Рисунок 2. Сопоставление 3D-изображения звуковой волны (слева) и цифровой модели рельефа (справа)

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ 12-05-33040-мол-а-вед.

Библиографический список

1. Алексеенко Н.А., Бушуева И.С., Медведев А.А. Анимационное представление видимого ландшафта // Мат-лы Межд. конф. "Интеркарто-15: ГИС для устойчивого развития территорий", Пермь-Гент, 2009. 5с.
2. Берлянт А.М. Виртуальные геоизображения. – М.: Научный мир, 2001.- 50 с.
3. Берлянт А.М. Геоиконика. – М.: Астрель, 1996. – 210 с.
4. Медведев А.А. Мультимедийный атлас Курильских островов // Геодезия и картография.- 2007.- №11.- С. 26-29.
5. Медведев А.А. Организация пространственных данных на основе электронных и мультимедийных атласов // Национальное картографирование: состояние, проблемы и перспективы развития. Сборник материалов V Всеукраинской научно-практической конференции «Национальные атласы в формировании глобального информационного пространства» (г. Киев, 13-14 сентября 2012 г.). том 5, с. 111-114.
6. Медведев А.А. Звуковой способ представления рельефа местности - Геодезия и картография.- 2011.- №11.
7. Alekseenko N.A., Medvedev A.A. Use of multimedia and Internet technology for developing ecological education and recreation //Abstracts of papers XXIII International cartographic conference. Moscow, 2007.

СОЗДАНИЕ ПО МАТЕРИАЛАМ ДЗЗ ЦИФРОВЫХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ТЕМАТИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ

Б.А. Новаковский, А.И. Прасолова, П.Е. Каргашин, Р.В. Пермяков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет
dcaph@mail.ru, prasolova.geo@yandex.ru, p.e.kargashin@mail.ru, roman-permyakov@yandex.ru

Producing digital elevation models on a base of remote sensing data and its using for thematic mapping

B.A. Novakovsky, A.I. Prasolova, P.E. Kargashin, R.V. Permyakov

Lomonosov Moscow state university, Geography department
dcaph@mail.ru, prasolova.geo@yandex.ru, p.e.kargashin@mail.ru, roman-permyakov@yandex.ru

Abstract. Researching a relief is one of the basic tasks of modern geographical science. Using digital elevation models considerably expands possibilities of thematic mapping. A basic method of producing digital elevation models is processing of remote sensing data whereby digital photogrammetric workstations. Its synthesis with a geoinformation processing of DEMs enables to create a large variety of thematic maps: ecological, geological, morphometric, hydrologic ones and others.

Изучение рельефа земной поверхности – одна из главных задач современной географической науки. Это связано с тем, что такие характеристики рельефа, как распределение по территории абсолютных высот, относительных превышений, уклонов, вертикальная и горизонтальная расчлененность и некоторые другие, являются объектом фундаментальных географических исследований. Кроме того, эти свойства рельефа обычно учитываются при подготовке территории для строительства различных инженерных сооружений (жилых и промышленных зданий, железных и шоссейных дорог, системы канализации и водоснабжения и т.д.). Вместе с тем, они важны и для решения задач создания защиты от неблагоприятных и опасных явлений, разработки проектов мелиорации, защиты земель от почвенной эрозии, оценки миграции токсичных веществ и других целей.

Использование цифровых моделей рельефа (ЦМР) существенно расширяет возможности компьютерного картографирования. Проведенные нами исследования показали, что ограничения по тематике научных исследований практически отсутствуют; можно создавать самые разнообразные цифровые модели: экологические, геологические, гидрогеологические, морфометрические и другие.

Моделью в математике принято называть любое множество объектов, на котором определены те или иные предикаты. ЦМР – это особый вид трехмерных математических моделей, представляющий отображение «рельефа» как реальных, так и абстрактных геополей (поверхностей). Цифровые модели являются основой представления данных в автоматизированной картографии. В зарубежной литературе ЦМР определяются как регулярный двухмерный массив высот, отсчитываемых от уровня поверхности. Под цифровой моделью геометрического (географического) объекта мы будем понимать определенную форму представления исходных данных и способ их структурного описания, позволяющий «вычислять» (восстанавливать) объект путем интерполяции, аппроксимации или экстраполяции.

Отметим наиболее важные теоретические аспекты, относящиеся к цифровым моделям: источники создания, методы создания (моделирования), способы хранения цифровых моделей в базе данных, использование и возможные запросы к цифровым моделям в системе, трансформация модели при изменении масштаба. Данные для ЦМР получают путем натурных измерений, дистанционного зондирования, фотограмметрической (аналитической) обработки снимков, карто- и морфометрических измерений и т.д.

Важнейшим источником информации при тематическом геоинформационном картографировании являются данные ДЗЗ: материалы наземной, аэро- и космической съемок. Выбор исходных материалов зависит от уровня геосистем, подлежащих картографированию. Так, материалы космических съемок используют, в основном, для исследований геосистем глобального, континентального/океанического, регионального и субрегионального уровней; аэроснимки применяют преимущественно при исследованиях на региональном, субрегиональном, локальном и фациальном уровнях. Материалы наземной съемки применяют при географических исследованиях горных территорий на локальном и фациальном уровнях.

