

А.Д. АРДЯКО, А.Ю. ШАМЫНА

**СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ НА
ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ В СИСТЕМАХ СКВОЗНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Республика Беларусь*

Аннотация. В статье рассматривается применение и сравнение цифровых моделей рельефа ASTER GDEM и SRTM для создания высокоскоростного API и пространственной базы данных, хранящей совмещенные геометрические модели рельефа местности, сформированные на базе моделей матриц высот.

Ключевые слова: модель рельефа, API, пространственная база данных.

Abstract. The article considered the use and comparison of digital terrain models ASTER GDEM and SRTM to create a high-speed API and spatial database that stores combined geometric terrain models formed on the basis of models of elevation matrixes.

Keywords: terrain models, API, spatial database.

Введение

Исследования территорий, связанных с изучением объектов и явлений природы, выявлением структуры землепользования, ареалов нарушения, загрязнения и деградации природной среды, требуют наличия качественных цифровых моделей рельефа (ЦМР) местности, для формирования которых в большинстве случаев используются дистанционные методы зондирования Земли [1].

Из существующих программных решений по предоставлению данных высоты можно отметить сервис Open-Elevation [4], однако даже для выборки по одной координате сервис характеризуется большим временем отклика, что недопустимо в системах моделирования.

В связи с этим для обработки данных ДЗЗ целесообразно разработать отдельный микросервис с публичным API. Следуя тенденции использования свободно распространяемых геоинформационных ресурсов и программных продуктов с открытым исходным кодом, для создания высокоскоростного API и пространственной базы данных, хранящей совмещенные геометрические модели рельефа местности, сформированные на базе моделей матриц высот, предполагается использование уже существующих ЦМР и программных средств их обработки.

Глобальные цифровые модели рельефа Земли

По данным различных космических аппаратов в настоящее время построены глобальные цифровые модели для всей поверхности Земли, наиболее известные из них SRTM и ASTER GDEM [3].

На точность построения рельефа оказывают влияние многие факторы: пространственное разрешение и геометрическое качество изображений, состояние атмосферы, масштаб карты, точность опорных точек и др. Кроме факторов, оказывающих влияние на точность и качество моделей рельефа, они характеризуются рядом других параметров: охват поверхности земного шара; формат и тип данных значений; специальное значение для областей, в которых значение высоты отсутствует; система координат; размер фрагмента, если цифровая модель рельефа разбита на фрагменты; доступность и условия использования [2].

Модель SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) имеет отклонения от государственной геодезической сети в пределах от -6 до $+9$ метров, при этом прослеживается зависимость положительных и отрицательных отклонений от покрытия территории древесно-кустарниковой растительностью, а именно: в лесных массивах расположен основной процент отрицательных отклонений, что свидетельствует о некачественной корректировке DEM за высоту древесного покрова.

В то же время, на открытых участках местности DEM имеет положительные отклонения в 3 – 4 метра.

Модель SRTM из официального источника имеет дыры в данных и требует интерполяции для дальнейшего использования.

Для создания ЦМР ASTER GDEM использовалась автоматическая обработка всего архива данных ASTER, насчитывающего 1,5 млн. сцен. На сегодняшний день ASTER GDEM считается лучшей глобальной подобной моделью высокого пространственного разрешения.

Особенностью Aster GDEM является ее высокое пространственное разрешение (25×25 м). Распределение погрешностей по закону Гаусса в сравнении с экспозиционным распределением склонов во смещении плановой привязки модели (Y-направление) [1].

Сравнение моделей рельефа

Сравнение цифровых моделей рельефа ASTER GDEM и SRTM выполнено на примере выборки значений в районе размещения БелАЭС с помощью Profile Tools в Qgis (рис. 1 и рис. 2). В виду того, что в модели SRTM имеются дыры в данных, для получения более адекватной модели применен фильтр гауссового размытия.

Данные SRTM3 доступны с размером ячейки 90х90 м, а ASTER GDEM имеет размер ячейки 30х30м [3].

