

МЕТОДОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРТ ПРОХОДИМОСТИ МЕСТНОСТИ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ВОЙСК И НАВИГАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

А. М. Чикин¹⁾ А.С. Черенко²⁾

¹⁾ Военный факультет Белорусского государственного университета
г. Минск, ул. Октябрьская, д. 4. 220030, chikin@bsu.by

²⁾ Военный факультет Белорусского государственного университета
г. Минск, ул. Октябрьская, д. 4. 220030, cherenko@bsu.by

Представлен способ создания наикратчайшего маршрута между двумя точками с помощью использования карт условий проходимости местности и геоинформационных технологий. Для исследования была применена программа «ArcGIS». Сделан вывод о необходимости использования данного способа создания маршрута в Вооруженных Силах Республики Беларусь.

Ключевые слова: карта условий проходимости, проходимость местности, геоинформационное обеспечение, маршрут, индекс проходимости.

Определение маршрута движения является ключевым фактором, обеспечивающим навигацию. Маршруты, в свою очередь, генерируются с использованием двух широко используемых алгоритмов поиска путей: Дейкстры и «A-Star». Предлагаемая методика позволяет определять маршруты в различных вариантах — более безопасный маршрут, который позволяет избежать всех препятствий на местности с широким изгибом, или более короткий маршрут, пройти который, однако, сложнее. Для достижения этой цели были использованы две функции, которые изменяют значение индекса проходимости, который присваивается основным полям, из которых состоит карта проходимости. Эти функции имеют параметр β , который увеличивает или уменьшает влияние применяемой функции на значения индекса проходимости.

В данной работе также показаны возможности реализации методологии передвижения одиночных транспортных средств или беспилотных наземных транспортных средств с использованием подробных карт, а также для определения маршрутов крупных военных оперативных подразделений, перемещающихся по широкому коридору радиусом 1 км. Полученные результаты показывают, что изменение значения β приводит к изменению курса маршрута, как и ожидалось, и что алгоритм Дейкстры более стабилен и немного быстрее, чем «A-Star». Область

применения представленной методологии очень широка, поскольку, за исключением планирования передвижения беспилотных наземных транспортных средств или воинских подразделений различных размеров, она может быть использована в кризисном управлении, где возможность выхода в район за пределами дорожной сети может иметь ключевое значение для успеха спасательной операции [1].

При планировании военных операций использование свойств местности является одним из ключевых элементов, которые следует принимать во внимание. Древнекитайский философ Сунь-Цзы в своей книге под названием «Искусство войны», датированной периодом поздней весны и осени (примерно 5 век до н.э.), отметил, что «что касается местности такого рода, будьте впереди врага, занимая возвышенные и солнечные места, и тщательно охраняйте свои позиции. Тогда ты сможешь сражаться с достоинством» [1]. Спустя много столетий, хотя военная техника значительно развилась, влияние рельефа местности на проводимые операции по-прежнему остается решающим. Эти публикации демонстрируют, что правильное использование свойств местности позволяет получить преимущество, которое довольно часто является тем элементом, который позволяет в конечном итоге выиграть сражение. Для планирования передвижения как целых воинских подразделений, так и отдельных транспортных средств необходимо учитывать рельеф местности и элементы формирования. В настоящее время в вооруженных силах стран, которые являются членами НАТО (Организация Североатлантического договора), оценка рельефа местности и связанный с ним анализ проходимости выполняются в соответствии с положениями документов по стандартизации, целью которых является унификация и, таким образом, повышение возможностей взаимодействия между войсками в рамках НАТО.

В соответствии с положениями этих документов, земля делится на три основных класса проходимости (ПРОХОДИМАЯ, ТРУДНОПРОХОДИМАЯ и НЕПРОХОДИМАЯ местность) [1]. Это разделение основано на анализе и оценке влияния различных классов растительного покрова и формаций (рельеф, растительность, гидрография, освоенные земли, транспортная инфраструктура и т.д.) на тяговые возможности транспортных средств. Такой подход позволяет командиру планировать так называемые пути подхода для своих и вражеских войск. По возможности, эти маршруты не должны пересекать зоны "НЕПРОХОДИМАЯ" и "ТРУДНОПРОХОДИМАЯ". В современной военной практике эти направления подхода наносятся на карту вручную, поэтому основная цель данной работы, как обсуждается здесь, состоит в автоматизации этого процесса. Определение оптимальных маршрутов основывалось на

картах проходимости. Эти карты основаны на разделении местности на основные поля на одной и той же области. Каждому первичному полю присваивается значение индекса проходимости, которое сообщает нам, насколько легко или трудно можно пройти это поле. Это значение является основой для определения оптимального маршрута между двумя точками.

Если рассматривать саму методику построения наикратчайшего маршрута, то она будет выглядеть следующим образом:

- разделение местности на ячеистые области установленного размера, соответствующие определенному воинскому формированию, которому требуется коридор проходимости установленной ширины. Чем меньше ячейка, тем точнее результат, но соответственно более сложные вычисления.

Связь между численностью подразделения и размером установленной области

№	Численность войск	Размер установленной области, м	Ширина коридора движения
	Одиночное транспортное средство	2-5	10
	Группа (до 12 человек)	20	50
	Отряд (до 50 человек)	100	200
	Рота (до 250 человек)	200	500
	Батальон (до 1000)	500	1500
	Бригада (до 5000 человек)	1000	3000

- присвоение индекса проходимости от 0 до 1 ранее сгенерированным ячеистым областям, где 0 — это полностью непроходимая местность, а 1 полностью проходимая местность (рис. 1).

