

УДК 528.92

ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА Г. НОВОСИБИРСКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ С УЧЕТОМ ПОТОКОВОЙ СТРУКТУРЫ И ПЛАСТИКИ РЕЛЬЕФА

Дмитрий Владимирович Панов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры экологии и природопользования, тел. (913)760-43-33, e-mail: dima_panov@mail.ru

В статье рассматриваются подходы к анализу рельефа по ЦМР с учетом потоков вещества, с целью выявить участки экологической напряженности на территории города.

Ключевые слова: геоинформационные системы, цифровые модели рельефа, пластика рельефа.

DEVELOPMENT DIGITAL TERRAIN MODEL NOVOSIBIRSK AND ITS SURROUNDINGS WITH STREAM STRUCTURE AND PLASTIC OF RELIEF

Dmitry V. Panov

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., a post-graduate student, of chair of ecology and environmental management, tel. (913)760-43-33, e-mail: dima_panov@mail.ru

The article discusses approaches to the analysis of the relief on DEM with flow of substances to identify areas of environmental stress in the city.

Key words: geoinformation systems, digital terrain model, plastic relief.

Из всего многообразия природных компонентов рельеф является важнейшим фактором, определяющим состояние территории. Анализ морфологии рельефа как совокупности упорядоченных форм, возникших под действием гравимагнитных полей, позволяет выявить направление потоков почвенно-геологического вещества, которые, в свою очередь, определяют направление движения потоков техногенного вещества. Учет структуры и строения рельефа позволяет выявить возможные места наибольшего загрязнения за счет транспортировки загрязняющих веществ [1, 2].

Современный инструментарий ГИС предоставляет широкие возможности цифрового моделирования рельефа и его анализа. Для исследования территории г. Новосибирска и его окрестностей средствами ГИС «Карта» ЗАО «Панорама» была построена цифровая модель рельефа (ЦМР).

В нашем случае основным способом сбора исходных данных была оцифровка горизонталей с карт 1 : 25 000. Кроме того, выполнялся дополнительный набор точек по структурным линиям тальвегов, водоразделов, линиями максимальной кривизны склонов и линиями обрывов.

Дополнительные точки предварительно выбирались на исходной топографической карте по намеченным линиям, отметки (z) с заданным шагом оп-

ределялись интерполированием высот горизонталей, а также по водотокам отметок урезов воды, обозначенным на карте. Это обеспечивает наиболее адекватное отображение структуры рельефа, приуроченного к гидрографической сети на ЦМР. Кроме того, отметки, набранные по линиям максимальной кривизны склонов, позволяют при аппроксимации поверхности избежать нежелательного «эффекта террас», т. е. искажения геоморфологической ситуации, возникающей за счет более плотного расположения дискретных точек по линиям горизонталей в сравнении с расстоянием (заложением) между ними [3, 4].

Для создания ЦМР применялась ГИС «Панорама» – универсальная геоинформационная система, имеющая средства создания и редактирования электронных карт, выполнения различных измерений и расчетов, оверлейных операций, обработки растровых данных, средства подготовки графических документов в электронном и печатном виде, а также инструментальные средства для работы с базами данных [5].

Исходя из назначения и выбранного программного продукта, были выделены следующие этапы создания ЦМР, представленные на рис. 1.

1. Подготовка растровых карт в границах рамок номенклатурных листов масштаба 1 : 25 000 в формате MAP на всю территорию (сканирование бумажных литооттисков карт и последующая привязка к системе координат).

2. Привязка и трансформирование растровых карт. Создание «пустых» карт по координатам углов рамок трапеций с километровой сеткой координат, для трансформирования растрового изображения по рамкам номенклатурного листа и по узлам координатной сетки, с целью ослабления влияния нелинейной деформации бумажной основы, учета погрешности сканирующего устройства и ошибок, возникающих при объединении растров малого формата (например А3) в общий файл.

3. Оцифровка горизонталей в соответствии требованиями инструкции по сбору информации ГИС «Карта».

