



УДК 623.618
ГРНТИ 78.25.35

МЕТОД ОЦЕНКИ МЕСТНОСТИ В ИНТЕРЕСАХ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ В ПРЕДЕЛАХ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

*Т.Г. МЕДОЕВ, кандидат технических наук
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

В статье предлагается метод формирования альтернативных маршрутов передвижения военной техники в ходе выполнения служебно-боевых задач. Рассмотрена проходимость населенных пунктов для военной техники в ходе активных боевых действий и антитеррористических мероприятий. Посредством операций нечеткой логики проведен анализ факторов, влияющих на проходимость военной техники в населенных пунктах. Предложен новый термин, характеризующий проходимость военной техники в населенных пунктах.

Ключевые слова: оценка местности, проходимость местности, передвижение военной техники, альтернативный маршрут, электронная карта местности, нечеткая логика, функция полезности, ситуативная осведомленность, маневренная проходимость.

METHOD OF TERRAIN ASSESSMENT IN THE INTERESTS OF MILITARY EQUIPMENT MOVEMENT WITHIN A SETTLEMENT

*T.G. MEDOEV, Candidate of Technical sciences
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

The article proposes a method for the formation of alternative routes for the movement of military equipment during the performance of service and combat missions. The passability of settlements for military equipment during active hostilities and anti-terrorist measures is considered. The analysis of factors influencing the patency of military equipment in settlements by means of operations of fuzzy logic is carried out. A new term has been proposed that characterizes the patency of military equipment in settlements.

Keywords: terrain assessment, terrain patency, military equipment movement, alternative route, electronic terrain map, fuzzy logic, utility function, situational awareness, maneuverability.

Введение. В ходе выполнения служебно-боевых задач подразделениям зачастую приходится действовать в населенных пунктах. В ходе передвижения военной техники через населенные пункты, особенно через густозаселенную городскую застройку, становится затруднительным разминирование путей движения. Кроме того, в динамичной быстро изменяющейся обстановке, подразделениям приходится искать альтернативные пути, что приводит к снижению темпа передвижения и, как следствие, сказывается на качестве выполнения поставленных служебно-боевых задач [1].

Актуальность. Как показывает опыт локальных конфликтов последних десятилетий, ведение боевых действий в населенных пунктах продолжает оставаться наиболее сложным для наступающих подразделений. Передвижение военной техники в населенном пункте предсказуемо и продиктовано наличием четких линий автомобильных дорог, наличием капитальных зданий и сооружений. В этой связи, для обеспечения живучести в ходе выполнения служебно-боевых задач в населенных пунктах, подразделениям приходится передвигаться, частично или полностью разрушая здания и сооружения, попутно эвакуируя гражданское население из зоны боевых действий. Как правило, указанные действия



производятся ситуативно и зачастую хаотично, с использованием сил и средств инженерной службы. Вместе с тем, собственные возможности военной техники по преодолению и разрушению преград, зачастую остаются неиспользованными.

Необходимо помнить, что населенный пункт любого размера, при умелом его использовании обороняющейся стороной, может существенно затруднить передвижение военной техники. В свою очередь, размер населенного пункта влияет на характер его применения обороняющейся стороной. Так даже мелкие населенные пункты, как правило, включаются в систему обороны противника и оказывают серьезное влияние на ведение боевых действий вследствие своеобразного характера свойств застроенной территории.

Населенный пункт, как один из основных топографических элементов местности, характеризуется рядом тактических свойств. Проходимость местности – это свойство местности, способствующее передвижению войск или затрудняющее его [2, 3]. Проходимость определяется, прежде всего, наличием дорог с твердым покрытием. Наличие гусеничной и автомобильной техники высокой проходимости позволяет в пределах населенных пунктов приравнять к ним по проходимости дороги без твердого покрытия, независимо от влажности и вида грунта. Однако, передвижение войск при выполнении оперативных задач в условиях плотной городской застройки (как крайний случай моделируемой ситуации) недостаточно полно описывается существующим термином проходимость [4].

Автором предлагается к использованию термин «маневренная проходимость». Маневренная проходимость местности – свойство местности, способствующее оперативному изменению направления передвижения войск, или затрудняющее его.

