Проблемы геоинформационного обеспечения систем управления современным оружием в пределах недоступных территорий и пути их решения

Issues of geo-informational provisions of modern arms control systems within unreachable areas, and ways to resolve them

Kозин / Kozin E.

Евгений Вячеславович (ekozin1970@mail.ru) кандидат технических наук, доцент. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО), доцент кафедры ГИС.

г. Санкт-Петербург

Карманова / Karmanova N.

Наталия Андреевна (karmanov.nip@gmail.com) Университет ИТМО, лаборант кафедры ГИС.

г. Санкт-Петербург

Kapмaнов / Karmanov A.

Андрей Геннадьевич (karmanov.nip@gmail.com) кандидат технических наук, доцент. Университет ИТМО, доцент кафедры ГИС.

г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: объектно-ориентированная база геопространственных данных - object oriented base of geo-spatial data; обобщенная информационная модель - generalized informational model; дешифровочные индексы – decoding indices; эталонирование дешифровочных признаков - coding sign standardization; мониторинг пространственных объектов – spatial object monitoring.

В статье приведены проблемы информационного обеспечения систем управления современным оружием в пределах недоступных территорий и рассмотрены подходы к их решению, основанные на создании геоинформационных объектно-ориентированными высокоточными базами геопространственных данных.

The article lists the issues of informational provisions of modern arms control systems within unreachable areas, and ways to resolve them are considered based on generation of geo-informational systems having high-precisely object oriented bases of geo-spatial data.

В настоящее время характерной чертой развития мобильных целей). вооруженных сил ведущих зарубежных стран, в первую очередь США, является информационно-технологический прорыв в военной сфере, связанный с каче-

обусловившим совершенствование, как военной техники, так и принципов управления современным оружием. Он способствовал созданию новой концепцией вооруженной борьбы, получившей название «Ведение боевых действий в едином информационно-управляющем пространстве» (Network-CentricWarfare). Данная концепция предполагает совместное использование объединенных в единую сеть систем сбора, передачи данных, управления и средств огневого поражения во всем боевом пространстве. В перспективе это позволит существенно повысить уровень и гибкость взаимодействия разнородных сил и средств всех видов ВС США и их союзников. Единая информационная система призвана обеспечить командиров всех звеньев управления постоянно обновляемыми сведениями о боевой обстановке и объектах поражения, что даст возможность оперативно принимать решения по управлению войсками и нанесению ударов по выявленным целям.

При этом успех боевых действий будет зависеть от качества и времени выполнения оценки боевой обстановки, идентификации целей и определения их точных координат, а также параметров движения (для

Одной из важнейших задач практической реализации концепции ведения боевых действий в едином информационно-управляющем пространстве являственным развитием информационных технологий, ется разработка новейших методов подготовки геопро-

странственных данных для управления современным оружием в пределах недоступных территорий.

Для решения этой задачи необходимо создание оперативно обновляемых объектно-ориентированных баз данных с высоким уровнем детализации, содержащих сведения об объектах поражения и обеспечивающих эффективную информационную поддержку средств огневого подавления независимо от внешних условий в разных районах ведения боевых действий.

Существующие в нашей стране технологии получения геопространственных данных на недоступные территории ориентированы на использование топографических карт соответствующих масштабов, что не в полной мере обеспечивает требования к точности определения координат и высот объектов местности, предъявляемые современным оружием, в результате чего возникает противоречие, приведенное на рисунке 1.

Для разрешения этого противоречия необходимо разработать геоинформационную систему, позволяющую по материалам дистанционного зондирования Земли, полученным с отечественных космических аппаратов, формировать на недоступные территории геопространственную информацию, обеспечивающую решение задач по управлению современным оружием.

В основу разрабатываемой геоинформационной системы должны быть заложены методологические установки, реализующие нормы (законы), действующие как в области обработки данных дистанционного зондирования Земли, так и в области информационного обеспечения систем управления современным оружием. Эти методологические установки выражаются в виде следующих принципов:

1. Принцип системности – предполагает учет всех взаимосвязей, присущих создаваемой геоинформационной системе, а также анализ отдельных ее частей

как самостоятельных структурных составляющих с выявлением роли каждой из них в функционировании системы в целом. При декомпозиции системы должны быть установлены такие связи между структурными компонентами системы, которые обеспечивают ее цельность и взаимодействие с другими системами. Системный принцип позволяет внедрять отдельные подсистемы последовательно, независимо друг от друга, не нарушая функциональные связи системы.