4. Выделение потоковых структур. Морфологический анализ форм рельефа и набор дополнительных точек по выделенным потоковым структурам векторной карты гидрографической сети и оцифрованных горизонталей. Сущность этого этапа заключается в том что в интерактивном режиме намечаются линии нулевой кривизны – морфоизографы, подчеркивающие систему сети тальвегов и водоразделов. Наносятся (по выделенным потокам) точки бифуркации потоков и проводятся линии вертикальной кривизны, подчеркивающие направление движения почвенного вещества.

Методом линейной интерполяции по линиям, обозначенным на векторной карте потоков, набираются топологические согласованные высотные отметки в характерных точках рельефа.

5. Построение матрицы высоты рельефа.

6. Автоматический и визуальный контроль и редактирование матрицы высот по 3D-модели.

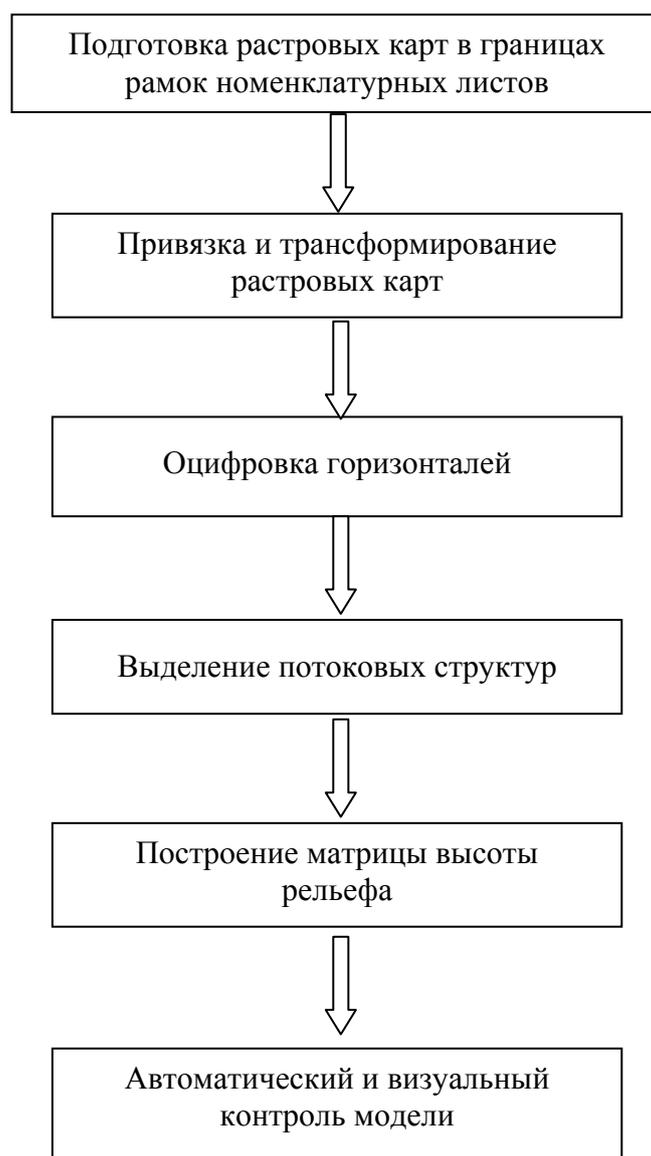


Рис. 1. Этапы создания ЦМР

В соответствии с предложенной технологией создана ЦМР на территорию города и его окрестности. Матрица высот рельефа формировалась с шагом сетки 20 м методом линейно взвешенной интерполяции, общая площадь составила 19 837 км². На исходных картах рельеф отображен в виде горизонталей, проведенных в черте города через 2,5 м и через 5 м по высоте за его пределами.

По результатам визуального и количественного анализа определено среднее расстояние между горизонталями на исходных картах, в соответствии с которым размер элемента матрицы в метрах на местности принят 20 м.

В общей сложности матрица содержит 5 034 811 точек с абсолютными отметками.

