

Г. М. Мамедов, А. А. Кривов, И. А. Мельников*

Методика составления цифровых карт прикладных свойств местности

Новосибирское высшее военное командное училище, г. Новосибирск, Российская Федерация
*e-mail: aslan121275@mail.ru

Аннотация. В статье предложена структура геоинформационных систем для оценки тактических свойств местности.

Ключевые слова: тактические свойства местности, геоинформационные технологии

G. M. Mamedov, A. A. Krivov, I. A. Melnikov*

Methodology for compiling digital maps of practical terrain properties

Novosibirsk Higher Military Command School, Novosibirsk, Russian Federation
*e-mail: aslan121275@mail.ru

Abstract. In the article offered the technique of *geographic information system* for tactical considerations.

Keywords: tactical considerations, GIS

Введение

Геоинформационные технологии в настоящее время широко востребованы. Особенно распространены программные комплексы американской фирмы Environmental Systems Research Institute (ESRI), например, ArcView и ArcInfo. Для пространственной привязки и обработки информации применяются программные комплексы Environment for Visualizing Images (ENVI) фирмы Visual Information Solutions. Эти программы используются как в гражданской (ведение кадастров, землеустройство), так и в военной сфере. Существуют и специализированные военные геоинформационные системы (ГИС). В странах НАТО применяют программный комплекс MicroDEM, разработанный в Военно-морской академии США (US Naval Academy). В нашей стране его аналогом служит ГИС «Интеграция». Все геоинформационные системы имеют общие особенности и различаются только техническими деталями. Они хранят информацию в виде набора тематических слоев, которые объединены на основе географического положения [1, 2, 3]. Прикладные свойства местности подлежат анализу при любой практической деятельности, связанной с перемещением людей, техники и грузов в военной или гражданской сферах. В поисковой геологии такого рода анализ востребован при проведении геологосъемочных работ, сейсмическим исследованиям по профилям, шлиховом опробовании территории.

Структура прикладных ГИС

Грамотный выбор структуры этого набора и характера информации, содержащейся в тематических слоях, обуславливает эффективность применения ГИС для решения поставленных задач. Тематические слои ГИС могут быть представлены двумя существенно отличающимися типами данных – векторными и растровыми. В векторной модели информация о точках, линиях и полигонах кодируется и хранится в виде набора координат X , Y . Местоположение точечного объекта описывается парой координат X , Y . Линейные объекты сохраняются как наборы координат X , Y , сохраняемые с заданным шагом. Полигональные объекты хранятся в виде замкнутого набора координат. Векторная модель удобна для описания дискретных объектов (точек, линий и полигонов) и оптимальна для проведения их автоматизированного анализа. Растровая модель оптимальна для работы с непрерывными свойствами (например, модель высоты местности над уровнем моря или многоканальные цифровые космоснимки). Создание ГИС, как военного, так и гражданского назначения предусматривает четыре основных процедуры: ввод данных, управление, анализ, визуализацию.

Ввод. Данные для использования в ГИС должны быть преобразованы в подходящий цифровой формат. Процесс преобразования данных с бумажных карт в компьютерные файлы называется оцифровкой. Данная процедура является ключевой для успеха последующего применения ГИС при решении тактических задач. Сама оцифровка не представляет собой технически сложной задачи. Основным при вводе информации является разработка архитектуры ГИС проекта (типов и содержания тематических слоев) и способов получения исходной информации.

Управление. При большом объеме информации и числе пользователей для хранения, структурирования и управления данными эффективнее применять системы управления базами данных (СУБД) – специализированными компьютерными средствами для работы с интегрированными наборами данных (базами данных). В ГИС наиболее удобно использовать структуру, при которой данные хранятся в табличной форме. При этом для связывания таблиц применяются общие поля.

Анализ. При должном наполнении тематических слоев ГИС оперативно предоставляет информацию применительно к любой точке на захватываемую ей территорию. Например, о проходимости и скорости перемещения для разных видов техники и личного состава, освещенности в зависимости от времени суток, полях невидимости в заданном секторе обзора, прогнозной толщине снежного покрова на конкретную дату, сезонных маскировочных свойствах и т.д.