Основной источник получения данных о местности – топографические и специальные карты, которые не отражают обстановку участка местности, сложившуюся в конкретный момент времени. Вместе с тем средства беспилотной авиации позволяют произвести качественную разведку прилегающей к маршруту движения территории [5–8], а современные средства обработки информации позволяют провести ускоренный анализ, с выдачей рекомендаций для прокладки альтернативного маршрута продвижения военной техники.

Кроме того, доступ к базам данных технической документации всех зданий и сооружений и их оперативный анализ позволит принять решение о целесообразности частичного или полного разрушения части зданий и сооружений. Как известно, архивы с техническими паспортами на все здания и сооружения находятся в ведении организаций технического учета и технической инвентаризации объектов капитального строительства и сведены в Единый государственный реестр объектов.

Существует метод оценки полезности свойств местности основанный на анализе ряда характеристик местности и обработке их методами нечетких множеств в интересах передвижения и размещения специальной техники различного назначения [9]. Однако метод не рассчитан на передвижения через населенные пункты с возможным частичным или полным разрушением зданий и сооружений.

Предполагается метод оценки местности в интересах передвижения военной техники, дающий рекомендации как к самостоятельному продвижению военной техники с возможным частичным или полным разрушением зданий и сооружений, так и с минимальным количеством приданных инженерных сил и средств. Метод основан на определении функций полезности (ФП) участков местности с позиции маневренной проходимости местности военной техникой. Функции полезности определяются для различных характеристик местности, которые в конце сводятся к одной общей – ФП маневренной проходимости местности. Функции полезности определяются текстологическим методом, используя анализ известных научно-методических подходов [9–11]. В методе предлагается использовать возможности беспилотной авиации по разведке прилегающей к маршруту движения территории, также возможности современных средств обработки информации с использованием баз данных Единого государственного реестра объектов.



Свойства местности, влияющие на передвижение военной техники в пределах населенного пункта, включают в себя рельеф местности, растительный покров, гидрографию, наличие или отсутствие критически важных объектов, возможность частичного или полного разрушения зданий и сооружений.

Даже в городских условиях местность – это не всегда плоский участок земной поверхности. Рельеф местности – сочетание множества различных по форме и размерам выпуклых и вогнутых участков. Форма рельефа (холмы, впадины, котловины и др.) образуется склонами (скатами) различной длины, крутизны, высоты и ориентировки. Применительно к условиям населенных пунктов проходимость местности по характеру рельефа определяется по крутизне скатов. В таблице 1 представлена проходимость городской застройки по характеру рельефа.

Крутизна скатов определяется по элементам (участкам) местности на основе анализа относительного расположения горизонталей рельефа по формуле [3]:

$$k = \arctg\left(\frac{h}{a}\right), \quad (1)$$

где k – крутизна скатов, град; h – высота сечения рельефа, м (определяется по карте как разность высот двух смежных горизонталей); a – заложение горизонталей, м (расстояние между двумя смежными по скату горизонталями по карте).

Таблица 1 – Проходимость городской застройки по характеру рельефа

Проходимость местности	Крутизна скатов, градус
Легкопроходимая	До 5
Проходимая	6-10
Труднопроходимая	11-15
Ограниченно проходимая	16-25
Непроходимая	Свыше 25

Растительный покров также определяет проходимость местности. Растительность принято делить на следующие группы:

- древесная (леса, рощи и отдельные деревья);
- кустарниковая;
- полукустарниковая травянистая;
- моховая и лишайниковая;
- искусственные насаждения (сады, парки, плантации).

В виду явного отсутствия в населенных пунктах больших площадей с густым кустарником, как и почти всех остальных групп растительности, основным фактором растительного покрова, определяющим проходимость местности, будет насаждение деревьев.

Усредненная для гусеничной и колесной техники проходимость местности по характеру растительного покрова в пределах населенного пункта, характеризующая средней толщиной деревьев и средним расстоянием между ними (таблица 2), определится согласно литературе [2–4].

