные СМИ, частные охранные предприятия и др.).

Формами, в рамках которых достигаются цели информационного противоборства, являются информационные действия. Кроме того, могут проводиться психологические операции применяться соответствующие формы силового воздействия на объекты информационного ресурса и мероприятия информационного (разведывательного и контрразведывательного) обеспечения и информационной защиты.

Таким образом, структура информационного противоборства включает формы информационного противоборства низшего звена, соответствующие формы силового воздействия и мероприятия информационного обеспечения и информационной защиты. Функционально информационное противоборство представляет собой систему представленную на рисунке 1.

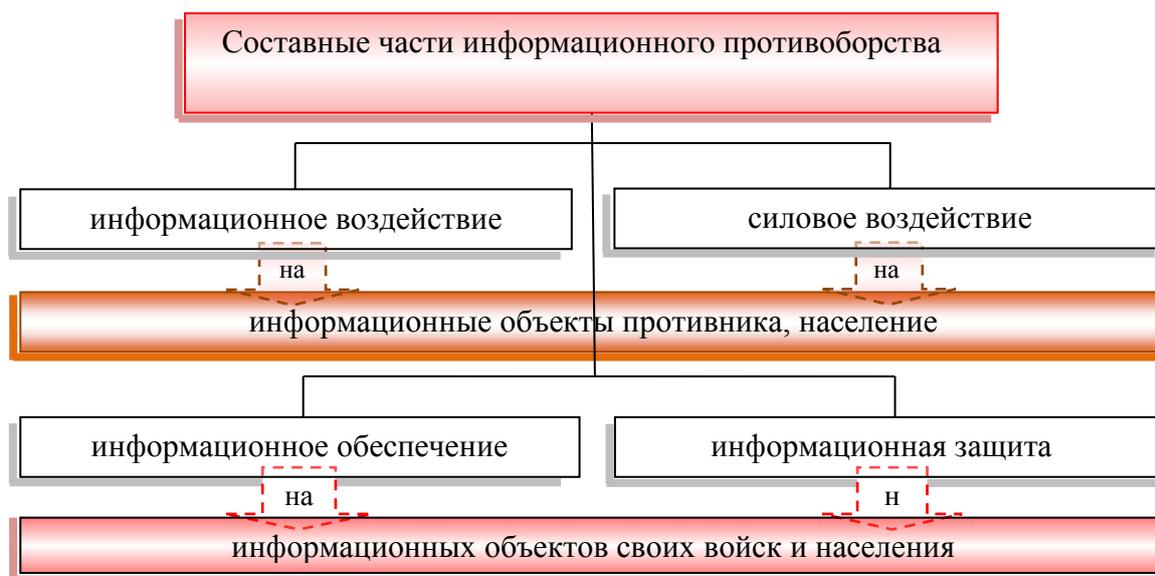


Рисунок 1 – Составные части информационного противоборства

Для согласованного функционирования названных элементов в системе ИПб будут создаваться подсистемы управления и всестороннего (в т.ч. компьютерного) обеспечения.

Информационное воздействие включает управляемое информационное воздействие (дезинформация, демонстративные действия, имитация, радиоэлектронная маскировка, скрытое воздействие на сознание людей, лингвистические методы воздействия и др.), психологическое воздействие и программно-электронное воздействие на противника.

Силовое воздействие – нанесение огневых ударов, ударов нелетальным оружием и войсками по объектам информационного ресурса группировки противника, противостоящей, и противоборствующих сил, действующих в полосе.

Информационное обеспечение включает разведку информационных объектов противника, сбор и анализ информации о своих силах и средствах, участвующих в формах информационных операций, информационную работу органов управления, связанную с подготовкой мероприятий и управлением соответствующими силами и средствами при ее проведении.

Информационная защита – это комплекс мероприятий оперативной маскировки и защиты от программно-электронного, силового, информационно-психологического воздействия противника.

В рамках оценки боевого потенциала в информационном противоборстве, предложена следующая методика расчета:

$$БП_{ипб} = (N \times T \times Q) + S \quad (2)$$

где,  $БП_{ипб}$  – боевой потенциал в информационном противоборстве;

$N$  – численность специалистов в сфере информационного противоборства;

$T$  – уровень технологий и технических средств;

$Q$  – качество информации и оперативного анализа;

$S$  – поддержка общественности и моральный дух.

Пример:

$$\begin{aligned} БП_{ипб} &= (50 \times 0,9 \times 0,8) + 70 \\ БП_{ипб} &= 86 \end{aligned}$$

Значение боевого потенциала  $БП_{ипб} = 86$  условных единиц, что указывает на совокупную способность войск вести ИПб.

Искусство офицеров штаба соединений проявится в том, что из всех возможных вариантов использования сил и средств, привлекаемых к информационному противоборству в операции, в основу решения будет положен тот из них, при реализации которого цель достигается с большей вероятностью, в установленное время, с меньшими потерями в людях и технике, с наименьшими затратами материальных ресурсов и с сохранением необходимого уровня морально-психологического потенциала войск (сил) и населения.

Таким образом, методики расчётов являются неотъемлемой частью повседневной деятельности офицеров, способствуя повышению эффективности и точности их работы, что непосредственно влияет на успешность военных операций и безопасность личного состава. Современные военные технологии, включая кибероперации, дроны и автоматизированные системы, требуют применения сложных математических моделей и расчётов для их эффективного использования.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1 Барковский А.Ф, Теоретические основы управления ударами и огнем РВ и А: Учебник, СПб.: МВАА, 2005. – 351 с.

2 Чекинов С.Г., Богданов С.А. Прогнозирование характера и содержания войны будущего: проблемы и суждения» (Прогнозирование характера и содержания войн будущего: проблемы и оценки) // Военная мысль. – 2015. – № 10. – С.44-45.

3 Шарапов И. К вопросу об информационной войне и информационном оружии. Проблема информационной войны и информационного оружия Зарубежное военное обозрение. – 2000. – № 10. – С.2-5.

## ЗАМАНАУИ РОБОТОТЕХНИКАЛЫҚ КЕШЕНДЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ АТҚАРАТЫН МІНДЕТТЕРІ

ДУЙСЕМБЕКОВ О.А., *т.ғ.к., полковник*  
ШАНДРОНОВ Д.Н., *PhD докторы, полковник*

*Радиоэлектроника және байланыс әскери инженерлік институты, Алматы қаласы,  
Қазақстан Республикасы*

**Андатпа.** Елімізде қарқынды дамып келе жатқан инновациялық бірі – робототехника. Адамның қолы жетпеген жерге ойы жететіндігінің дәлелі – бүгінгі заманауи роботтар. Робототехника – адам өміріне дендеп келе жатқан болашағы өте зор сала. Ал роботтық технология бұл - адамның қатысуынсыз бір немесе бірнеше технологиялық операцияны автоматты түрде орындайтын технологиялық өңдеуші, өндірістік, тасымалдау және көмекші жабдықтардың жиынтығы.

Мақалада робототехникалық кешендерге қойылатын талаптар, олардың атқаратын міндеттері мен қолдану ауқымы қарастырылған. Роботтарды пайдалану ортасына, ұтқырлық дәрежелеріне, басқару жүйесінің түрі, функционалдық мақсаты мен сындарлы белгілеріне қарай жіктеп көрсетілген.

Қазіргі уақыттағы арнайы мақсаттағы робототехникалық кешендер тактикалық міндеттердің орындалуының көп мүмкіндігін шешетіндігі ашып көрсетілген.

**Түйін сөздер:** робот, робототехникалық кешен, технологиялық процес, ұшқышсыз ұшу аппараты, әскери техника, автоматты жүйе, арнайы техника, электронды есептеу машинасы, автономия, интерактив.

**Кіріспе.** Осы уақытқа дейін қандай машинаны робот деп санауға болатындығы туралы нақты түсінік жоқ екені баршамызға мәлім. Ашық дерекөздерде робот - қоршаған орта туралы ақпаратты қабылдайтын датчиктермен және басқару тетіктерімен жабдықталған автоматты жүйе (машина) деп аталады, ол басқару бөлшек көмегімен өзгермелі ортада өзін мақсатты түрде ұстай алады. Роботтың өзіне тән ерекшелігі – адамның физикалық және интеллектуалдық функцияларын ішінара немесе толығымен орындау мүмкіндігі. Робот әдеттегі автоматты жүйеден (мысалы, автоматты машинадан) көп мақсаттылығымен, әмбебаптығымен, әртүрлі шараларды орындау үшін қайта құру мүмкіндігімен ерекшеленеді. Іс жүзінде «робот» ұғымы сезу жүйесімен (кем дегенде техникалық көру жүйесімен) жабдықталған кез-келген қашықтан басқарылатын көлік құралдарына қолданылады.

XX ғасырдың аяғы мен XXI ғасырдың басында әлемде байқалған технологиялық процестерді кеңінен автоматтандыру әскери және арнайы техниканың қару-жарақ үлгілерін жасау процесіне кең әсер ете алмады. Жауынгерлік шараларды автоматтандыру, сондай – ақ электронды есептеу

машиналарын қаруды басқару контурына енгізу соңғы онжылдықтарда ғылымның іргелі және технологиялық салаларында робототехникалардың тиімділігін едәуір арттырды және бұл сапалы жаңа роботтандыруға көшуге дайындыққа үлкен мүмкіндік берді.

Күштік салалар ортасында роботтандыру кешені деп - жеке құрамның жауынгерлік міндеттерді шешуге толық немесе ішінара қатысуда (минималды қатысуда) қамтамасыз ететін, адамдардың араласунсыз әскери технологияларды құруға және енгізуге бағытталған өзара байланысты ұйымдастырушылық және әскери-техникалық іс-шаралар кешені түсініледі [1].

Автономияның жоғары деңгейі, агрессивті ортада әрекет ету қабілеті, жұмыс істеудің бейімделгіштігі мен көп режимділігі, игерудің ыңғайлылығы, пайдалану мен жөндеуге (қалпына келтіруге) жұмсалатын шығындардың төмендігі, сондай-ақ әскери қызметшілердің өмірі мен денсаулығын сақтаудың елеулі мүмкіндіктері көп жағдайда әскери қақтығыстарда әртүрлі тиімділікті қолдану үшін арнайы робототехника үлгілерінің баламасын айқындайды.

Кешенді роботтандыру, оның ішінде әскери роботтарды әзірлеу және құру қазіргі кезеңде қарулы күрес құралдарын одан әрі дамыту мен жетілдірудің, қарулы күрестің барлық базалық салаларында – әуе-ғарыш, құрлық және теңіз күштерінде әскерлердің (күштердің) жауынгерлік мүмкіндіктерін арттырудың перспективалық бағыттарының бірі болып табылады [2,3,4].

Зерттеулерге сүйенсек бүгінгі таңда арнайы мақсаттағы робототехникалық кешендер саласындағы зерттеулер мен әзірлемелер технологиялық дамыған 50 елден 900-ге жуық ғылыми-зерттеу ұйымдары мен өнеркәсіп кәсіпорындары айналысады екен. Арнайы роботтарды жасау саласындағы қарқынды зерттеулер АҚШ-та, Жапонияда, Ұлыбританияда, Ресейде, Германияда, Израильде, Францияда, Оңтүстік Кореяда және Қытайда жүргізілуде [4, 5].

Қазіргі қарыштап дамып жатқан заманда робототехниканың қолданысы ауқымды. Соңғы жылдары адам қызметінің барлық салаларында роботтандыру жүріп жатыр. Робототехниканы қолдану ауқымы өте кең, атап айтқанда:

- роботтар адамды өндірісте ығыстыруда. Көптеген процестерді толық автоматтандыру адамдардың өндіріске қатысуын маңызды шешімдер қабылдауға және жабдықтың ақауларын жоюға әкеледі;

- роботтар ғарыш кеңістігі мен мұхит тереңдігін зерттеуде қолданылады;

- роботтардың көмегімен ми мен жүрекке күрделі хирургиялық операциялар автоматтандырылып, аяқ-қолдар мен кейбір ішкі ағзалардың роботты протездері жасалынады;

- әскери техника барған сайын ақылды және тәуелсіз бола бастады – қозғалысты басқару, жағдайды бақылау, мақсатты көздеу және нысанаға тигізу машинамен жүзеге асырылады, ал адамға тактикалық міндеттерді шешу және техникалық қызмет көрсету ғана қалып барады.

Роботтандыру процесі қоғамдық қауіпсіздікті қамтамасыз ету сияқты нақты салаға да әсер етті: 20 жылдан астам уақыт бойы арнайы қызметтер мен полиция бөлімшелерінің арсеналында мобильді роботтар мен робототехникалық кешендер қолданысты.

Негізінде роботтар адамның мүмкіндіктерінен тыс немесе адамның денсаулығы мен өміріне шамадан тыс қауіп төндіретін жағдайларда, сондай-ақ көп уақытты қажет ететін және циклдік қайталанатын тапсырмаларды орындау үшін кәсіби дайындалған персоналдың жетіспеушілігі жағдайында адамды ауыстыруға арналады [4].

*Роботтарды келесідей жіктеуге болады:*

қолдану салалары – өндірістік (өнеркәсіптік), әскери (жауынгерлік, қамтамасыз ететін), зерттеу, медициналық;

тіршілік ету ортасы (пайдалану) – жер үсті, жер асты, жер үсті, су асты, әуе, ғарыш;

ұтқырлық дәрежелері – стационарлық, мобильді;

басқару жүйесінің түрі – бағдарламалық, адаптивті, интеллектуалды;

функционалдық мақсаты – манипуляциялық, көліктік, ақпараттық, аралас;

әмбебаптық деңгейі – арнайы, мамандандырылған, әмбебап;

*сындарлы белгілері:*

жетектердің түрі – электрлік, гидравликалық, пневматикалық;

қозғалтқыштың типі – шынжыр табанды, доңғалақты, доңғалақты-шынжыр табанды, жартылай шынжыр табанды, жүргіш, доңғалақты-жүргіш, айналмалы, ілмекті, бұрандалы, реактивті қозғалтқыштары бар;

технологиялық жабдықтың құрылымдық ерекшеліктері - манипуляторлар саны бойынша, манипуляторлардың жүк көтергіштігі бойынша, жұмыс аймағының координаттар жүйесі бойынша (сызықтық, бұрыштық);

бастапқы басқару сигналдарының көздерінің түрі - электрлік, биоэлектрлік, акустикалық;

басқару тәсілі - автоматты, қашықтан басқарылатын (көшіру, командалық, интерактивті, супервизорлық, диалогтық), қолмен (топсалы-баланстық, экзоқаңқалық) [4].

Жұмыс ортасының типімен және жұмыс процесінің сипатымен анықталған роботтардың жұмыс істеу шарттарын екі санатқа бөлуге болады: детерминирленген (анықталған) және детерминирленбеген (анықталмаған).

Детерминистік орталарға адам жасаған орталар жатады. Тиісінше, детерминистік процесс – бұл әр процесс, оның ағымы толығымен адамның мақсатты қызметіне (процесті тікелей жүзеге асыру, процесті басқару және т.б.) байланысты.

Детерминистік ортада ұйымның жоғары дәрежесі бар немесе ұйымның қажетті дәрежесіне салыстырмалы түрде аз шығындармен қол жеткізуге болады. Ортаның сенімділігі робот өзара әрекеттесе алатын барлық объектілердің нақты орналасуын алдын-ала білуіне байланысты. Манипуляциялық робот үшін бұл оның жұмыс аймағында орналасқан объектілердің орналасуы мен бағытын нақты білуді білдіреді.

Екінші санаттағы ортада оларды ұйымдастыруды жүзеге асыру мүмкін емес. Мұндай орталар толығымен ұйымдастырылмаған (анықталмаған) деп аталады. Оларға, атап айтқанда, табиғи жағдайларда, адам жасаған орталардың бұзылуында, яғни ғимараттар мен құрылыстардың бұзылуында төтенше

жағдайлар тудыратын табиғи орталар жатады. Роботтың табиғи ортадағы әрекеттеріне даладағы әрекеттер жатады: жергілікті жерде барлау, әскери әрекеттер, минадан тазарту және патрульдеу, су асты және жерасты жұмыстары (оның ішінде жер бедерінің радиоактивті, химиялық және бактериологиялық ластануы жағдайлары) жатады.

Детерминирленбеген процестерге оның барысы мен нәтижесі адамның мақсатты іс-әрекетіне толығымен тәуелді емес әр-түрлі процесстер жатады. Детерминирленбеген процестерге – ұрыс қимылдары, барлық табиғи (жер сілкінісі, жанартау атқылауы және т. б.) процестер және де техногендік апаттардың нәтижесі ретінде өрттер, жарылыстар жатады.

Детерминирленбеген жағдайларда жұмыс істеу үшін қазіргі уақытта техникалық әдебиеттерде «мобильді роботтар» деп аталатын робототехникалық жүйелердің ерекше түрі дамуда, олардың ерекшелігі жүйенің кеңістіктегі қозғалу қабілеті болуында [5].

Мобильді роботтар жан-жақты, сондықтан оларды әртүрлі салаларда қолдануға болады. Робототехниканы әскери мақсаттарда және төтенше жағдайларда қолдануға қатысты роботтардың техникалық «қабілеттері», қатаң және экстремалды жағдайларда пайдалануға жарамдылығы және қызмет көрсетуші персоналды қорғауды қамтамасыз ету қабілеті басым мәнге ие. Азаматтық өнеркәсіпте роботтарды пайдалану кезінде олардың экономикалық тиімділігіне үлкен мән беріледі.

*Мобильді роботтардың көмегімен шешілетін негізгі тактикалық міндеттер.*

Роботтарды қолдану келесі тактикалық міндеттерді шешуге мүмкіндік береді:

- жарылыс-техникалық жұмыстарды жүргізу;
- жарылғыш құрылғыларды іздеу және диагностикалау;
- жарылғыш құрылғыларды жою немесе эвакуациялау;
- жарылғыш құрылғыларды бөлшектеу немесе залалсыздандыру;
- объектілер мен аумақтарға химиялық және радиациялық барлау жүргізу;
- терроризмге қарсы операцияларды жүргізу кезінде;
- радиоэлектрондық кедергілерді, түтін және арнайы жасалынған перделерді қою;
- арнайы құралдарды жеткізу және қолдану;
- басып алынған және қорғалатын объектілерге жасырын ену;
- объектілер мен аумақтарға радиоэлектрондық аудио және бейне барлау жүргізу;
- кедергілерді (есіктерді, қабырғаларды) жою;
- жаудың атыс нүктелерін анықтау;
- объектілерді күзету кезінде;
- объектіге ену әрекеттерінің жолын кесу кезінде.