- 2. Принцип тематической избирательности состоит в том, что в создаваемой геоинформационной системе необходимо использовать лишь ту геопространственную информацию, которая действительно необходима для управления современным оружием. Использование избыточной (излишней) информации приведет к росту непроизводительных затрат.
- 3. Принцип эффективности управления информацией состоит в том, что затраты на информационное обеспечение (включая стоимость получаемой информации) не должны превышать эффект от ее использования.
- 4. Принцип эмерджентности состоит в том, что сумма свойств компонентов формирующих систему не соответствует свойствам системы в целом, т.к. система обладает индивидуальными свойствами, которые не присущи ее компонентам.
- 5. Принцип технологического единства заключающийся в том, что все компоненты создаваемой геоинформационной системы связаны в единый технологический процесс.
- 6. Принцип объектной ориентированности геопространственных данных заключающийся в том, что геопространственная информация должна быть представлена не в виде карт, а в виде набора объектов необходимых и достаточных для информационного обеспечения

Существующая технология получения геопространственных данных на недоступные территории по картографическим материалам

Объектно-ориентированная технология получения геопространственных данных на недоступные территории по материалам дистанционного зондирования Земли



Требования современных систем управления современным оружием к геопространственным данным

Рис. 1. Противоречие в области геоинформационного обеспечения систем управления современным оружием на недоступных территори-ях

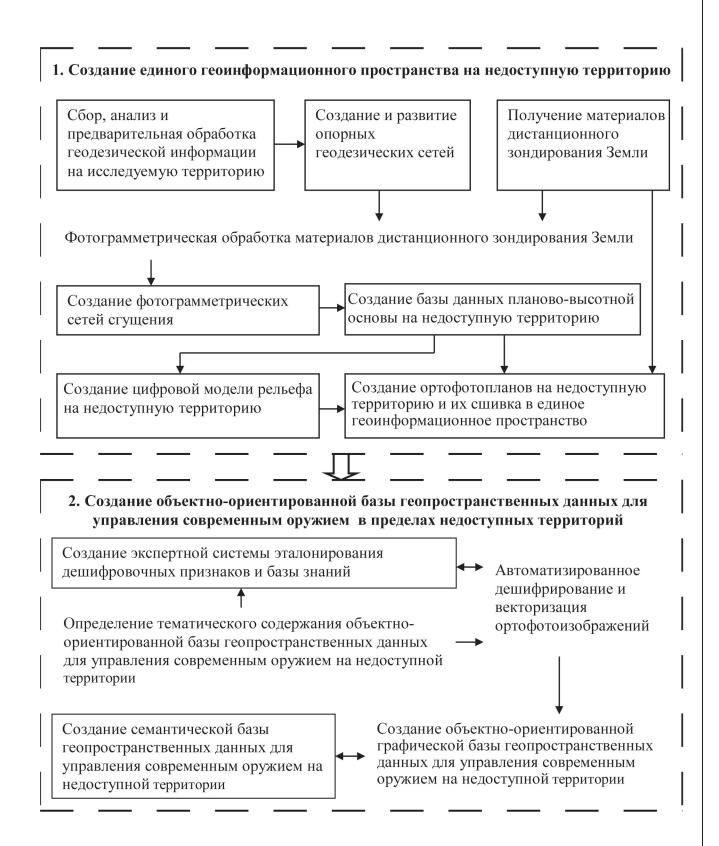


Рис. 2. Структурно-логическая схема подготовки геопространственной информации для управления современным оружием в пределах недоступных территорий

систем управления современным оружием в пределах изучаемой недоступной территории.

- 7. Принцип континуальности предполагает создание на всю изучаемую территорию единого геоинформационного пространства, представляющего собой сшитые ортофотопланы.
- 8. Принцип навигационно-баллистического позиционирования заключающийся в том, что построение планово-высотной основы на недоступную территорию осуществляется по перекрывающимся изображениям с использованием навигационно-баллистической информации.

