

**ЕФРЕМОВ ЕВГЕНИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ,  
АГАФОНОВ АНДРЕЙ ЮРЬЕВИЧ**

## ЧИСЛЕННЫЕ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ БОЕВОГО ПОРЯДКА И ПРИОРИТЕТОВ ЦЕЛЕЙ В БОЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

### АННОТАЦИЯ

В первой части настоящей статьи продемонстрирована возможность применения математического моделирования для прогнозирования исхода боя на примере прорыва обороны противника с применением наземных робототехнических комплексов военного назначения.

Во второй части статьи показано влияние правила выбора целей при встречном бое на вероятность благополучного исхода для одной из сторон.

**Ключевые слова:** робототехнический комплекс военного назначения; встречный бой; моделирование; правило выбора целей

**EFREMOV E. V.,  
AGAFONOV A. Y.**

## NUMERICAL EVALUATION OF THE IMPACT OF THE BATTLE ORDER OF PRIORITIES AND OBJECTIVES IN THE FIGHT USING MILITARY ROBOTICS

### ABSTRACT

In the first part of this article we demonstrated the possibility of using mathematical modeling to predict the outcome of the battle on the example of breakthrough enemy defenses using ground robotic systems for military use.

In the second part of the article shows the influence of the selection rules at counter purposes to fight for the chance of a successful outcome of one of the parties.

**Keywords:** robotic system for military purposes; meeting engagement; modeling; Typically purposes selection.

Появление новых образцов вооружения предполагает изменение тактики ведения боевых действий. Приоритет жизни солдата, а также выполнение задач, в которых возможна фатальная ошибка, возникшая вследствие «человеческого фактора», обуславливают применение в войсковых операциях робототехнических комплексов военного назначения (НРТК ВН). С целью подтвердить или опровергнуть эффективность применения НРТК ВН в той или иной роли в боевом порядке необходимо проведение моделирования боя.

Прорыв обороны противника – одна из основных задач, решаемых с применением наземных робототехнических комплексов военного назначения (НРТК ВН) в наступлении. Важным вопросом при решении данной задачи является определение целесообразности, а также обоснование наиболее эффективных способов применения боевых НРТК ВН при прорыве обороны противника, в частности, с высокой плотностью огневых противотанковых средств.

Рассмотрим один из возможных способов применения НРТК ВН, основной принцип которого был предложен военными специалистами ранее и

связан с построением боевых порядков атакующих в три эшелона, причем первый эшелон включает в себя имитаторы танка. Для определения других параметров боя будут применены допущения и упрощения, обсуждаемые при этом на предмет степени их соответствия решаемой задаче прорыва обороны противника.

Суть данного способа заключается в следующем: первая сторона атакует противника в три эшелона в полосе фронта 500 м с применением НРТК ВН, которые на схеме, представленной на рисунке 1, обозначены буквой Р внутри ромба. В момент времени  $t_1$  атаку начинают развернутые в одну – две линии НРТК ВН (одна – две роты) первого эшелона с дистанцией между боевыми единицами 25–50 м. В задачи первого эшелона входит вскрытие обороны противника и расположения минно-взрывных заграждений (МВЗ), т.е. создание условий для ввода в бой второго и третьего эшелонов.

Расстояние от исходной позиции первого эшелона до переднего края противника примем равным 2450 м.

С той же исходной позиции в момент времени

$t_2 = t_1 + 55$  с в бой вводится развернутая в линию рота НРТК ВН второго эшелона с дистанцией между боевыми единицами 50 м. Скорость НРТК ВН в первых двух эшелонах составляет  $v_2 = 20$  км/час. Скорострельность орудия – 7 выстр./мин., боекомплект – 43 осколочно-фугасных снаряда (ОФС).