С помощью ГИС можно выявлять и задавать шаблоны для поиска участков с заданными свойствами, проигрывать сценарии различных действий (сравнить запланированные маршруты по проходимости и времени прохождения). Современные ГИС имеют встроенный набор инструментов для анализа пространственных данных, среди них наиболее значимы два: анализ близости и анализ наложения. При использовании встроенных инструментов данные из разных слоев объ-

единяются физически. Наложение, или пространственное объединение, позволяет, например, интегрировать данные о почвах, уклоне, растительности конкретного участка местности.

Визуализация. Для многих типов пространственных операций конечным результатом является представление данных в виде карты, профиля или графика. ГИС предоставляет новые инструменты, расширяющие возможности основы картографии. Например, интеграция оперативно поступающих спутниковых снимков с содержанием тематических слоев могут в режиме реального времени отобразить информацию о площадях затопления, развития снежного покрова или лесных пожаров. Совмещение цифровых планов городов с базами данных по городскому хозяйству позволяют оперативно получать информацию о подземных коммуникациях или характере застройки вплоть до поэтажных планов. Совмещение с детальными космическими снимками оперативно позволяет отслеживать изменения в застройке в связи с их разрушением в ходе боевых действий. ГИС помогает сократить время получения ответов на запросы; выявлять территории, подходящие для требуемых мероприятий; выявлять взаимосвязи между различными параметрами местных условий.

Местность – это локальный участок земной поверхности, рассматриваемой как арена боевых действий. В этом значении термин используется только в военном деле и в географических науках не употребляется. В них ближайшим по значению аналогом является термин «территория». В зависимости от масштаба поставленных задач (тактических, оперативных, стратегических) размеры участка могут составлять от первых десятков тысяч квадратных метров до территории всего Земного шара. Совокупность неровностей местности называется ее рельефом, а все расположенные на ней объекты, независимо от происхождения, местными предметами. Местные предметы по признаку однородности их хозяйственного или военного значения подразделяются на группы, называемые топографическими элементами местности. Они составляют содержание топографических карт. Основными топографическими элементами местности являются рельеф, гидрография, растительный покров, грунты, дорожная сеть, населенные пункты, промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты.

К тактическим свойствам местности относят те ее свойства, которые оказывают влияние на организацию и ведение боевых действий, применение оружия и техники в бою. В определенной ситуации любые свойства местности имеют тактическое значение, однако практика ведения боевых действий выявила тот необходимый минимум, которого достаточно для решения большинства тактических задач. **Это проходимость местности, ее защитные свойства, условия ориентирования, наблюдения, маскировки и ведения огня.** Иногда существенное влияние на ведение боевых действий оказывают **условия инженерного оборудования** местности и (или) **водоснабжения.** В первую очередь, это происходит в районах с развитием высокогорного рельефа, в экстремально засушливых или заболоченных районах, и на территориях распространения многолетнемерзлых пород.

Прочность местности – это ее способность пропускать войска. В зависимости от технической оснащенности и насыщенности войск техникой, проходи-

мость одной и той же местности существенно отличается. Для большинства видов современных сухопутных войск она определяется наличием дорог с твердым покрытием. В лесисто-болотной, горной, пустынной местности шоссейные дороги неизбежно приобретают значение важнейших направлений, вдоль которых сосредоточиваются основные усилия войск как в наступлении, так и в обороне. Топографические карты тактических масштабов дают исчерпывающее представление о наличии и характере дорог с твердым покрытием. При создании слоя ГИС, характеризующего **дорожную сеть**, не требуется привлечение специалистов и достаточно простой оцифровки топографических карт с уточнением и актуализацией характеристик, изменившихся за время, прошедшее с момента составления карт по данным дистанционного зондирования (цифровым космическим снимкам высокого разрешения). Однако, при ведении боевых действий, войска передвигаются не только по дорогам, но и там, где это позволяют условия местности. На проходимость местности вне дорог большое влияние оказывает характер рельефа, грунтов, растительности, наличие естественных гидрографических (болота, реки, озера), геологических (скальные выступы, валуны, неустойчивые грунты) и искусственных (горные выработки, горные отвалы, дамбы, рисовые поля и т.п.) препятствий. Кроме того, при оценке проходимости местности учитываются технические характеристики транспортных средств. В большинстве случаев проходимость местности вне дорог существенно меняется в зависимости от типа транспортных средств и времени года. Топографические карты крупных масштабов содержат достаточную информацию, касающуюся углов наклона поверхности рельефа, элементов гидрографии и искусственных препятствий. При создании раздела ГИС, отвечающего за проходимость местности вне дорог одним тематическим слоем, обойтись невозможно и требуется создание серии слоев. Основным тематическим слоем является слой **рельеф**. Он выполняется на основе геоморфологической съемки и образуется набором полигонов однородных по углам наклона, характерным неровностям (микрорельефу), грунтам и степени их подвижности. Характер проходимости каждого из полигонов определяется путем экспертной оценки или экспериментально. Дополнительными слоями для оценки проходимости являются слои гидрография и растительный покров. Содержания топографических карт для создания основного содержания тематического слоя **гидрография** достаточно, но необходимо привлечение специалистов (гидрографов и метеорологов) для определения сезонных изменений (время замерзания и освобождения ото льда на реках и озерах, толщина ожидаемого снежного покрова в разное время). Элементы гидрографии могут кардинально усложнить общую обстановку и ограничить возможность маневра силами и средствами при наличии сети водных преград, сезонного нарушения водного и ледового режимов, а также искусственного затопления местности.