Таблица 2 – Проходимость местности, характеризующая насаждениями деревьев

Проходимость насаждений деревьев (толщина деревьев более 0,2 м)	Среднее расстояние между деревьями, м
Легкопроходимая, проходимая	Более 8
Труднопроходимая, ограниченно проходимая	6-8
Непроходимая	Менее 6



Функция полезности для каждого участка местности по его проходимости определяется аналогично методу [9] и представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость функций полезности от проходимости участка местности

Функция полезности по характеру свойств местности	Значение функции полезности
Легкопроходимая	1
Проходимая	$\geq 0,75 < 1$
Труднопроходимая	$\geq 0,5 < 0,75$
Ограниченно проходимая	$> 0 < 0,5$
Непроходимая	0

Применяя кусочно-линейную аппроксимацию зависимостей проходимости местности от свойств местности значения функций полезности по ключевым параметрам определяются [9] согласно таблицам 4–10.

Таблица 4 – Функция полезности рельефа местности с позиций крутизны скатов, $S(x, y)$

Функция полезности с позиций крутизны скатов	Значение функции полезности
$k(x, y) \leq 5$	1
$5 < k(x, y) < 25$	$1 - (k(x, y) - 5) / 20$
$k(x, y) \geq 25$	0

где (x, y) – координаты центров участков, м.

Функция полезности местности с позиций насаждений деревьев представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Функция полезности местности с позиций насаждений деревьев, $D(x, y)$

Функция полезности с позиций насаждений деревьев	Значение функции полезности
$r(x, y) \geq (8 - d(x, y))$	1
$(6 - d(x, y)) < r(x, y) < (8 - d(x, y))$	$(r(x, y) - 6 + d(x, y)) / 2$
$r(x, y) \leq (6 - d(x, y))$	0

где $r(x, y)$ – расстояние между деревьями, м; $d(x, y)$ – параметр, зависящий от толщины деревьев (согласно таблице 6).

Таблица 6 – Значения параметра $d(x, y)$

Определение параметра $d(x, y)$	Значение параметра $d(x, y)$
$0 \leq t(x, y) < 0,2$	$5000 \cdot (t(x, y) - 0,2)^4$
$t(x, y) \geq 0,2$	0

где $t(x, y)$ – толщина деревьев, м.

Так как термин объект гидрографии представляет собой широкое понятие объектов так или иначе связанных с водой, то необходимо провести классификацию этих объектов по критерию проходимости. В населенном пункте спектр объектов гидрографии может проходить от крупных рек, озер, водохранилищ и бассейнов, до колодцев и малых фонтанов. Как известно,



форсирование каналов и канализованных рек с крутыми оборудованными берегами является сложной задачей. В то время как проезд через ключ или фонтан, как правило, не представляет особых сложностей. Таким образом, в методе под термином объект гидрографии предлагается понимать объект, преодоление которого сходу или с незначительными приготовлениями не представляется возможным.

Функция полезности гидрографии $G(x, y)$ определится согласно таблице 7.

Таблица 7 – Значения функции полезности гидрографии, $G(x, y)$

Определение параметра $G(x, y)$	Значение параметра $G(x, y)$
Наличие гидрографии (реки, озера, пруды и др.)	0
Отсутствие гидрографии	1

Наличие критически важного объекта в пределах исследуемого района однозначно определяет его обход. Функция полезности с точки зрения наличия критически важного объекта на рассматриваемом участке местности $V(x, y)$ определится согласно таблице 8.

Таблица 8 – Значения функции полезности с точки зрения наличия критически важного объекта, $V(x, y)$

Определение параметра $V(x, y)$	Значение параметра $V(x, y)$
Наличие критически важного объекта	0
Отсутствие критически важного объекта	1

Для формализации технических характеристик стен зданий и сооружений предлагается сводить различные материалы к эквиваленту материала кирпич, в частности – кирпич керамический полнотелый одинарный [12]. Кирпич является одним из наиболее распространенных и привычных строительных материалов. В настоящее время достаточно часто из него возводят здания и сооружения. Толщина самой кирпичной стены может существенно различаться в зависимости от ее назначения (забор, несущая стена, межкомнатная перегородка и т.д.). Значения функций полезности, с точки зрения технических характеристик стен зданий и сооружений, представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Значение функций полезности, с точки зрения технических характеристик стен зданий и сооружений, $Z(x, y)$

Проходимость	Характер построек	Кладка стены, слой кирпича	Толщина стены, м	Значение функции полезности
Легкопроходимая	Небольшие ограды, межкомнатные перегородки	0,5	0,12	1
Проходимая	Заборы, ограды, сараи	1	0,25	0,75
Труднопроходимая	Несущие стены жилых домов в южных регионах	1,5	0,38	0,5
Ограниченно проходимая	Несущие стены жилых домов в средней полосе страны	2	0,51	0,25
Непроходимая	Несущие стены жилых домов в суровых климатических условиях	2,5	0,64	0