Момент времени  $t_2$  установлен требованием к дистанции в боевом порядке между первым и вторым эшелонами, которая может быть рассчитана как  $v_2 t_2$  и должна составлять 300 м. В состав второго эшелона включены минные тралы в количестве, обеспечивающем создание проходов в МВЗ (при их наличии) для боевых машин третьего эшелона, чем обусловлена указанная дистанция в 300 м.

В момент времени  $t_3 = t_1 + 90$  с в бой вступает развернутая в линию танковая рота (11 боевых единиц) третьего эшелона с дистанцией между боевыми единицами 50 м. Расстояние в момент времени  $t_3$  от третьего эшелона до переднего края противника составляет 2450 м. Скорость передвижения танка  $v_3 = 25$  км/час. Скорострельность танкового орудия – 6 выстр./мин., боекомплект – 43 ОФС. Величина  $t_3$  установлена требованием одновременного достижения вторым и третьим эшелонами позиций противника, что выполняется при  $t_3 = t_1 + \frac{2450}{v_2} - \frac{2450}{v_3}$ .

Перед началом движения второй и третий эшелоны с исходной позиции производят выстрелы по противнику. Принято, что точности стрельбы танка и НРТК ВН не отличаются, вероятности попадания при стрельбе с места выше на 15% чем во время движения с заданными выше скоростями [3].

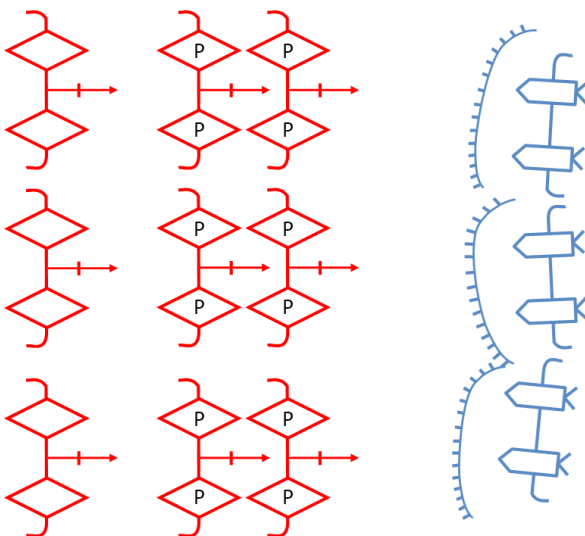


Рисунок 1 – Боевые порядки сторон при прорыве танковой ротой обороны противника, проводимом с применением наземных робототехнических комплексов

Вторая сторона обороняется с использованием 5 комплексов противотанковых управляемых ракет (ПТУР), размещенных на боевых машинах (далее – ПТРК). ПТРК расположены линейно в полосе фронта 500 м, местонахождение которых с 10 с боя считается известным наступающей стороне. Дистанция между соседними ПТРК равна 100 м [1]. Фронтальная проекция ПТРК по горизонтали имеет размер 2,5 м, а по вертикали – 1,8 м. Скорострельность ПТРК составляет 3,5 выстр./мин., боекомплект – 15 ПТУР. Вероятность поражения НРТК ВН, танка и имитатора танка ПТУР на расстояниях 2,5 км и ниже равна 0,65 [2]. Скорости полета снаряда и ракеты составляют 850 и 340 м/с соответственно.

Условие окончания боя – 100% потери одной из сторон, что для противной стороны признается реализацией благоприятного для нее исхода боя (сторона «победила»).

Будем считать, что данный бой состоит из двух фаз. Первая фаза начинается в момент времени  $t_1$  и заканчивается до вступления в бой танковой роты. Вторая фаза начинается с момента вступления в бой танковой роты. В настоящей работе рассмотрена первая фаза. Принято, что на данном этапе задействовано 13 НРТК ВН и 7 имитаторов танка первой стороны и 5 ПТРК второй стороны. Считается, что на 60 с боя имитаторы танка идентифицированы противником, и стрельба по ним прекращается.