Растительный покров влияет на проходимость местности, маневренность, ограничивает обзор и затрудняет ориентирование, управление, взаимодействие и обеспечение, способствует возникновению крупномасштабных пожаров и завалов. Данных на топографических картах о растительном покрове в целом достаточно для создания соответствующего тематического слоя **растительный покров**, но требуется получение от геоботаников данных о периоде наличия листьев в широ-

колиственных лесах и сезонном изменении окраски растительности. Необходима также актуализация данных по космическим снимкам в связи с возможными изменениями, прошедшими с момента составления топографических карт.

В качестве примера визуализации оценки проходимости приводим фрагменты цифровой карты проходимости Алтае-Саянской горной области, построенной на основе слоя «Рельеф» для личного состава и техники. (рис. 1, 2).

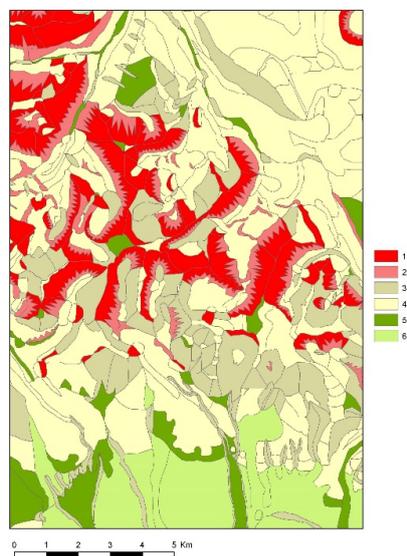


Рис. 1. Карта проходимости для группы из 10-12 человек с нагрузкой 35-40 кг/чел на период с мая по октябрь. Параметры проходимости и скорость движения (без учета остановок на отдых): 1 – непроходимо; 2 – 0-0,5 км/ч (местами проходимо); 3 – 0,5-1 км/ч; 4 – 1-2 км/ч; 5 – 2-4 км/ч; 6 – 4-5 км/ч

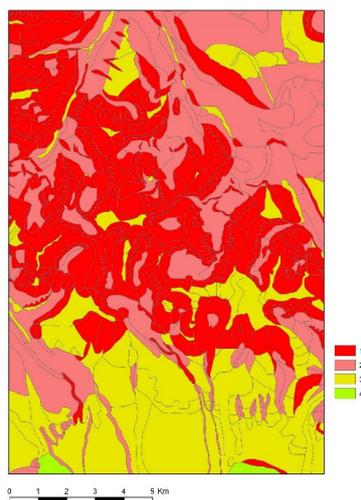


Рис. 2. Карта проходимости для гусеничного транспорта без прицепа на период с мая по октябрь: 1 – непроходимо; 2 – труднопроходимо (3-7 км/ч); 3 – проходимо (7-10 км/ч), 4 – легко проходимо (10-30 км/ч)

Слой искусственные объекты может быть получен путем оцифровки соответствующей информации с крупномасштабных топографических карт с обнов-

лением по космоснимкам. Слой уклоны поверхности создается в виде производного слоя от трехмерной модели рельефа. Оцифровка рельефа с топографических карт для этой цели нецелесообразна в силу своей трудоемкости и применяется только при отсутствии трехмерных моделей рельефа, основанных на данных космических съемок (например, *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*).