Решение о целесообразности частичного или полного разрушения зданий и сооружений принимается с учетом категорий их по взрывопожарной и пожарной опасности. По взрывопожарной и пожарной опасности здания и сооружения подразделяются на категории А,



Б, В1 – В4, Г и Д. Категории взрывопожарной и пожарной опасности определяются для наиболее неблагоприятного в отношении пожара или взрыва периода, исходя из находящихся в зданиях и сооружениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, особенностей технологических процессов.

Категории взрывопожарной и пожарной опасности зданий и сооружений определяются на стадии проектирования зданий и сооружений в соответствии с нормами НПБ 105-03 ГУГПС МЧС РФ [13] и ведомственными нормами технологического проектирования.

Функция полезности с точки зрения категорий взрывопожарной и пожарной опасности зданий и сооружений $P(x, y)$ определится согласно таблице 10.

Таблица 10 – Значение функций полезности с точки зрения категорий взрывопожарной и пожарной опасности зданий и сооружений, $P(x, y)$

Категория зданий и сооружений	Значение функции полезности
Д	1
Г	0,75
В1-В4 – пожароопасные	0,5
Б – взрывопожароопасная	0
А – взрывопожароопасная	0

Результирующая функция полезности местности запишется в виде:

$$F(x, y) = \min \{S(x, y), D(x, y), G(x, y), V(x, y), Z(x, y), P(x, y)\}, \quad (2)$$

где $F(x, y)$ – ФП застроенной местности с позиции маневренной проходимости.

При выборе альтернативного маршрута время на его преодоление не должно превышать требуемого значения

$$t_{F(x,y)} \leq t_{треб}, \quad (3)$$

где $t_{F(x,y)}$ – время, затраченное на преодоление выбранного альтернативного маршрута;

$t_{треб}$ – время требуемое (определенное старшим начальником) на преодоление маршрута.

Применяя процедуру дефазификации (преобразование нечеткого множества в четкое представление) [9] можно визуализировать на электронной карте местности участки с различной проходимостью. С этой целью, предлагается наносить на электронную карту местности слои с различной проходимостью [8] с их условными обозначениями в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11 – Значение функций полезности застроенной местности с позиции маневренной проходимости, $F(x, y)$

Прожидимость	Значение функции полезности маневренной проходимости	Степень затемнения штриховки на электронной карте местности	Условное обозначение на электронной карте местности
Легкопроходимая	$F(x, y) = 1$	Отсутствует	
Прожидимая	$0,75 \leq F(x, y) < 1$	Ниже средней	
Труднопроходимая	$0,5 \leq F(x, y) < 0,75$	Средняя	
Ограниченно проходимая, непроходимая	$0 \leq F(x, y) < 0,5$	Сильная	



На рисунке 1 представлен граф состояний процесса реализации метода оценки местности в интересах передвижения военной техники в пределах населенного пункта.

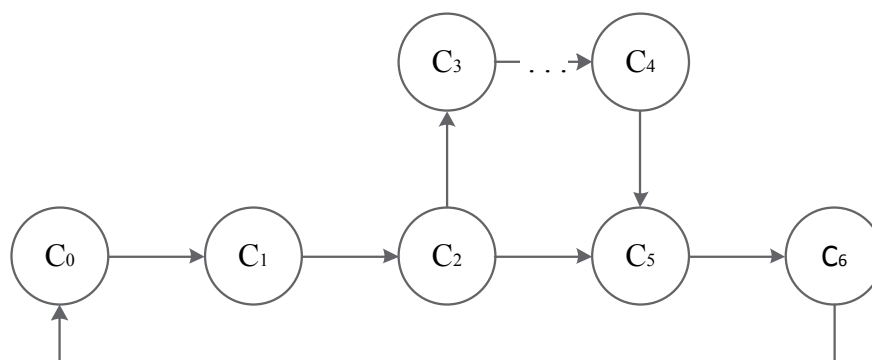


Рисунок 1 – Граф состояний процесса реализации метода оценки местности в интересах передвижения военной техники в пределах населенного пункта

где: C_0 – исходное состояние (комплекс готов к работе);
 C_1 – состояние, соответствующее определению исследуемого района. Вылет беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в исследуемый район;
 C_2 – состояние, соответствующее разбиению исследуемого район на N участков;
 C_3 – состояние, соответствующее исследованию БПЛА 1-го участка;
 C_4 – состояние, соответствующее исследованию БПЛА N -го участка;
 C_5 – состояние, соответствующее расчету цикла по участкам местности $i = \overline{1, N}$;
 C_6 – состояние, соответствующее дефашификации и обозначению участков на ЭКМ согласно таблице 11.