Мобильді роботтың жұмыс ерекшеліктері, пайдалану шарттары және функционалдық мақсаты оның дизайн ерекшеліктерін, басқару жүйесінің

күрделілік дәрежесін, массалық сипаттамаларын және арнайы жабдықтың құрамын анықтайды.

Мобильді роботқа келесі жалпы талаптар қойылады:

– робот қалалық жағдайларда, ғимараттар мен құрылыстардың ішінде, қирау аймақтарында, өрескел жерлерде, қатты тегіс жабындарда да, деформацияланатын топырақ негіздерінде де жоғары ұтқырлық пен трафикке ие болуы керек;

– робот дайын емес табиғи жағдайда да, адамның өмір сүруіне арнайы бейімделген ортада да (үйлердің ішінде, көлік коммуникацияларында) сенімді әрекет етуі, қалалық көлік ағындарына сәйкес келуі немесе көлік бағандарының бөлігі ретінде қозғалуы керек;

– роботтың дизайны оның жоғары ұтқырлығын және арнайы операцияларды орындау кезінде жылдам орналастырылуын қамтамасыз етуі керек.

Жоғарыда аталған міндеттерді орындау үшін арнайы бөлімшелерде мобильді роботтардың келесі негізгі топтары бар:

*Робототехникалық кешен* – бұл қойылған міндеттер тобының орындалуын кешенді автоматтандыруды қамтамасыз ететін бағдарламалық-алгоритмдік және аппараттық шешімдердің жиынтығы. Басқаша айтқанда, мобильді роботтар мен сәйкес мобильді роботтарды басқару жүйелерінің жиынтығы. Арнайы мақсаттағы мобильді робототехникалық кешеннің мысалы – мобильді робототехникалық кешен.

*Мобильдік робототехникалық кешен* – стационарлық және жылжымалы мақсаттарды, атысты қолдау мен әскери барлауды, маневрлік міндеттерді анықтауға және жоюға арналған, шынжыр табанды жүрісте жоғары өтімділігі бар қашықтан басқарылатын экипажсыз жауынгерлік бірлік.

*Робототехникалық құрал* – адамның берілген функцияларын және оның тікелей қатысуынсыз басқа да іс-әрекеттерді орындайтын автоматтандырылған өздігінен қозғалатын техникалық құрылғы (машина).

Мобильді робототехникалық кешендер келесі жағдайларда қолданылады:

арнайы операцияларды жауынгерлік қамтамасыз ету (тосқауыл атысы, жауынгерлік барлау, кедергілерді жою және т. б.)

барлау жүргізу;

жарылыс қауіпті заттар мен жарылмаған оқ-дәрілерді іздеу, алу, тасымалдау және залалсыздандыру немесе жою; жарылыс жұмыстары);

маңызды объектілердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету.

Массасы, ұтқырлығы және негізгі мақсаты бойынша 4 топқа бөлуге болады:

– өте жеңіл, салмағы 35 кг-ға;

– жеңіл, салмағы 150 кг дейін;

– орташа, салмағы 800 кг дейін;

– ауыр, салмағы 800 кг-нан асады [7].

*Арнайы робототехникалық кешендер*

Арнайы робототехникалық кешендердің мүмкіндіктері туралы түсінік ерікті беттерде қозғалатын өнеркәсіптік роботтарды қолдану тәжірибесін береді.

Бұл саладағы әлемдік басымдық жапондық фирмаларға тиесілі. Қазіргі уақытта олар қашықтан басқарылатын бірқатар робототехникалық құрылғыларды әзірлеп шығарған және сериялы түрде жасап шығаруда олар келесі мақсаттарда қолданылады:

- үлкен сыйымдылықтағы газ резервуарларынан ағып кетуді бақылау;
- кеме корпустарының дәнекерлеу жіктерін, газ және мұнай резервуарларының қабырғаларын ультрадыбыстық бақылау;
- кеме корпустары мен кеме танктерінің қабырғаларын құммен тазалау;
- көпқабатты ғимараттар қабырғаларының, шыны жуғыштардың және қабырғалардың жай-күйін диагностикалау;
- сұйық ядролық қалдықтарды сақтауға арналған құрылыстар қабырғаларының және ыдыстардың қабырғаларының бетін бақылау;
- ядролық реакторлар шахталарының қабырғаларын жуу.

Роботтандырылған кешенді жүйенің маңызды бөлігінің бірі қашықтан басқарылатын ұшу аппараттары немесе ұшышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА).

ұшқышсыз ұшу аппараттары мынадай мақсаттарға қабілетті:

- ауданды әуеден шолу барлауын жүргізу;
- радиациялық, химиялық және бактериологиялық барлауды жүргізу;
- радиосигналдардың қабылдап-таратылуын қамтамасыз ету;
- нысанаға тигізу, мақсатқа арнайы техникалық құралдарды жеткізу.

Қазіргі уақытта ҰҰА бірыңғай және нақты классификациясы жоқ. Атап айтқанда, ұшқышсыз аппараттарды әртүрлі белгілер бойынша бөлу төмендегідей болып келеді:

– қолданылатын басқару жүйесіне байланысты – бағдарлама бойынша немесе радио командалар (қашықтан басқарылатын немесе телебасқарылатын) бойынша ұшатындарға бөлінеді. Радиокомандалық бағыттау жүйесі бар ҰҰА диапазоны бағдарлама бойынша ұшатын аппараттарға қарағанда едәуір аз деп есептеледі, өйткені басқару әдетте УҚТ диапазонында жүзеге асырылады және көру сызығының диапазонымен анықталады;

– бастапқы (ұшу) салмағы мен өлшемі бойынша – шағын өлшемді (кейде оларды миниатюралық деп те атайды), орташа өлшемді және үлкен өлшемді. Ашық дереккөздерге сүйенсек, қазір батыстық мамандар негізгі күш-жігерін ұшақтар мен тікұшақтардың радиомен басқарылатын модельдерімен салмақтық және габариттік сипаттамалары бойынша салыстыруға болатын шағын көлемді ҰҰА құруға бағыттауда;

– орындалатын міндеттер бойынша – барлау, радиоэлектрондық күрес және көп мақсатты;

– түрі бойынша – ұшақ үлгісіндегі ұша; тікұшақ үлгісіндегі және автобасқару; көтеру-байлау жүйелері; газ толтырылған аппараттар (дирижабльдер мен шарлар).

Әуе робототехникалық құралдарының құрамына қашықтан басқарылатын ҰҰА, ұшыру, қызмет көрсету және басқаруды қамтамасыз ететін бірнеше көлік құралдары кіреді [6].

Қорыта айтқанда роботтық техниканың жоғарыда келтірілген ерекшеліктері мен мүмкіндіктері заманауи технологиялардың, техникалардың, құралдармен құрылғылардың қарқынды дамуына жаңа тың өзгерістер әкелуі сөзсіз. Бұл дегеніміз Күштік құрылымдардың бар буынына өз әсерін тигізетіндігі.

2030 жылға қарай ақпараттық технологиялар мен робототехника саласындағы серпінді әзірлемелердің кең спектрін дамытудың қазіргі қарқыны, әскери роботтардың базалық тактика-техникалық мүмкіндіктерінің дамуына, сондай-ақ кейінгі буындағы арнайы мақсаттағы роботтық техникалық кешендерді әзірлеу мен енгізуде елеулі ілгерілеуді қамтамасыз етуге қабілеттілігінде.

Жауынгерлік аянда робототехниканы жаппай және көп өлшемді қолдану әскери теорияда, әскери өнерде және практикада өткен ғасырдың ортасында зымыран мен ядролық қаруды, автоматика мен радиолокацияны енгізудің салдарымен сәйкес келетін революциялық өзгерістерді бастайды деп болжауға болады. Арнайы робототехника технологияларының заманауи дамуы күштік құрылымдардың алдында тұрған міндеттерді жаңа сапамен шешуге бағыттайтыны анық. Арнайы мақсаттағы роботтық техника қолданыстағы қару-жарақ жүйесіне біріктіру күштік құрылымдарды дамытудың перспективалық бағыты болып табылады және әскери қызметшілердің кәсіби іс-шараларын орындау кезінде олардың өмірі мен денсаулығын сақтау үшін жағдай жасауға мүмкіндік береді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Чиров Д.С., Новак К.В. Перспективные направления развития робототехнических комплексов специального назначения // Вопросы безопасности. 2018. – № 2. – С. 50-59.

2 Хрипунов С.П., Благодарящев И.В., Чиров Д.С. Военная робототехника: современные тренды и векторы развития // Тренды и управление. 2015. – № 4. – С. 410-422.

3 Сердюк П., Слюсар В. Средства связи с наземными роботизированными системами. Современное состояние и перспективы // Электроника. Наука, технология, бизнес, 2014. – № 7 (00139). – С. 66-74.

4 Чиров Д.С., Хрипунов С.П. Интеллектуальные методы распознавания тактических ситуаций в условиях автономного применения робототехнических комплексов военного назначения // Вопросы безопасности. 2017. № 1. С.22-34.

5 Каляев И.А., Рубцов И.В. Боевым роботам нужна программа // Национальная оборона. 2012. – № 8 (77). – С. 34-48.

6 Донченко А.А., Чиров Д.С. Обоснование требований к системе связи беспилотных летательных аппаратов средней и большой дальности // Т-Comm – Телекоммуникации и Транспорт. 2015. – № 12 (9). – С.12-16.

7 URL: [https://ziatker.kz/docx/qazaqstan\\_jane\\_robototehnika\\_92378.html](https://ziatker.kz/docx/qazaqstan_jane_robototehnika_92378.html) (қаралған күні 6.07.2024 ж).

## РОБОТОТЕХНИКАНЫҢ БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ОРНЫ

**ДУЙСЕМБЕКОВ О.А.,** *т.ғ.к., полковник*  
**ЖАНБУЛАТОВ Д.М.,** *магистр, полковник*

*Радиоэлектроника және байланыс әскери инженерлік институты, Алматы қаласы,  
Қазақстан Республикасы*

**Андатпа.** Еліміздегі қазіргі білім беру жағдайында адамның қызметтегі қабілеттерін артыратын және жан-жақты дамытатын іс-әрекеттік сипат өзекті білім беру тиімділігін арттырудың кепілі болып табылады. Сонымен қатар, тұлғаның электрондық сауаттылығын қалыптастыру, компьютерлік технологияларды меңгеруде қажетті робототехниканың алар орны зор.

Жоғары оқу орындарында, білім беретін орталарда робототехниканы белсенді енгізу қазіргі кезде басты мәселелердің біріне айналып оны табысты шешуге мүмкіндік беретін жүйе ретінде кеңінен қарастырылуда. Бұл мақалада қазіргі дамуда қарқындап алға басқан заманымыздың әр саласына етіне кірістіріле отырып қолданысқа алынған робототехника жүйесі туралы мәліметтер қарастырылған.

Мақала барысында қазіргі кездегі білім ордаларындағы білімалушылардың мектеп жасынан бастап білікті маман болып шыққанға дейінгі робототехникалық жүйелердің орны мен қажеттіліктері туралы мағлұматтар берілген.

**Түйін сөздер:** робототехника, білім беру ортасы, робототехникалық құрылғылығы, интеграция, әлеуметтену, инновация, ақпарат, қоғам, автоматтандыру, техникалық жүйе, алгоритмдік қабілет.

Қазіргі уақытта білім беру, жоғары оқу орны және оқытушының кәсіби мәртебесі қоғамда болып жатқан өзгерістердің әсерінен күрделенеді. Білім берудегі және жоғары оқу орны өзгерістерге байланысты жаңа шарттар жаңаталаптар қояды.

Барлығымызға белгілі әлемде экономика, ғылым, мәдениет, тәсілдер мен тұжырымдамалар барлығы интеграцияланады. Осыған айланысты тұлғаның өзін дамыту, оның сапалық өзгерістері, жауапкершілігі және өзін-өзі іске асыруға дайындығы, әлеуметтену және тез өзгертін әлемге бейімделу қабілеті артады.

Құзыретті тұлғаның негізгі қасиеттерінің бірі бастамашылдық және өзгерістерге дайындық сияқты жеке қасиет болып табылады. «Ең күшті емес, ең ақылды емес, ең жақсы өзгеріске жауап беретін адам өмір сүреді» деген нақыл сөз бар. Инновацияның жоғары деңгейі, қоғамда болып жатқан өзгерістердің жылдамдығы, «ақпарат жарылысы» білімнің қартаю процесін жеделдетуге алып келеді. Осыдан орай білімді, іскер, өз өмірінде оқуға (біліктілікті арттыру) дағдыланған жаңа типтегі қызметкерді дамыту қажеттілігі пайда болады.

Осылайша, «Сегіз қырлы бір сырлы адамды» дамыту интеллект, білім өндірілетін және тұтынылатын ақпараттық қоғамда қажеті және мүмкіншілікті болады. Бұл ақыл-ой еңбегінің үлесін арттыруға әкеледі, адамнан шығармашылыққа қабілеттілік талап етіледі, білімге сұранысын артады.

Робототехника (робот және технология) автоматтандырылған техникалық жүйелерді жасаумен айналысатын қолданбалы ғылым және өндірісті дамытудың ең маңызды техникалық негізі.

Робототехника – электроника, механика, кибернетика, телемеханика, информатика сонымен қатар радиотехника сияқты пәндерге негізделгені баршамызға мәлім.

Робототехника – автоматтандырылған техникалық жүйелерді әзірлеумен айналысатын қолданбалы ғылым. Қазіргі заманғы өндіріс үшін жоғары білікті мамандарды даярлау жоғары оқу орындары мен бейінді кәсіпорындардың бірлескен қатысуын талап етеді. Робототехника бойынша дайындық нақты ғылымдарға және инженерлік іске қызығушылығын, ақыл-ойдың аналитикалық қоймасын дамытады, бай қиялмен ұштастыра жақсы құрылымдалған ойлауды қалыптастырады [1].

Коледждерге, жоғары оқу орындарына білім беру робототехникасын белсенді енгізу басты мәселелердің бірін табысты шешуге мүмкіндік береді: Осындай еңбек нарығында білікті инженер-техникалық кадрлардың үдемелі тапшылығы мәселесі дамушы елдер үшін аса маңызды болып келеді.

#### *Қазақстандағы робототехникалық білім беру*

Ақпараттық қоғам барлық білім беру жүйесіне, оның барлық кезеңдерін қоса алғанда, неғұрлым жоғары талаптар қойатындықтан, қазіргі заманғы білім беру жағдайында іргелі білім беру – базаға көшуді қамтамасыз ету қажет, ол кейіннен қызмет түрлерін өзгертуге, кәсіптерді өзгертуге, жеке тұлғаның мүдделеріне қарай біліктілігін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, тұлғаның электрондық сауаттылығын қалыптастыру, компьютерлік технологияларды меңгеру қажет

Қазіргі білім беру жағдайында іс-әрекеттік сипат аса өзекті болып, білім беру тиімділігін арттырудың кепілі болып табылады, өйткені адамның қабілеттері қызметте көрінеді және дамиды.

Қазақстанда білім беру робототехникасы өз қалыптасуын бастағанына өте көп бола қойған жоқ. Өткенге шолу жасасақ «Парасат» ұлттық ғылыми - технологиялық холдингі «Назарбаев Университетімен» бірлесіп робототехника мен робототехнологияны дамыту бойынша ғылыми-техникалық бағдарлама әзірледі. Бағдарлама мақсаттарының арасында «Назарбаев Университетінде» робототехника индустриясын дамыту және робототехнологиялардағы инновацияларды өңдеу үшін ғылыми-білім беру базасын құру және «ақылға қонымды роботтарды» әзірлеу саласында жоғары білікті мамандар даярлау көрініс тапты [2].

«Робототехника» бойынша сабақтар қызықты ойын түрінде көптеген күрделі техникалық пәндердің дағдылары мен білімін алуға бірегей мүмкіндік береді. Білімалушыда логикалық ойлау ғана емес, математикалық және

алгоритмдік қабілеттер, электрондық жүйелерді түсіну, өз ойын дұрыс және нақты жеткізе білу, мәселені түрлі жолдармен шешу қабілеті дамиды, қиял, логика, дизайнерлік қабілеттер, командада жұмыс істей білу, сондай-ақ ғылыми зерттеулерге қызығушылық сияқты маңызды қасиеттер қалыптасады. «Робототехника» білім алушыларға әр түрлі деңгейлері даярлау және кез келген жетістіктерімен өсуге итермелейді. Негізгі пәндер жоғары математика, физика, радио желісі негіздері онай әрі жеңілдеу болады. Нәтижесінде білім алушылар ойланған жобаларды өз бетінше жүзеге асыра алады.

Робототехника - Қазақстанның білім беру мекемелері белсенділік енгізетін жаңа бағыт. Бүгінде Республикалық жоғары оқу орындарында оқытылатын бұл құрамдастырылған пән бірқатар қолданбалы пәндерді қамтиды. Математика және физика, информатика және сызу – бұл және басқа да ғылымдарды болашақ Робот жасаушыға игеруге қажетті пәндер.

Білім және ғылым министрлігінің бастамасы бойынша еліміздің кейбір білім беру мекемелері заманауи озық өндірістердің жаңа жиынтықтарымен жабдықталған, олардың негізінде ең батыл ойларды жүзеге асыруға болады: көптеген функциялары мен қабілеттері бар нағыз роботтарды модельдеу және бағдарламалау іске асырылады. Елде демеушілік қаражатқа сатып алынған 400 сынып-жиынтығының көмегімен мектеп жасынан бстап робототехникада 20 мыңға жуық қазақстандық ұлдар мен қыздар тәжірибе алмаса алады. Бұл тек осы қызықты және перспективалық бағытты дамыту жөніндегі алғашқы қадамдар ғана [3].

