

УДК 681.51

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕВОГО ПОРАЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ ПРОТИВНИКА

**В.И. ЗАЦЕРКОВНЫЙ**, канд. техн. наук (Чернигов. гос. ин-т экономики и управления)

Рассмотрены возможности повышения огневого поражения целей противника артиллерийскими подразделениями за счет использования технологий геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования Земли.

Розглянуто можливості підвищення ефективності вогневого знищення цілей супротивника артилерійськими підрозділами за рахунок використання технологій геоінформаційних систем та даних дистанційного зондування Землі.

The possibilities of increase of fire defeat of enemy targets by artillery subdivisions using technologies of geoinformational systems and data of the Earth remote probing are considered.

Передовые информационные технологии, важнейшей составляющей которых являются геоинформационные технологии (ГИТ), широко внедряются во все формы жизни. Вооруженные силы Украины также должны широко применять их в оперативной подготовке органов военного управления, информационном обеспечении боевых действий, актуализации топографических карт, определении места дислокации войск, отдельных подразделений и военнослужащих, а также в других областях деятельности войск. При этом космические системы разведки раннего предупреждения, навигации, связи и боевого управления войсками и оружием, топогеодезического и гидрометеорологического обеспечения способны создать глобальное информационное поле, которое в интеграции с ГИТ и дистанционным зондированием Земли (ДЗЗ) может эффективно использоваться как высшими органами управления страной, так и командирами различных уровней непосредственно на поле боя.

Концепция высокоэффективных Вооруженных сил может быть реализована только в том случае, если войска будут ориентироваться не

только на заблаговременно созданную наземную инфраструктуру связных, навигационных, разведывательных и других информационных сетей, но и в массовом порядке будут оснащены малогабаритными средствами приема и передачи информации с использованием спутников. Решение этих задач неразрывно связано с использованием цифровой картографической информации в реальном масштабе времени. Заметим, что наиболее полное и своевременное создание и обновление картографической основы могут обеспечить только данные ДЗЗ, интегрированные с ГИТ [1].

Гарантированно победить противника можно при информационном превосходстве, которое включает упреждение противника в оценке быстро изменяющейся обстановки на поле боя, принятие правильных решений и планирование хода операций или боевых действий. При этом описание текущей обстановки должно быть масштабным, охватывающим все аспекты сражения (боя), достаточно обобщенным и интуитивно понятным лицам, принимающим решения.

Рост боевых возможностей и постоянно возрастающая насыщенность войск все более совершенными средствами вооруженной борьбы

© В.И. ЗАЦЕРКОВНЫЙ, 2009

повышают требования к изучению, оценке местности и способам ориентирования на ней, что в свою очередь выдвигает новые требования к картам, космо- и аэроснимкам, а также к техническим средствам и методам полевых измерений. В условиях боевых действий значительная часть пространственной информации быстро изменяется во времени, что вызывает быстрое «старение» информации, которую дают традиционные топографические карты, делает неактуальным их использование. Своевременность получения необходимой актуальной пространственной информации о территории боевых действий может гарантировать только современная ГИС в совокупности с системами GPS, ГЛОНАСС, ДЗЗ. Комплексное использование этих систем позволяет повысить эффективность действий подразделений Вооруженных сил в 1,5...2 раза [2]. При этом ГИС выполняет ряд функций, главными из которых являются создание цифровых карт местности, интегрированных с расширенной базой данных, визуализация этих карт с возможностью интерактивной работы с ней пользователей и выдачей им при необходимости полной атрибутивной (семантической) информации об этой местности и потенциальном противнике. Кроме того, ГИС дают возможность моделировать боевое применение оружия и прогнозировать его исход.

