

warfare setting's standardization works, control languages and other information's elements (object representation standards, exchange, components cooperation, etc.) can't solve this problem.

Obviously, the choice of the common basic GIS-platform should become the first stage in the creation of the government's united information space.

**УДК 528.9:681.3.06**

**ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС  
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА  
ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕСТНОСТИ (ГИС-ВН)**

*канд. военных наук, доц. В.К. УТЕКАЛКО*

*(Военная академия Республики Беларусь);*

**А.Н. КРЮЧКОВ, Е.Е. СОТИКОВА**

*(Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси)*

*Необходимость оперативной обработки и использования цифровой информации о местности совместно с другой разнородной информацией (оперативно-тактической, разведывательной, метеорологической и др.) обуславливает необходимость разработки средств поддержки принятия решения в управлении войсками и оружием, построенных на принципах геоинформационных систем ГИС-технологий.*

*Функциональные возможности геоинформационных систем иногда сводятся к нанесению элементов оперативно-тактической обстановки, ее редактированию и только к этому.*

*По нашему мнению, геоинформационная система военного назначения должна обеспечивать интеграцию, унифицированное представление, обработку и документирования разнородных данных, необходимых должностным лицам органов военного управления и штабов для оценки обстановки и принятия решения по управлению войсками.*

*В статье рассматривается программно-информационный комплекс анализа свойств местности для решения оперативно-тактических задач на основе цифровых карт местности и данных дистанционного зондирования Земли ГИС-ВН.*

Мировой опыт участия вооруженных сил различных стран в военных конфликтах свидетельствует о возрастании объемов и разнообразия данных, используемых при планировании, организации и проведении операций (специальных боевых действий). Повышаются также требования к оперативности получения и обработки данных и их актуальности. При этом для решения различных задач по управлению войсками и оружием требуются различные виды цифровой информации о местности (ЦИМ): электронные топографические и специальные карты, фотодокументы, материалы космической и воздушной разведки, пространственные модели местности и т.д.

Необходимость оперативной обработки и использования ЦИМ совместно с другой разнородной информацией (оперативно-тактической, разведывательной, метеорологической и др.) обуславливает необходимость разработки средств поддержки принятия решения в управлении войсками и оружием, построенных на принципах геоинформационных систем (ГИС) и ГИС-технологий. Такие средства, интегрированные с автоматизированными системами управления войсками и информационно-справочными системами вооруженных сил, представляют собой геоинформационные системы военного назначения (ГИС ВН).

Такая система должна обеспечивать интеграцию, унифицированное представление, обработку отображения и документирования разнородных данных, необходимых должностным лицам органов военного управления и штабов для оценки обстановки и принятия решений по управлению войсками.

При этом в ряде случаев возникает ситуация, когда функциональные возможности программного обеспечения, используемого на пункте управления, сводятся к нанесению элементов оперативно-тактической обстановки, ее редактированию и только к этому. По нашему мнению, отображение графической части решения, безусловно, важная составляющая геоинформационного обеспечения поддержки принятия решения, но далеко не единственная. Графическое отображение (нанесение) элементов боевого порядка (оперативного построения) пусть и с соблюдением требований оперативно-тактических нормативов, но без учета всей совокупности условий и факторов боевой обстановки (в том числе, и не в последнюю очередь, действительного состояния местности), не позволяет вести речь о выработке обоснованного решения. Использование современных средств вооруженной борьбы (беспилотных авиационных комплексов, высокоточного оружия, командно-измерительных комплексов и т.п.) не снижает,

а повышает значимость учета особенностей местности для эффективного их применения.

Рассмотрим программно-информационный комплекс (ПИК) анализа свойств местности для решения оперативно-тактических задач на основе цифровых карт местности (ЦКМ) и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) (ГИС-ВН).

