

Географические науки

УДК 911.9

Е.А. КРАСИЛОВА

(krasilovaekaterina18@mail.ru)

Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ КРУПНОГО МАСШТАБА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ДЛЯ ЦЕЛИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ НА ПРИМЕРЕ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ*

3D-моделирование рельефа является сложным, но перспективным направлением ГИС-технологий. Оно применяется для положительных и отрицательных форм рельефа, с целью компьютерного отображения плоского рельефа в формате 3D. Трехмерные модели рельефа дают полное представление о выбранной местности, благодаря этому мы можем понять, как нам использовать эту территорию.

Ключевые слова: *топографическая карта, Ярославская область, трехмерная модель, изолинии, QGIS.*

Трехмерные модели рельефа могут создаваться на основании разнообразных картографических материалов, к которым можно отнести планы городов и сельской местности, крупномасштабные карты, аэрофотоснимки, растровые изображения и прочие данные [1].

Наиболее популярным и доступным способом построения трехмерных моделей является оцифровка топографической карты, с последующим моделированием рельефа при помощи различных ГИС-приложений. Особый вид картографического представления земной поверхности образуют рельефные модели местности и рельефные глобусы, которые относятся к трехмерным изображениям.

В нашей работе мы использовали метод оцифровки топографической карты, с последующим преобразованием ее в трехмерную модель рельефа. Метод построения изолиний по данным топографических карт представляет собой процесс преобразования линий равных высот (изолиний – горизонталей) с топографической карты в цифровой вид.

В качестве модельного полигона нами был выбран участок на юге Ярославской области. Рельеф сформирован конечно-моренными отложениями, в результате чего представляет холмистую гряду северо-западного простираения с относительными высотами холмов порядка 30 метров. Данный участок является наиболее выраженным в рельефе нашей области.

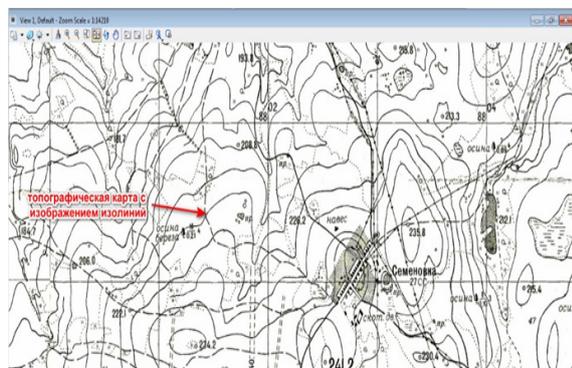


Рис. 1. Топографическая карта как основа для построения изолинии

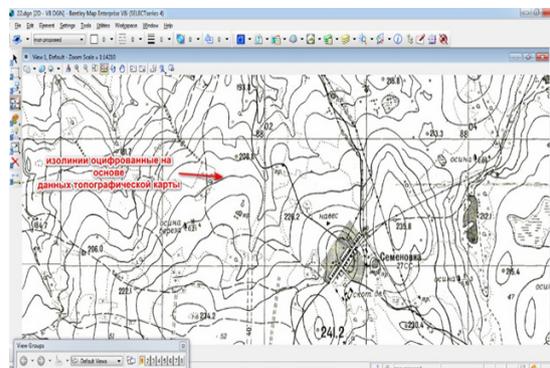


Рис. 2. Процесс оцифровки топографической карты

* Работа выполнена под руководством Брагина П.Н., доцента кафедры социально-экономической географии и туризма ФГБОУ ВО «ЯГПУ им. К.Д. Ушинского».

Алгоритм построения изолиний по данным топографических карт методом оцифровки сводится к выполнению ряда логически выстроенных шагов с привлечением разнообразных ГИС-приложений и сопутствующих программ. Сначала необходимо подобрать топографическую карту с изображением изолиний, отвечающую цели исследования. Эта карта должна быть сканирована или загружена в формате изображения (см. рис. 1).