Характерно, что ГИС в отличие от других информационных систем обеспечивают взаимосвязь между количественными и качественными характеристиками объектов геопространства, представленными в базе данных в виде точек, линий, площадей и равномерных сеток. ГИС имеют в своем арсенале алгоритмы анализа пространственно-координированных данных. Они интегрируют пространственный и любой другой типы информации, а также предлагают единую концептуальную и технологическую основу для организации пространственно-координированных данных. ГИС позволяют анализировать данные, основанные на признаках пространственного (географического) взаимного расположения (близости/дальности) объектов в реальном мире, предлагают новые, более приближенные к аналоговым, легковоспринимаемые способы манипулирования и отображения данных с помощью картографических образов. ГИС обеспечивают послойную организацию пространственной информации, т. е. организацию однородной пространственной и атрибутивной информации о конкретной территории в виде тематических слоев (рис. 1), где каждый из них хранит информацию об объектах определенного вида, объединенных общими характеристиками.

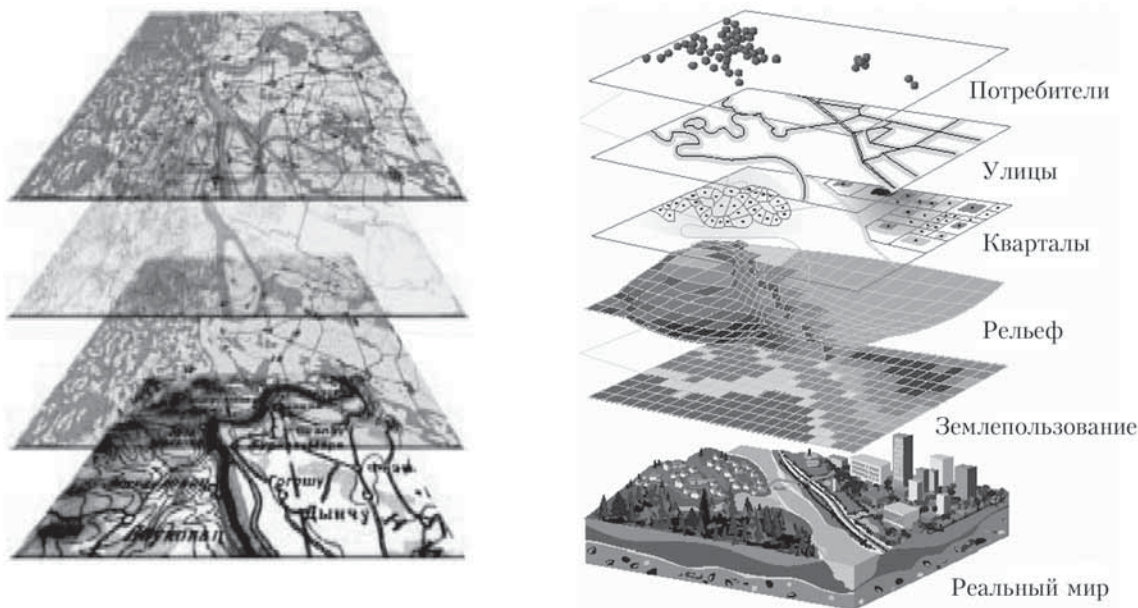


Рис. 1. Послойная организация данных в ГИС

Например, для задач преодоления объектов гидрографии такой набор может включать данные по ширине и глубине реки, наличие бродов, типу береговых грунтов, рельефу местности, инженерным коммуникациям и пр.

Геоинформационное обеспечение включает сбор, обработку, хранение и доведение до потребителей изображений и описаний местности, геодезических и гидрометеорологических данных в виде графических, текстовых, цифровых и фотодокументов. Конкретная схема геоинформационного обеспечения зависит от степени топогеодезической подготовки районов боевых действий, наличия сил и средств для выполнения соответствующих задач, территории и характера вооруженного конфликта [2].

Процесс геоинформационного обеспечения является непрерывным, что обусловлено постоянным изменением погодных условий, местности, природных явлений, ситуации на поле боя. Кроме того, на объемы и качественные характеристики этого обеспечения влияет развитие техники, военных технологий и военного искусства.