Реализация ПИК основана на определенном наборе базовых функций:

- обработка множества карт и снимков;
- анализ поверхности;
- анализ свойств местности;
- нанесение оперативно-тактической обстановки (ОТО);
- визуализация 2D- и 3D-моделей ЦКМ и данных ДЗЗ;
- формирование графических документов.

Обработка множества карт и снимков включает такие задачи, как формирование ЦКМ на произвольный район с заданным объектовым составом и создание атласа. Территория, на которой планируется решение задач оперативного анализа местности и моделирования различных ситуаций, может иметь произвольную конфигурацию и площадь и покрываться произвольным числом карт одного или разного масштабов. Формирование произвольного района цифровой карты местности осуществляется с помощью операций сшивки (склейки) и нарезки цифровой картографической информации. В этот же блок входят и операции отбора объектов по заданным ключам и формирования цифровой модели заданного объектового состава, что позволяет, исключив из состава отображения второстепенные объекты для решения конкретной задачи, повысить читаемость электронной карты. Для работы с большим объемом ЦКМ используется механизм создания атласа карт и его использования для управления набором данных.

К блоку функций анализа поверхности относятся функции формирования матриц высот рельефа (МВР) и местности (МВМ), содержащие информацию об относительных высотах объектов, которые служат основой для оперативного решения задач в области анализа поверхностей и изучения форм рельефа [1, 2]. Анализ поверхности рельефа включает такие задачи, как построение профилей рельефа, зон видимости, трехмерных моделей местности, определение направления и крутизны скатов, расчет объема выемок и высот точек местности, вычисление расстояний и площадей с учетом рельефа [3]. Все эти задачи решаются с использованием МВР и МВМ, которые формируются на территорию любых конфигурации и размера, с необходимым шагом дискретизации. Функции анализа поверхности

являются базовыми для многих приложений при моделировании или анализе размещения элементов обстановки на местности.

Анализ свойств местности включает оптимизационные сетевые задачи определения подступов к объектам и кратчайшего расстояния с учетом ограничений и характеристик дорожной сети; получения информационных справок о свойствах местности; построения буферных зон; выделения и формирования статистических справок по объектам, попадающим в буферные зоны; поиска пространственной смежности и ближайшего соседа; поиска по различным ключам и некоторые другие. Задачи анализа свойств местности применяются для информационной поддержки результатов моделирования и принятия оперативных решений.

Функции информационной поддержки являются базовыми для ряда приложений при решении задач по электронной карте. Они используются при определении маршрутов перемещения войск и военной техники, планировании мероприятий по эвакуации людей, техники, материальных ресурсов и т.д.

Формирование слоя проходимости по дорогам и вне дорог реализуется с учетом свойств техники. В отдельный слой записываются объекты-маски для отображения естественных препятствий и дорог с мостами на них.

Информационные справки о состоянии местности включают средства получения справочной информации о географических и атрибутивных характеристиках объектов местности, статистической информации об объектах.

Реализована функциональная возможность автоматизированной оценки местности по характеру рельефа, по условиям наблюдения и маскировки, по степени пересеченности и по условиям проходимости в изучаемом районе. При этом результатом выполнения операций по оценке местности являются графические построения, наглядно отображающие объекты естественных масок с возможностью получения информации о маскировочной емкости каждой из них, объекты дорожной сети с информацией об их пропускной способности, дорожные сооружения, удовлетворяющие и не удовлетворяющие заданным характеристикам. Графическая информация сопровождается текстовыми сообщениями с подробной информацией об отнесении участка местности к тому или иному типу по каждому тактическому свойству с тактическими выводами из их оценки.

Реализована задача автоматизированного поиска площадок с определенными требованиями: ограничениями по крутизне склона, наличию, от-

сутствию или удаленности от объектов. Использование данной функции позволяет должностным лицам опираться на предлагаемые программой варианты при определении районов размещения огневых средств, авиации непосредственной поддержки и других элементов, гарантированно исключая не пригодные для их размещения районы.