Второй этап работы заключается в преобразовании изображения в векторный формат. Для этого удобной является полнофункциональная 3D-ГИС BentleyMapEnterprise V8i (SELECTseries 4). BentleyMap может работать с множеством форматов данных, а после завершения оцифровки изолиний пользователи могут экспортировать данные в различные форматы [2]. С помощью инструмента “CreateCurves: B-splinebyPoints” выбираем изолинию-горизонталь на карте и начинаем оцифровку, указывая точки на карте, которые соответствуют изолинии (см. рис. 2).

После завершения оцифровки всех изолиний, сохраняем полученные векторные данные в одном из обменных форматов, который позволяет подгружать данные в любую современную ГИС. К таким форматам можно отнести Shapefile (это векторный формат данных Esri для хранения местоположения, формы и атрибутов географических объектов [4]). Таким образом, мы получили цифровые данные по изолиниям, которые можно использовать в геоинформационных системах для пространственного анализа территории моделирования рельефа.

Перед построением изолиний важным этапом является нанесение поля высот, по которым и будет осуществляться моделирование рельефа.

Для этих целей в нашей работе мы использовали приложение QGIS актуальной версии для формирования базы данных, описывающей особенности высотного положения территории. Для этого информация о высотах была занесена в таблицу атрибутов. В конечном результате мы получили подробную карту с изолиниями в формате “shapefiles”.

Преобразование рельефа в 3d-модель целесообразно проводить с использованием приложения Global Mapper. Программа предоставляет множество инструментов для работы с геоданными, создание 3D-визуализаций и обработку данных высоты, а также поддерживает множество форматов данных, включая векторные и растровые форматы [3].

Алгоритм преобразования изолиний в трехмерную модель в Global Mapper состоит из загрузки оцифрованной карты, и с использованием функции GridCreationOptions строим трехмерную модель ключевого участка рельефа (см. рис. 3). Используя данные сервисов, таких как SRTM, ASTER и ALOS, мы получаем данные в виде цифровой модели поверхности (DSM). Эти данные не следует рассматривать как верное представление о рельефе местности (DTM), т. к. они могут захватывать леса, здания и др. объект расположенные на земной поверхности, поэтому оцифрованная топографическая карта более точно и подробно отражает рельеф равнинной территории.

Перед нами открывается карта с изолиниями (см. рис. 4);

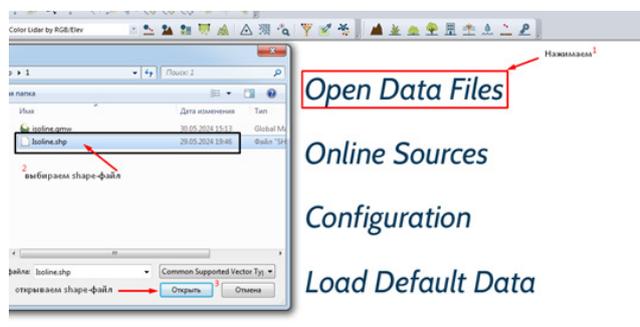


Рис. 3. Алгоритм открытия shape – файла с оцифрованным рельефом в Приложении Global Mapper

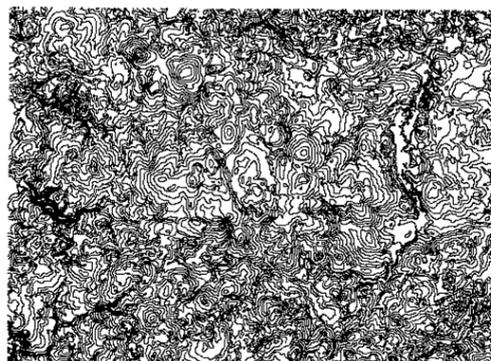


Рис. 4. Карта изолиний ключевого участка на юге Ярославской области (выполнено автором)

При помощи функции GridCreationOptions строим трехмерную модель ключевого участка рельефа (см. рис. 5, 6);

