



УДК 355.4
ГРНТИ 78.25.23

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

М.В. ЖИРНОВ

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

С.В. МИТРОФАНОВА

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Е.В. ФЕДОРОВА

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

В статье обоснована необходимость интеграции боевых наземных робототехнических средств в мотострелковые подразделения для частичной замены солдата-пехотинца на поле боя. Предложены тактико-технические характеристики, которыми должен обладать прототип боевого наземного робототехнического средства для качественного выполнения задач в составе мотострелкового подразделения. Рассмотрены варианты применения боевых наземных робототехнических средств в составе мотострелковых отделений в наступательном и оборонительном бою.

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

COMBAT GROUND-BASED ROBOTIC MEANS IN MECHANIZED INFANTRY UNITS: INTEGRATION JUSTIFICATION AND APPLICATION OPTIONS

M.V. ZHIRNOV

MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

S.V. MITROFANOVA

MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

E.V. FEDOROVA

MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)

The article substantiates the need to integration combat ground-based robotic means into mechanized infantry units for partial replacement of an infantry soldier on the battlefield. The tactical and technical characteristics that a prototype of a ground-based robotic combat vehicle should have for high-quality performance of tasks as part of a mechanized infantry units are proposed. Variants of the use of combat ground-based robotic means as part of mechanized infantry units in the offensive mode are considered and defensive combat.

Keywords: combat ground-based robotic means, mechanized infantry units, combined arms combat, offensive, defense.

Введение. «Генералы всегда готовятся к прошлой войне». Под этим выражением премьер-министр Великобритании У. Черчилль подразумевал, что при подготовке к будущим военным конфликтам военачальники опираются на свой опыт в прошлых войнах, учитывают прошлые ошибки, чтобы не допустить их в будущем. Однако 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 (так, например, Боевой устав по подготовке и ведению общевойскового боя был введен в действие в 2005 г.) [2].

Актуальность. Военное руководство стран НАТО рассматривает роботизацию сухопутной техники как магистральное направление развития средств вооруженной борьбы. В соответствии с планами военно-политического руководства США к 2035 г. 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].

Российское военно-политическое руководство не отстает от своих западных коллег и на сегодняшний момент четко определило основные области применения боевых и обеспечивающих роботов, а также выработало предложения по их номенклатуре. Внедрение наземных робототехнических комплексов в нашей стране проводится в рамках комплексной целевой программы «Создание перспективной военной робототехники до 2025 г.», разработанной в Министерстве обороны [4].

В марте 2017 г. Дмитрий Rogozin (на тот момент вице-премьер РФ) в своем интервью так высказал свою позицию относительно интеграции боевых НРТС в российскую армию: «Задача – вывести нашего человека из сектора поражения на безопасное расстояние, но так, чтобы он сам видел врага и был способен его поразить. Наша цель – превратить военнослужащего в оператора робототехнической системы, способной выполнять любые боевые задачи» [5].

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 и Российской Федерации 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].

Цель работы – обосновать необходимость интеграции боевых НРТС в штаты мотострелковых подразделений в интересах частичной замены солдата на поле боя, а также рассмотреть варианты их применения при проведении наступательного и оборонительного боя.

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 (таблица 1) [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.

Итак, чтобы вырастить и воспитать российского бойца-контрактника, понадобится порядка 11 млн рублей: 2,1 млн – затраты семьи, около 2,5 млн государство потратит на здравоохранение и общее образование и 6,4 млн – на подготовку в армии (3,2 млн в год) [7–9].



Таблица 1 – Затраты, требуемые на «производство» бойца и эксплуатацию боевого НРТС

Параметр	Стрелок (военнослужащий к/с)	Параметр	Боевое НРТС
Затраты, млн руб. (от рождения до 20 лет)	11	Стоимость, млн руб. (одиночная/серия)	11,5/7,5
Затраты, млн руб. (ежегодные)	3,2	Затраты на обслуживание, млн руб. (ежегодные)	0,5–1
Расходы в случае гибели, млн руб.	от 2	Расходы в случае выхода из строя, млн. руб.	до 0,1
Цикл воспитания, лет	20	Время на создание, лет	1–5

Но по этим показателям Россия занимает далеко не лидирующие позиции (таблица 2). Так, например, каждый военнослужащий США или Австралии ежегодно обходится государственному бюджету в 7 раз дороже, чем его российский коллега [8, 9].

Таблица 2 – Сравнительные показатели затрат семьи и государства на подготовку и содержание военнослужащего в ведущих иностранных государствах

Страна	Затраты семьи на содержание ребенка от рождения до 18 лет, млн руб.*	Ежегодные затраты на содержание одного военнослужащего, млн руб.*
Австралия	22	20
Великобритания	16,5	18
Китай	5,7	8,5
Россия	2,1	3,2
США	12	21,5

* при расчете 50 руб. за 1 долл. США

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 работа 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 3.