Как видно из графа состояний, предлагаемый процесс реализации метода может находиться в одном из двух режимов работы. Первый режим определяется состояниями C_3, C_4 , описывающими работу БПЛА по исследованию указанного района от 1-го до N -го участка. Применение БПЛА позволяет достичь полной ситуативной осведомленности. При этом, оператор управления БПЛА должен находиться на мобильном пункте управления в составе движущейся военной техники. Данное требование позволяет повысить оперативность управления движением военной техники.

Второй режим определяется переходом из состояния C_2 в состояние C_5 минуя состояния C_3, C_4 . Второй режим описывает работу комплекса с получением разведывательных данных об исследуемом районе от иных источников помимо БПЛА.

Возможность работы в одном из двух режимов позволяет удовлетворить требования к устойчивому функционированию реализующего метод перспективного комплекса.

Кроме того, самостоятельность принятия оперативного решения на частичное или полное разрушение зданий и сооружений определяется, главным образом, возможностью автономного пользования базами данных Единого государственного реестра объектов. Таким образом, мобильный пункт управления должен иметь на своих средствах хранения и обработки информации базу данных технической документации всех зданий и сооружений населенного пункта, через который осуществляется передвижение.

На рисунке 2 представлена блок-схема алгоритма реализации метода.

Каждому свойству местности присваивается отдельный слой электронной карты местности. При расчете функции полезности каждого свойства на первом этапе производится проверка на равенство ФП крайним значениям (0 или 1). Если ФП оказывается равной нулю, то остальные слои карты далее не рассматриваются. В противном случае продолжается дальнейший расчет.