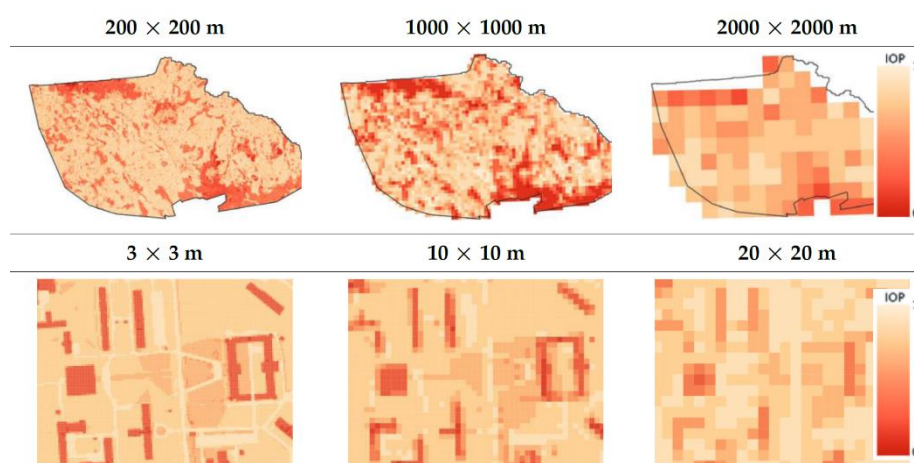


Рис. 1. Примеры карт проходимости в разных разрешениях [2]

- преобразование ранее сгенерированных карт проходимости в граф состоящий из ребер и узлов, где каждому ребру присваивается значение индекса проходимости (рис. 2);

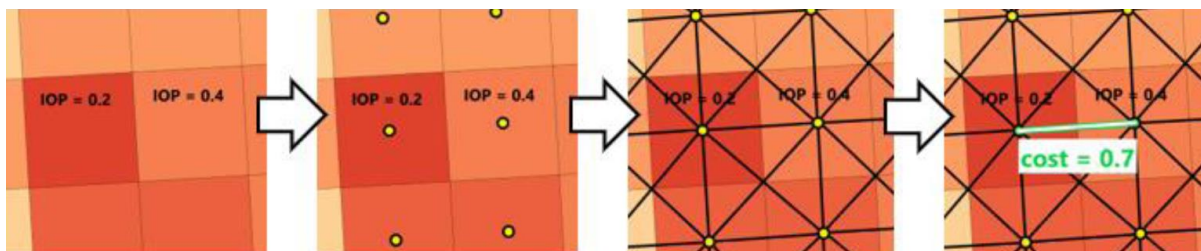


Рис. 2. Способ генерации графа на основе проходимости [2]

- исключение из модели узлов и ребер, пересекающих непроходимые территории (здания, водные объекты и др.) (рис. 3);

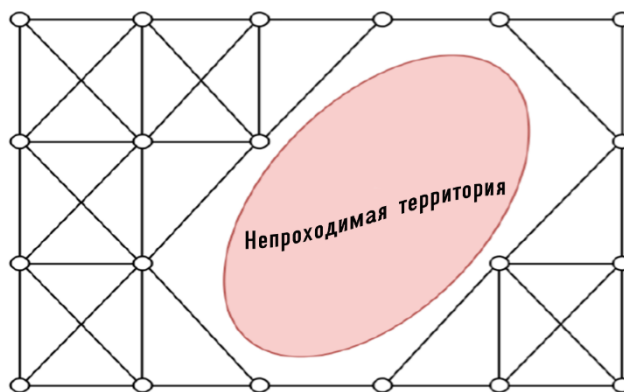


Рис. 3. Исключение узлов и ребер, пересекающих непроходимые участки

- определение оптимального маршрута движения между двумя точками;



Рис. 4. Определение оптимального маршрута между двумя точками

- экспорт сгенерированных маршрутов в формат шейп файла (SHP)

Таким образом, определенные исследования по созданию карт условий проходимости показали перспективность дальнейшей работы в данном направлении, так как проходимость местности является самой актуальной и востребованной информацией для органов военного управления. В качестве основных результатов исследования можно выделить следующие.

Для качественного создания карт условий проходимости необходимы специалисты по разведывательным данным, которые предоставят сведения о противнике, представители инженерных войск для консультаций по вопросам проходимости и возможности сооружения заграждений для техники, картографы для геоинформационного обеспечения и специалисты по знанию тактико-технических характеристик применяемого вооружения с обеих сторон, поэтому для их объединения необходимо формирование специализированного отдела в органах военного управления.

В перспективе для качественного геоинформационного обеспечения военных действий необходимо создание на всю Республику Беларусь и прилегающей к ней территории топографической основы без привязки к номенклатурным листам с учетом современных требований, которые предъявляются войсками. За основу возможно использование данных OSM преобразование их под военные задачи. И уже на основе этих преобразованных данных создать слой проходимости местности и графа дорожной сети [2].

Библиографические ссылки

1. Dawid W., Pokonieczny K. Methodology of using terrain passability maps for planning the movement of troops and navigation of unmanned ground vehicles //Sensors. – 2021. – Т. 21. – №. 14. – С. 4682.

2. Черенко А. С., Курлович Д. М. Использование геоинформационных технологий для формирования специальной карты условий проходимости. Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. 2023;1:00–00. <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2023-1-00-00>.