Способность привязывать операционные районы в трехмерном пространстве обеспечивает геомоделирование для учета виртуальной реальности, что является необходимым условием эффективной подготовки огневых средств к выполнению сложных задач. Точное цифровое моделирование высот позволяет летать на малых высотах над полем боя, использовать маскирующие и демаскирующие свойства местности в своих интересах и решать инженерные задачи. Цифровая информация о местности используется штабами и личным составом Вооруженных сил в автоматизированных системах управления войсками, системах навигации, средствах боевого поражения при наведении на цель и в тренажерах. При этом Вооруженным силам необходимы точные геодезические данные для определения координат целей и навигации; цифровые данные о высотах местности для планирования наземных и воздушных операций; информация о местности для анализа местоположения целей; гравиметрические данные для планиро-

вания пуска ракет и расчета траекторий полета; цифровые базы данных для анализа местности в тактическом звене управления; детальная цифровая информация с опорными данными для систем планирования и управления, моделирования боевых действий и обучения; копии цифровых документов на твердой основе (фотодокументов, топографических и специальных карт); метеорологические данные. ГИС предполагает циркуляцию геоданных по защищенным каналам, связанным с распределенными базами геоданных.

Местность — один из основных и постояннодействующих факторов боевой обстановки, существенно влияющий на боевые действия войск. Характер местности определяется ее рельефом, расположенными на ней местными предметами и другими географическими объектами. Особенности местности, оказывающие влияние на организацию, ведение боя и применение боевой техники, принято называть ее тактическими свойствами. К основным из них относятся ее проходимость и условия ориентирования, маскировочные и защитные свойства, условия наблюдения и ведения огня. В качестве примера на рис. 2 представлена цифровая карта рельефа местности, созданная с помощью ГИС по данным ДЗЗ.

Умелое использование тактических свойств местности способствует наиболее эффективному применению оружия и боевой техники, скрытности маневра и внезапности ударов по противнику, маскировке от наблюдения и защите войск от огня противника. Как указывается в уставе сухопутных войск США FM-100-5, погодные условия и рельеф местности иногда более значительно влияют на ход боевых действий, чем вооружение, численный состав военнослужащих и их материальное обеспечение [3].

Особую группу составляют данные о местности, изображение которых отсутствует на топографических картах, в частности разрушения, завалы, затопления и т. п., а также инженерные сооружения — мосты, переправы, колонные пути, заграждения и др., создаваемые войсками при подготовке и в ходе боевых действий. Эти данные могут значи-





Рис. 2. Карта рельефа местности в ГИС по данным ДЗЗ

тельно влиять на тактические свойства местности, особенно на условия проходимости и ориентирования. Главными источниками получения данных о таких объектах, не изображенных на топографических картах, служат аэро- и космоснимки местности, получаемые в ходе боевых действий, и специальные карты. Часто на аэроснимках хорошо видны изменения, происшедшие на местности в результате деятельности какого-либо объекта, что позволяет судить о наличии в данном районе самого объекта. Например, следы, оставленные танками при передвижении на местности, являются признаками их деятельности (рис. 3).

Местность, покрытая лесом, на аэроснимках (рис. 4) имеет вид зернистой поверхности. Лес опознается также по теням, отбрасываемым деревьями. Отдельные участки леса имеют вид более или менее резко очерченных темных фигур. Лиственные леса определяются по их более светлому тону по сравнению с тоном хвойных. Просеки в лесу имеют

вид узких прямых светлых полосок, заканчивающихся у опушки леса. При большом количестве просек они похожи на сетку квадратов. Изображение кустарников и мелколесья отличается более мелкой зернистостью, чем изображение леса.

Опознавание на аэроснимке местных предметов в целях изучения местности принято называть топографическим дешифрированием, а опознавание на аэроснимке районов сосредоточения войск противника, его оборонительных сооружений, командных и наблюдательных пунктов и других военных объектов в целях получения данных о противнике — тактическим дешифрированием.