#### *Тәжірибе және даму болашағы*

Ересектерге арналған білім беру жүйесіне робототехниканы интеграциялауда ел үшін перспективалар айқын. Ал жаңа пәнді меңгере бастаған білім алушылар болашақ туралы ғана емес, оқу үдерісін қызықты ойынмен ұштастыра алатын мүмкіндіктері туралы да ойлайды. Білім алушылар техника құрылымдары сияқты оқу құралдарының көмегімен жаңа пән негіздерін меңгеру жақсы.

Егер робототехниканы меңгеруде өзіне тән «жеке ерекшелері» болмаса, онда бұл жиналған роботтар «жәй қарапайым» болып көрінеді. Жас инженерлер оларды жалпы үйрететін функцияларымен, датчиктермен жабдықтайды, бағдарламалайды – өндірісте пайдаланылатын нағыз роботтарға тән көптеген сипаттамалары ие болады [4].

Жаңа бағдарлама тыңдаушыларға жаңа білім беріп қана қоймай, өз ойларын іске асыруға мүмкіндік береді. Және ең бастысы оқытушылар білім алушылардың қиялын шектемейді – олардың барлығы робот жасаумен айналысқанда ой өрісін дамыта алады. Робототехниканы игеру компьютерлік технологиялар, математика, физика білімдерінсіз мүмкін емес. Тыңдаушылар шешім қабылдауды, сәттілік пен сәтсіздіктерді дұрыс қабылдауды, нақты міндеттерге назар аударуды үйренеді. Бұл дегеніңіз кез-келген мамандыққа пайдалы. Екінші жағынан, тыңдаушылар роботтар қатыстырылмайтын адамның қызмет саласы болсада көп нәрседен ой түйе алады.

### **Қорытынды**

Қазіргі білім берудің негізгі міндеті – жас адамдарға өз ойын ашып қолдану мүмкіндігін жеңілдететін орта құру. Бұл оларға осы ортаны, ал ол арқылы қоршаған әлемді танып еркін әрекет етуге мүмкіндік береді. Оқытушының жана рөлі тиісті білім беру ортасын ұйымдастыру, жабдықтау және ғылыми таным мен ой – өрісін кеңейтуге шақыру болып табылады.

Робототехникалық білім беру – жаңа, өзекті педагогикалық технология. Робототехника саласында төмендегі болашақ білім саласы түйісуде: механика, электроника, автоматика, құрастыру, бағдарламалау, схемотехника және техникалық дизайн.

Білім беру робототехникасы екі векторды біріктіреді: білім беру векторы және технологиялық вектор.

Әрбір бағытта қозғалу үшін тыңдаушының когнитивті-әрекеттік жазықтықта дамып келе жатқан технологиялық міндеті негіз болып табылады, бұл бір жағынан: проблеманы шешу үшін қажетті теориялық білімді алуға ұмтылуда, ғылымның кең кешеніне қол жеткізуді тарта отырып, екінші жағынан, жас әзірлеушінің түпкі бұйымда технологиялық проблеманы шешуге бағытталуынан құралады.

Тыңдаушылардың жеке білім траекториясын өрістетуге арналған кеңістік болып табылатын бұл жазықтықта, осылайша болашақ білім салалары тоғысындағы теория мен тәжірибенің қорытпасымен өзара байытылады. Бұл, әсіресе, біздің елімізде экономиканың дамуын инновациялық рельстерге көшіру бойынша мақсатты күш-жігер жұмсайтын қазіргі кездегі өте өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Нақты міндетті шешу үшін, атап айтқанда – роботты әзірлеу, жобалау және құру үшін жоғары білім беру орындарында оқытылатын бірқатар пәндердің когнитивті жетістіктерін бір процесте біріктіру қажет.

### **ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

1 Галина М. Н. «Образовательная робототехника в Казахстане: опыт и перспективы развития». Самостоятельная работа слушателя краткосрочных курсов повышения квалификации Сабындинская средняя школа имени Усенова Коргалжынского района.

2 Казахстанские школьники соревнуются в олимпиаде по робототехнике [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://bnews.kz/ru/news/post/230732/>, свободный.

3 Развитие робототехники и робототехнологий в Республике Казахстан на 2013- 2018 годы. Государственная программа.

4 Поиск экспортных ниш в образовательной робототехнике. Электронный ресурс // Режим доступа: <http://www.slideshare.net/ChihalinTed/ss-43872106> [қаралған күні 3.07.24]

## О НЕКОТОРЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ

СЕМЧЕНКО А.Г., *магистр, полковник,*

*Национальный университет обороны Республики Казахстан,  
город Астана*

**Аннотация.** Данная научная статья посвящена рассмотрению современных направлений развития беспилотной авиации. В статье анализируются рост рынка беспилотников, последние тенденции в разработке беспилотных летательных аппаратов, исследуются перспективные технологии и системы, которые могут использоваться в данной авиационной отрасли. Рассматриваются преимущества и недостатки беспилотной авиации, а также некоторые сферы её применения.

**Ключевые слова:** беспилотная авиация, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), развитие БПЛА

**Андатпа.** Бұл ғылыми мақала ұшқышсыз ұшақтарды дамытудың заманауи тенденцияларын қарастыруға арналған. Мақалада ұшқышсыз ұшақтар нарығының өсуі, ұшқышсыз ұшу аппараттарын дамытудың соңғы тенденциялары талданады және осы авиациялық индустрияда қолданылуы мүмкін перспективалы технологиялар мен жүйелер зерттеледі. Ұшқышсыз ұшақтардың артықшылықтары мен кемшіліктері, сондай-ақ оны қолданудың кейбір бағыттары қарастырылады.

**Түйін сөздер:** ұшқышсыз ұшақтар, ұшқышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА), ҰҰА әзірлеу

**Annotation.** This scientific article is devoted to the consideration of modern trends in the development of unmanned aircraft. The article analyzes the growth of the drone market, the latest trends in the development of unmanned aerial vehicles, and explores promising technologies and systems that can be used in this aviation industry. The advantages and disadvantages of unmanned aircraft, as well as some areas of its application, are considered.

**Keywords:** unmanned aircraft, unmanned aerial vehicles (UAVs), UAV development

**Введение.** Беспилотная авиация является одним из самых динамично развивающихся направлений современной авиационной индустрии. По данным американского финансового конгломерата Morgan Stanley (исследование проведено в 2019 году, рисунок 1) рынок беспилотников к 2040 году достигнет фантастических объемов в 1,5 триллионов долларов США.

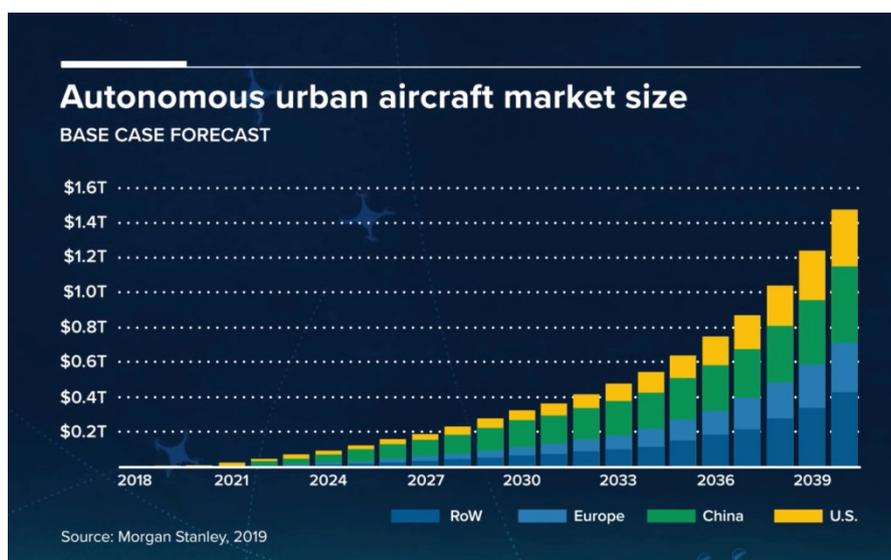


Рисунок 1 – Объемы рынка беспилотной авиации к 2040 году  
(источник: <https://dronedj.com/wp-content/uploads/sites/2/2019/11/CNBC-reports-drones-are-growing-into-a-100-billion-industry.jpg>)

В настоящее время создание и развитие собственных беспилотников является во многих государствах мира, в том числе и в Республике Казахстан, рассматривается в качестве одного из приоритетных направлений.

Благодаря использованию беспилотных летательных аппаратов удастся повысить эффективность выполнения различных задач, снизить затраты и риски для человеческой жизни. В данной статье кратко рассматриваются основные тенденции в развитии беспилотной авиации и исследуются потенциальные возможности её применения в различных сферах, а также основные преимущества и недостатки.

**Основная часть.** Революционный рост технологических возможностей по созданию и производству дронов за последние два десятилетия послужил катализатором для массового производства и применения беспилотников в гражданской и военной сферах. На основе анализа открытых источников к десяти основным **направлениям развития технологий** в беспилотной авиации следует отнести:

1. Увеличение дальности и продолжительности полета за счет разработки более эффективных аккумуляторов и батарей питания дронов.
2. Внедрение новых видов энергоисточников, таких как солнечные батареи или технологии беспроводной передачи энергии.
3. Создание более компактных и легких конструкций беспилотников с использованием новых материалов, таких как композиты, углепластик и наноматериалы.
4. Совершенствование систем автономного пилотирования для повышения точности навигации и безопасности полетов БПЛА.
5. Развитие технологий искусственного интеллекта для повышения независимости дронов от операторов в различных условиях и средах.

6. Развитие алгоритмов компьютерного зрения и машинного обучения беспилотников.

7. Совершенствование систем связи для устойчивого управления беспилотниками в режиме реального времени.

8. Развитие программного обеспечения в целях создания условий для управления множеством (роем) беспилотных летательных аппаратов.

9. Внедрение беспилотников в системы грузоперевозок и логистики в целях сокращения времени и затрат на доставку различных грузов.

10. Создание интегрированных систем мониторинга и дистанционной диагностики в целях предотвращения технических сбоев и повышения надежности работы БПЛА.

Все эти технологии и направления успешно используются в современных дронах и непрерывно совершенствуются.

По версии сайта Commercial UAV News к числу семи главных мировых трендов в направлениях исследований и совершенствовании технологий беспилотных авиационных систем относятся [1]:

1) использование искусственного интеллекта (является трендом не только для БПЛА, но и общего технологического развития последних лет);

2) регулирование вопросов безопасности (активно внедряются системы обнаружения несанкционированного запуска дронов, особенно вблизи охраняемых объектов и аэропортов);

3) упрощение согласования полетов БПЛА (излишняя регламентация разрешительных процедур снижает развитие применения беспилотных технологий);

4) развитие технологии грузоперевозок с БПЛА (ожидается пятикратный рост дронов в логистике от 7,5 млрд. долларов США в 2020 году до 32 млрд. долларов США к 2028 году);

5) развитие сетей беспилотной аэродоставки (вытекает из предыдущего и является основой для создания логистических сетей дронов);

6) расширение возможностей применения БПЛА (рост популярности дронов ведет к расширению сфер их применения);

7) диверсификация бизнеса и расширение спектра услуг (все больше возможностей дронов используется в коммерческих целях).

К примеру, перспективное использование дронов в коммерческих перевозках (рис.2) имеет серьезные преимущества, к которым можно отнести [2]:

– более высокая производительность, чем у пилотируемых грузовых самолетов, по причине снятия ограничений на время полета экипажа, необходимость его возвращения в аэропорт вылета;

– снижение затрат на эксплуатацию, так как один авиадиспетчер способен обслуживать несколько автоматических дронов одновременно, отсутствует потребность в выплате зарплаты экипажам;

– более высокая полезная грузоподъемность по причине отсутствия кабины экипажа и систем жизнеобеспечения экипажа.



Рисунок 2 – Перспективные транспортные дроны  
(источник: [https://avatars.dzeninfra.ru/get-zen\\_doc/1877341/pub\\_5cee6530f1195f00b041e75b\\_5cee678e5d385300ae6038a8/scale\\_2400](https://avatars.dzeninfra.ru/get-zen_doc/1877341/pub_5cee6530f1195f00b041e75b_5cee678e5d385300ae6038a8/scale_2400))

В последние десятилетия наблюдается стремительное развитие технологий в области боевых беспилотных авиационных систем, что, несомненно, повлияло на военную сферу беспилотной авиации, а также развитие форм и способов её применения в современных военных конфликтах.

С каждым годом объем боевых и специальных задач военных дронов неуклонно растет. Военная беспилотная авиация стала неотъемлемой частью вооруженных сил различных стран и играет важную роль в современных боевых и специальных операциях.

Беспилотники становятся более автономными и «умными» благодаря использованию искусственного интеллекта и машинного обучения. Примером такого развития является возможность самостоятельного принятия решений в процессе идентификации объектов удара и выполнения различных задач без участия оператора.

Развитие технологий, в том числе, направлено на повышение продолжительности полета, увеличение используемой полезной нагрузки, малозаметности, универсальности и безопасности дронов.

На рисунке 3 представлены некоторые существующие и перспективные боевые дроны, применение которых уже в наши дни становится реальностью.



Рисунок 2 – Перспективные боевые дроны  
(источник: <https://i.ytimg.com/vi/leVidIunUcQ/maxresdefault.jpg>)

Безусловно, все самые новейшие технологические разработки в беспилотной авиации, также имеют свои преимущества и недостатки, к основным из которых следует отнести:

**Преимущества гражданских беспилотников [3]:**

- высокая мобильность при малых размерах и массе;
- неприхотливость к покрытию взлётно-посадочных площадок;
- универсальность применения;
- высокая эффективность;
- простота управления;
- способность автоматически выполнять задания, несмотря на отсутствие сигналов Глобальных навигационных систем (к примеру, GPS, ГЛОНАСС, Бейдоу), сигналов управления и связи;
- способность к длительной работе благодаря лёгкой замене операторов;
- персонал находится в безопасности.

В дополнение к вышеуказанным преимуществам, для дронов, используемых в военных целях следует отнести:

- высокую точность применения боеприпасов (как навесных, так и встроенных);
- низкую заметность (радиолокационную и акустическую) для средств обнаружения противника;
- высокую эффективность по критерию «стоимость БПЛА – стоимость цели».

**К основным недостаткам гражданских БПЛА следует отнести:**

- необходимость высокотехнологичного обслуживания и постоянного мониторинга технического состояния (особенно для больших автоматических дронов);

- ограничения в условиях использования (метеорологические условия, электромагнитные помехи);
- наличие риска потери управления;
- риски для авиационной безопасности в случае столкновения с другими воздушными судами или летательными аппаратами.

В дополнение к вышеуказанным недостаткам, для дронов, используемых в военных целях следует отнести:

- скорость и маневренность в сравнении с боевыми пилотируемыми летательными аппаратами.
- ограниченную способность взаимодействия с другими видами вооружений;
- недостаточные возможности по противодействию системам ПВО и средствам радиоэлектронной борьбы.

**Заключение.** Беспилотная авиация представляет собой перспективное направление развития авиационной индустрии, которое открывает новые возможности для решения самого широкого спектра задач в различных отраслях.

Краткий анализ открытых источников показал, что военная беспилотная авиация имеет огромный потенциал для применения в различных сферах обороны и безопасности государства. Современные технологии позволяют создавать все более эффективные и универсальные боевые и специальные беспилотные системы. Беспилотные технологии стали неотъемлемой частью вооруженных сил и будут играть ключевую роль при ведении будущих военных конфликтов. Дальнейшее развитие этого сегмента авиации будет способствовать улучшению обороноспособности и обеспечению безопасности многих государств.

Несмотря на некоторые технические и правовые проблемы, сфера беспилотной авиации продолжает активно развиваться и находить новые области применения. Дальнейшее совершенствование технологий и законодательства позволит расширить для человечества спектр возможностей беспилотной авиации и повысить ее эффективность в будущем.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Электронный ресурс, статья «7 мировых трендов беспилотной сферы в 2024 году»/ URL: <https://dzen.ru/a/ZY1C4yoEzhE130Ny/>(дата обращения 09.07.2024).

2 Электронный ресурс, статья «Грузовые беспилотники (UCA)»/31 мая 2019/ URL: <https://dzen.ru/a/XO51MPEZXwCwQedb/>(дата обращения 09.07.2024).

3 Электронный ресурс, статья «Беспилотники: будущее авиации»/ URL: <https://synergytimes.ru/learn/bespilotniki-budushchee-aviatsii/>(дата обращения 09.07.2024).

## ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИКИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

**АКИМБАЕВ Е.Ж.**, д.ф. (PhD), асс. проф., полковник запаса

*АО «Центр военно-стратегических исследований»,  
город Астана, Республика Казахстан*

**Аннотация.** Чрезвычайные ситуации природного характера вызывают не только большие потери среди населения, но и наносят большой экономический ущерб государству и обществу.

С развитием искусственного интеллекта использование роботов для борьбы со стихийными бедствиями стало новой тенденцией в управлении чрезвычайными ситуациями. Робототехника при проведении аварийно-спасательных работ способна оказывать помощь и заменять спасательные команды, работающие в опасных ситуациях, что не только снижает трудоемкость, но и снижает потенциальные риски, связанные с работой спасателей.

В статье представлены различные задачи для робототехники при вопросах реагирования на стихийные бедствия, а также описаны технические проблемы и пути их решения.

**Ключевые слова:** Робототехника, чрезвычайные ситуации природного характера, стихийное бедствие, аварийно-спасательные роботы.

**Андатпа.** Табиғи сипаттағы төтенше жағдайлар халық арасында үлкен шығын әкеліп қана қоймай, мемлекет пен қоғамға үлкен экономикалық зиян келтіреді. Жасанды интеллекттің дамуымен апаттармен күресу үшін роботтарды пайдалану төтенше жағдайларды басқарудың жаңа үрдісіне айналды. Робототехника авариялық-құтқару жұмыстарын жүргізу кезінде қауіпті жағдайларда жұмыс істейтін құтқару топтарына көмек көрсетуге және ауыстыруға қабілетті, бұл еңбек сыйымдылығын төмендетіп қана қоймай, құтқарушылардың жұмысымен байланысты ықтимал тәуекелдерді азайтады. Мақалада табиғи апаттарға ден қою кезінде робототехникаға арналған әртүрлі міндеттер, сондай-ақ техникалық мәселелер мен оларды шешу жолдары сипатталған.