При расчете расчленения рельефа, характеристик русловых форм разного порядка, их динамики и структуры использование материалов ДЗЗ имеет особое значение. Они обеспечивают исследователей качественной (визуально-дешифровочной) и количественной (фотограмметрической) информацией о территориальных объектах, процессах и явлениях [Новаковский и др., 2003]. За последние десятилетия опубликовано много работ, посвященных созданию ЦМР по материалам ДЗЗ, точности их построения и возможностям использования. Одним из наиболее достоверных и надежных инструментов создания ЦМР являются цифровые фотограмметрические системы (ЦФС), которые представляют собой набор специальных аппаратных средств для обработки данных ДЗЗ. Программный комплекс фотограмметрической системы позволяет работать в стереорежиме с использованием специальных инструментов: 3D мониторов, мониторов со стереоскопической насадкой, анаглифических и поляризационных очков и т.д. Автоматизированное создание ЦМР существенно расширяет возможности применения ЦФС в географических исследованиях и различных областях хозяйственной деятельности. Это наглядно проявляется при создании морфометрических картографических изображений, например: карт углов наклона и экспозиции склонов, синтезированных фотоизображений, карт вертикального и горизонтального расчленения. Результатом обработки снимков на ЦФС также могут быть цифровые топографические карты и ортофотопланы [Новаковский и др., 2011].

Моделирование речных бассейнов – относительно недавно возникшая область практического применения ЦМР. В последнее время она вызывает все больший интерес у гидрологов и других исследователей, занимающихся изучением русловых процессов. Речным бассейном принято называть часть суши, с которой поверхностные воды поступают в русло реки. Система русел, на которые опираются склоны, образует основу для выделения структуры организации бассейна: от водораздела вниз по склону до тальвега. Русло реки и территория, с которой она собирает поверхностные и подземные стоки, в ландшафтном плане образуют сложную природную структуру - бассейновую парагенетическую систему. Главными составляющими речного бассейна являются его рельеф и конфигурация сети линий стока.

В научной среде морфометрическое изучение речных бассейнов принято называть Хортон-анализом, по фамилии первого исследователя, предложившего способ определения порядков рек. Определение гидрологических и морфометрических характеристик (длина водотоков, положение водоразделов, площадь элементарных бассейнов, угол наклона, расчленение территории) в ручном режиме представляет трудоемкую процедуру и требует значительных временных затрат. Традиционными источниками данных для расчетов этих

параметров являются карты и результаты землемерных съемок. Альтернативный способ получения гидрологических и морфометрических характеристик речных бассейнов основан на цифровом представлении поверхностей, т.е. на ЦМР.

При создании ЦМР средствами ЦФС основными источниками данных являются материалы ДЗЗ: отдельные космические и аэроснимки или их серии, покрывающие всю территорию исследования. Серии снимков должны быть сформированы таким образом, чтобы соседние изображения образовывали стереопары. Предварительный этап построения ЦМР подразумевает подготовку геометрической модели рельефа, по которой впоследствии будут произведены измерения. На этом этапе необходимо корректно провести фотограмметрические процедуры внутреннего и внешнего ориентирования снимков. Средством интерпретации геометрической модели является стереоскопическая модель, которая создается автоматически при наблюдении стереоизображений.

В последнее время развитие тематического картографирования идет по пути усиления роли геоинформационных систем в процессе обработки различных источников информации. Синтез фотограмметрического способа создания ЦМР и их последующей геоинформационной обработки позволяет выйти за пределы традиционного применения ЦФС, используя все их положительные свойства в целях тематического картографирования.

На рынке фотограмметрического программного обеспечения выделяется разработанная ЗАО «Фирма «Ракурс» ЦФС PHOTOMOD. Данный продукт создан ведущими специалистами России и в настоящее время используется более чем в 70 странах мира. PHOTOMOD - полнофункциональная фотограмметрическая система с широким спектром возможностей и оригинальным графическим интерфейсом. К ее достоинствам относится замкнутый технологический цикл получения всех видов конечной продукции: ЦМР, 3D-векторов, ортофотопланов и цифровых карт. PHOTOMOD имеет гибкую модульную структуру, обеспечивающую оптимальное соответствие конфигурации задачам пользователя, функционирует в локальной сети и может эксплуатироваться совместно с другими фотограмметрическими системами. В отношении создания ЦМР особенностью программного комплекса является возможность автоматического расчета высоты в каждом пикселе стереопары изображений. Такие ЦМР в терминологии разработчиков называются плотными. Автоматизированное создание ЦМР позволяет существенно расширить возможности использования ЦФС в географических исследованиях и различных областях хозяйственной деятельности.

