



УДК 556.53
ББК 26.1

АКТУАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА, ОСНОВАННОГО НА GPS-ИЗМЕРЕНИЯХ БЕРЕГОВЫХ ЛИНИЙ ВО ВРЕМЯ ЗАТОПЛЕНИЙ ¹

А.В. Писарев

Проведена актуализация береговых линий водоемов для уточнения высотных характеристик рельефа. С использованием измерений на местности с помощью GPS-оборудования описана процедура построения цифровой модели рельефа.

Ключевые слова: геоинформационные технологии, дистанционное зондирование, системы глобального позиционирования, Волго-Ахтубинская пойма, цифровая модель рельефа.

Введение

Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) являются эффективным инструментом, позволяющим оперативно и детально исследовать состояние окружающей среды и получать объективную картину мира. Целью работы является оценка возможностей использования аэро-статов и GPS-измерений для получения высокоточной карты местности.

Волго-Ахтубинская пойма (ВАП) – территория, ограниченная рекой Волгой и ее рукавом Ахтубой. Протяженность ВАП более 450 км, а ширина на некоторых участках достигает 40 километров. Общая площадь территории Волго-Ахтубинской поймы составляет более 2 000 км². Между Волгой и Ахтубой имеется большое число водных каналов (ериков), которые образуют сложную гидрологическую сеть. Русло Ахтубы находится выше уровня русла Волги, поэтому во время весеннего паводка вода из Ахтубы попадает в ерики и наполняет озера и протоки водой, определяя гидрологический режим ВАП. Часть ериков объединена в регулируемые гидротехнические системы – водные тракты. Основная водная артерия поймы – «Каширинский тракт» включает систему ериков: Старая Ахтуба – Пахотный (Гнилой) – Каширин – Лещев – Булгаков (117 км). Они формируют преобладающую долю (79,0 %) водного питания поймы.

© Писарев А.В., 2012

Важнейшим компонентом компьютерной модели для изучения динамики поверхностных вод на заданной территории является цифровая модель рельефа (ЦМР). Рельеф местности является одним из основных факторов, определяющих характер затопления территорий.

Источники высотных данных

Рассмотрим алгоритм построения ЦМР северного участка Волго-Ахтубинской поймы, расположенной около Волжской ГЭС [5].

1. На первом этапе строим рельеф территории с низким разрешением по данным SRTM (Shuttle radar topographic mission), погрешность которых составляет 60 м по горизонтали и 16 м по высоте. Построенная таким образом матрица высот является базовой для ЦМР. После векторизации растровых данных получаем векторный слой изолиний высот.

2. На втором этапе векторную карту дополняем точечными, линейными и площадными объектами с использованием данных спутника *OrbView-3* с пространственным разрешением до 4 метров. В частности, создаем тематические слои «Населенные пункты», «Автодороги», «Ерики и протоки», «Тип растительности», «Озера».

3. На заключительном этапе проводим актуализацию рельефа местности с использованием данных Landsat (разрешение космоснимков составляет 25 м), которые позволяют отслеживать характерные изменения в затоплении территории во время весеннего паводка.

Методика построения изолиний

Данные дистанционного зондирования Земли, находящиеся в открытом доступе и представленные при помощи космических снимков, дают возможность определить границы интересующих объектов (коммуникации, населенные пункты, растительность) с хорошей точностью (до 4 м). Данные радарного сканирования поверхности Земли (SRTM, ASTER GDEM), находящиеся в открытом доступе, обладают низкой разрешающей способностью (25–90 м), возможно наличие артефактов. Аэроснимки, полученные с аэростата, имеют разрешение десятки сантиметров (в зависимости от высоты подъема сканирующей аппаратуры). Недостатками всех спутниковых систем ДЗЗ является привязка параметров и времени зондирования к параметрам орбиты искусственных спутников Земли и чувствительность к атмосферным помехам.

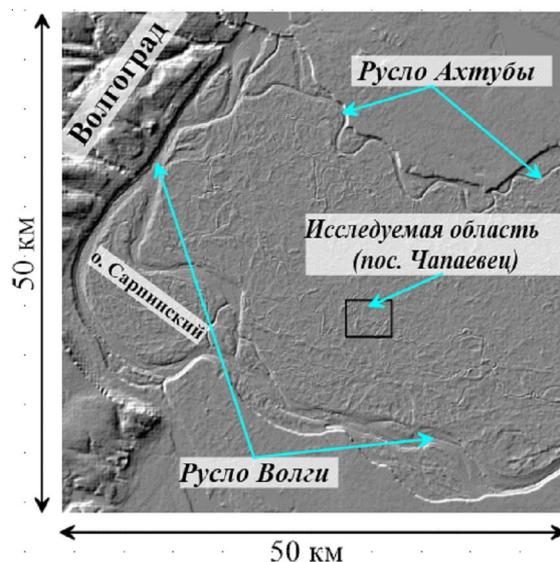


Рис. 1. Северная часть Волго-Ахтубинской поймы

Поэтому было принято решение детально выделить и обозначить береговые линии отдельных водоемов Волго-Ахтубинской поймы во время паводка 2012 года. По результатам дешифрирования космических снимков высокого разрешения территории Каширинского тракта были определены участки, которые требуют исследования в полевых условиях. Среди них – окрестности населенного пункта Чапаевец (см. рис. 1). Работа, проводимая студентами и сотрудниками кафедр ИСКМ и ФИОУ ВолГУ в мае 2012 г., включала три основных этапа:

1. Съемка с воздуха. Был сконструирован аэростат, состоящий из нескольких надувных шаров диаметром 1 м, наполненных гелием. К подвесному тросу присоединялся подвес с фотокамерой (см. рис. 2), съемка проводилась на высоте 50–100 метров. Этого оказалось достаточно для получения обзорных фотоснимков затопленной области с пространственным разрешением 5–10 см (см. рис. 3).