**Түйін сөздер:** Робототехника, табиғи сипаттағы төтенше жағдайлар, табиғи апат, авариялық-құтқару роботтары.

Землетрясения, лесные и степные пожары, наводнения, сели и другие непредсказуемые стихийные бедствия часто происходят в мире, которые приводят к значительным жертвам и материальному ущербу. Обзорно - аналитическая информация о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, происшедших на территории Республики Казахстан,

свидетельствует о росте количества чрезвычайных ситуаций природного характера: опасных гидрометеорологических и геологических явлений (2019 год – 45, 2020 год – 104, 2021 год – 130, 2022 год – 150, 2023 год – 239); природных пожаров (2019 год – 700, 2020 год – 831, 2021 год – 870, 2022 год – 928, 2023 год – 871) [1].

Общее количество пострадавших в результате стихийных бедствий можно разделить на две категории:

1) Прямое воздействие включает неизбежное негативное воздействие стихийных бедствий на человека. Например, в случае землетрясений это могут быть травмы, вызванные первичными толчками и повторными подземными ударами. Эти травмы являются прямым следствием действия сил стихии.

2) Вторичное воздействие связано с травмами, которые могли бы быть предотвращены, но произошли из-за неправильных действий или упущений в процессе спасательных операций. Например, вторичные травмы могут возникнуть, когда спасательные команды выполняют неправильно организованные действия, такие как дополнительные обрушения зданий или недостаточно быстрая реакция, что приводит к травмам, которые могли быть предотвращены.

Спасатели, работающие в сложных условиях, часто подвергаются высоким рискам. Работая непрерывно от 48 до 72 часов, они могут столкнуться с потенциальными травмами и опасностями, что ставит их жизнь под угрозу ради спасения других [2].

Чтобы минимизировать вторичные потери и снизить потенциальные риски для спасателей, активно используется робототехника. Роботы могут выполнять задачи в экстремальных условиях, что снижает необходимость человеческого участия в опасных ситуациях. Это помогает предотвратить вторичные травмы и улучшить общую безопасность и эффективность спасательных операций.

Чтобы спасти жизнь, роботы могут выполнять следующие действия:

1) Прямое взаимодействие с пострадавшими или объектами:

Роботы могут выполнять задачи по первой помощи, такие как проведение массажей сердца, администрирование медикаментов или помощь в дыхании.

Они могут извлекать пострадавших из опасных ситуаций, например, вытаскивать людей из разрушенных зданий или убирать препятствия с пути эвакуации.

Роботы могут осуществлять медицинские процедуры, например, проводить хирургические операции в условиях, когда высока вероятность осложнений или нет доступных квалифицированных специалистов.

2) Автоматизация вспомогательных действий:

Роботы могут выполнять задачи по мониторингу и анализу состояния пострадавших, например, отслеживать жизненные показатели и передавать данные медицинским специалистам.

Они могут управлять логистическими процессами, например, доставлять медицинское оборудование и препараты в нужные места или организовывать работу спасательных служб.

Роботы могут обеспечивать поддержку в обучении и подготовке медицинских работников, предоставляя симуляции и тренировки для повышения их квалификации и готовности к экстренным ситуациям.

Эти подходы позволяют роботам эффективно поддерживать и улучшать результаты спасательных операций, минимизируя риски и ускоряя процесс оказания помощи.

Использование робототехники в борьбе со стихийными бедствиями действительно растет, и задачи, которые роботы выполняют в таких ситуациях, можно разделить на три основные категории:

1) Съемка и картографирование окружающей среды:

– дистанционное обследование: Роботы могут использовать камеры, датчики и сканеры для сбора данных о разрушениях, изменениях в ландшафте и других аспектах пострадавшей территории.

– создание карт: они могут создавать трехмерные карты и модели поврежденных областей, которые помогают в планировании спасательных операций и координации усилий.

– мониторинг состояния окружающей среды: Роботы могут отслеживать уровни загрязнения, радиации или другие опасные факторы, чтобы обеспечить безопасность спасателей и пострадавших.

2) Поиск и спасение пострадавших от стихийных бедствий:

– поиск выживших: Роботы могут использовать сенсоры и тепловизоры для обнаружения сигналов жизни, таких как дыхание или движение, в обломках или труднодоступных местах.

– оказание первой помощи: Некоторые роботы могут быть оснащены медицинскими инструментами для оказания первой помощи пострадавшим до прибытия медиков.

– коммуникация с пострадавшими: Роботы могут использовать звуковые и визуальные сигналы, чтобы успокоить пострадавших и поддерживать с ними связь, пока не будет организована помощь.

3) Восстановительные работы:

– очистка обломков: Роботы могут выполнять задачи по уборке и удалению обломков, что упрощает доступ к пострадавшим и ускоряет восстановление.

– ремонт и восстановление инфраструктуры: они могут участвовать в восстановлении разрушенных зданий, дорог и других объектов инфраструктуры, применяя технологии строительства и ремонта.

– оценка ущерба: Роботы могут выполнять задачи по оценке ущерба и составлению отчетов, что помогает в планировании дальнейших шагов восстановления и распределении ресурсов.

Таким образом, роботы играют важную роль в каждом этапе процесса реагирования на стихийные бедствия, начиная от первичной оценки ситуации и заканчивая восстановлением после катастрофы. Их применение позволяет повысить эффективность спасательных операций, уменьшить риски для людей и ускорить процесс восстановления пострадавших территорий [2].

Рассмотрим задачи, при которых могут использоваться робототехнические комплексы.

#### 1. Съемка и картографирование окружающей среды.

Для оказания гуманитарной помощи в зоне чрезвычайной ситуации (ЧС) критически важными являются данные с географической привязкой, связанные с пострадавшими районами. Эти данные могут быть получены посредством раннего анализа воздействия после стихийного бедствия. Основные методы включают:

1) Спутниковые снимки: Изображения со спутников используются для анализа ранних воздействий на картах среднего и крупного масштаба. Спутниковые снимки высокого разрешения применяются для детального анализа ущерба инфраструктуре и объектам, что позволяет определить масштабы разрушений [3].

2) Беспилотные летательные аппараты (БПЛА): Обладая высоким пространственным разрешением и способностью к быстрому и многократному разворачиванию, БПЛА являются относительно недорогим инструментом для безопасного доступа к труднодоступным районам. Примеры применения БПЛА включают:

Ураганы: Аэрофотоснимки высокого разрешения, полученные с помощью БПЛА, использовались для создания цифровых моделей поверхности (DSM) и ортофотографий в Доминике после урагана Мария, а также для количественного анализа последствий урагана Харви в Техасе [4, 5]. Также БПЛА применялись для оценки ущерба мангровым зарослям после циклона «Иоланда» [6].

Землетрясения: после землетрясения в Вэньчуане (Китай) БПЛА использовались для мониторинга дорог и вторичных исследований [7]. Интеграция данных БПЛА с наземными лазерными сканерами применялась для построения 3D-моделей поврежденных зданий в Греции и Италии [8, 9]. Оползни, вызванные землетрясением, картографировались с помощью БПЛА в Греции [10].

Наводнения: БПЛА применяются для получения точной пространственной информации о речной среде и мониторинга речных процессов в Польше [11]. В Трансильвании БПЛА использовались для разграничения зон, подверженных наводнениям, на севере гор Апусени [12]. Также они применялись для картографирования рек и устьев рек во время критических событий, таких как сильные дожди [13].

Фотограмметрия и мониторинг: Технология фотограмметрии, применяемая БПЛА, оказалась крайне полезной для принятия решений в условиях стихийных бедствий. БПЛА используются для мониторинга и наблюдения, обнаружения деформации поверхности и получения данных, которые помогают в управлении кризисными ситуациями. Это включает в себя раннее предупреждение и сбор информации до начала стихийного бедствия, что помогает значительно снизить потенциальные риски и потери [14].

Раннее предупреждение и сбор данных: БПЛА играют важную роль в системах раннего предупреждения, позволяя собирать информацию о

возможных угрозах до их проявления. Это помогает в эффективном планировании и снижении потенциального ущерба.

Роботизированные системы аварийно-спасательных работ предназначены для предотвращения распространения ущерба от стихийных бедствий в чрезвычайной ситуации, включая поисково-спасательные операции, а также восстановительные мероприятия.

Роботизированные системы аварийно-спасательных работ:

Наземные беспилотные транспортные средства:

Малые беспилотные наземные транспортные средства: Эти роботы используются для обнаружения жертв в труднодоступных или опасных местах, которые недоступны людям и собакам. Они применяют алгоритмы тепловизионного изображения и компьютерного зрения для обнаружения выживших. Например, система на основе инфракрасного зрения и RGB-D камеры использует адаптации алгоритма YOLO и алгоритма HOG для проверки присутствия людей [14].

Змееподобные роботы: Эти роботы предназначены для взаимодействия с людьми и выполнения спасательных задач в узких пространствах. Они оснащены антропоморфной роботизированной рукой, способной хватать и манипулировать различными предметами [15].

Большие беспилотные наземные транспортные средства (LUGV):

Мобильные базовые станции: LUGV могут служить платформой для транспортировки раненых и для размещения небольших UGV. Они оснащены мощными манипуляторами для выполнения тяжелых работ, таких как выемка грунта и расчистка завалов.

Обеспечение связи: в условиях стихийных бедствий инфраструктура связи часто оказывается поврежденной, что затрудняет поисково-спасательные операции. LUGV могут быть использованы для обеспечения временной связи и обеспечения надежного зондирования, что позволяет отправлять данные полевым операторам и повышать их осведомленность о ситуации [16].

Таким образом, беспилотные летательные аппараты и роботизированные системы играют ключевую роль в управлении и ликвидации последствий стихийных бедствий, обеспечивая эффективное обнаружение жертв, проведение спасательных операций и восстановление инфраструктуры.

Беспилотные подводные аппараты (БПА) играют важную роль в спасательных операциях, особенно в зонах, пострадавших от наводнений или цунами. Они помогают уменьшить задержки в спасении и предоставляют полезное оборудование для подводных исследований. Основные проблемы, с которыми сталкиваются при спасении подводных лодок, включают:

Нахождение в ловушке в ограниченном пространстве на глубине океана.

Потеря связи между подводной лодкой и базовой станцией.

Примеры применения БПА:

Робот, похожий на осьминога (OIR): используется для операций наблюдения и захвата объектов в подводной среде, находящейся под контролем [26].

Anchor Diver III: Применен после землетрясения и цунами в Токио в 2011 году для выполнения поисково-спасательных операций в Японии. Он оснащен камерой высокого разрешения и двумерным гидролокатором [18].

Гибридные системы: После Сильного Восточного землетрясения в Японии использовался беспилотный летательный аппарат с гидролокатором, камерой и мощным манипулятором. Экипажи управляли аппаратом дистанционно с помощью тросов для поиска жертв или выполнения тяжелых работ.

Развитие технологий и проблемы:

Системы с несколькими БПЛА: для уменьшения потенциальных неисправностей и повышения эффективности спасательных операций была предложена система с несколькими БПЛА, использующая обучение с подкреплением и оптимизацию скопления частиц (R-RLPSO). Эта система была апробирована в 3D подводных условиях.

Связь между подводными и базовыми станциями: Исследования показали, что технология PSK-модуляции позволяет осуществлять связь между одноранговыми узлами на большой глубине со скоростью 500 кбит/с на расстоянии 60 метров. Однако существует несколько проблем, таких как ограничения мощности, ограниченная полоса пропускания, замирания, высокая задержка распространения, частота битовых ошибок и проблемы безопасности.

Интеграция беспилотных летательных и подводных аппаратов:

Интеграция беспилотного летательно-водного аппарата (UAAV) и БПА позволяет осуществлять поиск подводных целей с воздуха и передавать информацию после погружения UUV в воду. Эта технология значительно расширяет возможности поиска и спасения [31].

Таким образом, беспилотные подводные аппараты являются мощным инструментом для поиска выживших, оказания первой помощи и информирования спасательных команд об условиях окружающей среды и возможных выживших. Они значительно расширяют возможности проведения спасательных операций и помогают в эффективном реагировании на стихийные бедствия.

Применение робототехники при стихийных бедствиях: Текущие проблемы и будущее направление.

С развитием науки и техники человеческий разум и поведение меняются быстрее, чем социальная адаптация к новым технологиям. Робототехника имеет огромный потенциал для помощи при стихийных бедствиях, однако текущие инженерные трудности и ограничения технологий делают её использование сложным.

Текущие проблемы:

– ненадежность и негибкость: Современные роботы часто недостаточно адаптивны для сложных и изменяющихся условий после стихийного бедствия. Например, здания могут быть повреждены и разрушены, а земля может подвергаться разжижению после землетрясений, что затрудняет работу роботов. Наводнения и цунами могут разрушать дамбы, оставляя жертв погребенными под завалами и в затопленных зонах.

– проблемы с коммуникацией: несмотря на успехи в телеуправляемых строительных машинах, связь остается проблемой. Существующие роботы испытывают трудности с установлением надежной связи с базовой станцией на больших расстояниях, что ограничивает их эффективность.

– ограниченные возможности автоматизации: Современные роботы часто имеют ограниченные функции и не могут полностью автоматизировать задачи в условиях стихийных бедствий. Это требует значительного вмешательства человека для управления и принятия решений.

Энергетические ограничения: Роботы зависят от батарей, что ограничивает их время работы и эффективность, особенно в сложных условиях.

Направления для будущих исследований:

Гибридные системы и взаимодействие человека и робота (HRI): Гибридные системы, объединяющие беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и беспилотные наземные транспортные средства (UGV), могут улучшить эффективность спасательных операций. Взаимодействие человека и робота позволяет операторам дистанционно управлять роботами и получать информацию о ситуации через видеопоток и сенсоры. Это помогает преодолевать ограничения автоматизации и лучше адаптироваться к условиям на месте.

3D-картографирование и улучшение интерфейсов: Технологии 3D-картографирования могут помочь в управлении экскаваторами на стройплощадках, однако остаются вопросы относительно их эффективности в устранении когнитивной перегрузки и задержек, возникающих из-за телеуправления. Кроме того, интерфейсы мозг-машина, использующие электроэнцефалограмму (ЭЭГ), могут предоставить новые возможности для управления роботами на основе мозговых волн, улучшая взаимодействие и безопасность.

Заключение:

Для успешного применения робототехники в критических зонах необходимо разработать более совершенные и интеллектуальные системы. Это включает улучшение надежности оборудования, решение проблем связи и энергетических ограничений, а также развитие технологий для более гибкого и адаптивного взаимодействия человека и робота. Будущие исследования должны учитывать все эти аспекты для создания эффективных решений, способных справляться с любыми препятствиями, которые могут возникнуть во время стихийных бедствий.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Комплексный план первоочередных мер в сфере гражданской защиты на 2024-2028 годы. (проект). <https://legalacts.egov.kz/npa/view?id=15104433> . Дата обращения: 07.07.2024

2 Murphy, R. R., Tadokoro, S., & Kleiner, A. (2016). Disaster robotics. In Springer handbook of robotics (pp. 1577-1604). Springer, Cham.

- 3 Xu, Z., Yang, J., Peng, C., Wu, Y., Jiang, X., Li, R., ... & Tian, B. (2014). Development of an UAS for post-earthquake disaster surveying and its application in Ms7.0 Lushan Earthquake, Sichuan, China. *Computers & Geosciences*, 68, 22-30.
- 4 Schaefer, M., Teeuw, R., Day, S., Zekkos, D., Weber, P., Meredith, T., & Van Westen, C. J. (2020). Low-cost UAV surveys of hurricane damage in Dominica: automated processing with co-registration of pre-hurricane imagery for change analysis. *Natural hazards*, 101 (3), 755-784.
- 5 Rojas, S. S., Khan, S. D., & Shahtakhtinskiy, A. (2022). Impact of Hurricane Harvey on the Upper Texas Coast: Using Airborne Lidar Data Sets with UAV-Derived Topographic Data to Monitor Change and Track Recovery. *Remote Sensing*, 14 (21), 5357.
- 6 Primavera, J. H., Dela Cruz, M., Montilijao, C., Consunji, H., Dela Paz, M., Rollon, R. N., ... & Blanco, A. (2016). Preliminary assessment of post-Haiyan mangrove damage and short-term recovery in Eastern Samar, central Philippines. *Marine pollution bulletin*, 109 (2), 744-750.
- 7 Xu, Z., Yang, J., Peng, C., Wu, Y., Jiang, X., Li, R., ... & Tian, B. (2014). Development of an UAS for post-earthquake disaster surveying and its application in Ms7.0 Lushan Earthquake, Sichuan, China. *Computers & Geosciences*, 68, 22-30.
- 8 Chatzistamatis, S., Kalaitzis, P., Chaidas, K., Chatzitheodorou, C., Papadopoulou, E. E., Tataris, G., & Soulakellis, N. (2018). Fusion of TLS and UAV photogrammetry data for post-earthquake 3D modeling of a cultural heritage Church. *Proceedings of the Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci*, 143 - 150.
- 9 Dominici, D., Alicandro, M., & Massimi, V. (2017). UAV photogrammetry in the post-earthquake scenario: case studies in L'Aquila. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8 (1), 87-103.
- 10 Valkaniotis, S., Papathanassiou, G., & Ganas, A. (2018). Mapping an earthquake-induced landslide based on UAV imagery; case study of the 2015 Okeanos landslide, Lefkada, Greece. *Engineering geology*, 245, 141-152.
- 11 Popescu, D., Ichim, L., & Caramihale, T. (2015, October). Flood areas detection based on UAV surveillance system. In *2015 19th International conference on system theory, control and computing (ICSTCC)* (pp. 753-758). IEEE.
- 12 Șerban, G., Rus, I., Vele, D., Brețcan, P., Alexe, M., & Petrea, D. (2016). Flood-prone area delimitation using UAV technology, in the areas hard-to-reach for classic aircrafts: case study in the north-east of Apuseni Mountains, Transylvania. *Natural Hazards*, 82 (3), 1817-1832.
- 13 Mancini, A., Frontoni, E., Zingaretti, P., & Longhi, S. (2015, June). High-resolution mapping of river and estuary areas by using unmanned aerial and surface platforms. In *2015 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)* (pp.534-542). IEEE.
- 14 Szrek, J., Zimroz, R., Wodecki, J., Michalak, A., Góralczyk, M., & Worsakozak, M. (2020). Application of the infrared thermography and unmanned ground vehicle for rescue action support in underground mine—The amicos project. *Remote Sensing*, 13 (1), 69.