Так как многие военные объекты имеют небольшие размеры, полнота и точность их дешифрирования зависят от масштаба аэроснимка, его фотографического качества и маскировки объектов. Так, проволочные заграждения можно различить на аэроснимках с масштабом 1:10000 и более, но нельзя опознать

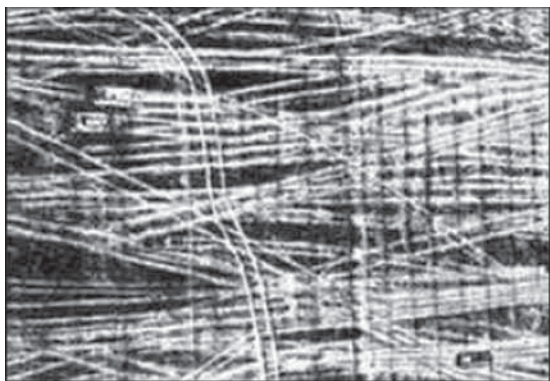


Рис. 3. Признак деятельности объекта (следы от передвижения танков)



Рис. 4. Аэроснимок леса: 1 — просека; 2 — кустарник

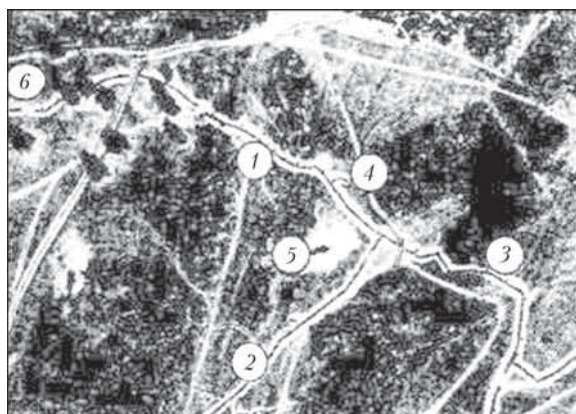


Рис. 5. Аэроснимок траншей и ходов сообщений: 1 — траншея; 2 — ход сообщений; 3 — стрелковая ячейка; 4 — площадка для участка расположения зенитных артиллерийских установок; 5 — танк в окопе; 6 — перекрытый участок

их на аэроснимках более мелкого масштаба. Наиболее четко видны на снимках противотанковые рвы, траншеи, ходы сообщения, огневые позиции артиллерии, скопления подразделений и боевой техники.

Большое значение для правильного дешифрирования военных объектов имеет знание признаков, по которым можно их опознать. Траншеи и ходы сообщения на летних аэроснимках (рис. 5) имеют вид темных полосок с ответвлениями, где обычно располагаются выносимые перед траншеей огневые точки.

По обе стороны эта полоска окаймлена светлым тоном — признак бруствера. На зимних аэроснимках бруствер незаметен, но изображение самой траншеи более четкое в виде

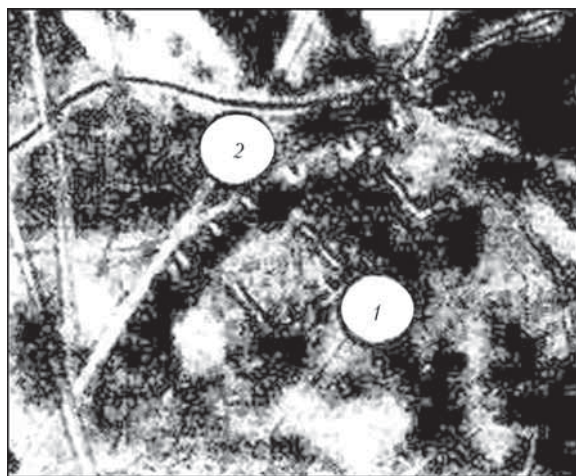


Рис. 6. Аэроснимок огневых позиций минометов: 1 — минометные окопы, соединенные ходами сообщений; 2 — укрытия для транспортных средств

черной полоски с большим количеством коротких ответвлений. Изгибы траншей могут быть резкие или плавные. Траншеи имеют более четкую ровную линию.

Стрелковые ячейки изображаются вдоль траншеи темными штрихами, обращенными в сторону фронта, площадки для пулеметов — штрихами более крупного размера.