Таблица 3 – ТТХ прототипа боевого НРТС (вариант)

Характеристика	Показатель	Характеристика	Показатель
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	Бортовое радиоэлектронное оборудование	Камеры для осуществления движения вперед и назад, камера для прицеливания
Масса, кг	до 300		
Скорость, км/ч	15-17		

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 ПКМ), 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 4) [4].

Таблица 4 – 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 M240B (450 патронов) или 40-мм 4-ствольный гранатомет
Бортовое радиоэлектронное оборудование	Приборы наблюдения и прицеливания с дистанционным управлением	Тепловизор, лазерный дальномер

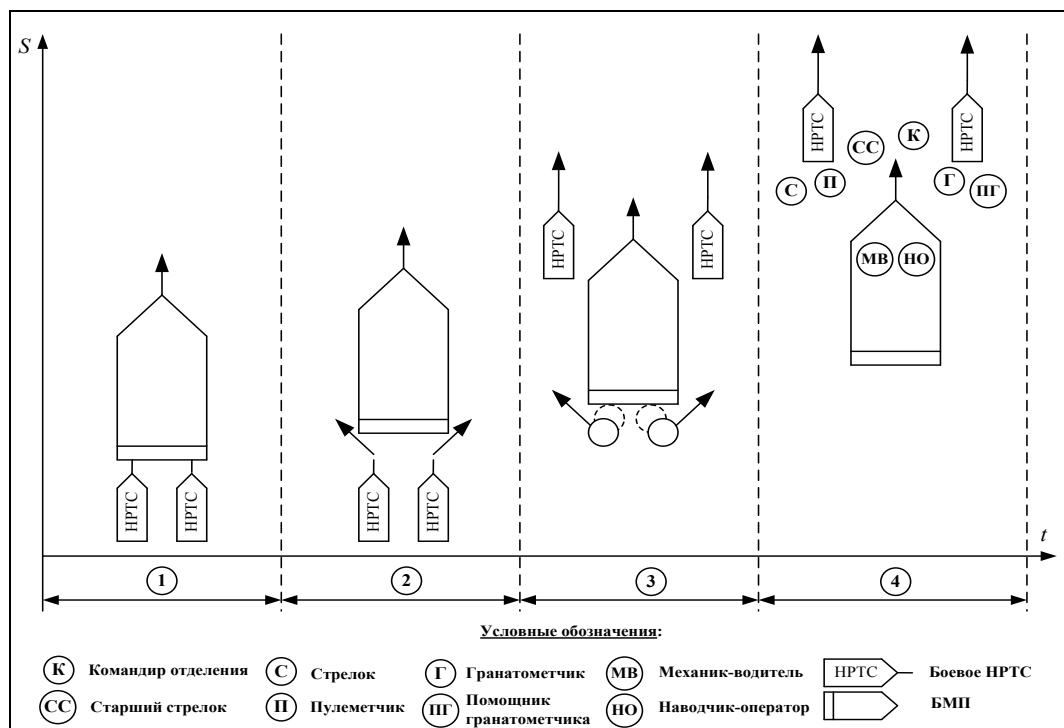
MAARS слишком легкий и неустойчив для гусеничного боевого робота, а запаса патронов вряд ли хватит на полноценный общевойсковой бой. Отечественный боевой робот по своим характеристикам выглядит, на наш взгляд, предпочтительнее своего зарубежного «коллеги». Несмотря на практически аналогичный боезапас (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].



1 – Разгрузка боевых НРТС; 2 – боевые НРТС на ходу; 3 – выгрузка личного состава *мсо*; 4 – боевые НРТС, пехота, БМП готовы к атаке

Рисунок 1 – Порядок развертывания боевых НРТС и личного состава *мсо* из БМП перед атакой (вариант)



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 5) [7].

Таблица 5 – 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).