На основе вышеизложенных принципов разработана структурно-логическая схема подготовки геопространственной информации для управления современным оружием в пределах недоступных территорий с использованием создаваемой геоинформационной системы, рис. 2.

Ключевыми процессами подготовки геопространственной информации (на рисунке выделены двойными линиями) являются: 1) фотограмметрическая обработка материалов дистанционного зондирования Земли с целью создания высокоточной планово-высотной основы на недоступную территорию; 2) определение тематического содержания объектно-ориентированной базы геопространственных данных для управления современным оружием на недоступной территории; 3) автоматизированное дешифрирование и векторизация ортофотоизображений; 4) создание объектно-ориентированной базы геопространственных данных. Кратко рассмотрим сущность каждого из них.

Фотограмметрическая обработка материалов дистанционного зондирования Земли с целью создания высокоточной планововысотной основы на недоступную территорию

Процесс создания высокоточной планово-высотной основы на недоступную территорию заключается в новом подходе к определению пространственных координат объектов местности по перекрывающимся разнородным изображениям одинаковых участков земной поверхности, полученным с двух космических летательных аппаратов.

Определение координат объектов местности производится по параметрам движения и вращения космического летательного аппарата, плоским прямоугольным координатам снимка, параметрам бортовой специальной аппаратуры наблюдения и высоте подстилающей поверхности. Предлагаемый подход основывается на решении прямой фотограмметрической задачи без использования информации о рельефе [2, 3].

Совместная обработка разнородных изображений и данных навигационно-баллистического обеспечения во время съемки дает возможность вычислить углы визирования различных типов аппаратуры на одноименную точку и определить геодезические координаты

пересечения скрещивающихся лучей над уровенной поверхностью.

Полученные координаты объектов местности используются для создания цифровых моделей рельефа и построения ортофотопланов.

В качестве исходных данных используются модели движения, вращения космических аппаратов и ориентации вектора луча визирования в системе координат камеры, учитывающие особенности динамического процесса их построений бортовой аппаратурой наблюдения.

Определение тематического содержания объектноориентированной базы геопространственных данных для управления современным оружием на недоступной территории. В основу тематического содержания объектноориентированной базы геопространственных данных создаваемой ГИС закладывается обобщенная информационная модель, которая определяет совокупность информации необходимой и достаточной для решения прикладных задач, с использованием геоинформационной системы. Построение обобщенной информационной модели включает в себя следующие этапы [5, 6]:

- · формирование и исследование предметной области, для которой создается Γ ИС;
- · идентификация графических и семантических данных требуемых для решения прикладных задач и связей между ними;
- разработка и исследование локальных объектноориентированных информационных моделей предметной области;
- построение обобщенной объектно-ориентированной информационной модели базы данных ГИС;
- · графическое представление обобщенной объектноориентированной информационной модели базы данных ГИС в виде ER-диаграммы.

В основу формирования предметной области должен быть заложен анализ задач, которые предполагается решать с использованием создаваемой геоинформационной системы с целью определения всех элементов данных необходимых и достаточных для их решения. Для этого должна исследоваться каждая задача, путём деления её на ряд отдельных операций в процессе чего и определяются элементы данных, используемые в них. Это позволяет сформировать матрицу взаимосвязей операций (или задач) и данных, которую можно рассматривать как некоторый формализованный облик предметной области.

Итогом создания информационной модели предметной области ГИС является ее графическое представление в виде ER-диаграммы.

В случае решения сложных задач представляется целесообразным разбивать их на ряд более простых, что в свою очередь приводит к появлению локальных участков предметной области. Такой подход, с одной стороны, упрощает процесс моделирования, а с другой – позволяет создавать локальные приложения, которые могут независимо использоваться различными зада-

130

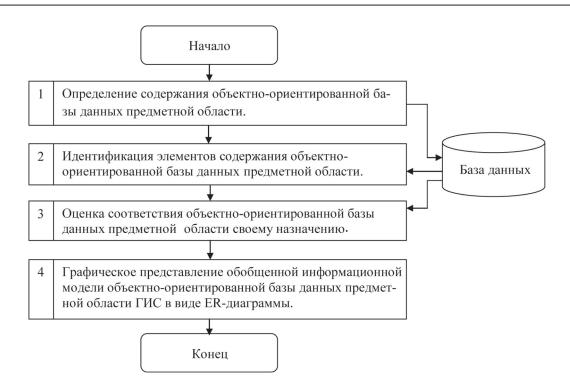


Рис. 3. Структурно-логическая схема построения обобщенной информационной модели предметной области ГИС