15 Han, S., Chon, S., Kim, J., Seo, J., Shin, D. G., Park, S., ... & Cho, J. (2022). Snake Robot Gripper Module for Search and Rescue in Narrow Spaces. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 7 (2), 1667-1673.

16 De Cubber, G., Serrano, D., Berns, K., Chintamani, K., Sabino, R., Ourevitch, S., ... & Baudoin, Y. (2013, October). Search and rescue robots developed by the european icarus project. In *7th Int. Workshop on Robotics for Risky Environments*. Citeseer.

17 Zhu X, Xu H, Zhao Z. (2021). An Environmental Intrusion Detection Technology Based on WiFi. *Wireless Personal Communications*, 119(2): 1425-1436.

18 Huang, Y. W., Sasaki, Y., Harakawa, Y., Fukushima, E. F., & Hirose, S. (2011, September). Operation of underwater rescue robot anchor diver iii during the 2011 tohoku earthquake and tsunami. In *OCEANS'11 MTS/IEEE KONA* (pp. 1-6). IEEE.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГРУПП РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ВЕДЕНИИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

**КАЖИБАЕВ К.С.<sup>1</sup>**, *подполковник запаса, проект менеджер*  
**МУСКИН К.А.<sup>2</sup>**, *подполковник запаса, старший преподаватель*  
**ДЮСЕКИНА Е.А.<sup>3</sup>**, *магистр, главный эксперт*  
**КАРСЕМБАЕВ Р.Т.<sup>4</sup>**, *полковник запаса, заместитель директора*

<sup>1</sup>ТОО «R&D центр Kazakhstan Engineering», г. Астана, Республика Казахстан

<sup>2</sup>Восточно-Казахстанский технический университет им. Даулета Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

<sup>3</sup>АО «Центр военно-стратегических исследований», г. Астана, Республика Казахстан

<sup>4</sup>Общественный фонд «Сообщество послевоенной интеграции», г. Астана, Республика Казахстан

**Аннотация.** Научная статья опубликована в рамках выполнения научного проекта грантового финансирования молодых ученых на 2022-2024 годы ИРН № АР130007/0222 «Разработка многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу» (исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан).

В статье обоснованы перспективные направления развития военной робототехники в области разработки и одновременного, согласованного по целям и задачам, применения разнородных групп робототехнических комплексов в ходе ведения операций (боевых действий).

**Ключевые слова:** боевые действия, робототехнические комплексы, охрана объектов, массированный удар, беспилотные летательные аппараты.

**Введение:** Перспективным направлением повышения боевой мощи Вооруженных Сил (ВС) является совершенствование приемов и способов ведения операций (боевых действий), а также создание и внедрение новых средств вооруженной борьбы. Особая роль при этом отводится робототехнике военного назначения (ВН), создаваемой с применением современных информационных, компьютерных, телекоммуникационных и других технологий.

В идеологии проектирования и применения робототехнических комплексов (РТК) как в различных отраслях народного хозяйства, так и в военной сфере прослеживается тенденция перехода от проектирования и разработки отдельных образцов к созданию, существенно различающихся по назначению и конструктивному исполнению групп РТК. Основным преимуществом группового применения РТК считается возможность достижения

синергетического эффекта, состоящего в существенном увеличении боевого потенциала группы (по сравнению с несколькими одиночными РТК)<sup>1,2,3,4</sup> Достоинства группового применения (ГП) РТК подробно описаны в известной литературе<sup>5,6,7</sup> и заключаются, например, в значительном увеличении дальности действия за счет рассредоточения устройств в некоторой области, расширении выполняемых функций путем установки на отдельных РТК исполнительных устройств различных типов. Становится возможным перераспределение частных целей между РТК в случае выхода из строя некоторых из них (резервирование).



Рисунок 1. Перспективы группового применения робототехнических комплексов в боевых действиях.

Особую актуальность ГП РТК приобретает для решения ряда задач непосредственно в ходе ведения операций (боевых действий). Как правило, при решении таких задач РТК должны функционировать в неорганизованной или плохо организованной, т. е. недетерминированной среде. Массовое внедрение РТК в войска (с учетом возможностей их совместного ГП) очевидным образом связано с решением комплекса организационных, финансовых, технологических и методологических вопросов. Однако известные публикации в области разработки, проектирования и применения РТК отражают, как правило, лишь частные аспекты<sup>8</sup>

- нормативно-правовые, юридические, экономические, социальные проблемы
- разработки и применения РТК;
- описание сущности различных алгоритмов роевого и стайного управления,
- обоснование областей их практического применения и достоверности полученных результатов при решении слабо формализованных задач различных классов;
- реферативное описание результатов отдельных проектов в области групповой робототехники и т. п.

Общие проблемы развития теории и практики в области ГП РТК в недетерминированных средах сформулированы, в частности, в работах<sup>9,10,11</sup>. Выводы основаны на всестороннем анализе системы взаимосвязанных документов концептуального характера, определяющих единый замысел применения гетерогенных групп РТК на поле боя и представляющих собой в

совокупности стратегию комплексного их развития в долгосрочной перспективе. Наиболее полно проблемы управления гетерогенными (разнородными) группами РТК в нестационарных средах сформулированы в работе «Проблемы группового применения робототехнических комплексов...»<sup>12</sup>. В статье «Состояние и перспективы создания больших гетерогенных групп...»<sup>13,14</sup> представлены результаты обобщения и структурирования комплекса таких проблем, основанные на критическом осмыслении и дальнейшем развитии указанных работ.

Проекты в области управления большими (в том числе гетерогенными) группами РТК активно реализуются в последние 15 — 20 лет. Очевидно, что для решения таких задач, как обследование больших территорий, зданий и сооружений, патрулирование и охрана крупных объектов, нанесение массированного удара по противнику и т. п. требуется применение больших групп РТК, насчитывающих сотни и даже тысячи единиц.

В современных условиях области практического применения групп РТК продолжают стремительно расширяться. На рисунке 1 показаны перспективы группового применения робототехнических комплексов в операциях (боевых действиях). Далее на рисунках 2-7 приведены отдельные примеры ГП РТК непосредственно в ходе ведения операций (боевых действий). Практическая реализация таких способов применения РТК вполне обеспечивается современным уровнем развития технологий робототехники.

Интерес к подобным задачам сегодня экспоненциально возрастает, что хорошо прослеживается по обилию и направленности известных публикаций. Заметно возрастают роль и место военных проектов, поддерживаемых достаточно щедрым государственным финансированием. На сегодняшний день значительные успехи достигнуты в области координации гетерогенных групп РТК, выполняющих достаточно сложные задачи в стационарной среде. Активно ведется разработка принципиально новых алгоритмических и технологических решений, применение которых необходимо для ГП РТК в нестационарных средах<sup>15</sup>



Рисунок 2 – Групповое применение РТК в артиллерийских



Рисунок 3 – Групповое применение РТК (транспортного типа) по доставке материальных средств (вариант)



Рисунок 4 – Групповое применение РТК для поиска и эвакуации раненых и больных (вариант)



Рисунок 5 – Групповое применение РТК при эвакуации )

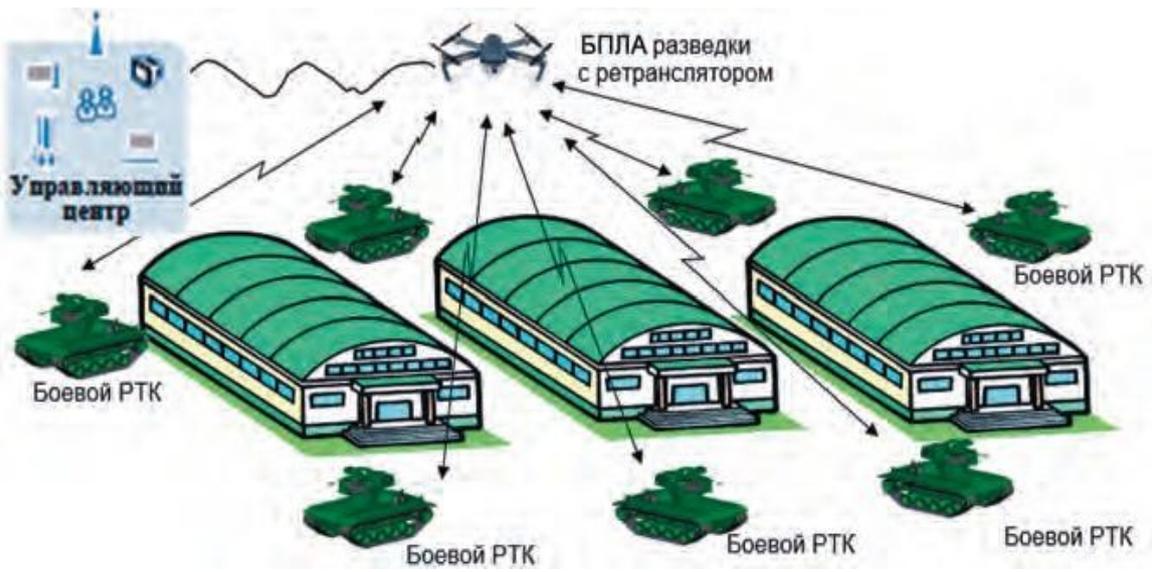


Рисунок 6 – Групповое применение РТК для охраны стационарных объектов (вариант)



Рисунок 7 – Схема обеспечения подразделений, частей и соединений боеприпасами (вариант)

*Примечание: ПБП – пункт боевого питания, ПАС обрмто – полевой артиллерийский склад отдельной бригады материально-технического обеспечения, АКХ – арсеналы комплексного хранения.*

Вместе с тем становится очевидным, что полномасштабное применение действующих совместно гетерогенных групп РТК в ходе боевых действий в перспективе будет связано с последовательным выполнением ряда имеющих самостоятельное значение отдельных задач в рамках выполнения общей «метазадачи». При этом приоритет при выполнении частных задач будут иметь группы РТК с соответствующей целевой нагрузкой. Например, типовой становится «метазадача», состоящая из следующих частных задач:

- разведка района, обнаружение основных целей;
- выдвижение в район расположения целей;
- вскрытие системы противовоздушной обороны (ПВО);
- уничтожение объектов ПВО;
- уничтожение основных целей;
- возврат в заданный район.

Наряду с указанными «целевыми» задачами одновременно должны также выполняться множественные «стандартные» задачи: построение (уточнение) маршрута движения; «удержание» строя; предотвращение столкновений, перестроение «роя» («стаи»); перераспределение задач при выходе из строя (уничтожении) отдельных РТК и т. п. 15.

Приведенные на рисунках 2-7 общие схемы ГП РТК при их практической реализации требуют достаточно трудоемкой разработки соответствующих алгоритмических решений, определяющих порядок, последовательность, особенности выполнения решаемых РТК частных взаимосвязанных задач. Разработку подобных решений рассмотрим в качестве примера для приведенной на рисунке 6 схемы обеспечения подразделений, частей и соединений боеприпасами.

Анализ опыта боевых действий показал, что как в обороне, так и в наступлении подразделениям и частям приходится вести активные боевые

действия практически в круглосуточном режиме. Это обуславливает повышенный расход ракет и боеприпасов (БП) практически всех номенклатур (для стрелкового оружия, средств ближнего боя, артиллерии, танков, БМП, БТР, средств ПВО, радиационной, химической и биологической защиты (РХБЗ) и инженерных войск и т. п.).

Своевременное обеспечение подразделений и частей БП в современных операциях значительно усложняется вследствие массового применения противником практически в круглосуточном режиме беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного типа (разведывательных, разведывательно-ударных, барражирующих («камикадзе») и других). Как средства доставки, так и сами материальные средства (МС) зачастую подвергаются огневому воздействию полевой артиллерии или ударных БПЛА противника.

Вполне очевидно, что для срочной доставки большого количества БП на передний край в условиях вероятного активного воздействия противника потребуется привлечение групп бронированных машин с достаточно большой грузоподъемностью и внутренним объемом грузового отсека. Однако применение традиционных (экипажных) бронированных машин на практике приводит к большим потерям личного состава (водителей, механиков-водителей) и становится все менее эффективным. Растущую актуальность приобретает применение для доставки БП на передний край близких по конструктивному исполнению легкобронированных наземных РТК транспортного типа (рис. 8).

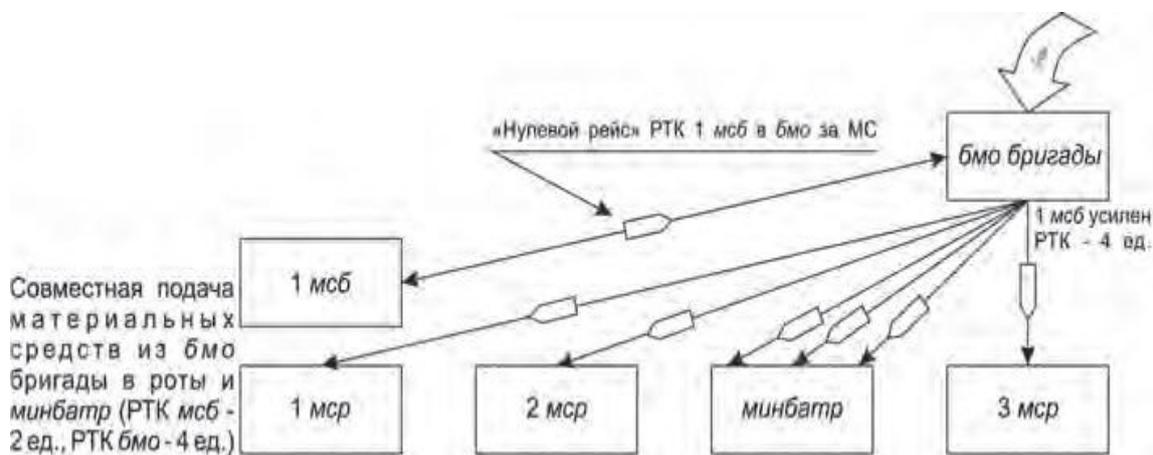


Рисунок 8 – Подача МС группой наземных РТК батальону, действующему на отдельном направлении (вариант)

*Примечание:* мср — мотострелковая рота, мсб — мотострелковый батальон, бмо — батальон материального обеспечения, минбатр — минометная батарея

Наряду с этим активно проводятся исследования в области применения для доставки БП на передний край грузовых БПЛА (Гр БПЛА), различные варианты доставки БП за счет комплексного применения гетерогенных групп РТК приведены на рисунках 8-9.

В зависимости от сложившейся обстановки в районе ведения операций (боевых действий), физико-географических условий, наличия сил и средств материально-технического обеспечения, возможностей противника и других факторов возможны разработка и реализация также множества иных способов доставки МС войскам с использованием групп РТК. Актуальность исследований в этой области в настоящее время возрастает.

Серия проведенных экспериментальных исследований (вычислительных экспериментов) позволила сделать вывод о высокой эффективности применения РТК ВН при решении различных задач, связанных с доставкой МС войскам в непосредственной близости от линии боевого соприкосновения. Наряду с этим становится очевидным, что оснащение войск (сил) РТК ВН приведет к заметной трансформации традиционных приемов и способов действий подразделений, частей и соединений.

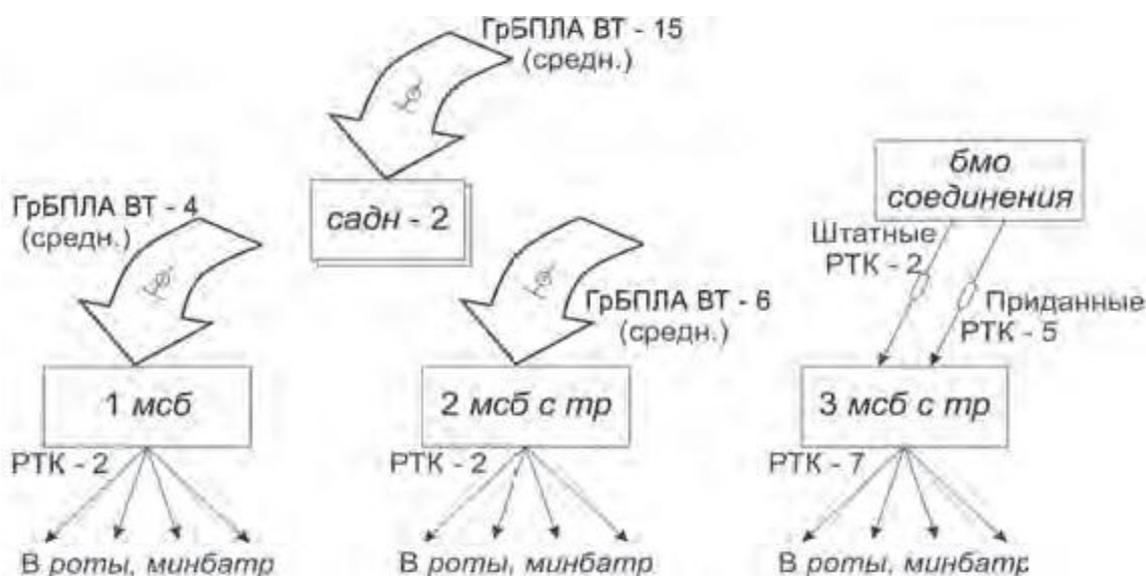


Рисунок 9 – Воздушно-наземный способ подачи МС группой гетерогенных РТК для соединения, действующего на направлении главного удара в ходе развития наступления (вариант)

Примечание: бмо — батальон материального обеспечения, тр — танковая рота, мсб — мотострелковый батальон, минбатр — минометная батарея, садн — самоходно-артиллерийский дивизион.

