

Геоморфометрическое моделирование Карадагского заповедника

Флоринский И.В.¹, Горбунов Р.В.², Селезнева Е.В.¹

¹Институт математических проблем биологии РАН – филиал ФИЦ «Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН», Пущино, ²Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН, Феодосия

iflor@mail.ru, karadag_station@mail.ru, seevgenia@gmail.com

Geomorphometric modelling of the Karadag Reserve

Florinsky I.V.¹, Gorbunov R.V.², Selezneva E.V.¹

¹Institute of Mathematical Problems of Biology, the Keldysh Institute of Applied Mathematics, Russian Academy of Sciences, ²The Vyazemsky Karadag Scientific Station and Natural Reserve, Russian Academy of Sciences

We develop a desktop information system for multiscale geomorphometric modelling of the Karadag Reserve. The system will provide storage of a digital elevation model (DEM) of Karadag and models of morphometric variables derived from the DEM, their three- and two-dimensional multiscale visualization, as well as application of these data for analysis and modelling of the relationship between topography and other components of local geosystems.

1 Введение

Математическое моделирование рельефа (геоморфометрия) [3, 5] лежит в основе анализа взаимосвязей в системе «рельеф–почва–растительность», прогнозного пространственного моделирования свойств почвенного и растительного покровов, анализа и прогноза развития неблагоприятных склоновых процессов и др.

Территория Карадагского заповедника представляет собой типичный участок югобережного низкогорья Крыма. Роль рельефа как каркаса югобережных субсредиземноморских ландшафтов и его влияние на биотические компоненты местных экосистем сложно переоценить. Кроме того, на территории Карадага развиты неблагоприятные склоновые процессы, которые характерны для всего Горного Крыма: эрозия, обвалы и оползни.

Нами разрабатывается настольная информационная система многомасштабного геоморфометрического моделирования территории Карадагского заповедника. Система должна обеспечить хранение цифровой модели рельефа (ЦМР) Карадага и рассчитываемых на ее основе моделей морфометрических характеристик, их двумерную и трехмерную многомасштабную визуализацию, а также использование этих данных для анализа и моделирования взаимосвязей между рельефом и другими компонентами местных геосистем.

2 Материалы и методы

Для моделирования выбран участок, включающий заповедник и ближайшие окрестности, с размерами около 7,1 x 7,8 км,

ограниченный 35,17° в.д. и 35,26° в.д.; 44,90° с.ш. и 44,97° с.ш. Моделируется рельеф суши (диапазон высот 0 – 577 м); рельеф морского дна не рассматривается.

На первом этапе выполнения проекта в качестве исходных данных использован фрагмент квази-глобальной ЦМР среднего разрешения SRTM1 [2]. ЦМР (матрица высот 325 x 253; 82 225 точек) имеет разрешение 1", что на широте Карадага составляет около 31 x 22 м (Рис. 1).

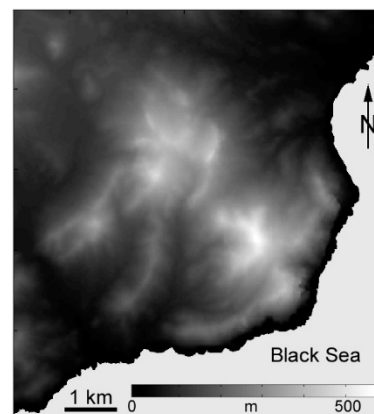


Рис. 1. Карадаг, высоты.

Для аппроксимации высот и расчета репрезентативного набора морфометрических величин применен универсальный спектрально-аналитический метод на основе ортогональных разложений высокого порядка по полиномам Чебышева I рода с последующим суммированием Фейера [4]. Использовались различные наборы коэффициентов разложения исходной функции высоты (от 50 до 500 коэффициентов по каждой из осей координат).