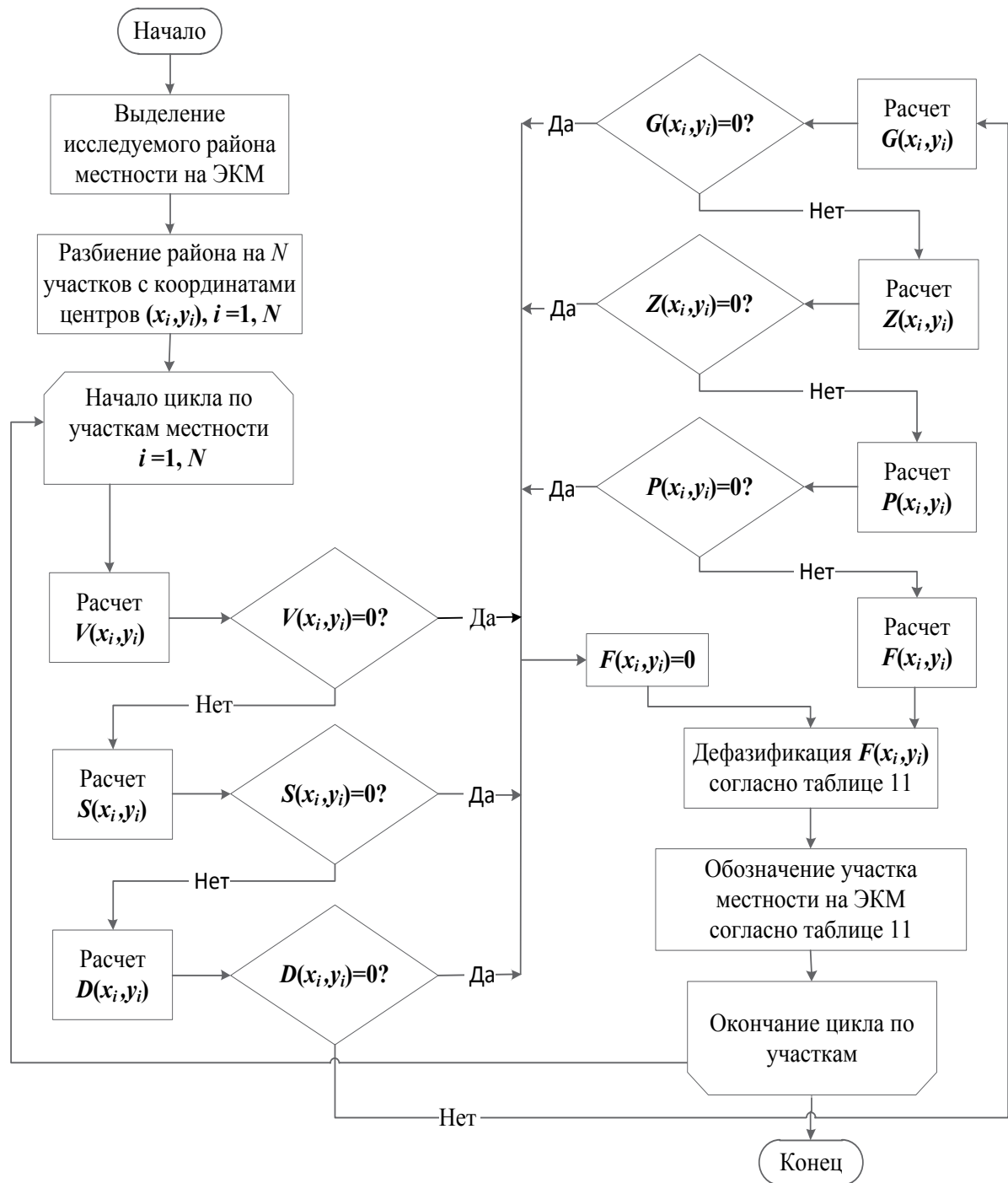


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма реализации метода

Выводы. Анализ факторов влияющих на проходимость военной техники в населенных пунктах показал возможность их формализации с помощью операций нечеткой логики, что позволило разработать метод оценки местности в интересах передвижения военной техники в пределах населенного пункта. Предлагаемый метод позволяет оперативно формировать альтернативные маршруты передвижения военной техники в ходе выполнения служебно-боевых задач в пределах населенного пункта, что повышает качество выполняемых задач в конкретных условиях обстановки.

Предлагаемый метод дает возможность осуществлять индивидуальный подход к формированию маршрута выдвижения на указанный рубеж каждой отдельной единицы



военной техники, в быстро меняющейся обстановке боя в густо застроенном населенном пункте.

Применение предлагаемого метода позволит ситуативно реагировать на действия противоборствующей стороны по осуществлению маневра.

Предложен к использованию термин «маневренная проходимость», так как передвижение войск при выполнении оперативных задач в условиях плотной городской застройки недостаточно полно описывается существующим термином проходимость.

Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования ожидаемых направлений действий мобильных групп противоборствующей стороны, террористических групп (бандформирований).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карымов И.Б. Системный подход к совершенствованию инженерного обеспечения служебно-боевых действий войск национальной гвардии. Журнал «Военная мысль» 2018. № 7. С. 50–54.
2. Шульденов Л.С. Военная топография / Шульденов Л.С. КНОРУС, 2019. 164 с.
3. Гаврилов А.В. Военная топография: учебник для высших военно-учебных заведений / под ред. А.В. Гаврилова. М.: Воениздат, 2010. 520 с.
4. Иваньков П.А., Захаров Г.В. Местность и ее влияние на боевые действия войск / Иваньков П.А. М.: Воениздат, 1969. 208 с.
5. Комплексы с беспилотными летательными аппаратами. В 2-х кн. Кн. 2. Робототехнические комплексы на основе БЛА: Монография / под ред. В.С. Вербы, Б.Г. Татарского. М.: Радиотехника, 2016. 824 с.
6. Козирацкий Ю.Л. Обнаружение и координатометрия оптико-электронных средств, оценка параметров их сигналов: Монография / под ред. Ю.Л. Козирацкого. М.: Радиотехника, 2015. 456 с.
7. Козирацкий Ю.Л. Модели информационного конфликта средств поиска и обнаружения: Монография / под ред. Ю.Л. Козирацкого. М.: Радиотехника, 2013. 232 с.
8. Козирацкий Ю.Л. Модели пространственного и частотного поиска: Монография / под ред. Ю.Л. Козирацкого. М.: Радиотехника, 2013. 344 с.
9. Ерыгин А.А., Житенёв С.А., Коротун В.Н., Меркулов С.Н., Подласкин М.С., Фомин В.В. Метод интеллектуальной обработки данных оценки местности в интересах определения районов для передвижения и размещения специальной техники различного назначения. Журнал «Теория и техника радиосвязи», 2014 г. № 1. С. 67–74.
10. Асаи К. Прикладные нечеткие системы: Пер. с японск. / под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. М.: Мир, 1993. 368 с.
11. Меньшаков Ю.К. Основы защиты от технических разведок / Ю.К. Меньшаков. М.: «Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана», 2011. 478 с.
12. ГОСТ Р 55338-2012. Кладка каменная и изделия для нее. Введ. с 01.07.2013 г., М.: Стандартиформ, 2013. 27 с.
13. Гельфанд Б.Е. Взрывобезопасность: учебник / Б.Е. Гельфанд, М.В. Сильников. 3-е изд., доп. СПб.: Политехника, 2018. 378 с.

