

## МОДЕЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И ПЛАНОВ

*А.Е. ОРМАМБЕКОВА, Э. МЕЙРАМОВ, С.С. ЖУСИПБЕКОВ*

*E.mail. ksucta@elcat.kg*

*Бул макалада сандык карталардын моделдик негизи каралган. Алардын негизинде жердин сандык моделин курунун заманбап талаптарга жооп берүүчү концептуалдык усулдары көрсөтүлгөн.*

*В статье рассмотрены модельные основы цифровых карт. В основу их положены концептуальные положения создания цифровых моделей местности, отвечающих современным требованиям.*

*In article modelling bases of digital cards are considered. Conceptual positions of creation of digital models of the district meeting modern requirements are put in their basis.*

Виды пространственно-распределенной информации можно разделить на три большие группы: семантическую, метрическую и топологическую. Семантическая информация является представлением того, что человек распознает некоторые части пространства и предметы, в нем находящиеся, и связывает с этими частями различные определения или характеристики. Метрическая информация отражает свойство предметов располагаться в определенной части пространства и занимать некоторую его часть. Топологическая информация отражает топологические свойства пространства, т.е. такие свойства, которые не изменяются при любых деформациях пространства, производимых без разрывов и склеиваний. К топологической информации относятся точки пересечений объектов, информация о примыканиях объектов друг к другу (или общих границах). Для объектов, границы которых можно представить аналитически, топологическим свойством является количество кривых, которые ограничивают объект. Топологическая информация играет важную роль при решении многих задач моделирования.

Цифровой моделью местности называется структурированная совокупность семантической, метрической и топологической информации об определенной территории, представленной в форме пригодной для автоматизированной обработки при помощи вычислительной техники. Основными формами представления определенной выше информации в геоинформационных системах являются цифровые карты (метрическая и топологическая информация), семантические базы данных (семантическая информация) и служебные базы данных, содержащие информацию о картографических проекциях цифровых карт, годах состояния местности и т.д. С точки зрения программных средств цифровые карты, семантические и служебные базы данных представляются в виде файлов. Внутренняя структура файлов, способ кодирования информации в них зависят от конкретной программной реализации ГИС.

На сегодня потребность в цифровых топографических основах растет высокими темпами, однако проблемной задачей остается создание базовых пространственных данных – основ, на которые наносят тематическую информацию. К этому также следует учесть решения задач по изысканию территории и нужного масштаба, качественные векторные данные, такие как гидрография, рельеф, социально-экономическая инфраструктура, пригодные для решения пространственных задач. Другая проблема – однозначного восприятия и толкования топографической информации – возникает из семантической несовместимости данных, полученных из разных источников, вследствие того, что они разнородны по структуре и способам кодирования.

Модельные основы цифровых карт могут быть представлены в виде следующих концептуальных положений:

1. Цифровая топографическая основа не должна слепо копировать бумажный оригинал, а создаваться с учетом требований работы с пространственными данными в ГИС. Отсюда необходимо четко разделить понятия цифровой топографической карты (ЦТК) и цифровой модели местности (ЦММ), хотя они, безусловно, взаимосвязаны. Цифровая карта предоставляет несравнимо большие возможности для работы с пространственными данными, но и требования к таким картам должны быть иными, поскольку обработка данных рассчитана не только и не столько на зрительный анализ, сколько на компьютерные технологические возможности. В отличие от ЦТК, цифровые модели местности (ЦММ) нацелены на моделирование местности, а не бумажной основы, с которой они могут производиться. При этом основная задача – дать правильное воспроизводство о местоположении, метрических параметрах и взаимоотношениях между пространственными объектами, а не их отображениями на бумаге. В ЦММ информация должна быть организована так, чтобы при обработке данных машина могла ее однозначно интерпретировать. Для этого придется отказаться от оцифровки штрихов на болоте, не допускать разрывов для сетевых объектов – гидрографии, дорог, коммуникаций, и т.д., и т.п. Но можно будет в ЦММ не вводить избыточные для цифровой модели элементы, которые необходимы на бумажной карте, такие как бергштрихи, стрелки направления течения или густая координатная сетка.