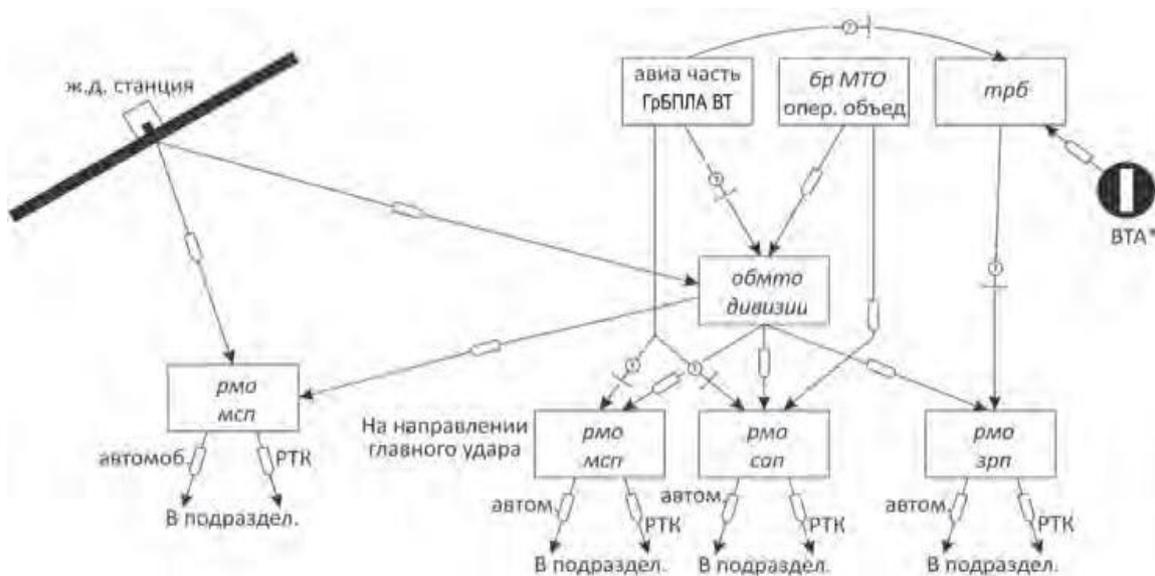


Рисунок 10 – Комбинированный наземно-воздушный способ подачи МС силами и средствами ВТА ВКС, группой РТК, железнодорожного и автомобильного транспорта в соединение, части и подразделения (вариант)

Примечание: *рмо* — рота материального обеспечения, *мсп* — мотострелковый полк, *сап* — самоходно-артиллерийский полк, *зрп* — зенитный ракетный полк, *обмто* — отдельный батальон материально-технического обеспечения, *трб* — техническая ракетная база, *бр МТО* — бригада материально-технического обеспечения, *ВТА* — Военно-транспортная авиация

– возрастание скорости и объема, осуществляемой оснащенными РТК подразделениями МТО тактического и оперативного уровня подачи МС в подчиненные воинские формирования;

– существенную вариативность объемов и номенклатуры доставляемых МС;

– создание и внедрение в войска основанной на применении гетерогенных групп РТК подсистемы срочной (экстренной) доставки (подачи) МС;

– сохранение жизни личного состава, осуществляющего только дистанционное управление и/или контроль движения РТК, выполняющих транспортные задачи в непосредственной близости от линии боевого соприкосновения.

Обобщенный анализ позволяет сформулировать приоритетные направления исследований в области создания и внедрения РТК ВН на ближайшую и среднесрочную перспективу.

Предполагается, что будут достигнуты:

– существенное расширение круга решаемых РТК ВН целевых задач;  
 – повышение автономности функционирования РТК (дальнейшее снижение роли оператора);

– переход от индивидуального к групповому применению РТК;

– совместное применение (сопряжение) РТК ВН с традиционными средствами вооружения, военной и специальной техники;

– повышение безопасности, надежности, контроле пригодности, технологичности РТК ВН и их составных частей (комплектующих изделий).

**Заключение:** таким образом, групповое применение гетерогенных РТК открывает новые возможности в ходе непосредственного участия войск (сил) в операциях (боевых действиях). Становится возможным применение кардинально отличных сценариев применения РТК и решения задач. Вместе с тем применение РТК в составе разнородных групп требует переосмысления существующих подходов к созданию перспективных образцов прежде всего в плане функциональных возможностей, конструктивного исполнения, реализации (вариативных) алгоритмов управления робототехническими комплексами высокой степени автономности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Чиров Д.С., Новак К.В. Перспективные направления развития робототехнических комплексов специального назначения // Вопросы безопасности, 2018. – № 2. – С. 50-59.

2 Антохин Е.А., Евтихов А.Н., Паничев В.А. Актуальные вопросы группового применения наземных робототехнических комплексов военного назначения // Робототехника и техническая кибернетика, 2019. – Т. 7. – № 1. – С.14-20.

3 Каляев И.А., Гайдук А.Р., Капустян С.Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов: монография. М.: Физматлит, 2009. – 280 с.

4 Макаренко С.И. Робототехнические комплексы военного назначения — современное состояние и перспективы развития // Системы управления, связи и безопасности, 2016. – № 2. – С.73-132.

5 Белоглазов Д.А., Гайдук А.Р., Косенко Е.Ю. Групповое управление подвижными объектами в неопределенных средах М.: ООО «Физико-математическая литература». – 2015. – 305 с.

6 Макаренко С.И., Иванов М.С. Сетецентрическая война — принципы, технологии, примеры и перспективы: монография. СПб.: Научное издание, 2018. – 898 с.

7 Лопота А.В., Николаев А.Б. Современные тенденции развития робототехнических комплексов: наземные робототехнические комплексы военного и специального назначения. СПб.: ЦНИИ РТК. – 2018.

8 Коновалов В.Б. и др. Обоснование требований к РТК, выполняющим задачи материально-технического обеспечения войск (сил) и действующим совместно в ходе операций (боевых действий): монография / В.Б. Коновалов, А.А. Воробьев, В.В. Сергеев, П.Б. Жернаков. СПб.: ВА МТО, 2021. – 226 с.

9 Ветлугин Р., Васильков А. Робототехнические комплексы сухопутных войск США и взгляды военных специалистов на их применение // Зарубежное военное обозрение, 2016. – № 6. – С.55-59.

10 Цариченко С.Г. и др. Состояние и проблемы стандартизации и унификации наземных робототехнических комплексов военного назначения / С.Г. Цариченко, Е.А. Антохин, П.Д. Чернова, В.П. Дементей // Робототехника и

техническая кибернетика, 2020. – Т.8. – № 1. – С.18-23.

11 Шашок Л. Роботы наступают. Части 1-3 // Новый оборонный заказ. 2020. № 4 (63). – С.46-53; № 6 (65). – С.56-62; 2021. – № 2 (67). – С.87-93.

12 Ермолов И.Л., Хрипунов С.П. Проблемы группового применения робототехнических комплексов и пути их решения // Экстремальная робототехника, 2018. – Т. 1. – № 1. – С.279-285.

13 Коновалов В.Б., Воробьев А.А., Сергеев В.В. Состояние и перспективы создания больших гетерогенных групп робототехнических средств, действующих совместно // Робототехника и техническая кибернетика. – Т.10. – № 3. – С.165-171.

14 Бычков А.В., Воробьев А.А., Сергеев В.В. Современное состояние разработки алгоритмов управления робототехническими комплексами военного назначения // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации. СПб.: ВА МТО. 2023. Вып. № 1 (27). – С. 109-120.

15 Гайдук А.Р., Дьяченко А.А., Капустян С.Г. Алгоритмы автономного группового управления горизонтальными движениями беспилотных летательных аппаратов // Научный вестник НГТУ, 2017. – Т. 67. – № 2. – С.120-134.

16 Топоров А.В., Коновалов В.Б., Сергеев В.В. Концепция создания подсистемы срочной доставки материальных средств в системе материально-технического обеспечения войск (сил) на основе робототехнических комплексов военного назначения: монография. СПб.: ВА МТО, 2018. –172 с.

17 Бондарь М.С., Булатов О.Г. Развитие беспилотной авиации в интересах материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации // Военная Мысль, 2017. – № 5. – С. 41-44.

18 Сергеев В.В., Ведерников А.Г. Эффективность применения робототехнических комплексов при доставке материальных средств // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – № 4 (88). – С.96-102.

19 Сергеев В.В. Метод доставки материальных средств робототехническими комплексами материально-технического обеспечения в ходе боя // Состояние и перспективы развития технического обеспечения ВС РФ / Материалы межведомственной научно-практической конференции. Ч. 2. СПб.: ВАМТО, 2017. – С. 330-337.

20 А.А. Воробьев, В.В. Сергеев, О.Г. Булатов. «Перспективы группового применения робототехнических комплексов в операциях (боевых действиях)». <https://vm.ric.mil.ru/Nomera> // Военная Мысль, 2024. – № 3.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАЗЕМНЫХ БЕСПИЛОТНИКОВ

**КАЛИПАНОВ М.М.**<sup>1</sup>, *подполковник, старший преподаватель*  
**МУСКИН К.А.**<sup>2</sup>, *подполковник запаса, старший преподаватель*  
**МАУКЕНОВ Б.Б.**

<sup>1</sup>Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи, город Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Восточно-Казахстанский технический университет им. Даулета Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

**Аннотация:** В статье приводятся беспилотные наземные дроны, некоторые примеры использования этих дронов.

**Ключевые слова:** наземные беспилотники, дроны, роботы машины.

В настоящее время в мире помимо воздушных дронов в различных армиях происходит внедрение наземных беспилотных систем.

Технические характеристики дронов держатся в секрете, но уже понятно, что подобные машины стремительно завоевывают поле боя.

Дроны-камикадзе могут забираться под бронетехнику, в окопы, под поезда. Главное предназначение сухопутных беспилотников – это сохранение жизни солдат. Робот используют на самых опасных направлениях, на переднем крае обороны или наступления. Особенность таких дронов - в модульной конструкции. Платформу можно перестроить под любую задачу. Например, для постановки дымовой завесы. Также дрон можно оснастить комплексом радиоэлектронной борьбы, чтобы глушить сигналы беспилотников противника, могут выполнять и другие потенциальные задачи, в том числе защиту периметра, охрану, спасение, патрулирование границ, борьбу с беспорядками и обезвреживание боеприпасов.



Рисунок 1 – Наземный беспилотник

Различные сухопутные беспилотники становятся незаменимыми помощниками для штурмовых отрядов. Главное требование к ним – это высокая

проходимость. На линии боевого соприкосновения земля изрыта воронками. Из-за этого приходится постоянно маневрировать. Поэтому дроны чаще оснащаются гусеницами рисунок 1. Такой беспилотник может подойти к позиции противника в лесопосадке, оставаясь незамеченным благодаря небольшим габаритам.

К беспилотнику можно присоединить тележку для эвакуации раненых или установить пулеметную систему. По большей части наземные дроны имеют электрические двигатели. Они менее мощные, чем бензиновые, но зато такие силовые установки сложно обнаружить при помощи разведывательного оборудования. По мнению экспертов «Они менее шумные, они не греются, то есть тепловизором их очень сложно обнаружить, особенно если они с закрытым корпусом, в отличие от двигателей внутреннего сгорания, который выпускает много газов».

Чтобы стать опытным оператором сухопутного дрона, нужно всего две-три недели тренировок. Большинство роботов управляется, как в компьютерной игре, при помощи пульта. Команды идут по радиосигналу. Во время боевого задания за дронами присматривают операторы воздушных беспилотников на случай, если связь оборвется.

Еще одним образцом дрона является разработанный для передовой универсальный наземный беспилотник рисунок 2. Автономная платформа может перевозить до 40 кг груза, имеет вариативную ходовую часть и системы связи



Рисунок 2 – Универсальный наземный беспилотник

Средняя дальность составляет 1–3 км, оператор управляет дроном за счет FPV-системы, то есть камер, установленных на борту. Он видит всё, что происходит. Управление происходит с помощью пульта, возможны GPS-навигация, ГЛОНАСС-навигация».

Роботам поручают и доставку провизии, медикаментов и боеприпасов прямо на передовую. Такие беспилотники еще называют «курьерами» или «тележками». Средняя платформа может привезти до 150 кг полезной нагрузки. Человеку такое не под силу.

Есть и роботы-санитары, которые эвакуируют раненых с поля боя. Грузоподъемность таких беспилотников достигает 250 кг, а скорость – до 20

км/ч. По возможности эвакуация происходит в ночное время. Пострадавшего накрывают специальным антителивизионным материалом, чтобы сделать его менее заметным для украинских дронов.

«От беспилотников воздушного типа эвакуационные дроны в основном защищаются либо решетками, либо матами. Более эффективны именно решетки, которые защищают от попадания снаряда с воздушного дрона».

Самое большое распространение беспилотники получили в инженерных войсках, задачей которой является расчищение минным тралом нужную полосу. Такие дроны должны выдерживать подрывы. На этих роботах закрепляют четыре камеры, обеспечивающие круговой обзор.

Беспилотная установка дистанционного разминирования может находиться и на базе обычного снегоболотохода. Такой образец был создан курганскими конструкторами. В ее основе принцип работы комплекса «Змей Горыныч». Самоходка запускает тяжелый 100-метровый шнур, который при детонации уничтожает мины. Получается безопасный коридор, по которому может пройти пехота и бронетехника. Это самый эффективный метод разминирования.

«Колеса низкого явления, за счет чего они могут ездить по противотанковым минам, не вызывая их срабатывания. Противопехотные, даже если они срабатывают, практически не наносят никакого ущерба колесу», - рассказал инженер-конструктор Антон Орловский.

Роботы могут еще минировать поля, как это делает платформа «Кактус». Она способна за один заход засеять боеприпасами территорию размером с футбольное поле. Так один робот делает работу, которую обычно выполняют два-три сапера. «Кактус» может нести на себе 24 противопехотные мины, которые выстреливаются на расстояние до 50 м. Благодаря модульной конструкции можно также установить гранатометы и противотанковые мины. Дальность управления - до 2 км, а одного заряда аккумулятора хватает на четыре часа работы.

По мнению военных специалистов, конечно, полностью заменить боевые машины с экипажами на дроны не удастся еще долго, однако стоит ожидать появления необитаемых, хорошо защищенных тяжелых машин разминирования, идущих впереди танков и средств доставки пехоты. Очень пригодилась и штурмовая бронетехника с надежной броней и ракетно-пушечным вооружением. То же самое касается самоходной артиллерии и зенитных комплексов.

На проходившем в августе форуме «Армия-2023» большое внимание присутствующих привлекло универсальное беспилотное транспортное средство "Зубило". Новинка предназначена для участия в атакующих действиях, огневой поддержки, а также для обеспечения подразделений и вывоза раненых.



Рисунок 3 – Беспилотное транспортное средство «Зубило»

В качестве вооружения на ней применена 23 мм скорострельная установка ЗУ-23-2. Ее снаряженная масса – 13300 кг. Имеющаяся платформа способна перевозить до 2700 килограммов грузов. При этом максимальная скорость по шоссе может достигать 100 километров в час.

### **Список использованной литературы**

- 1 <https://masterok.livejournal.com/751186.html>
- 2 <https://uav-bpla.com/bespilotniki/nazemnye/>
- 3 <https://rg.ru/2023/12/04/opyt-svo-dokazal-effektivnost-nazemnyh-bespilotnikov.html>
- 4 <https://iz.ru/1702825/2024-05-27/inzhenery-rasskazali-o-nazemnykh-bespilotnikakh-v-rossiiskoi-armii>

## МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ НАЗЕМНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

КУРМАНСЕЙТОВ А.А., *полковник запаса*

*ТОО «R&D центр «Казахстан инжиниринг» город Астана, Республика Казахстан*

**Аннотация.** Данная научная статья посвящена рассмотрению современных направлений развития многофункциональных роботизированных наземных комплексов. В статье раскрываются основные, конструктивные и технические характеристики. Функциональные возможности и опыт применения роботизированных комплексов в военных конфликтах.

**Ключевые слова:** робототехника, наземный гусеничный комплекс, безопасность.

**Аңдатпа.** Бұл ғылыми мақала көпфункционалды роботты жер үсті кешендерін дамытудың заманауи бағыттарын қарастыруға арналған. Мақалада негізгі, конструктивті және техникалық сипаттамалар ашылады. Әскери қақтығыстарда роботтық кешендерді қолданудың функционалдық мүмкіндіктері мен тәжірибесі.

**Түйін сөздер:** робототехника, жердегі шынжыр табанды кешен, қауіпсіздік.

**Annotation.** This scientific article is devoted to the consideration of modern trends in the development of multifunctional robotic ground complexes. The article reveals the main, constructive and technical characteristics. The functionality and experience of using robotic systems in military conflicts.

**Keywords:** obotics, ground crawler system, security.

**Введение.** Современные военные конфликты и операции требуют все более сложных и многофункциональных решений для обеспечения безопасности и эффективности войск. Одним из таких решений, в мире наземных FPV-платформ, является использование роботизированных систем, которые могут выполнять разнообразные задачи на поле боя. Военный многофункциональный роботизированный наземный гусеничный комплекс (Комплекс) представляет собой передовую технологию, предназначенную для выполнения различных миссий, включая разведку, транспортировку, обеспечение безопасности и поддержку боевых операций.

**Конструкция и основные характеристики.** Конструктивно Комплекс представляет собой автономную или дистанционно управляемую платформу на гусеничном ходу, что обеспечивает высокую проходимость и устойчивость в различных условиях местности. Основные элементы конструкции включают:

корпус – бронированный корпус, обеспечивающий защиту от обстрелов и взрывов;

гусеницы – позволяют передвигаться по сложному рельефу, включая песок, грязь, снег и каменистые поверхности;

система управления – включает в себя компьютерную систему для автономной навигации и дистанционного управления;

система сенсоров – различные датчики и камеры для обеспечения навигации, обнаружения целей и выполнения заданий;

энергетическая система – мощные батареи или дизель-электрические генераторы для обеспечения длительной автономной работы.