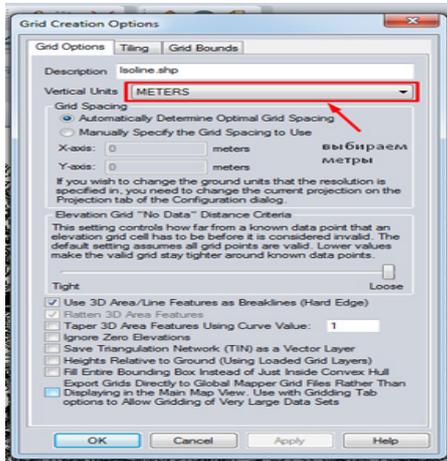


Рис. 5. Функция GridCreationOptions для построения карты рельефа ключевого участка на юге Ярославской области

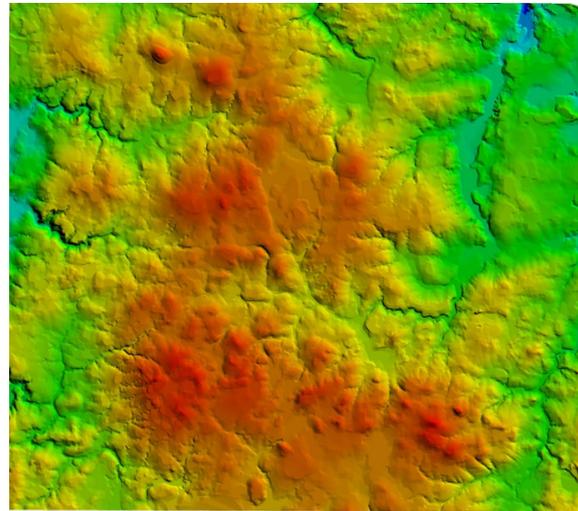


Рис. 6. Рельеф восстановленный по данным крупномасштабной топографической карты (выполнено автором)

Исходя из полученной трехмерной модели можно прийти к выводу, что благодаря оцифрованным изолиниям удалось создать точный и подробный рельеф ключевого участка на юге Ярославской области.

Полученная модель может служить основой для проведения анализа территории, и в качестве примера здесь можно привести построение профилей. В Приложении Global Mapper нами был построен профиль высот с помощью инструмента PathProfile (см. рис. 7). Проведя линию на карте, и нажимая на правую клавишу мышки (см. рис. 8) получаем профиль рельефа ключевого участка на юге Ярославской области (см. рис. 9 на с. 15).

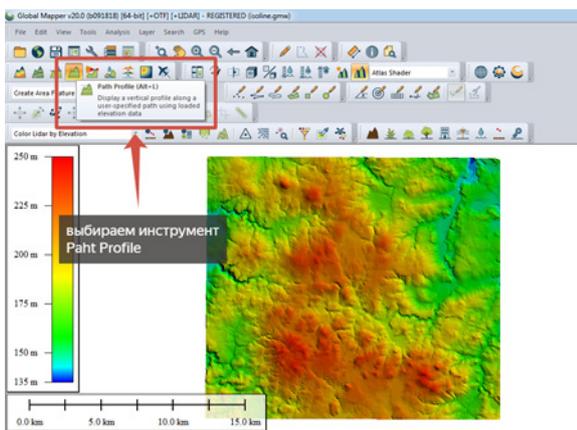


Рис. 7. Алгоритм построения профиля рельефа на основе 3d-модели (1 часть) (выполнено автором)

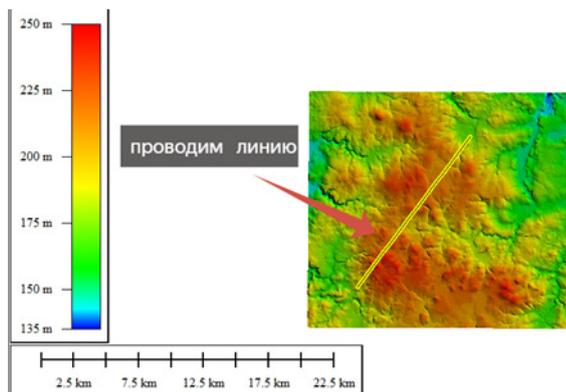


Рис. 8. Алгоритм построения профиля рельефа на основе 3d-модели (2 часть) (выполнено автором)

Анализируя профиль, мы можем увидеть, как плавно изменяется высота. Заметен мягкий перепад высот между плоскими участками и холмами. Валообразные холмы, образующие крупнохолмистый, часто грядово-холмистый рельеф, ярко отражен на профиле.