Окоп для гранатомета имеет вид светлого прямоугольника, примыкающего к траншее. Для площадок, вынесенных из траншеи, характерно наличие короткого хода в сторону фронта. Перекрытые участки траншей и ходов сообщения на аэроснимках имеют вид полоски (прямоугольника) светлого тона, перекрывающей изображение траншеи. О наличии подбрустверного блиндажа можно судить по полукруглому пятну такого же тона, что и бруствер, выступающему за край бруствера в сторону фронта. Убежища можно опознать по короткому ходу сообщения, ведущему от траншеи и не имеющему продолжения. В конце хода можно иногда различить место убежища по нарушенному грунту, который имеет вид прямоугольного пятна с нерезкими краями. О наличии убежищ и блиндажей можно судить также по изображению троп, сходящихся в одной точке. Изображение перекрытых участков траншей показано на рис. 5.

Окопы для минометов на аэроснимках (рис. 6) имеют вид овалов, с примыкающими к ним двумя темными полосками, соответствующими укрытиям для расчетов и боеприпасов. Окопы, которые, как правило, соединяются между собой ходом сообщения, на аэроснимке имеют вид темной полоски. Часто непосредственно за огневой позицией оборудуются укрытия, к которым идут ходы сообщения, опознаваемые на аэроснимке, как и траншеи.

Огневые позиции артиллерии (рис. 7) опознают по наличию трех-четырех окопов, расположенных в одну линию или по дуге и имеющих подковообразную или круглую форму.

Впереди артиллерийской позиции иногда имеются открытые траншеи для ее непосредственной обороны. От каждого окопа идут ходы сообщения к укрытиям. Характерным признаком позиций артиллерийских орудий явля-





Рис. 7. Аэроснимок огневых позиций артиллерии

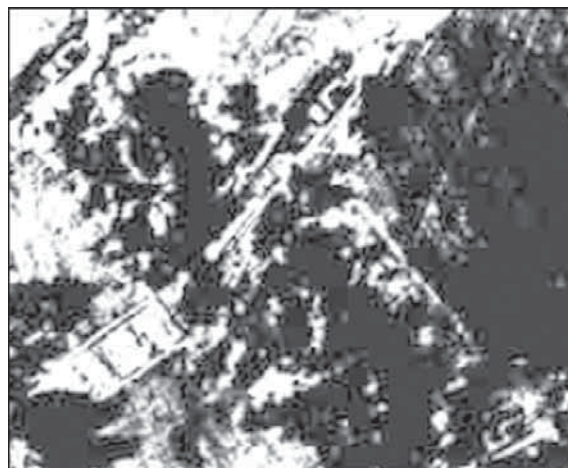


Рис. 8. Аэроснимок окопов для танков

ется наличие наезженных подъездных путей, а поблизости от позиций — наличие укрытий для транспорта.

Окопы для танков (рис. 8) и самоходно-артиллерийских установок представляют собой темные прямоугольники, окаймленные спереди светлой полудугой. Иногда в передней крутости окопа делается выемка для ствола, которая на аэроснимке имеет вид черточки темного цвета.

На крупномасштабном аэроснимке при отсутствии маскировки просматривается танк в окопе — светло-серое пятно формы танка на темном фоне окопа. В других случаях о наличии танка (самоходно-артиллерийской установки) в окопе можно судить по подходящему к нему следу гусениц. Изображение на аэроснимках укрытий для транспортных средств (машин) очень похоже на изображение окопов для танков. Незанятые укрытия имеют вид прямоугольника более светлого тона, чем окружающая местность, а занятые — темного тона. Противотанковые рвы (рис. 9) на аэроснимках имеют вид ровной темной полосы с резкими поворотами.

Иногда по краю рва заметны бугры (валы) светлого тона. Проволочные заграждения на аэроснимке имеют вид светло-серой полосы перед траншеей. На крупномасштабных аэроснимках иногда заметны два-четыре ряда точек — колья. Проволочные малозаметные препятствия (спираль) изображаются на крупномасштабных снимках в виде серого валика.