#### **Основные характеристики:**

масса – от нескольких сотен до нескольких тысяч килограммов, в зависимости от модели и назначения;

скорость – до 50 км/ч на ровной поверхности;

автономность – до 24 часов непрерывной работы без подзарядки;

грузоподъемность – до 1000 кг полезной нагрузки;

вооружение – могут быть оснащены различными видами оружия, включая пулеметы, гранатометы и ракеты.

#### **Функциональные возможности**

**Разведка и наблюдение.** Одной из ключевых задач Комплекса является проведение разведывательных операций. Благодаря встроенным камерам, тепловизорам и другим сенсорам, комплекс может осуществлять мониторинг и сбор информации в реальном времени. Это позволяет выявлять вражеские позиции, обнаруживать мины и другие взрывные устройства, а также обеспечивать безопасность маршрутов движения войск.

**Транспортировка и логистика.** Комплекс может использоваться для транспортировки боеприпасов, медикаментов, эвакуация раненых на поле боя. Высокая грузоподъемность и проходимость позволяют доставлять грузы в труднодоступные районы, что особенно важно в условиях активных боевых действий.

**Поддержка боевых операций.** Комплекс может быть оснащен различными видами оружия и использоваться для поддержки боевых операций. Он способен выполнять задачи огневой поддержки, уничтожения вражеских целей, подавления огневых точек и защиты важных объектов. Возможность дистанционного управления позволяет минимизировать риски для личного состава.

**Обезвреживание взрывных устройств** Комплекс может быть оснащен специализированным оборудованием для обезвреживания мин и других взрывных устройств. Роботизированные манипуляторы и сенсоры позволяют безопасно идентифицировать и нейтрализовать угрозы, что снижает риск для саперов и других военнослужащих.

#### **Преимущества**

Преимущества: универсальность – возможность выполнения широкого спектра задач, от разведки до боевых операций; безопасность - снижение риска

для личного состава за счет дистанционного управления и автономной работы; проходимость – высокая проходимость по любому типу местности благодаря гусеничному ходу; автономность – длительное время работы без необходимости частой подзарядки или дозаправки.

**Перспективы развития.** С развитием технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и беспилотные системы, Комплексы будут становиться еще более эффективными и автономными. Перспективы включают улучшение сенсорных систем, повышение уровня автономности, интеграцию с другими военными системами и расширение функциональных возможностей.

Военный многофункциональный роботизированный наземный гусеничный комплекс представляет собой важное направление в развитии военных технологий. Его универсальность, надежность и безопасность делают его незаменимым инструментом в современных боевых действиях и операциях. С дальнейшим развитием технологий, такие комплексы будут играть все более важную роль в обеспечении эффективности и безопасности вооруженных сил.

#### **Опыт применения**

В зоне Российско-Украинского конфликта достаточно широко используются робототехнические комплексы.

На сегодняшний день, со стороны РФ подтверждается, что зарегистрирована первая в мире наземная FPV-платформа, которая может использоваться как дрон-камикадзе. Новейшие автономные платформы в различных вариантах исполнения применяются и для поражения живой силы и позиций противника. В частности, Комплексы способны минировать местность и разрушать фортификационные сооружения: доты, дзоты, укрепленные огневые точки и опорные пункты. Гусеничная платформа управляется оператором с помощью джойстика и FPV-шлема. [1].

Использование Комплексов на поле боя делает их надёжными помощниками для бойцов на передовой, быстро и незаметно могут доставлять на передний край провизию, боеприпасы, топливо и даже эвакуировать раненых солдат». При этом военнослужащие могут легко адаптировать робот под задачи минирования, разминирования и под дистанционный подрыв при штурмовых действиях. В зоне конфликта, РФ на Авдеевском направлении применялся новейший роботизированный комплекс разминирования «Сталкер». Он использовался для зачистки местности от взрывоопасных предметов. Робот представляет собой дистанционно управляемую гусеничную машину массой около 30 т. На платформе установлен бойковый трал, который позволяет проделывать сплошной проход в минных полях. По информации Минобороны РФ, «Сталкер» способен бороться с противопехотными и противотанковыми минами, находящимися на глубине до 30 см. Оператор может управлять РТК на дистанции до 1 км.

Также для нужд разминирования в зоне конфликта проходит испытание беспилотная установка разминирования. На поле боя комплекс может

фактически заменить легендарный УР-77 «Змей Горыныч», способный проделывать в минных полях проходы шириной около 6 м и длиной до 100 м.

Высота испытуемого Комплекса, ниже в два раза. Таким образом, он будет менее заметным для разведки противника. Будут некоторые изменения и в компоновке. В остальном всё останется прежним, в том числе штатный армейский заряд – УЗП, который используется в знаменитом УР-77 «Змей Горыныч». Управление Комплексом может осуществляться по кабелю и беспроводному помехозащищённому каналу, по которому передаются радиосигналы и видеоизображение. Комплекс оснащён двумя электродвигателями совокупной мощностью 100 кВт или 136 л. с. Моторы отличаются бесшумностью работы и небольшим тепловым излучением. Данные качества способствуют снижению заметности.

Многоцелевые наземные комплексы востребованы для широкого круга задач, в том числе и для эвакуации раненых. Как показывает анализ, проводится доработка таких робототехнических комплексов и налаживание их серийного производства для использования в так называемой красной зоне – области боевого столкновения с противником, где первая помощь ограничена, либо невозможна из-за обстрелов. Существующий Комплекс при массе около 200 кг способен транспортировать сопоставимый по весу груз. Движение платформы обеспечивает электропривод мощностью около 9 кВт. Максимальная скорость составляет 15 км/ч, запас хода – до 16 часов, дальность управления – до 3 км, а при наличии ретранслятора – до 10 км. «Робототехнический комплекс управляется подобно обычному FPV-дрону – с помощью VR-очков и пульта. Также для контроля движения рекомендуется использовать беспилотник. Всё-таки вид сверху предпочтительнее, чем с камеры на борту Комплекса, если он движется в условиях плохой видимости».

Также дистанционно управляемые платформы могут использоваться на поле боя как носители компактных средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Подобный подход позволит снизить риски при эвакуации из так называемых серых зон и при штурмовых действиях.

Как полагают аналитики, в ближайшее время роботизированные Комплексы могут облегчить ведение штурмовых действий, в том числе при применении в варианте камикадзе.

### **Заключение**

С развитием технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение и беспилотные системы, Комплексы будут становиться еще более эффективными и автономными. Перспективы включают улучшение сенсорных систем, повышение уровня автономности, интеграцию с другими военными системами и расширение функциональных возможностей.

Военный многофункциональный роботизированный наземный гусеничный комплекс представляет собой важное направление в развитии военных технологий. Его универсальность, надежность и безопасность делают его незаменимым инструментом в современных боевых действиях и операциях.

С дальнейшим развитием технологий, такие комплексы будут играть все более важную роль в обеспечении эффективности и безопасности вооруженных сил.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1 Электронный ресурс, статья «Надёжные помощники»: какие роботизированные комплексы создаются для российской армии: <https://russian.rt.com/russia/article/1322496-robot-fpv-kamikadze-svo>.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРОМ

КОЛУМБЕТОВ Б.Д.  
КАБДОЛДА Ж.  
БОЙКО А.В.

*Национальный университет обороны, город Астана, Республика Казахстан*

**Аннотация.** В статье исследуется разработка системы автоматического управления квадрокоптером с использованием динамической модели, PID контроллеров, расширенного фильтра Калмана (ЕКФ) и планировщика маршрута на основе минимизации рывка, что позволяет значительно повысить точность и надежность управления квадрокоптером в сложных условиях.

**Ключевые слова:** квадрокоптер, система автоматического управления, расширенный фильтр Калмана (ЕКФ), планировщик маршрута.

**Андатпа.** Мақалада квадрокоптерді автоматтандырылған басқару жүйесінің динамикалық моделі, PID контроллері, кеңейтілген Калман фильтрі (ЕКФ) және серпінді жоспарлаушы, бұл депаланудың дәлдігі мен сенімділігін едәуір арттыра алады қиын жағдайда квадрокоптерді басқару.

**Түйін сөздер:** квадрокоптер, автоматтандырылған басқару жүйесі, кеңейтілген Калман сүзгісі (ЕКФ), маршрут жоспарлаушы.

**Введение.** В последние годы наблюдается значительный рост интереса к разработке и применению робототехнических комплексов для военных, двойных и специальных задач. Робототехнические системы играют ключевую роль в современных операциях, обеспечивая выполнение сложных и опасных задач с минимальным участием человека, являясь гарантами безопасности и эффективности их выполнения.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) военного назначения часто действуют в условиях, где работа приемников спутниковых сигналов может быть нестабильна или полностью подавлена противником с использованием средств радиоэлектронной борьбы. В таких условиях особенно важно разрабатывать и применять передовые методы оценки состояния, которые могут эффективно работать в условиях ограниченной видимости или враждебных электронных средах. Применение таких методов, как расширенный фильтр Калмана, онлайн планировщики маршрутов, позволяет значительно повысить точность и надежность систем управления БПЛА, что, в свою очередь, приводит к увеличению общей эффективности и безопасности выполнения боевых задач.

Одним из наиболее перспективных направлений является разработка систем автоматического управления для БПЛА, таких как квадрокоптеры. В данной статье рассматриваются методы и алгоритмы управления

квадрокоптером, включающие использование динамической модели квадрокоптера, микшера команд управления, PID контроллеров, расширенного фильтра Калмана (ЕКФ) и планировщика маршрута на основе минимизации рывка. Эти компоненты обеспечивают стабильность и точность полета, а также позволяют эффективно решать задачи навигации и управления в реальном времени.

Основной целью исследования является разработка и реализация системы автоматического управления квадрокоптером, способной выполнять сложные маневры и задачи с высокой точностью. В работе рассматриваются следующие аспекты:

- использование динамической модели движения квадрокоптера и иерархической системы из ряда PID контроллеров для управления положением и ориентацией квадрокоптера;
- применение расширенного фильтра Калмана (ЕКФ) для оценки текущего состояния аппарата на основе данных от инерциальных измерительных устройств (IMU) и GPS;
- разработка планировщика маршрута на основе оптимальной траектории по рывку для обеспечения плавного и точного движения квадрокоптера.

Результаты данного исследования имеют важное практическое значение для разработки и применения робототехнических систем в военных, двойных и специальных задачах. Применение предложенных методов и алгоритмов позволит значительно повысить эффективность и надежность робототехнических комплексов, а также расширить их функциональные возможности.

**Обзор литературы.** Системы автоматического управления квадрокоптерами привлекли значительное внимание исследователей благодаря их широкому применению в гражданских и военных задачах. Основные компоненты таких систем включают математическую модель движения БПЛА, алгоритм оценки состояния аппарата, планировщик маршрута.

Динамическая модель квадрокоптера основана на уравнениях движения, которые описывают как линейное, так и угловое движение аппарата. В литературе широко обсуждаются различные подходы к моделированию динамики квадрокоптеров. Так, [1] предлагает использовать метод Лагранжа для моделирования динамики квадрокоптера, что позволяет учитывать нелинейные эффекты и взаимодействия между различными степенями свободы. Другие исследователи, такие как [2], фокусируются на использовании метода Ньютона-Эйлера для более точного описания сил и моментов, действующих на квадрокоптер.

ЕКФ широко используется для оценки состояния квадрокоптера, включая его положение, скорость и ориентацию. ЕКФ позволяет учитывать нелинейные динамические модели и шумы измерений, что делает его подходящим для задач навигации и управления БПЛА. В [3] обсуждаются основные принципы работы ЕКФ и его применение для оценки состояния БПЛА в условиях ограниченной видимости и радиоэлектронной борьбы. [4] приводит примеры использования

ЕКФ для интеграции данных от различных сенсоров, таких как IMU и GPS, что позволяет значительно повысить точность и надежность оценок.

Планировщики маршрута, основанные на минимизации рывка, нашли широкое применение в робототехнике и автономных системах. Оптимальные траектории, минимизирующие рывок, обеспечивают плавное движение квадрокоптера и снижают механические нагрузки на его компоненты. [5] предлагает использовать полиномы пятого порядка для генерации траекторий, которые минимизируют интеграл квадрата рывка вдоль всей траектории движения. [6] описывает применение планировщиков маршрута в автономных транспортных средствах и БПЛА, подчеркивая их важность для обеспечения плавности и точности движения.

**Методология.** Исследуемый объект – квадрокоптер с четырьмя роторами, который оснащен IMU (инерциальным измерительным устройством) и GPS-приемником. Квадрокоптер оборудован программным обеспечением Pixhawk для управления и стабилизации.

*Система управления* квадрокоптером включает несколько ключевых компонентов, каждый из которых играет важную роль в обеспечении стабильного и точного полета: PID контроллеры для управления положением и угловой ориентацией; расширенный фильтр Калмана (ЕКФ) используется для оценки текущего состояния (State Estimation) квадрокоптера на основе данных от датчиков; планировщик маршрута осуществляет генерацию оптимальных траекторий для движения квадрокоптера; датчики и актуаторы включают в себя IMU, GPS, а также моторы квадрокоптера.

Взаимодействие компонентов системы управления квадрокоптером можно описать следующим образом:

*Входными сигналами* будут являться заданные координаты (x, y, z) и углы ориентации (крен, тангаж, курс), а также команды от планировщика маршрута.

Планировщик маршрута на основе заданных координат и текущего состояния генерирует траектории движения с учетом минимизации рывка.

Расширенный фильтр Калмана, используя данные от датчиков (IMU, GPS), оценивает текущее состояние квадрокоптера (позиция, скорость, угловая скорость).

PID контроллеры управляют положением и ориентацией квадрокоптера, используя оцененные значения состояния от ЕКФ. Контроллер угловой скорости управляет скоростью вращения роторов для поддержания заданной ориентации.

Выходными сигналами будут являться управляющие воздействия на моторы (тяга и угловые скорости).

*Динамическая модель* квадрокоптера включает в себя:

- Линейное движение:

$$m \frac{d^2 r}{dt^2} = F_{\text{тяг}} + F_{\text{грав}} + F_{\text{возм}}$$

где  $r$  – вектор положения квадрокоптера,  $F_{\text{тяг}}$  – сила тяги,  $F_{\text{грав}}$  – сила тяжести,  $F_{\text{возм}}$  – внешние возмущения.

- Угловое движение:

$$I \frac{d\omega}{dt} + \omega \times (I \cdot \omega) = T_{\text{мотор}}$$

где  $I$  – тензор инерции,  $\omega$  – угловая скорость аппарата,  $T_{\text{мотор}}$  – моменты, создаваемые моторами.

*PID контроллеры* (пропорционально-интегрально-дифференциальные контроллеры) являются одним из наиболее широко используемых типов регуляторов в системах автоматического управления. Основным принципом их работы заключается в вычислении управляющего воздействия на объект на основе ошибки управления, которая представляет собой разницу между заданным и текущим значением контролируемого параметра.

Динамическая модель квадрокоптера с добавлением PID контроллеров была реализована в программной среде Simulink/Matlab (рисунок 1).

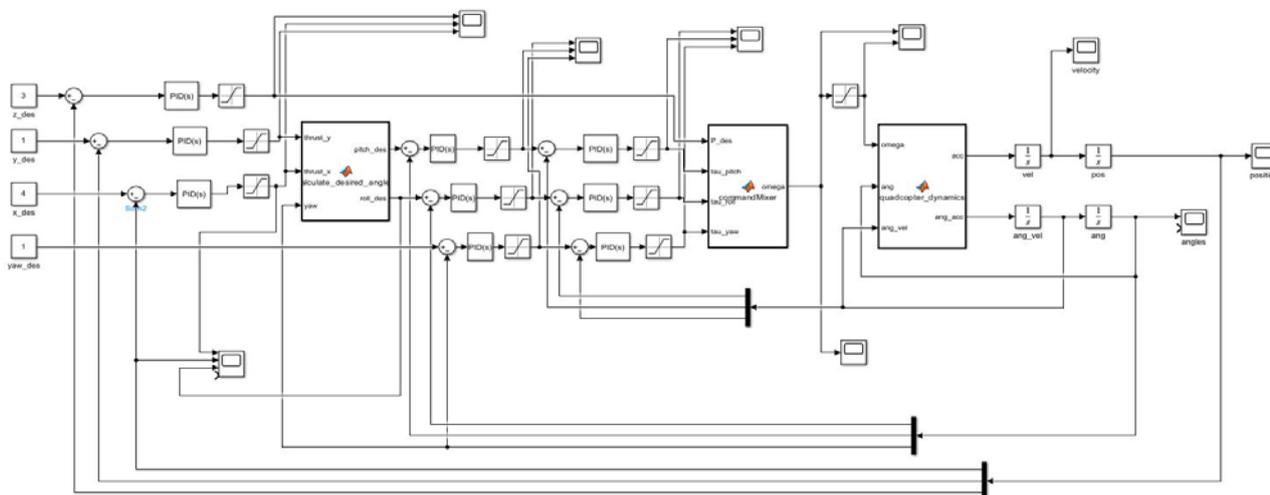


Рисунок 1 – Динамическая модель квадрокоптера реализованная в программной среде Simulink/Matlab

*Расширенный фильтр Калмана (ЕКФ)* – это нелинейная версия классического фильтра Калмана, который используется для оценки состояния динамических систем. ЕКФ применяется, когда модель системы и/или модель измерений являются нелинейными.

ЕКФ оперирует в два основных шага – шаг прогноза и шаг коррекции. Ниже представлен общий алгоритм его работы (рисунок 2).



Рисунок 2 – Алгоритм работы фильтра Калмана.  
 Источник: <https://habr.com/ru/articles/140274/>

ЕКФ широко используется в системах управления робототехническими системами для оценки состояния, включающего в себя положение, скорость и ориентацию. ЕКФ помогает компенсировать ошибки измерений датчиков и улучшает точность управления.