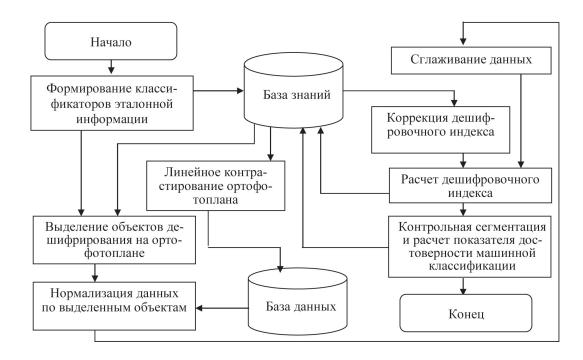


Рис. 4. Структурно-логическая схема эталонирования дешифровочных признаков по данным дистанционного зондирования Земли

чами. При этом необходимо учитывать, что формирование локальных представлений предметной области требует решения задач поиска компромиссного варианта, так как узкий участок предметной области приводит к снижению уровня интеграции данных и к их «дроблению», а большой участок — к нечеткости и сложности. Исходя из этого, для идентификации данных целесообразно использовать многовариантные решения.

Таким образом, процесс создания обобщенной объектно-ориентированной информационной модели базы данных ГИС сводится к разбивке предметной области на ряд локальных участков, построению для них локальных моделей и объединению локальных моделей путем абстрагирования и обобщения в единую обобщенную модель предметной области.

Структурно-логическая схема построения обобщенной информационной модели объектно-ориентированной базы данных предметной области ГИС, представлена на рис. 3 [3, 4].

Автоматизированное дешифрирование и векторизация ортофотоизображений. В основу автоматизированного дешифрирования ортофотоизображений предлагается закладывать машинно-ориентированный метод получения информации о дешифрируемых объектах на основе прямых дешифровочных признаков. Он ориентирован на использование формализованных знаний, полученных при изучении дешифровочных признаков объектов местности, и применении логического подхода к обработке ортофотоизображений. Процесс дешифрирования заключается в распознавании дешифрируемых объектов путем сравнения между собой значений дешифровочных индексов, рассчитанных по ортофотоизображению, и эталонных, хранящихся в базе знаний [1, 7].

Данный метод включает в себя два этапа: эталонирования и автоматизированного дешифрирования.

Структурно-логическая схема эталонирования дешифровочных признаков по данным дистанционного зондирования Земли, представлена на рис. 4.

Эффективность автоматизированной обработки ДДЗ напрямую зависит от применяемых моделей. Для решения нашей задачи наиболее приемлемо объединение фреймовой и продукционной моделей, что позволит создать непротиворечивую и упорядоченную систему хранения, корректировки дешифровочных признаков, обеспечит многовариантность, допускающую разностороннюю оценку дешифровочного решения и выработку альтернативных вариантов. Кратко рассмотрим сущность фреймовых и продукционных моделей.

Фреймовые модели используют абстрактные образы объекта в качестве прототипа распознавания, они наилучшим образом подходят для решения задач дешифрирования, поскольку позволяют отобразить многообразие знаний об объектах через структуры, обозначающие их наиболее значимые свойства.

Другим достоинством этих моделей является удобство их реализации в системах управления базами данных (СУБД).

Продукционные модели позволяют представить знания в виде предложений типа «Если (условие), то (действие)». Под «условием» понимается некоторое предложение — образец, по которому осуществляется поиск в базе знаний, а под «действием» — действия, выполняемые при успешном исходе поиска. В связи с высокой наглядностью механизма логического вывода, сравнительно легкой программной реализацией, продукционная модель чаще всего применяется в машинноориентированных экспертных системах, что особенно важно для решения нашей задачи, т.к. не все параметры, необходимые при дешифрировании, могут быть получены непосредственно из ДДЗ, некоторые из них определяются методами экспертного анализа.

Сущность автоматизированного дешифрирования ортофотоизображений заключается в том, что для каждой пары пикселей, последовательно выбираемых из цифровых массивов, рассчитываются дешифровочные индексы. При этом расчет выполняется для всех элементов ортофотоизображения исследуемого участка.