Наряду с использованием карт, аэро- и космоснимков местность изучают также путем непосредственного ее осмотра и выполнения полевых измерений при ориентировании, определении местоположения целей и других объектов, ведении огня и т. п.

При непосредственной организации боевых действий и управлении соединениями и частями в операции (бою) для района предстоящих боевых действий (на территории, занятой как своими войсками, так и противником) необходимо учитывать большой объем пространственной информации (геоинформации), в частности характер грунта (твердый, каменистый или рыхлый, сыпучий, влажный, вязкий); наличие снежного покрова и его толщину; вид растительности, высоту деревьев (кустарников), плотность их прорастания, влажность горючих материалов напочвенного покрова; гидрографические особенности местности; состояние дорог; возможность точного определения координат и высот контурных



Рис. 9. Аэроснимок противотанкового рва

точек и т. д. Эта и другая информация оказывает существенное влияние на возможности средств разведки; условия расположения частей и подразделений в районах сосредоточения (выжидательных, исходных районов и т. п.); маневренные характеристики боевых подразделений и возможности средств доставки боеприпасов, горючего и других материальных средств [4]. Все это отражается на успехе действий соединений (части) в операции (бое), на темпах наступления или устойчивости обороны.

В качестве примера рассмотрим показатель эффективности огневого поражения противника, который учитывает степень снижения боевого потенциала группировки противника и характеризует предотвращенный ущерб, который мог бы быть нанесен противником нашим войскам [2]:

$$W_{\text{сн}} = \frac{\sum_{j=1}^n W_{\text{оз}_j}}{\sum_{i=1}^m A_i} \quad (\text{расч. ед.}), \quad (1)$$

где  $W_{\text{оз}_j}$  — эффективность выполнения отдельных  $j$ -х огневых задач;  $A_i$  — весовой коэффициент, учитывающий важность  $i$ -го объекта из числа  $m$  всех объектов группировки противника.

Показатель эффективности отдельной огневой задачи или ракетного удара определяется как при поражении групповой цели

$$W_{\text{оз}_j} = A_j M, \quad (2)$$

так и при поражении отдельной цели

$$W_{\text{оз}_j} = P M,$$

где  $M$  — математическое ожидание процента пораженных элементарных целей из числа группового объекта;  $A_j$  — весовой коэффициент, учитывающий важность  $j$ -го объекта;  $P$  — вероятность поражения отдельной цели.

При выполнении огневых задач артиллерией математическое ожидание процента пораженных целей или вероятность поражения цели можно оценить зависимостью [3]

$$M = f \left( N \frac{\delta_d \delta_n}{S_{\text{п}} \tau} \right) \text{ или } P = f \left( N \frac{\delta_d \delta_n}{S_{\text{п}} \tau} \right), \quad (3)$$

где  $N$  — расход средств, предназначенный для поражения данной цели, шт.;  $\delta_d$ ,  $\delta_n$  — среднеквадратические ошибки, характеризующие точность определения установок для стрельбы на поражение по дальности и направлению, м;  $S_{\text{п}}$  — приведенная площадь поражения, характеризующая поражающее действие снаряда у цели, м<sup>2</sup>;  $\tau$  — коэффициент учета рассеивания снарядов.

При нанесении ракетных ударов задача выполняется при малом количестве расхода ракет  $N$ , поэтому математическое ожидание рассчитывается по следующей формуле:

$$M = M - (1 - M_1)^N, \quad (4)$$

а математическое ожидание процента пораженных элементарных целей из числа групповой при нанесении удара ракетой  $M_1$  равно:

$$M_1 = 1 - \exp \left( - \frac{0,159 S_{\text{ц}}}{\delta_{\text{р.у}}^2 + 0,0384 S_{\text{п}}} \right) \frac{S_{\text{п}}}{S_{\text{ц}}} \quad \text{при } S_{\text{п}} < S_{\text{ц}},$$

$$M_1 = 1 - \exp \left( - \frac{0,159 S_{\text{п}}}{\delta_{\text{р.у}}^2 + 0,0384 S_{\text{п}}} \right) \quad \text{при } S_{\text{п}} \geq S_{\text{ц}}, \quad (5)$$

где  $S_{\text{ц}}$  — площадь цели, м<sup>2</sup>;  $\delta_{\text{р.у}}$  — среднеквадратическая круговая ошибка, которая характеризует точность ракетного удара и включает ошибки определения установок и характеристики рассеивания, м.