ЕКФ будет использоваться для оценки состояния квадрокоптера, включая его положение ( $x, y, z$ ), скорость ( $v_x, v_y, v_z$ ), углы ( $\phi, \theta, \psi$ ) и угловые скорости ( $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ ). ЕКФ будет сочетать данные от инерциальных измерительных устройств (IMU), таких как акселерометры, гироскопы, а также GPS приемника.

Минимизация рывка (третьей производной положения по времени) является важным аспектом при *планировании траекторий движения*, особенно для робототехнических систем. Оптимальная траектория по рывку обеспечивает плавное движение, минимизирует механические нагрузки и увеличивает срок службы компонентов.

В квадрокоптерах такие планировщики помогают обеспечить плавное и точное движение, помогая двигаться по плавным траекториям без резких изменений скорости и ускорения, а также обеспечивают уменьшение механических нагрузок, минимизируя износ двигателей и других механических компонентов.

Задача минимизации рывка формулируется как оптимизационная задача, где необходимо минимизировать интеграл квадрата рывка вдоль всей траектории движения:

$$J = \int_0^T \left( \frac{d^3 x(t)}{dt^3} \right)^2 + \left( \frac{d^3 y(t)}{dt^3} \right)^2 + \left( \frac{d^3 z(t)}{dt^3} \right)^2 dt$$

где  $J$  – функционал рывка,  $x(t)$ ,  $y(t)$  и  $z(t)$  – координаты положения квадрокоптера в пространстве, а  $T$  – время полета.

Для этого используются полиномы пятого порядка:

$$\begin{aligned} x(t) &= a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 + a_5 t^5 \\ x(t) &= b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3 + b_4 t^4 + b_5 t^5 \end{aligned}$$

$$z(t) = c_0 + c_1t + c_2t^2 + c_3t^3 + c_4t^4 + c_5t^5$$

Решая эти системы уравнений, можно получить оптимальные траектории для квадрокоптера, минимизирующие рывок.

Эксперименты проводились с использованием симуляционной среды MATLAB/Simulink. На первом этапе была разработана и настроена динамическая модель квадрокоптера. Затем были реализованы и протестированы алгоритмы EKF и планировщика маршрута.

### Результаты

#### 1) Точность оценки состояния

На первом этапе экспериментов была оценена точность работы расширенного фильтра Калмана (EKF). Результаты показали, что EKF значительно улучшает точность оценки состояния квадрокоптера по сравнению с использованием только данных от датчиков.

Для наглядной демонстрации улучшений были построены графики реального и оцененного положения квадрокоптера по осям X, Y и Z. На рисунке 3 представлены сравнения оцененных данных с реальными значениями.

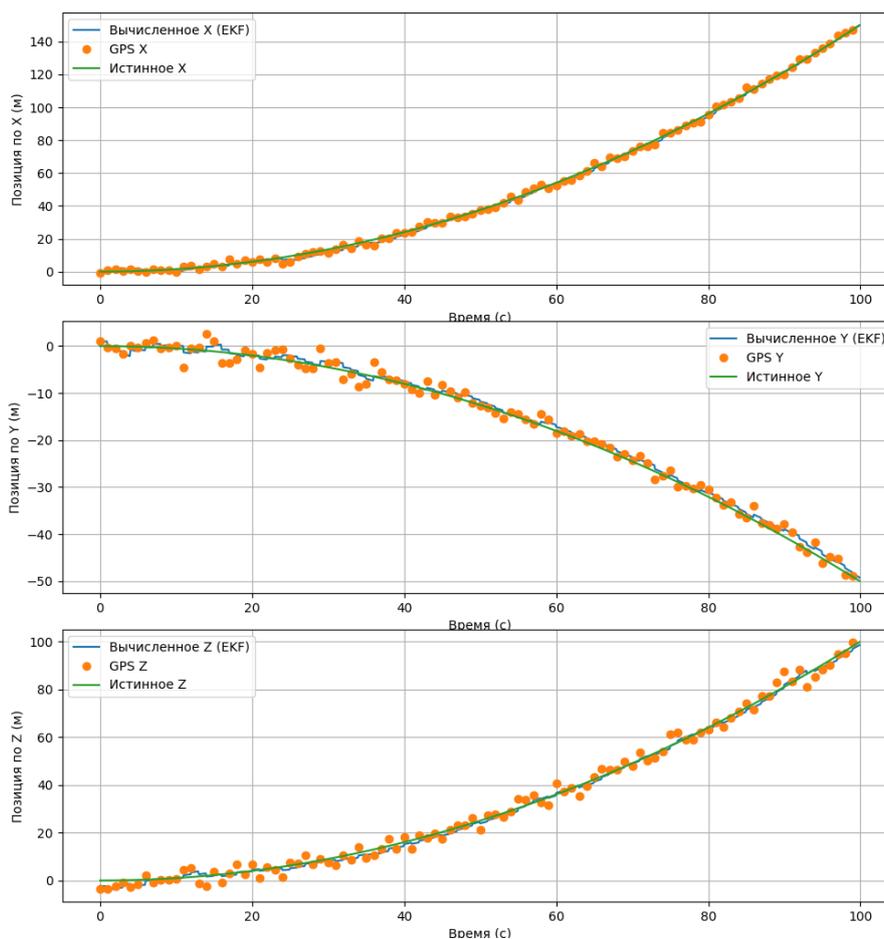


Рисунок 3 – Графики реального и оцененного положения квадрокоптера по осям X, Y и Z

В таблице 1 приведены значения среднеквадратичной ошибки (RMSE) для каждой из осей координат.

Таблица 1 – Среднеквадратичная ошибка (RMSE) в оценке положения квадрокоптера с использованием ЕКФ и без него

Ось	RMSE с ЕКФ (м)	RMSE без ЕКФ (м)
X	1,09	1,50
Y	0,84	1,42
Z	1,16	2,45

## 2) Планирование траектории

Был протестирован планировщик маршрута на основе минимизации рывка. Результаты показали, что данный подход обеспечивает плавные траектории движения квадрокоптера с минимальными механическими нагрузками.

На рисунке 4 представлена оптимальная траектория квадрокоптера в трехмерном пространстве. Траектория была сгенерирована для движения через заданные точки  $[0, 0, 0]$ ,  $[1, 1, 2]$ ,  $[2, 0, 3]$ ,  $[3, -1, 2]$ .

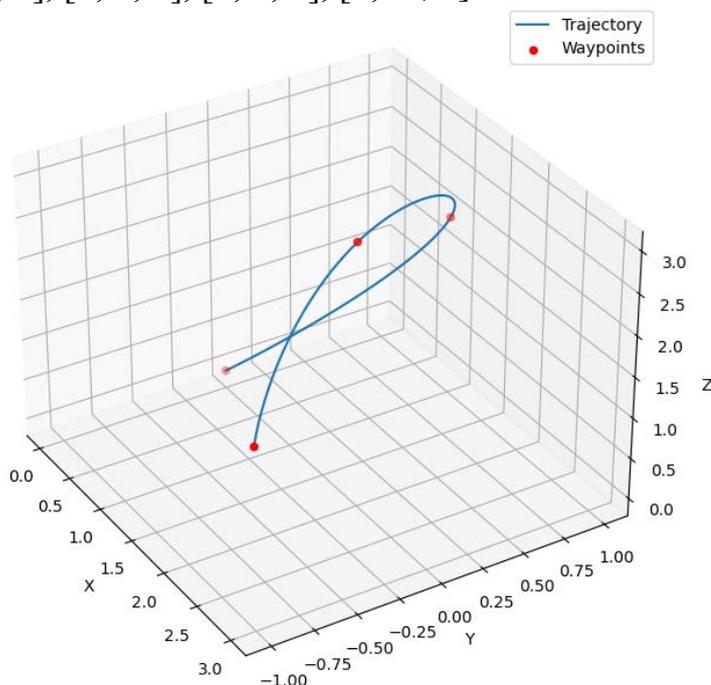


Рисунок 4 – Оптимальная траектория квадрокоптера, построенная с помощью минимизации рывка в трехмерном пространстве

На рисунке 5 показаны траектории движения и профили скорости по трем осям, на рисунке 6 – профили ускорения и рывка по трем осям.

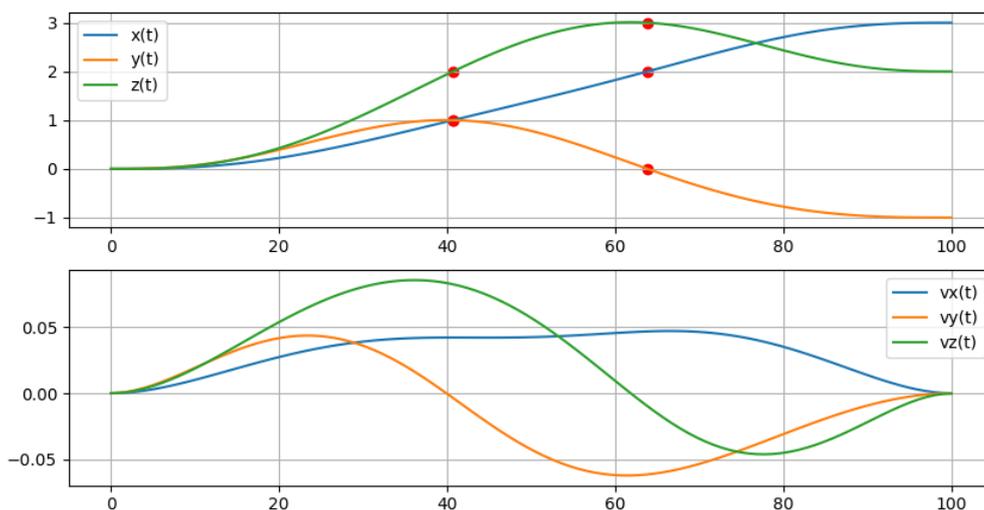


Рисунок 5 – Графики изменения координат по x, y, z осям (сверху) и графики изменения скоростей по x, y, z осям (снизу)

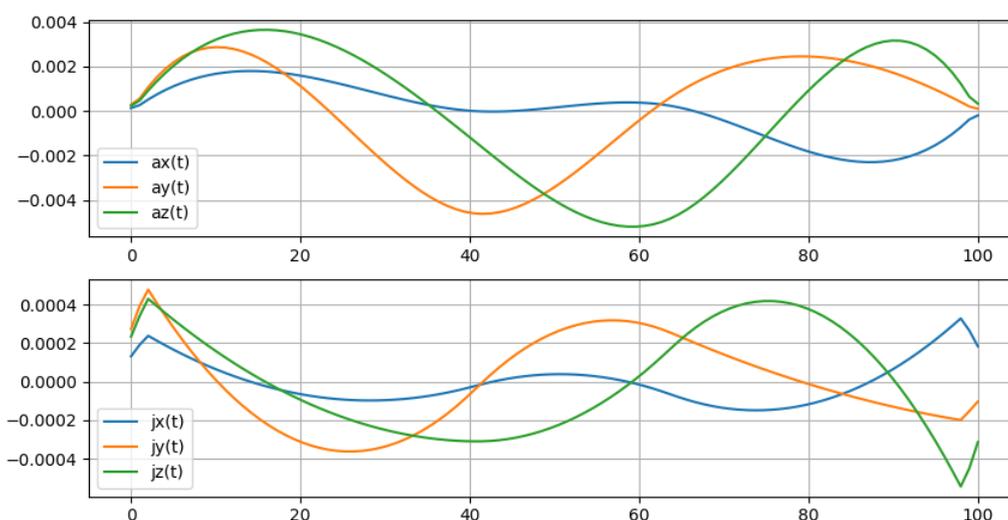


Рисунок 6 – Графики изменения ускорений по x, y, z осям (сверху).  
Графики изменения рывка по x, y, z осям (снизу)

Временные характеристики процесса вычислений профилей в данном примере составили: время оптимизации - 0,017 секунд, время расчета траекторий – 0,007 секунд. Это указывает на высокую скорость выполнения алгоритма и возможность его применения в режиме реального времени.

Графики траектории, скорости, ускорения и рывка показывают плавные изменения, что свидетельствует о хорошей плавности траектории. Также траектория проходит через заданные промежуточные точки, что подтверждает точность алгоритма.

**Заключение.** В данной статье представлено исследование и разработка системы автоматического управления квадрокоптером, включающей использование динамической модели квадрокоптера, PID контроллеров, расширенного фильтра Калмана (ЕКФ) и планировщика маршрута на основе минимизации рывка. Основные цели работы включали повышение точности и

надежности управления квадрокоптером, что особенно важно в условиях ограниченной видимости и враждебных электронных сред.

Результаты исследования показали значительное улучшение точности оценки положения квадрокоптера при использовании ЕКФ, что показывает эффективность применения ЕКФ для улучшения точности навигации и управления квадрокоптером.

Планировщик маршрута на основе минимизации рывка также показал высокую эффективность, обеспечивая плавные траектории движения квадрокоптера с минимальными механическими нагрузками. Это позволяет не только повысить точность выполнения задач, но и увеличить срок службы компонентов квадрокоптера за счет снижения механических нагрузок.

Таким образом, разработанная система автоматического управления квадрокоптером демонстрирует высокую точность и надежность, что делает ее перспективной для применения в военных, двойных и специальных задачах. Применение предложенных методов и алгоритмов позволяет значительно повысить эффективность робототехнических комплексов, расширяя их функциональные возможности и обеспечивая безопасность выполнения сложных и опасных задач.

Результаты данного исследования, проведенного сотрудниками НИИ вооружения и военной техники Национального университета обороны Республики Казахстан, имеют практическое значение для различных областей применения квадрокоптеров, включая военные операции, поисково-спасательные работы, мониторинг окружающей среды и другие задачи, требующие высокой точности и надежности управления беспилотными системами. Внедрение разработанных методов и алгоритмов может существенно улучшить качество выполнения задач и обеспечить более высокую степень автономности квадрокоптеров, что критически важно для выполнения сложных и опасных задач с минимальным риском для человека.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1 S. Bouabdallah, P. Murrieri and R. Siegwart, Design and control of an indoor micro quadrotor // IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA '04. 2004, New Orleans, LA, USA, 2004, pp. 4393-4398 Vol.5, doi: 10.1109/ROBOT.2004.1302409.

2 R. Mahony, V. Kumar and P. Corke, Multirotor Aerial Vehicles: Modeling, Estimation, and Control of Quadrotor // IEEE Robotics & Automation Magazine, vol. 19, no. 3, pp. 20-32, Sept. 2012, doi: 10.1109/MRA.2012.2206474.

3 M.S. Grewal and A.P. Andrews, Applications of Kalman Filtering in Aerospace 1960 to the Present [Historical Perspectives] // in IEEE Control Systems Magazine, vol. 30, no. 3, pp. 69-78, June 2010, doi: 10.110.

4 Maybeck, P.S. Stochastic Models, Estimation, and Control. – New York: Academic Press, 1979. – 423 p.

5 R. Palamakumbura, D.H.S. Maithripala, C.F. Martin, Minimum jerk trajectory generation for differential wheeled mobile robots // IEEE 8th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS'13), 2013, pp. 460-464.

6 D. Mellinger and V. Kumar, Minimum snap trajectory generation and control for quadrotors // IEEE International Conference on Robotics and Automation, Shanghai, China, 2011, pp. 2520-2525, doi: 10.1109/ICRA.2011.5980409.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Байсеитов Г.Н.</b> Приветственное слово к участникам конференции.....	3
<b>Доля А.В., Сейсенгалиев С.А., Қалкабек А.М.</b> К вопросу разработки и создания многофункционального автономного беспилотного наземного аппарата на гусеничном ходу.....	5
<b>Доля А.В., Колумбетов Б.Д., Бердибеков А.Т.</b> Разработка и интеграция программного обеспечения для гиросtabilизированных дистанционно управляемых боевых модулей .....	15
<b>Щербаков А.В.</b> Перспективы развития и роль современных робототехнических комплексов в академии Национальной Гвардии на примере стрелковых тренажеров в процессе подготовки курсантов .....	23
<b>Abayev A.A., Juzbayeva G.A.</b> To the issue of integration of technical means in border security .....	29
<b>Алимов Т.Б.</b> К вопросу совершенствования подготовки бригадной тактической группы к совершению марша .....	35
<b>Касенов Д.Д.</b> Эскери қызметке арналған заманауи жерүсті робототехникалық жүйелер .....	40
<b>Касенов Д.Д.</b> Наземные боевые робототехнические средства в мотострелковых подразделениях: обоснование интеграции и варианты использования .....	48
<b>Колумбетов Б.Д., Кабдолда Ж., Бойко А.В.</b> Разработка системы автоматического управления квадрокоптером .....	56
<b>Молдабаев Т.М., Керимбаев Б.М.</b> Методика оценки информационного противоборства в операциях .....	66
<b>Дуйсембеков О.А., Шандронон Д.Н.</b> Заманауи робототехникалық кешендер және олардың атқаратын міндеттері .....	72
<b>Дуйсембеков О.А., Жанбулатов Д.М.</b> Робототехниканың білім беру жүйесіндегі орны .....	79
<b>Семченко А.Г.</b> О некоторых направлениях развития беспилотной авиации .....	83
<b>Акимбаев Е.Ж.</b> Применение робототехники при чрезвычайных ситуациях природного характера .....	89
<b>Кажипбаев К.С., Мускин К.А., Дюсекина Е.А., Карсембаев Р.Т.</b> Перспективы применения групп робототехнических комплексов при ведении боевых действий .....	98
<b>Калипанов М.М., Мускин К.А., Маукенов Б.Б.</b> Использование наземных беспилотников .....	109
<b>Курмансеитов А.А.</b> Многофункциональные роботизированные наземные комплексы .....	113
<b>Колумбетов Б.Д., Кабдолда Ж., Бойко А.В.</b> Разработка системы автоматического управления квадрокоптером .....	118

# **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ВОЕННОГО, ДВОЙНОГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Сборник межведомственной научно-практической конференции  
(в рамках грантового финансирования молодых ученых на 2022-2024 гг.)  
*ИРН АР 130007/0222*

Редакционно-издательское отделение  
ТОО «R&D центр «Казахстан инжиниринг»

Отп. \_\_ экз.  
Исп. Доля А.В.  
Отп. Кажыбаев К.С.  
Тел 8 (7172) 32 21 39