На рисунке 2 приведены результаты Monte-Carlo оценки динамики численностей боеспособных БЕ для первой фазы боя без учета второй

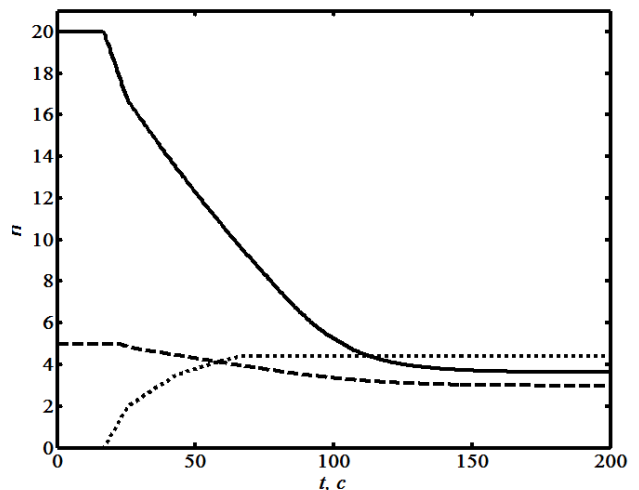


Рисунок 2 – Динамика численности боеспособных боевых единиц первой (-) и второй (---) сторон, а также пораженных имитаторов танков (...) первой стороны в бою, в который первая сторона вступила, имея 13 НРТК ВН и 7 имитаторов танка, а вторая – 5 ПТРК

фазы. Оценка проведена по методике моделирования боя КУРС [3]. Число розыгрышей процесса боя составило 5000, а соответствующие статистические погрешности результатов – менее 1%.

Вид применяемого правила выбора целей для обстрела оказывает значительное влияние на результаты моделирования боя. Покажем это на примере сравнения следующих применяемых при моделировании встречного танкового боя правил выбора целей:

выбирается цель, наименьше удаленная от стреляющего объекта;

выбирается цель, имеющая наибольший приоритет, а среди целей с одинаковым приоритетом наименьше удаленная от стреляющего объекта.

Пусть в состав стороны 1 рассматриваемого боя входит 10 БЕ типа А, а стороны 2 – по 5 БЕ типов Б и В. Основные принятые параметры и тактико-технические характеристики данных боевых единиц представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные параметры и ТТХ боевых единиц

Тип боевой единицы	А	Б	В
Габариты лобовой проекции (ширина x высота), м	2,3 x 2,2	2,3 x 2,2	2,3 x 2,2
Скорость в боевых условиях, м/с	10	10	10
Скорострельность – время подготовки выстрела, с	16	16	16
Дисперсия распределения горизонтального/вертикального промаха	0,8/1,3	0,6/0,975	1/1,625
Приоритет при обстреле противником	высокий	высокий	низкий
Количество снарядов боезапаса, шт.	42	42	42

БЕ каждой стороны развернуты в линию и снаряжены бронебойными подкалиберными снарядами. Схема расположения техники представлена на рис. 3.

Точность стрельбы орудий БЕ характеризуется нормальным распределением вертикального и горизонтального промахов. В момент времени начала боя  $t_1$  расстояние между линиями сторон – 3 км, а между танками в линии – 100 м. Танки типов Б и В в боевом построении стороны 2 чередуются между собой. Движение БЕ на противника начинается непосредственно в момент времени начала

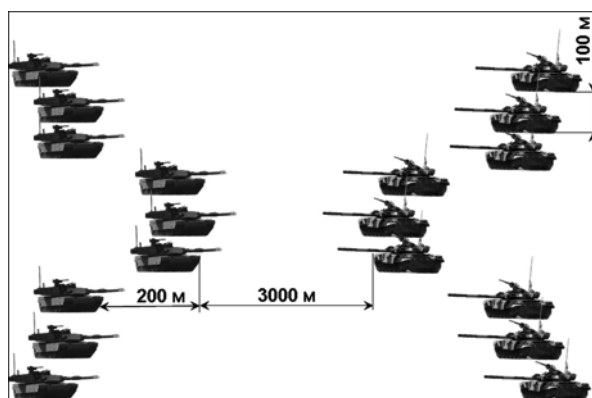


Рисунок 3 – Общая схема моделируемого боя

боя, а в момент времени  $t_2 = t_1 + 7$  с каждая боевая единица владеет всей необходимой для стрельбы информацией о типе и координатах БЕ противника. Условие окончания боя – 100% потери какой-либо из сторон. Противная сторона в этом случае считается победившей.