Поиск объектов по ключам позволяет осуществить их нахождение: в пределах заданного расстояния вокруг точки; в пределах заданного расстояния от объекта (поиск ближайшего соседа); примыкающих к заданному объекту; попадающих в заданный полигон; пересекающих заданный объект; по семантическим и статистическим характеристикам.

Поиск ближайшего соседа обеспечивает нахождение в ЦКМ и отображение необходимого объекта. Это может быть населенный пункт, больница скорой помощи, водоем и т.д. Задача выполняется как для одиночных объектов, так и для группы объектов.

В ПИК включены функции прямого и обратного преобразования данных из векторного обменного формата цифровой информации SXF редакции 3.0 и 4.0 во внутренний формат представления цифровой картографической информации F20S. Кроме того, обеспечивается конвертация в такие форматы, как MID/MIF, Shape и импорт данных в эти форматы.

В ПИК включен блок решения задач топогеодезического обеспечения таких как, расчет запаса топографических карт, который включает следующие функции:

- определение потребности в одном номенклатурном листе карт каждого масштаба, выраженной в бригадных нормах (принятая единица в системе топогеодезического обеспечения) и экземплярах;
- определение районов накопления запасов карт по каждому масштабу и для различной потребности;
- определение количества номенклатурных листов карт каждого масштаба на определенный район;
- определение общего количества карт каждого масштаба на район выполнения задачи.

Все данные по расчету запаса топографических карт сохраняются в виде текстовых документов.

Нанесение и редактирование ОТО производится с помощью инструментов редактора и библиотеки специальных условных знаков. С их помощью отображается боевая обстановка, передаются ее качественные и количественные характеристики, показываются положение подразделений (частей, соединений), характер действий, количество сил и средств,

цель действий и способы ее достижения и т.д. ПИК позволяет создавать разнообразные библиотеки условных знаков и, манипулируя ими, создавать слои различной тематической информации.

Средства визуализации ЦКМ и данных ДЗЗ включают функции отображения цифровых карт и снимков, управления отображением (управление составом карт, масштабирование, скроллинг и др.), отображения пользовательских слоев, обработки цифровых снимков и ряд других функций.

Оптимальная объектовая нагрузка на площадь экрана монитора достигается путем частичной разгрузки изображения и использования принципов генерализации при изменении масштаба отображения, а также за счет манипулирования различными слоями информации. Одним из подходов, по которому выполняется генерализация, является видимость каждого объекта в заданном для него диапазоне масштабов. Предусмотрен также вывод объектов электронной карты на экран монитора по критерию приоритета вывода одного класса объектов перед другим. Последовательность вывода объектов достигается посредством назначения приоритетов слоям и объектам электронной карты согласно таблице атрибутов.

Графическое документирование включает функции формирования зарамочного оформления и легенды карты, подготовки к печати, оформления отчетных документов.

ГИС-ВН функционирует в едином информационном пространстве, которое включает [4]:

- систему классификации и кодирования объектов местности для всех видов и масштабов карт;
- систему классификации и кодирования объектов оперативно-тактической обстановки;
- правила цифрового описания объектов местности и объектов оперативно-тактической обстановки;
- форматы представления картографической и специальной информации;
- библиотеки условных знаков и шрифтов для отображения объектов местности и оперативной обстановки.

Информационное обеспечение реализуется на основе объектно-ориентированных структур цифрового описания объектов и единого представления метрической, семантической и топологической информации об объекте в базе данных.