Рис. 9. Профиль рельефа, построенный на основе горизонталей крупномасштабной топографической карты

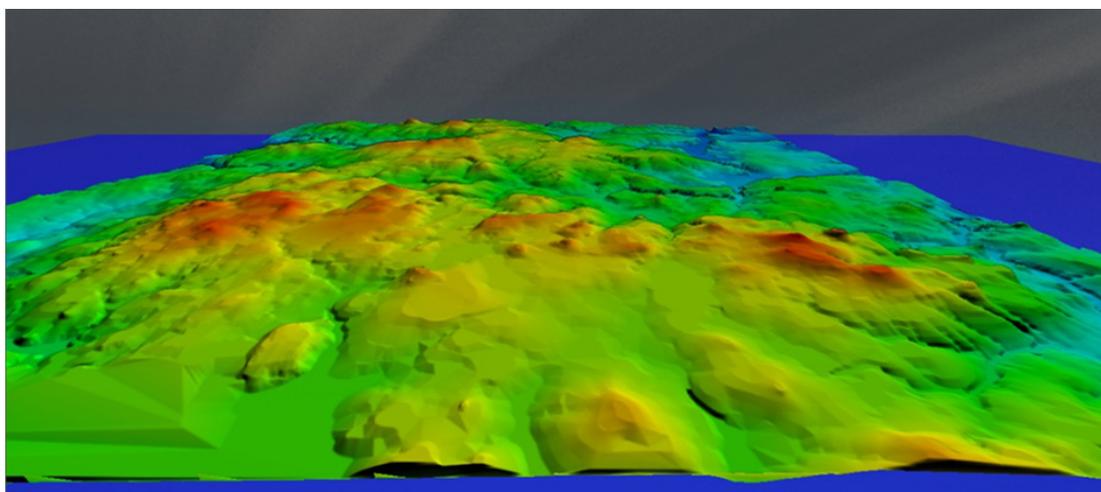


Рис. 10. Рельеф восстановленный по данным крупномасштабной топографической карты (выполнено автором)

Таким образом, мы считаем, что горизонтали, построенные на основе топографических карт (изолиний рельефа), могут качественно передать рельеф поверхности (см. рис. 10). Изогипсы уже являются следствием интерполяции и повторная интерполяция, применяемая при построении трехмерной поверхности, приводит к дополнительным искажениям. Более уместно было бы использовать в качестве исходных данных то поле высот, которое изначально было снято топографами, при выполнении съемки.

При переходе на более крупный масштаб мы не можем эти данные принимать в качестве достоверных сведений (даже при имеющихся способах их обработки). Среднее масштабные карты используются для общего анализа ландшафта территории, закономерности рельефа, его специфики. Крупномасштабные карты будут достоверной основой для более детального исследования территории.

Литература

1. Маслов А.А. Методология построения трёхмерных карт местности // Инновационные инвестиции. 2019. № 4. С. 252–256.
2. Bentley Map Enterprise // Spectrasoft. [Электронный ресурс]. URL: https://spectrasoft.ru/items/bentley_map_enterprise.html (дата обращения: 15.05.2024).
3. Global Mapper // Blue marble geographics. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bluemarblegeo.com/global-mapper/> (дата обращения: 18.05.2024).
4. Shapefiles // Arc-GIS Online Help. [Электронный ресурс]. URL: <https://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/reference/shapefiles.htm> (дата обращения: 15.05.2024).

EKATERINA KRASILOVA

Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky

**USE OF LARGE-SCALE TOPOGRAPHIC MAPS FOR CONSTRUCTING 3D RELIEF MODELS
FOR THE PURPOSE OF LANDSCAPES MODELING ON THE EXAMPLE
OF THE Yaroslavl REGION**

3D relief modeling is a complex but promising area of GIS technologies. It is used for positive and negative relief forms, for the purpose of computer display of flat relief in 3D format. Three-dimensional relief models give a complete picture of the selected area, thanks to this we can understand how to use this territory.

Key words: topographic map, Yaroslavl region, three-dimensional model, isolines, QGIS.