На остальных территориях используются данные радарной спутниковой интерферометрии, имеющие большую разрешающую способность. Для создания тематического слоя грунты и микрорельеф требуется привлечение специалистов в области геологии и геоморфологии, где имеются хорошо разработанные методики составления такого рода карт в разной степени детальности или оцифровка готовых геоморфологических карт крупных масштабов при их наличии.

На базе перечисленных слоев целесообразно составлять карты проходимости местности вне дорог, ранжированные по сезонам года и типам транспортных средств.

Защитные свойства местности – свойства местности, ослабляющие действие поражающих факторов ядерного и других видов оружия и облегчающие организацию защиты войск. Они определяются характером рельефа, грунтами, растительным покровом, наличием на местности естественных и искусственных укрытий. Карты защитных свойств местности являются производными от тематических слоев, перечисленных выше. Для их построения на стадии создания тематических слоев в сопряженных с ними базах данных каждый территориальный выдел должен быть оценен не только по проходимости, но и по защитным свойствам, применительно к различным поражающим факторам (например, галечные и щебнистые грунты усиливают поражающее действие артиллерийского и минометного огня, а болота – резко ослабляют).

Условия ориентирования – это свойства местности, способствующие определению своего местоположения и нужного направления движения относительно сторон горизонта, окружающих объектов местности, а также относительно расположения своих войск и войск противника. Они определяются наличием на местности характерных элементов рельефа и местных предметов, отчетливо выделяющихся среди других объектов по своему внешнему виду или положению и удобных для использования в качестве ориентиров. Карты условий ориентирования составляются на основе тематических слоев: трехмерная модель рельефа, грунты и микрорельеф, дорожная сеть, искусственные препятствия. Особо выделяются территории характерных рельефа, растительности и их сочетания, полностью исключаяющие визуальное ориентирование (например, холмисто-рядовый, моренно-ледниковый рельеф с лесной растительностью или без таковой, равнина с густой овражной сетью, равнина с густой растительностью, крупные болотные массивы, большие по площади такыры, песчаные поля, галечные предгорные шлейфы и т.п.). Дополнительно указываются районы магнитных аномалий.

Условия наблюдения – это свойства местности, способствующие получению сведений о противнике, его силах и средствах. Они определяются степенью

и дальностью обзора окружающей местности, зависят от характера рельефа, растительного покрова, наличия населенных пунктов и других объектов, препятствующих обзору местности, а также от метеорологических условий. Карты условий наблюдения специально не составляются, оперативно строятся средствами ГИС на конкретные сектора и дальность наблюдения на основе тематических слоев трехмерная модель рельефа, растительность и искусственные препятствия. Для этого, в базах данных двух последних тематических слоев на стадии их составления, необходимо поместить информацию об относительной высоте растительного покрова и местных предметов.

Маскировочные свойства местности – свойства местности, позволяющие скрыть от противника расположение и передвижение войск. Они определяются наличием естественных укрытий, образуемых рельефом местности, растительным покровом и населенными пунктами. Наиболее благоприятные условия для маскировки войск создаются на застроенной, пересеченной или лесистой местности. Ложбины создают хорошие условия для укрытия войск в районах сосредоточения, а также служат путями для скрытного маневра и связи с тылом. Характерными масками на местности являются густые лесные массивы и районы, застроенные жилыми и промышленными зданиями. Карты маскировочных свойств местности создаются на базе тематических слоев – трехмерная модель рельефа, растительный покров, искусственные объекты. Маскировочные свойства местности существенно зависят от времени года, суток и состояния погоды. Так, летом лиственные леса обеспечивают надежную маскировку подразделений не только от наземного, но и от воздушного наблюдения. Зимой же в таком лесу боевая техника или следы ее передвижения легко просматривается на фоне снежного покрова. Соответственно в базе данных тематического слоя растительность следует предусмотреть сезонные изменения маскировочных свойств его выделов в зависимости от типов растительности. Итоговые карты маскировочных свойств местности могут быть составлены только для конкретных сезонов.

Условия ведения огня – это свойства местности, обеспечивающие скрытное расположение огневых средств, ведение огня из орудий и стрелкового оружия на максимальные дальности, а также корректирование стрельбы. Карты условий ведения огня строятся на базе трехмерных моделей рельефа и растительного покрова. Кроме того, в условиях горной местности на условия ведения огня влияют абсолютные высоты, в разной степени изменяющие баллистику всех типов боеприпасов.