В ряде случаев имеет место подход к геоинформационной системе военного назначения только как к средству нанесения и отображения оперативно-тактической обстановки. Средства ГИС выступают в качестве

«электронного фломастера». Такой подход преобладает в ходе проведения командно-штабных военных игр, командно-штабных и штабных тренировок, в процессе которых отрабатывается комплект документов управления, а действия самих войск на местности не предусматриваются. Только опытные командиры (начальники) в таких условиях делают акцент на обоснованность принимаемых решений с учетом особенностей местности. Интерес к актуальной топогеодезической информации, ее всестороннему анализу и оценке резко повышается в условиях выполнения реальной боевой (учебно-боевой) задачи. ПИК ГИС-ВН предоставляет пользователю значительно более широкие возможности по сравнению с другими программными средствами именно по автоматизированному изучению и оценке местности и ее элементов.

При этом для решения иных военно-прикладных задач предпочтительным может быть использование других программных пакетов. Существовавший до недавнего времени взгляд на геоинформационное обеспечение вооруженных сил посредством использования одной версии одного программного обеспечения нам представляется не совсем рациональным. Такой пакет будет излишне тяжеловесным и перегруженным функциональными возможностями, не востребованными для большинства пользователей. Мировая практика развития геоинформационных систем и приложений свидетельствует о модульности их создания под конкретный перечень задач. Такой подход, на наш взгляд, может и должен быть использован в рамках геоинформационных систем военного назначения.

Программные средства ПИК ГИС-ВН обеспечивают нанесение элементов обстановки в сетевом режиме с разграничением доступа, просмотр и редактирование классификаторов и библиотек условных знаков. Учитывая, что ГИС-ВН реализована в кроссплатформенном исполнении для работы в операционных системах Windows и Linux ее широкое использование на пунктах управления может стать мощным инструментом поддержки принятия решения на тактическом и оперативно-тактическом уровне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Методы оперативного анализа местности на основе моделей цифровых карт и аэрокосмоснимков / А.Н. Крючков [и др.] // Искусственный интеллект. – 2010. – № 3. – С. 329–340.
2. Инструментальные средства оперативного анализа местности для построения систем принятия решений при чрезвычайных ситуациях / А.Н. Крючков [и др.] // Искусственный интеллект. – 2011. – № 3. – С. 371–381.

3. Геоинформационные системы военного назначения : учеб. пособие / В.К. Утекалко [и др.] ; под ред. Г.П. Кобелева. – Минск : ВА РБ, 2009. – 244 с.
4. Геоинформационные системы и технологии как информационная составляющая национальной безопасности Республики Беларусь / В.К. Утекалко, А.Н. Крючков, В.В. Бирзгал // Вестн. Военной академии. – 2015. – № 2 (47). – С. 73–78

## ***SOFT-INFORMATION COMPLEX OF THE DECISION MAKING SUPPORT ON THE BASIS OF THE TACTICAL TERRAIN FEATURES***

***V. UTEKALKO, A. KRUCHKOV, E. SOTIKOVA***

*The necessity of on-line processing and the usage of the digital information of the terrain together with other heterogeneous information- tactical, reconnaissance, meteorological, etc, determines the necessity of the development of the resources of the decision making support in troops and weapons handing, organized in geoinformation system's technologies.*

*Functional capabilities of geoinformation systems sometimes come to the application of the warfare setting elements, its editing and only to this.*

*We consider that GIS of military purpose should enable integration, unified presentation, processing and documentation of the heterogeneous data, which are necessary for military leadership officers and staff for estimation of the situation and decision making on handing of troops.*

*In this article we research soft-information complex of the terrain features analysis for the tactical tasks solution based on the digital maps and earth remote sensing data.*

**УДК 528.946**

## **МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ ГИС-АНАЛИЗ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПО ЦИФРОВЫМ КРУПНОМАСШТАБНЫМ КАРТАМ**

***д-р с.-х. наук Н.В. КЛЕБАНОВИЧ,  
С.Н. ПРОКОПОВИЧ, А.Р. КАШАПОВ***  
*(Белорусский государственный университет)*

*Предложена сравнительная генетико-морфометрическая характеристика почвенного покрова административных районов Беларуси на двух уровнях визуализации почвенной информации: М 1 : 10 000 и 1 : 50 000 на*