2. Хранение данных в ЦММ может быть организовано единым массивом в виде бесшовных карт. В современных геоинформационных системах, способных обрабатывать большие объемы данных, дробление информации по номенклатурным листам становится неэффективным. В случае, если имеете цифровую информацию по листу, нужно будет подгружать, например, одни и те же слои цифровых данных столько раз, сколько у вас листов, и столько же раз осуществлять запросы к пространственной информации при ее анализе. Если объекты находятся на нескольких листах карты, то они считаются отдельными – то есть имеют отдельную длину, площадь и т.д.

3. Для унифицированного представления топографических данных с разным уровнем генерализации (пространственной и семантической) требуется сквозной классификатор объектов местности. Классификатор объектов может применяться в диапазоне масштабов от 1 000 000 до 2 000. Код классификатора несет информацию об объектах местности независимо от способа их локализации на карте. Так, один и тот же объект, например здание, может передаваться на картах разного масштаба либо точечным, либо полигональным примитивом, и, независимо от того, в какой класс объектов он попадает, этот объект будет всегда иметь один и тот же код.

4. Весь масштабный ряд цифровых топографических карт и планов вполне укладывается в единую логическую и физическую модели данных, организующих объекты в тематические наборы (слои данных) и их группы. Применительно к базе данных ЦММ тематическую группировку объектов составляют Наборы классов объектов. Каждый набор формируют объекты, у которых первая позиция восьмизначного кода одинакова. Внутри набора объекты группируются в классы согласно их тематическому содержанию и в зависимости от формы пространственной локализации объекта. Название класса состоит из префикса, однозначно характеризующего принадлежность объекта к тематической группе, и суффикса, определяющего форму пространственной локализации объекта.

5. Передача информации на бумажной карте осуществляется через условный знак и текст. Ее адекватное воспроизведение на цифровой карте осуществляется через классификационный код объекта, которому присваивается соответствующий условный знак, и набор атрибутивных полей. Единая структура описания семантической информации должна включать:

- поле классификационного кода объекта;
- поле, содержащее собственное название объекта;

– поля, содержащие дополнительные характеристики объекта (количественные или качественные).

6. Для ЦММ имеет смысл поддерживать слой обновления данных, который не обязательно будет соответствовать номенклатурному делению на листы. Например, под заказ на определенную территорию возможно обновление данных ЦММ по материалам космической съемки. Информацию об актуальности данных можно получить из слоя номенклатурной разграфки, так как в большинстве случаев ЦММ создается по существующим топографическим картам, а также из слоя, который создается при обновлении данных по другим источникам. Область обновления поддерживается как полигональный объект, к которому приписывается информация об источнике обновления и организации, выполняющей данную работу.

7. Условные знаки для объектов ЦММ должны быть упрощены по сравнению с традиционными, поскольку сложные, многослойные условные знаки существенно тормозят вывод карты на экран. Да и с эстетической точки зрения бумажные условные знаки не всегда пригодны для использования на ярком экране. Для ЦММ возникает возможность выводить или скрывать некоторые детали содержания и надписи в зависимости от рабочего масштаба отображения цифровой карты, что, следует заметить, невозможно сделать для бумажной основы и неприемлемо для ЦТК. Более того, объект может менять свой условный знак в зависимости от того, в каком масштабе его просматривают.

8. В ЦММ не обязательно хранить векторные слои, содержащие изолинии высот и отметки высот. Лучше высотную основу сразу создавать как цифровую модель рельефа (ЦМР), позволяющую в ГИС не только передавать в более наглядной форме физическую поверхность Земли, но и моделировать с помощью такой поверхности различные процессы. В случае, когда для территории есть материалы детальной съемки поверхности Земли (скажем, данные ДЗЗ) с шагом, соответствующим детальности ЦММ, можно отказаться от достаточно затратного цифрования слоя рельефа в виде изолиний с бумажных источников.