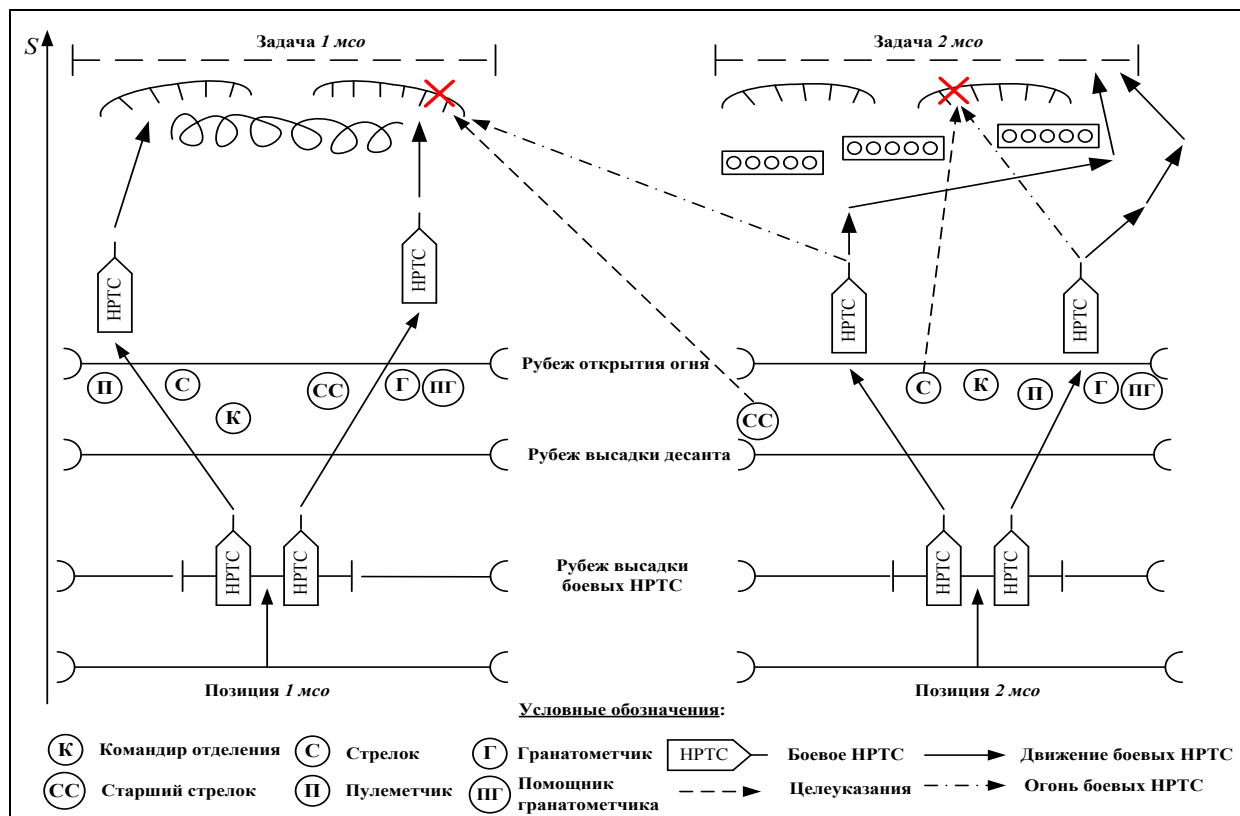


Рисунок 2 – Схема атаки двух мсо с четырьмя боевыми НРТС (вариант)



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 разведанные противника о составе и расположении собственных сил и средств. К тому же боевые НРТС могут быть оперативно возвращены к основным силам *мсо* [7].