Условия инженерного оборудования местности и водообеспечения зависят от углов наклона поверхности, типа и подвижности грунтов, уровня грунтовых вод, наличия, глубины залегания и сезонного оттаивания многолетнемерзлых пород, гидрографии, наличия местных строительных материалов (скальная порода, щебень, галька, песок, строительный лес), а также рельефа местности и имеющихся искусственных сооружений. Состояние грунтов и наличие или глубина залегания и сезонного оттаивания многолетнемерзлых пород определяет объем работ по подготовке колонных путей, окопов, траншей, строительству укрытий для личного состава и боевой техники. От глубины залегания грунтовых

вод многолетнемерзлых пород зависит возможность строительства различных сооружений. Наличие на местности строительных материалов во многом определяет объем и сроки инженерных работ. Имеющихся на топографических картах данных недостаточно для определения условий инженерного оборудования местности. Карты условий инженерного оборудования местности создается на базе тематических слоев трехмерная модель рельефа, грунты и микрорельеф, растительность, гидрография с привлечением специалистов в области геокриологии (мерзлотоведения) или оцифровки геокриологических карт при их наличии.

Заключение

ГИС – это надежное средство, позволяющее повысить эффективность процедуры принятия решений, за счет увеличения скорости принятия решения и привлечения более широкого набора исходной информации. Требуемая для принятия решений информация может быть представлена в картографической форме. Наличие доступной для восприятия и обобщения информации позволяет усилия на поиске решения, не тратя значительного времени на сбор и систематизацию разнородных данных. Основным типом визуализации в ГИС является создание тематических карт. Он начинается с создания исходной базы данных. В качестве источника получения исходных данных используется оцифровка тематического содержания имеющихся топографических и специальных карт, а также цифровых космоснимков. Основанные на ГИС картографические базы данных не делятся на отдельные листы и не связаны с конкретным масштабом. На основе таких баз данных можно создавать карты (в электронном или бумажном виде) на любую территорию, любого масштаба, с нужной нагрузкой, с ее выделением и отображением требуемыми символами. В любое время база данных может пополняться новыми данными (например, из других баз данных), а имеющиеся в ней данные можно оперативно корректировать по мере необходимости.

Структура и содержание тематических слоев ГИС проектов, ориентированных на оперативное создание цифровых карт тактических свойств местности является минимально необходимой для решения большинства тактических задач и в случае необходимости легко может быть дополнена необходимыми данными. Создание ГИС проектов, интегрирующих необходимые исходные данные для решения тактических задач не представляет технической проблемы, поскольку использует готовые программные решения и базовую информацию. Возможность предоставления командирам подразделений карт на зону их ответственности, характеризующих необходимые в каждом конкретном случае тактические свойства местности, позволит повысить точность, адекватность принимаемых решений. Кроме того, такие карты позволяют быстро разработать наборы альтернативных вариантов тактических решений, что обеспечит более гибкие действия при изменении обстановки, позволит отойти от тактических шаблонов и повысить результативность действий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 2 502047 С 1 Российская Федерация, МПК⁷ G01С 21/00, (2006.01). Способ оценки проходимости местности вне дорог / Новиков И. С., Мамедов Г. М., Безсуднов Е.Ю.; заявитель и патентообладатель Институт геологии и минералогии СО РАН. – № 2012129777/28; опубл. 20.12.2013, Бюл. № 345. – 11 с.

2. Пат. 2 548389 С 1 Российская Федерация, МПК⁷ G01С 21/00, (2006.01). Способ оценки местности по тактическим свойствам / Новиков И. С., Мамедов Г. М., Черкас О. В.; заявитель и патентообладатель Институт геологии и минералогии СО РАН. – № 2013149578/28; опубл. 20.04.2015, Бюл. № 11. – 12 с.

3. Пат. 2 564826 С 1 Российская Федерация, МПК⁷ G09В 29/00, (2006.01). Способ оценки транспортной проницаемости местности вне дорог / Новиков И. С., Мамедов Г. М., Валов В. В., Черкас О. В.; заявитель и патентообладатель Институт геологии и минералогии СО РАН; Военный учебно-научный центр Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооруженных сил Российской Федерации – № 2014121409/28; опубл. 10.10.2015, Бюл. № 28. – 9 с.

© Г. М. Мамедов, А. А. Кривов, И. А. Мельников, 2024