REFERENCES

1. Karymov I.B. Sistemnyj podhod k sovershenstvovaniyu inzhenernogo obespecheniya sluzhebno-boevykh dejstvij vojsk nacional'noj gvardii. Zhurnal «Voennaya mysl'» 2018. № 7. pp. 50–54.
2. Shul'denov L.S. Voennaya topografiya / Shul'denov L.S. KNORUS, 2019. 164 p.



3. Gavrilov A.V. Voennaya topografiya: uchebnik dlya vysshih voenno-uchebnyh zavedenij / pod red. A.V. Gavrilova. M.: Voenizdat, 2010. 520 p.

4. Ivan'kov P.A., Zaharov G.V. Mestnost' i ee vliyanie na boevye dejstviya vojsk / Ivan'kov P.A. M.: Voenizdat, 1969. 208 p.

5. Kompleksy s bespilotnymi letatel'nymi apparatami. V 2-h kn. Kn. 2. Robototekhnicheskie kompleksy na osnove BLA: Monografiya / pod red. V.S. Verby, B.G. Tatarskogo. M.: Radiotekhnika, 2016. 824 p.

6. Kozirackij Yu.L. Obnaruzhenie i koordinatometriya optiko-`elektronnyh sredstv, ocenka parametrov ih signalov: Monografiya / pod red. Yu.L. Kozirackogo. M.: Radiotekhnika, 2015. 456 p.

7. Kozirackij Yu.L. Modeli informacionnogo konflikta sredstv poiska i obnaruzheniya: Monografiya / pod red. Yu.L. Kozirackogo. M.: Radiotekhnika, 2013. 232 p.

8. Kozirackij Yu.L. Modeli prostranstvennogo i chastotnogo poiska: Monografiya / pod red. Yu.L. Kozirackogo. M.: Radiotekhnika, 2013. 344 p.

9. Erygin A.A., Zhitenev S.A., Korotun V.N., Merkulov S.N., Podlaskin M.S., Fomin V.V. Metod intellektual'noj obrabotki dannyh ocenki mestnosti v interesah opredeleniya rajonov dlya peredvizheniya i razmesheniya special'noj tehniki razlichnogo naznacheniya. Zhurnal «Teoriya i tehnika radiosvyazi», 2014 g. № 1. pp. 67–74.

10. Asai K. Prikladnye nechetkie sistemy: Per. s yaponsk. / pod red. T. T'erano, K. Asai, M. Sug`eno. M.: Mir, 1993. 368 p.

11. Men'shakov Yu.K. Osnovy zaschity ot tehniceskikh razvedok / Yu.K. Men'shakov. M.: «Izd-vo MGTU im. N.`E. Baumana», 2011. 478 p.

12. GOST R 55338-2012. Kladka kamennaya i izdeliya dlya nee. Vved. s 01.07.2013 g., M.: Standartinform, 2013. 27 p.

13. Gel'fand B.E. Vzryvobezopasnost': uchebnik / B.E. Gel'fand, M.V. Sil'nikov. 3-e izd., dop. SPb.: Politehnika, 2018. 378 p.

© Медоев Т.Г., 2020

Медоев Тимур Геннадьевич, кандидат технических наук, докторант, 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.