9. В современном быстро развивающемся мире картографическая продукция играет все большую роль в различных отраслях хозяйства. Карты используются повсеместно: для принятия решений при чрезвычайных ситуациях, для территориального планирования, в градостроительстве, для расчета навигационного маршрута от дома до офиса и т.д. В условиях все углубляющегося и ускоряющегося антропогенного воздействия на ландшафты поддержание актуальности картографического материала в различных масштабах становится одной из первоочередных задач. Информацию на картах можно обновлять различными способами, включая как полевые, так и камеральные работы, используя разные источники информации: материалы геодезической съемки, текстовые описания, справочную информацию и др. Но одним из наиболее востребованных источников для получения и обновления информации о текущем состоянии объекта картографирования являются Данные дистанционного зондирования Земли (ДДЗ). Современный рынок ДДЗ предоставляет широкие возможности по выбору типа, формата, пространственного и радиометрического разрешения космических снимков, которые могут быть использованы для создания и обновления геопространственной информации. В зависимости от задач, которые стоят перед специалистом, он может определить объект и выбрать масштаб картографирования, а также подобрать нужное разрешение космического снимка. Для задач крупномасштабного топографического картографирования подойдут снимки сверхвысокого разрешения (разрешение крупнее 2 метров), такие как WordView 1, GEOEYE 1, CARTOSAT 2, Terra SAR X, Quick Bird, IKONOS, OrbView 3, EROS 1A и 1B, KOMPSAT 2, Ресурс-ДК, WorldView-1 и TerraSAR X, и высокого разрешения (2-3 метра), такие как Radarsat 2, ALOS PRISM, SPOT 5, CARTOSAT 1, FORMOSAT 2.

10. К настоящему моменту накоплен большой архив данных дистанционного зондирования Земли, который регулярно пополняется данными, поступающими с действующих орбитальных систем. У потенциального потребителя этих данных есть широкие возможности выбора снимков по типу съемки, пространственному и радиометрическому разрешению, а также по времени съемки. Архивные данные, как правило, оказываются дешевле оперативных, но, в любом случае, для конечного пользователя проходит определенное время между заказом снимка и его получением, даже если данные приобретаются через Интернет. В тех случаях, когда важна высокая степень оперативности при решении текущих задач по созданию и обновлению картографического материала (например, при оперативной оценке последствий стихийных бедствий и принятии решений об устранении этих последствий), могут быть применены авиационные съемочные системы, такие как цифровые бортовые камеры и лазерные сканеры вертолетного и самолетного базирования, позволяющие в результате съемки получать трехмерные модели местности. Кроме того, организации, работающие с большими объемами информации, могут получать данные дистанционного зондирования со спутников в режиме оперативной связи, минуя поставщиков ДДЗ, если приобретут и установят у себя станцию приема информации.

11. Существующие на рынке геоинформационных технологий современные решения по автоматизированному дешифрированию ДДЗ и подготовке геопространственных данных для геоинформационного картографирования, как правило, используют алгоритмы высокой степени автоматизации, основанные на объектно-ориентированном подходе при выполнении классификации. В области дешифрирования космических снимков имеется возможность выбирать подходящее программное решение в зависимости от того, в какой ГИС он будет создавать карты на основе полученного материала, а также от системы обработки ДДЗ, в которой он выполняет предварительную подготовку данных и анализирует результаты дешифрирования, выполненного модулем, от объема задач (предусматривающих несложную классификацию единичных растров или потоковую обработку терабайтов информации), и многих других факторов. В некоторых случаях модули автоматизированной классификации позволяют существенно сократить трудовые затраты на производство картографической продукции, внедрив в процесс компьютерное дешифрирование космических снимков.

### **Выводы**

1. Методология цифрового моделирования применительно к современным задачам создания топокартографических продуктов, отвечающих производственно-рыночным нововведениям и требованиям рынка, остается сложной проблемой в области топогеодезической науки, решение которых является актуальным.

2. При совершенствовании руководящих компонентов модельных основ цифровых топографических карт необходимо первостепенно учесть современные информационные и спутниковые технологии, новые методы программных алгоритмов, дающие их эффективные реализации.

### **Список литературы**

1. Ревзон А.Л. Картографирование состояний геотехнических систем. – М.: Недра, 1992.
2. Висмут А.С. Моделирование в картографии с применением ЭВМ. – М.: Недра, 1998. – 200 с.
3. Востокова Е.А., Сущеня В.А, Шевченко Л.А. Экологическое картографирование на основе космической информации. – М.: Недра, 1988.