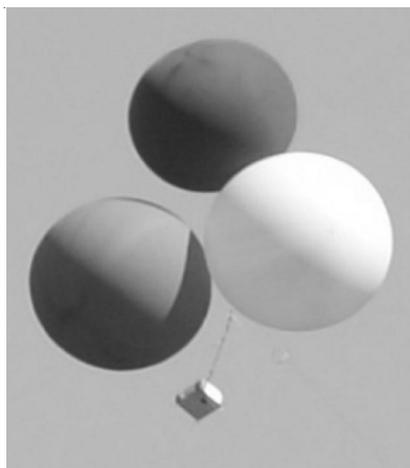


Рис. 2. Аэростат с фотоаппаратом



Рис. 3. Съемка береговой линии водоема с аэростата на высоте 50 м

2. Уточнение координат береговой линии исследуемого водоема при помощи GPS-навигаторов Garmin Etrex. Предварительно на карте были определены контрольные точки (более 20 шт.), географические координаты которых впоследствии были определены на местности [6]. Геодезическая буссоль позволила уточнить углы между контрольными точками (см. рис. 4).



Рис. 4. Измерение координат водоема студентами ВолГУ

3. Обработка результатов полевых измерений в геоинформационных системах [2]. Полученные данные были нанесены в виде отдельного тематического слоя на векторную карту ВАП. Так как береговая линия образована поверхностью постоянного уровня, ее можно называть изолинией. Построив изолинии за различные промежутки времени, стало возможным уточнить рельеф прибрежной зоны водоема [1]. На вычислительном кластере был запущен компьютерный расчет, соответствующий паводковой ситуации на момент наблюдений [4]. Результаты моделирования показали соответствие данным, полученным при помощи полевых измерений (см. рис. 5).



Рис. 5. Фрагмент карты затопления с уточненным рельефом местности

Заключение

Космическая съемка является незаменимой при решении глобальных экологических задач. Однако существует большое количество локальных проблем (например, учет подтопляемых территорий в населенных пунктах), решение которых является экономически не выгодным и не всегда возможным при помощи космической съемки. Измерения на местности могут помочь решить подобные задачи. Для составления реальной картины происходящего явления и проведения комплексного анализа следует применять трехступенчатый метод получения информации: обзорная съемка космическими средствами ДЗЗ – детальная аэрофотосъемка – наземная корректировка проводимых исследований.

ПРИМЕЧАНИЯ

¹ Работа выполнена в рамках гранта РФФИ-11-07-97025-р_поволжье_a, Минобрнауки (тема «Системы мониторинга, диагностики и управления в экологии и медицине на основе информационных технологий и компьютерного моделирования»), ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009–2013 гг.» (проект № 14.В37.21.028).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошель, С. М. Моделирование рельефа по изолиниям / С. М. Кошель // Университетская школа географической картографии / под ред. А. М. Берлянта. – М. : Аспект Пресс, 2005. – С. 198–208.
2. Скворцов, А. В. Геоинформатика / А. В. Скворцов. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2006. – 336 с.
3. Хоперсков, А. В. Геоинформационная система для прогноза сезонных затоплений / А. В. Хоперсков, С. С. Храпов, А. В. Писарев, И. А. Кобелев // Материалы международной конференции «ИнтерКарто-ИнтерГИС 17» «Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт», Барнаул (Россия) – Денпасар (Индонезия), 14–19 дек. 2011 г. – С. 190–198.
4. Хоперсков, А. В. Прямое моделирование динамики поверхностных вод на территории Волго-Ахтубинской поймы / А. В. Хоперсков, С. С. Храпов, А. В. Писарев, И. А. Кобелев, И. Г. Кудина // Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности / под ред. акад. В. А. Садовниченко, акад. Г. И. Савина, чл.-кор. РАН Вл. В. Воеводина. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2012. – С. 177–181.
5. Храпов, С. С. Особенности динамики затопления Волго-Ахтубинской поймы в зависимости от режимов испарения и инфильтрации / С. С. Храпов, А. В. Писарев, А. А. Воронин, Т. А. Дьяконова, Е. А. Циркова // Вестн. ВолГУ. Сер. 1, Математика. Физика. – 2012. – № 1 (16). – С. 43–47.
6. Яценков, В. С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и Глонасс / В. С. Яценков. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 272 с.

DIGITAL TERRIAN MODEL ACTUALIZATION OF VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN BASED ON GPS MEASUREMENT OF COASTLINES DURING FLOODING

A. V. Pisarev

The water bodies shorelines updating for clarifying of digital terrian model (DTM) high altitude characteristic was done. The procedure of DTM construction was described using the field measurement with GPS-equipment.

Key words: *geoinformation technologies, remote sensing, global positioning systems, Volgo-Akhtuba floodplain, digital terrian model.*