На рис. 4 представлена рассчитанная по методике [3] динамика численности боеспособных БЕ сторон для боев с приведенными выше правилами выбора цели для обстрела. Число разыгранных сценариев в каждом из двух расчетов составило 2500, относительные статистические погрешности оценок в детекторах не превышают 3%. Сценарий с примененным правилом выбора ближайших целей из наиболее приоритетных представлен во втором варианте.

Математическое ожидание числа боеспособных боевых единиц в момент времени  $t_3 = t_1 + 140$  с для стороны 1 при ведении боя без учета приоритетов целей составляет 1,80, а для стороны 2 – 3,65, т.е. последняя имеет существенное преимущество. Однако при ведении боя с учетом приоритетов целей соответствующие результаты составляют 3,00 и 2,75, т.е. преимущество стороны 2 теряется. Вероятности благоприятного исхода боя для стороны 1 составили 52,68% и 36,40% соответственно при учете и без учета приоритетов целей. Данный результат свидетельствует в пользу того, что в подобных сценариях боевых действий следует придерживаться правила выбора целей для обстрела с учетом приоритетов последних.

**Выводы:**

1. Приведенный пример моделирования при помощи методики КУРС одного из сценариев боя с применением НРТК ВН и имитаторов танков показал возможность оценки его результатов.

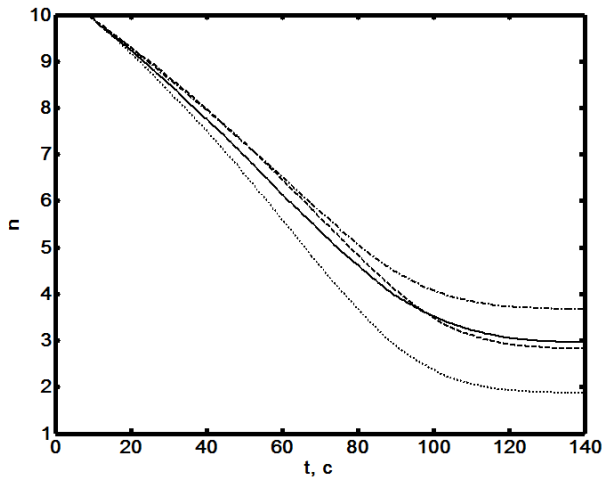


Рисунок 4 – Рассчитанные динамики численностей боевых единиц (БЕ) сторон 1 (-) и 2 (- -) при учете приоритетов целей и сторон 1 (...) и 2 (-.-) – без учета приоритетов целей

### Список литературы

1. Танки будущего. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.forum.worldoftanks.ru](http://www.forum.worldoftanks.ru).
2. *Растопшин М., Солопов А.* Особенности развития отечественных противотанковых ракетных комплексов // *Техника и вооружение.* – 2000. – № 10. – С. 16–20.
3. *Ефремов Е. В.* Математическая модель боевых действий с применением робототехнических комплексов военного назначения // *Труды первой военно-научной конференции «Роботизация Вооруженных Сил Российской Федерации».* – М.: МО РФ, 2016. – С.328–339.

2. Применение стреляющей стороной правила выбора целей, имеющих наибольший приоритет, а среди целей с одинаковым приоритетом наименее удаленных от стреляющего объекта, повышает вероятность благоприятного для нее исхода.