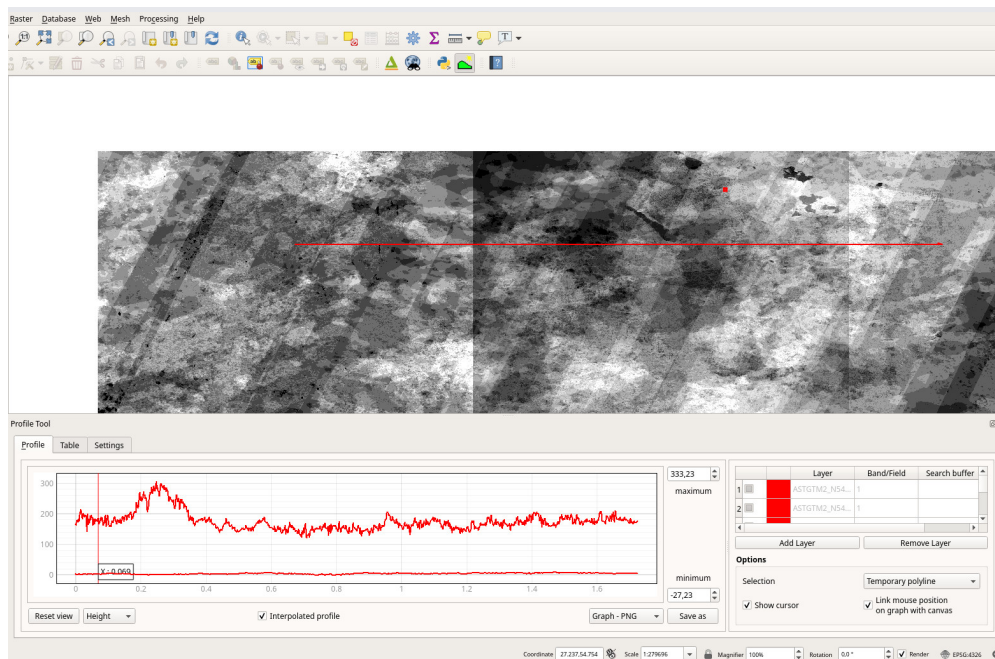


Рис. 1 – Пример выборки с помощью Profile Tools в Qgis из данных поверхности рельефа ASTER GDEM в районе БелАЭС

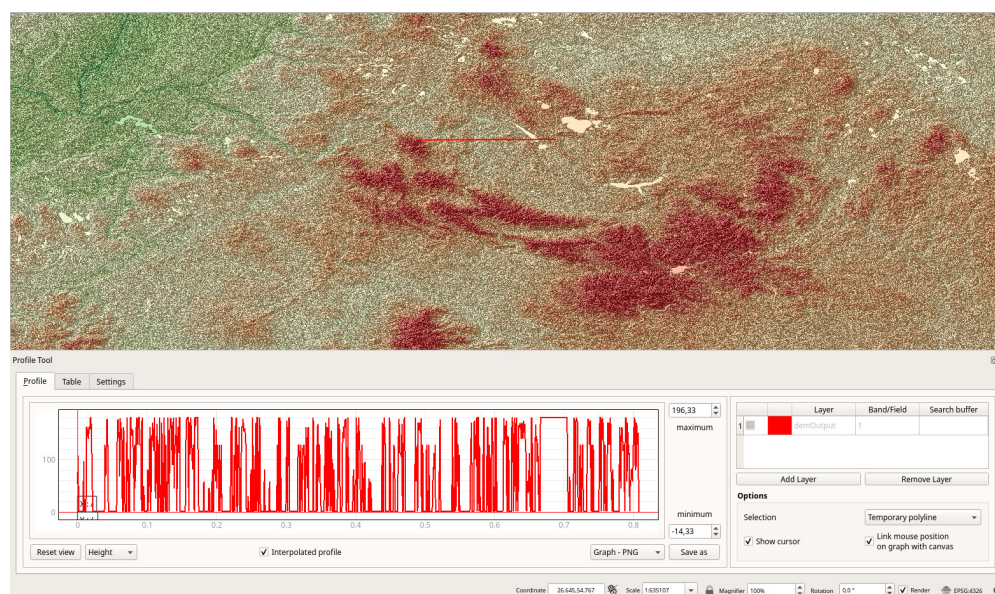


Рис. 2 – Пример выборки с помощью Profile Tools в Qgis из данных поверхности рельефа SRTM в районе БелАЭС