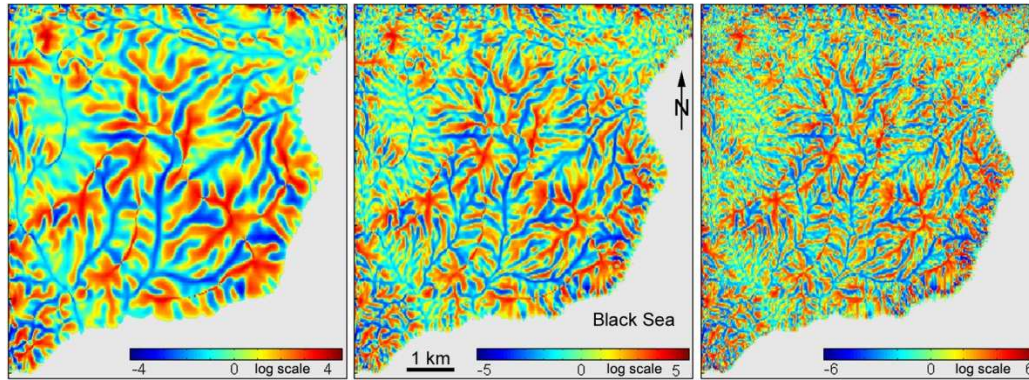


Рис. 2. Карадаг, горизонтальная кривизна. Расчет проведен с использованием 100, 200 и 400 коэффициентов разложения (слева направо).

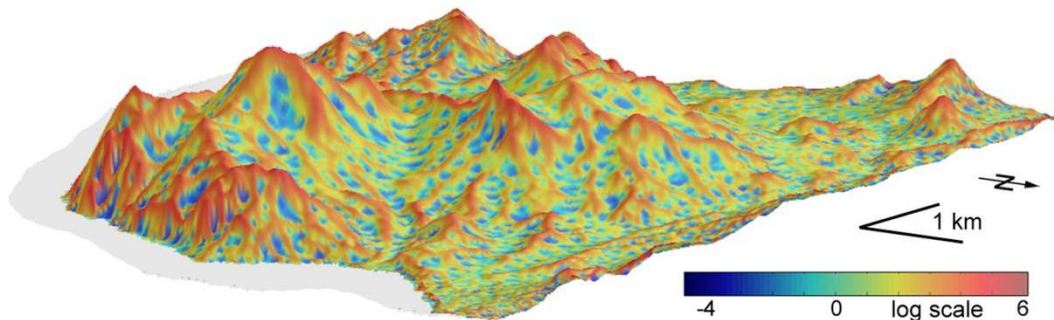


Рис. 3. Карадаг, максимальная кривизна. Расчет проведен с использованием 300 коэффициентов разложения. Параметры трехмерной визуализации: позиция наблюдателя: азимут 125°, высота 45°; двукратное вертикальное преувеличение масштаба.

Уменьшение числа коэффициентов разложения позволяет проводить генерализацию рельефа (Рис. 2) и реализует многомасштабное моделирование.

Рассчитаны следующие локальные характеристики рельефа: крутизна и экспозиция склона, а также 12 кривизн поверхности: горизонтальная, вертикальная, разностная, избыточная горизонтальная, избыточная вертикальная, аккумуляционная, кольцевая, минимальная, максимальная, средняя, Гауссова и несферичность. Все полученные модели логарифмически преобразованы. На Рис. 2 и 3 представлены примеры полученных моделей.

Обработка и визуализация данных осуществлены в пакете Matlab R2008b.

3 Дальнейшие работы

На следующем этапе проекта планируется проведение геоморфометрического моделирования с использованием в качестве исходных данных фрагмента ALOS World 3D [1] – новейшей квази-глобальной ЦМР высокого разрешения (2 м).

На завершающем этапе проекта полученные морфометрические модели будут интегрированы в единую систему. При создании геоинформационной оболочки для хранения, визуализации и использования этих моделей будет применено бесплатное программное обеспечение с открытым исходным кодом QGIS.

В будущем разрабатываемая система сможет использоваться для анализа и моделирования взаимосвязей между рельефом и биотическими компонентами экосистем Карадагского заповедника, моделирования и прогноза неблагоприятных склоновых процессов на этой территории, а также служить прототипом аналогичных систем для других территорий.

Список литературы

- [1] ALOS World 3D Topographic Data, 2015. URL: <http://alos-world3d.jp/en>
- [2] Earth Explorer, 2015. URL: <http://earthexplorer.usgs.gov>
- [3] I.V. Florinsky. *Digital Terrain Analysis in Soil Science and Geology*. Amsterdam: Academic Press, 2016.
- [4] I.V. Florinsky, A.N. Pankratov. *International Journal of Geographical Information Science*, 2016, **30**, 2506–2528.
- [5] И.В. Флоринский. *Альманах Пространство и время*, 2016, **11**(1), URL: http://j-spacetime.com/actual%20content/t11v1/PDF-files/2227-9490e-aprovr_e-ast11-1.2016.71.pdf

Работа выполняется в рамках проекта РФФИ и Совета министров Республики Крым № 16-47-910559.