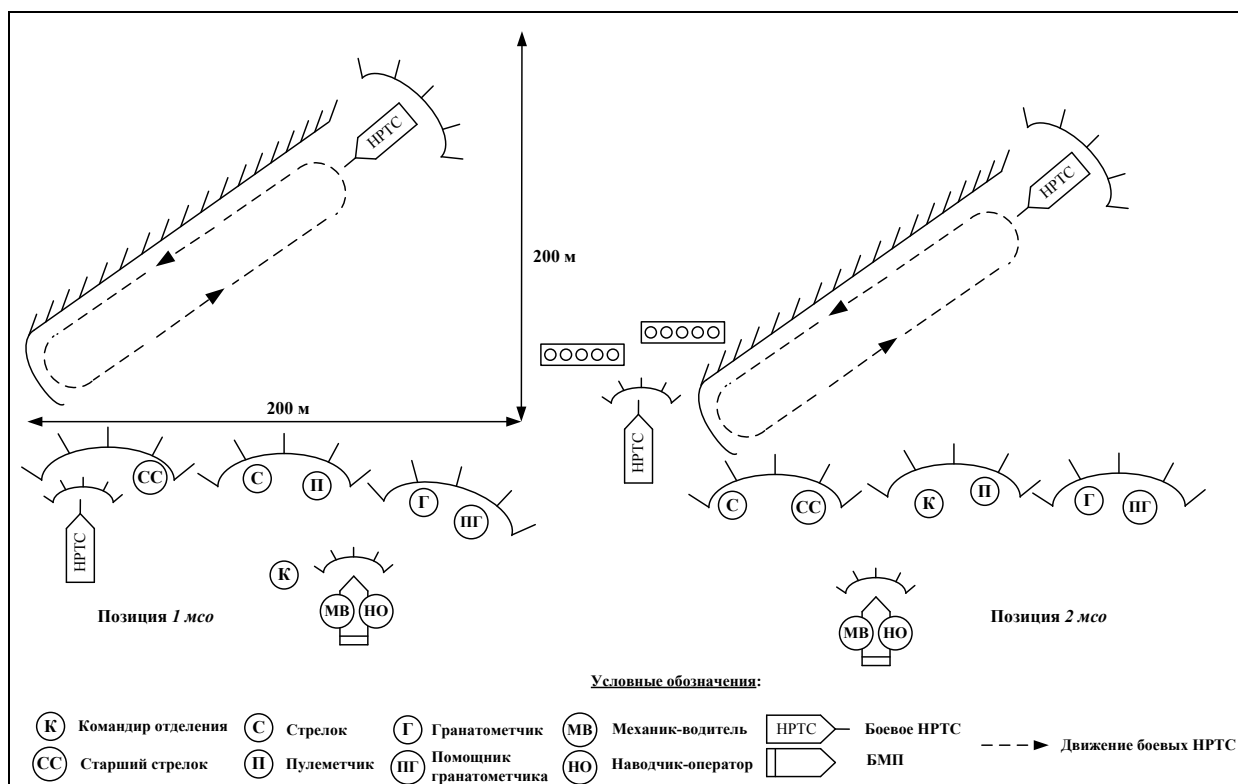


Рисунок 3 – Боевые НРТС в обороне перед основной позицией пехоты (вариант)

Выводы. 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 [10].

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.



Боевые НРТС в составе мотострелковых подразделений могут применяться как при наступательном, так и при оборонительном бою. При этом по результатам испытаний отечественные образцы боевых роботов показали свои возможности в преодолении препятствий, водных преград, стрельбы по мишеням, а по ряду показателей превзошли существующие пилотируемые боевые машины [5].

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. (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/. (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-robotopехoty-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. Сколько стоит вырастить ребенка в разных странах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://deti.mail.ru/article/skolko-stoit-vyrastit-rebenka-v-raznyh-stranah/>. (дата обращения 06.04.2020).
10. Александров В., Ветлугин Р., Макаренко А. Взгляды военных специалистов США на боевое применение наземных робототехнических комплексов // Зарубежное военное обозрение. 2018. № 6. С. 39–43.

REFERENCES

1. `Enciklopedicheskiy slovar' krylyatykh slov i vyrazhenij. M.: «Lokid-Press», 2005. 852 p.
2. Boevoj ustav po podgotovke i vedeniyu obschevojskovogo boya. Chast' 3 (vzvod, otdelenie, tank). M.: Voenizdat, 2005. 201 p.
3. James R. Unmanned Systems Integrated Roadmap FY 2009-2034 / R. James, Jr. Clapper, u.a. [`Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <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. (data obrascheniya 06.04.2019).
4. Sovremennye nazemnye mobil'nye robototekhnicheskie komplekсы. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://otvaga2004.ru/na-zemle/na-zemle-11/modern_land_robots_1/. (data obrascheniya 17.04.2019).
5. Boevogo robota «Nerehta» primut na vooruzhenie rossijskoj armii. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://www.interfax.ru/russia/585272>. (data obrascheniya 17.04.2019).
6. Zhirnov M.V. Formulirovanie ponyatiya «nazemnye robototekhnicheskie sredstva» skvoz' prizmu analiza ih priznakov // Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tehnologij: periodicheskiy nauchnyj sbornik po materialam HHI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Belgorod, 30 dekabrya 2016 g.). Belgorod: APNI, 2016. № 12-1. pp. 146–148.
7. Vremya robotopohoty: prishlo ili net? [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://topwar.ru/146812-vremya-robotopohoty-prishlo-ili-net.html>. (data obrascheniya 06.04.2020).
8. Samye dorogostoyashchie armii mira. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://militaryarms.ru/armii-mira/samye-dorogostoyashhie-armii-mira/>. (data obrascheniya: 06.04.2020).
9. Skol'ko stoit vyrastit' rebenka v raznyh stranah. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://deti.mail.ru/article/skolko-stoit-vyrastit-rebenka-v-raznyh-stranah/>. (data obrascheniya 06.04.2020).
10. Aleksandrov V., Vetlugin R., Makarenko A. Vzglyady voennyh specialistov SShA na boevoe primenenie nazemnyh robototekhnicheskikh kompleksov // Zarubezhnoe voennoe obozrenie. 2018. № 6. pp. 39–43.

© Жирнов М.В., Митрофанова С.В., Федорова Е.В., 2020

Жирнов Михаил Владимирович, адъюнкт кафедры радиоэлектронной борьбы (и технического обеспечения частей РЭБ), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, zzhirnoff@rambler.ru.

Митрофанова Светлана Викторовна, младший научный сотрудник научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, mitrofanova85@mail.ru.

Федорова Екатерина Владимировна, техник научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, ekaterinan-1988@mail.ru.