Затем выполняется сегментация полученных результатов, основанная на методе локальной кластеризации. Ее сущность заключается в следующем. Методом «ближайших соседей» выполняется предварительное разделение областей с установлением принадлежности выделенного кластера типу дешифрируемого объекта. Кластерам, образованным неустановленными классификатором индексами, присваиваются свои кодовые обозначения, отличные от хранящихся в базе знаний. В результате будет сформирован набор слоев, элементами которых являются коды типов дешифрируемых объектов и коды неустановленных объектов.

Для оконтуривания каждого массива кодов используется метод «наименьшего однородного сегмента, ассимилируемого ядром». Отслеживание контура осуществляется путем перемещения окна по границе ядра вдоль контура объекта и проверки площади захвата на каждом шаге. Изменение направления перемещения окна выполняется в случае уменьшения площади более чем на 10%. Применение этого метода позволяет снизить чрезмерную изрезанность контуров и удалить «нитевидные» включения других контуров. Операция завершается фиксацией полученных координат контуров в отдельные списки.

Создание объектно-ориентированной базы геопространственных данных

В основе существующей модели информационного обеспечения ГИС лежит «нарезка» географического пространства на отдельные номенклатурные листы (НЛ). При этом, как правило, в процессе работы номенклатурные листы «сшиваются» в единое геоинформационное пространство, покрывающее всю исследуемую

132

территорию. Очень часто при сшивке возникает несогласованность смежных НЛ из-за различных дат их актуализации (обновления), кроме того, если исследуемая территория расположена в нескольких шестиградусных зонах, требуется переход из системы координат одной зоны в систему координат другой зоны, а самое главное, отсутствует возможность управления информацией, т.е. ее целенаправленного отбора в соответствии с целевыми задачами, решаемыми создаваемой ГИС.

Приведенные выше недостатки информационного обеспечения ГИС обусловили необходимость его совершенствования в следующих направлениях [4]:

- 1) переход от хранения картографической информации в виде номенклатурных листов к ее хранению в виде набора пространственных объектов, имеющих уникальную идентификацию;
- 2) установление связи между всей атрибутивной и координатной информацией, относящейся к одному пространственному объекту;
- 3) изменение подхода к классификации пространственных объектов с учетом унификации описания свойств, создание нового классификатора и правил выделения объектов;
- 4) переход координатного описания объектов от принятой системы координат к геоцентрической системе с возможностью хранения значений высот точек;
- 5) осуществление мониторинга пространственных объектов с фиксацией всех метаданных.

Практическая реализация объектно-ориентированного подхода включает в себя следующие этапы:

- выделение по установленным правилам пространственных объектов в пределах единого геоинформационного пространства;
- координатное описание каждого пространственного объекта в геоцентрической системе координат;
- идентификация пространственных объектов и запись метаданных.

Подготовленная таким образом картографическая информация, включающая пространственные идентифицированные объекты и метаданные, загружается в базу данных ГИС.

Литература

- 1. Арефьев, Н. В. Основы формирования природно-аграрных систем. Теория и практика / Н.В. Арефьев, В.П. Бреусов, Г.К. Осипов. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 533 с.
- 2. Комосов, Ю. А. Необходимость, сущность и пути реализации новой модели представления пространственных данных / Ю.А. Комосов // Геодезия и картография. 2010. N9. C. 26—32.
- 3. Осипов, Г. К. Теоретические основы разработки содержания баз данных о местности в геоинформационных системах военного назначения / Г.К. Осипов, А.Н. Ефимов // Труды военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. 2011. Вып. 631. С. 130-133.
- 4. Осипов, Г. К. Теоретические и методические основы формирования объектно-ориентированной информаци-

онной модели навигационной базы данных / Г.К. Осипов, А.С. Присяжнюк, А.Н. Ефимов // Информация и Космос. – 2013. – № 1. – С. 35–41.

5. Осипов, Г. К. Оценка устойчивости ландшафта к мелиоративному освоению территории с использованием данных дистанционного зондирования / Г.К. Осипов, В.Г. Тимофеев // Региональная экология. — 2006. — № 3-4. — С. 99–105.