Анализ выражений (3) и (5) показывает, что эффективность поражения объектов в значительной степени зависит от точности огня артиллерии и ракетных ударов (через параметры  $\delta_d$ ,  $\delta_n$ ,  $\delta_{\text{р.у}}$ ), а также поражающего действия боеприпасов у цели (через параметр  $\delta_{\text{ц}}$ ). Перечисленные факторы в свою очередь существенно зависят от характера грунта и растительности в районе цели [2]. При твердом, каменистом или мерзлом без снега грунте осколочное действие возрастает в 1,5 раза, а при поражении целей на рыхлом, сыпучем песчаном или болотистом грунте при наличии снежного покрова (толщиной более 20 см) осколочное действие снижается в 2 раза. Осколочное действие возрастает также при пора-

жении целей, находящихся в кустарнике (из-за воздушных разрывов при установке взрывателя на осколочное действие), но оно резко уменьшается, если подразделения противника располагаются в лесу (из-за экранирующих свойств стволов). От этих же факторов зависит эффективность применения боеприпасов дистанционного минирования [5]. При рыхлом, слабом грунте возможно несрабатывание мин нажимного действия, наличие снежного покрова или травы увеличивает маскировку мин, уменьшает вероятность их объезда [6].

Создание массовых пожаров с помощью зажигательных снарядов и термобарических боеприпасов позволяет на 2...30 % снизить эффективность группировки противника [7]. Для того чтобы повысить эффективность использования огневой мощи своих войск благодаря использованию знаний о геопространстве боевых действий (атрибутивных параметров местности), необходимо иметь достоверные сведения о составе грунтов, наличии растительности в районе цели, ее характере, влажности горючих материалов напочвенного покрова (при влажности более 30 % сухой массы применение зажигательных боеприпасов оказывается бесполезным) и многое другое [7], что практически невозможно осуществить без использования ГИТ и ДЗЗ.

Таким образом, оперативная съемка земной поверхности, видовая разведка и обработка полученных результатов с помощью ДЗЗ и ГИТ обеспечивает войска достоверной и своевременной информацией о местности, что может значительно повысить эффективность ведения ими боевых действий и позволит оперативно получать исходные карты, снимки местности как в аналоговой (бумажной), так и в электронной формах. 🖨

1. *Фандеев А.Г.* Применение геоинформационных технологий в интересах ракетных войск и артиллерии // *Воен. мысль.* — 2005. — № 3. — С. 32–35.
2. *Ильинский Н.Н., Карпович А.В., Мусин А.Г.* Влияние геоинформатики на эффективность огневого поражения противника // *Информация и космос.* — 2006. — № 1. — С. 5–8.
3. *Рябинин А.* Нетрадиционные военные операции ВС зарубежных государств // *Зарубеж. воен. обозрение.* — 2005. — № 6. — С. 2–91.
4. *Оценка эффективности огневого поражения ударами ракет и огнем артиллерии* / Под ред. А.А. Бобрикова. — СПб: Гамея Принт, 2006. — 424 с.
5. *Теоретические основы управления ударами и огнем артиллерии: Учеб.* — СПб.: ВАА, 1992. — 204 с.
6. *Ильинский Н.Н., Мусин А.Г.* Поражающее действие современных боеприпасов ракетных войск и артиллерии: Учеб. пособие. — СПб.: МВАА, 2002. — 247 с.
7. *Ильинский Н.Н., Черныш А.Я., Романов Б.Г.* Поражающее действие зажигательных боеприпасов: Учеб. пособие. — Л.: ВАОЛКА, 1989. — 234 с.