Оценка точности построения ЦМР осуществлялась по разностям абсолютных высот точек ($\Delta Z = Z_M - Z_K$), выбираемых практически случайно, из расче-

та 3-4 точки на квадратный километр площади ЦМР. Общий объем выборки элементов ΔZ составил 1 843.

Руководствуясь методикой статистической обработки, данные выборки были упорядочены и по формуле Стерджесса [6, 7] сгруппированы по 12 интервалам. Длина интервала составила 1,04, минимум и максимум середины интервалов равны $\pm 5,7$ (таблица).

Таблица

Вариационный ряд	Левая граница	Правая граница	Середины интервалов	Частота
1	-6,2	-5,2	-5,7	2
2	-5,2	-4,1	-4,7	1
3	-4,1	-3,1	-3,6	7
4	-3,1	-2,1	-2,6	13
5	-2,1	-1	-1,5	99
6	-1	0	-0,5	915
7	0	1,1	0,5	648
8	1,1	2,1	1,6	144
9	2,1	3,1	2,6	8
10	3,1	4,2	3,7	3
11	4,2	5,2	4,7	2
12	5,2	6,3	5,7	1

Для каждого интервала рассчитаны групповая частота элементов, а также относительная частота.

По значениям относительной частоты построен график распределения, показанный на рис. 2.

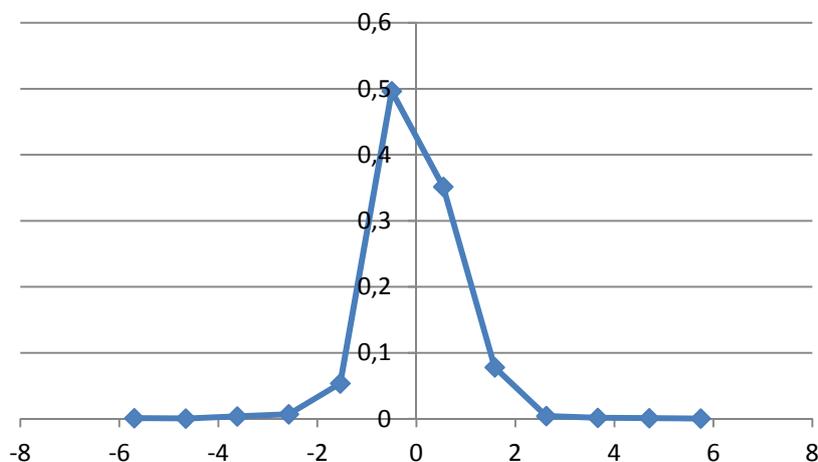


Рис. 2. График относительных частот

Анализ частотного распределения элементов выборки показал соответствие закону нормального распределения, следовательно, данные выборки репрезентативны, с вероятностью 0,95 вычисляемые статистические параметры объективно характеризуют точность результатов построения ЦМР на г. Новосибирск.

Основные полученные параметры: средняя арифметическая погрешность 0,5 м, дисперсия 0,38 м, среднеквадратическая погрешность 0,62 м.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубина Л.К., Селезнев Б.В., Панов Д.В. Подходы к оценке экологического состояния кадастровых участков городских территорий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 182–185.
2. Быкова О.Г. Оценка территориальных особенностей функционирования агроландшафтов Новосибирской области // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2(18). – С. 51–56.
3. Каленицкий А.И., Васильева Е.Е. Оценка площади физической поверхности участка на территории Алтайского края // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2(18). – С. 68–73.
4. Вовк И.Г. Математическое моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1(17). – С. 94–103.
5. Трубина Л.К., Косарева А.М. Морфологическое исследование рельефа как основа оценки рекреационного потенциала территории // ГЕО-Сибирь 2011: сб. материалов VII Междунар. науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2011», 19–29 апр. 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2011. – Т. 4. – С. 263–270.
6. Статистика: учебник / под. ред. И. К. Елисеевой. – М.: ВИТРЭМ, 2002. – 448 с.
7. Антипов И.Т., Хлебникова Т.А. Исследования вероятностей оценки точности пространственной аналитической триангуляции // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 2(15). – С. 50–57.

Получено 26.02.2013

© Д.В. Панов, 2013