Модульная структура ЦФС PHOTOMOD рассчитана на последовательное преобразование космических и аэроснимков. Логическим продолжением построения ЦМР в модуле DTM стало использование возможностей модуля StereoDraw, предназначенного для создания и редактирования трёхмерных векторных объектов в стереорежиме с привязкой к классификатору. Согласно данным разработчиков, трёхмерные векторные объекты (3D-векторы) в дальнейшем могут использоваться для создания цифровых карт, а также как базовая основа для построения модели рельефа при их загрузке в модуль DTM. Таким образом осуществляется двусторонний межмодульный обмен: результатами создания цифровых моделей в модуле DTM и трёхмерными векторными объектами в среде StereoDraw.

Построение 3D-векторов сопряжено с задачей их дешифрирования по стереопарам. Для того чтобы составить общее впечатление о гидрографической сети исследуемой территории еще до процедуры геоинформационного моделирования, было решено визуально идентифицировать положение линейных и площадных водных объектов в 3D-режиме. Процедура их распознавания заключается в последовательной фиксации высот точек по контурам рек и озер с помощью прокрутки колеса мыши в стереорежиме. [Новаковский и др., 2012]. Стереоскопический просмотр сети триангуляции (TIN) и ЦМР, построенных на основе пикетов и структурных линий, позволил сопоставить моделируемый каркас территории с реальной поверхностью. Локальные неточности, выявленные по итогам такого просмотра, корректировались или исключались с помощью специальных фильтров, входящих в инструментарий ЦФС: медианного, близлежащих точечных объектов, фильтра по Z-диапазону.

Одним из наиболее доступных и рациональных способов создания тематических карт по материалам дистанционного зондирования на основе ЦМР является их геоинформационная обработка средствами ГИС-пакетов. Для решения задач данного исследования использовалась геоинформационная платформа ArcGIS 10. Обладая богатым набором инструментов геообработки и широкими возможностями картографического представления, последняя версия продуктов ArcGIS оказалась оптимальной средой для пространственного анализа ЦМР и построения ряда тематических карт: гипсометрической карты, карт углов наклона и экспозиции склонов, карт водосборных бассейнов и гидрографической сети, карты морфометрического оптимума для строительства трубопровода, карты планирования горного водохранилища и др. На рис.1,2,3 и 4 приведены фрагменты некоторых из них.

Рис.1. Гипсометрическая карта (Джермук, Армения)

Рис.2. Фрагмент карты водосборных бассейнов (Джермук, Армения)

Рис.3. Фрагмент карты морфометрического оптимума трассы трубопровода (Джермук, Армения)

Рис.4. Фрагмент карты планирования горного водохранилища (Джермук, Армения)

В заключение необходимо подчеркнуть, что именно синтез современных фотограмметрических и геоинформационных технологий – это надежная основа использования ЦМР для решения многих фундаментальных и прикладных задач тематического картографирования. Этому способствует и то, что в настоящее время фотограмметрия понимается как наука и технология получения достоверной информации о предметах реального мира и окружающей их среде путем регистрации, измерения и интерпретации снимков и электромагнитного излучения, поступающего от системы датчиков. Такому научному направлению отводится ведущая роль в обработке и интерпретации современных материалов дистанционного зондирования. Если дистанционное зондирование призвано снабжать географические исследования первичной информацией, поступающей главным образом из окружающего пространства, то фотограмметрия – из его модели, обеспечивая целенаправленный анализ окружающей среды.

Библиографический список

1. Новаковский Б.А., Прасолов С.В., Прасолова А.И. Цифровые модели рельефа реальных и абстрактных геополей. – М.: Научный мир, 2003. – 64 с.
2. Новаковский Б.А., Прасолова А.И., Волкова И.С., Пермяков Р.В. Геоинформационное обеспечение моделирования рельефа с использованием цифровых фотограмметрических станций // Геоинформатика. – 2011. -№4. – с.42-48
3. Новаковский Б.А., Прасолова А.И., Каргашин П.Е., Пермяков Р.В. Цифровые модели рельефа в тематическом картографировании // Современная географическая картография // Под. ред. И.К.Лурье и В.И.Кравцовой. М.: Дата+, 2012. С.36-48.

РАЗВИТИЕ КАРТОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Л.И. Попкова, С.Г. Казаков, В.Б. Горин
Курский государственный университет
г. Курск, poligeo@yandex.ru*

DEVELOPMENT OF CARTOGRAPHY AND GEOINFORMATICS IN THE KURSK REGION

*L.I. Popkova, S.G. Kazakov, V.B. Gorin
Kursk State University
Kursk, poligeo@yandex.ru*

Abstract. Currently, GIS technology is used not only for the government and administrative power of the Kursk region, but also very well developed GIS business. And already noted quite intense competition in this market segment. For example, one of the most profitable of GIS projects in our region is preparation and support of transactions with land and cadastre.

Развитие картографии в Курском крае рассматривается, во-первых, как история изображения территории в картографической продукции, а во-вторых, через деятельность курян, так или иначе связанную с созданием любых видов подобной продукции.

Если не брать во внимание канувший в Лету легендарный "Большой чертеж", то первое отдельное изображение территории современной области относится к 1792 году. Карта Курского наместничества включала в себя лишь границы уездов, гидрографическую сеть и практически полный перечень уже на тот момент многочисленных населенных пунктов.