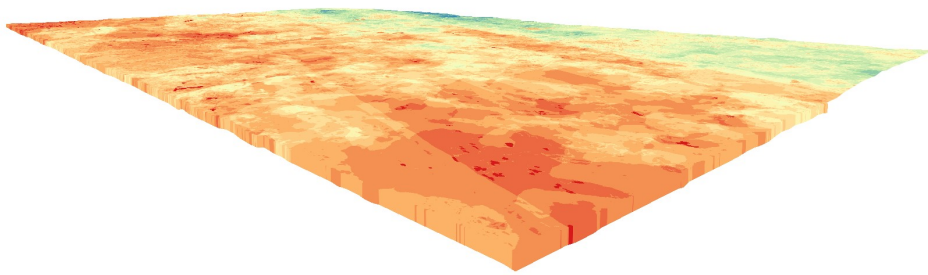


Рис. 3 – Построение 3d карты высот с помощью Qgis из данных поверхности рельефа ASTER GDEM в районе БелАЭС



Рис. 4 – Пример выборки с помощью Profile Tools в Qgis из данных поверхности рельефа SRTM с применением фильтра гауссового размытия

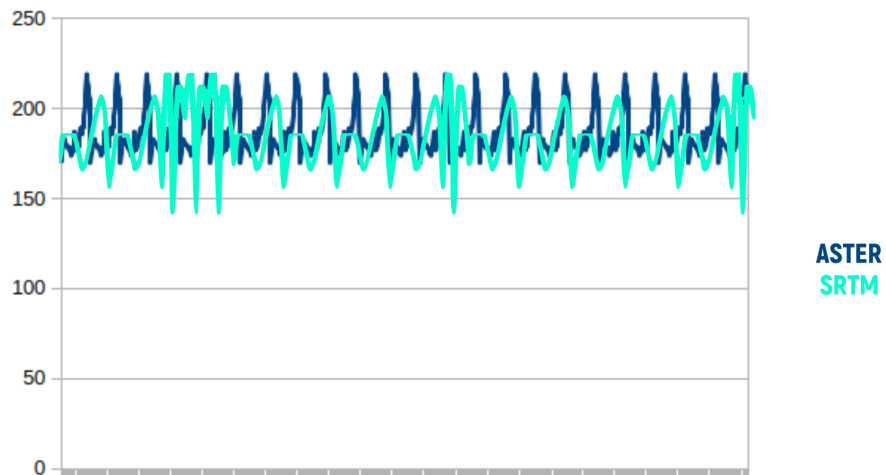


Рис. 5 – Пример выборки из пространственных таблиц, содержащих данные ASTER и SRTM по координатам (54.755972 26.091805), (54.755972 26.101805).
Расстояние 0.7км.

На рисунке 5 представлена сравнительная выборка из пространственных таблиц, содержащих данные ASTER и SRTM по координатам (54.755972 26.091805), (54.755972 26.101805), расстояние 0.7км. Данные SRTM доступны с размером ячейки 90х90 м, а ASTER GDEM имеет размер ячейки 30х30м. В виду того, что в модели SRTM имеются дыры в данных, для получения более адекватной модели применена интерполяция. Конечные значения SRTM отличаются от ASTER GDEM и имеют меньшую точность и существенные дыры в данных.

Создание пространственной базы данных в PostgreSQL для хранения растров с использованием типа данных rast

Для получения данных о рельефе по заданным координатам необходимо разделить растры на более мелкие области и разместить их в пространственной базе данных. Для генерации sql файла импорта в базу данных на основе пространственных растров используется консольная утилита raster2pgsql с указанием SRID и разрешения тайлов.

Для получения данных поверхности рельефа из базы данных используется запрос на пересечение точки, линии или полигона в зависимости от передаваемого параметра. Для представления растров в виде точечной геометрии используется функция ST_PixelAsPoints. Для выполнения запроса на пересечение с заданными координатами используется функция ST_Intersects.

Далее был разработан микросервис, реализовывающий интерфейс и API для работы с пространственной базой данных и позволяющий получать необходимые данные из модели рельефа по API.

Параметры запроса к API:

- долгота исходной точки (longitude);
- широта исходной точки.(latitude);
- длина отрезка (length);
- угол поворота отрезка(angle).

Разработанное API микросервиса позволяет получать данные о рельефе по заданным координатам в любом объеме с минимальным временем отклика для произведения дальнейших расчетов в системах моделирования.

Заключение

В работе было рассмотрено применение и сравнение цифровых моделей рельефа ASTER GDEM и SRTM для создания микросервиса с публичным API и пространственной базы данных, хранящей совмещенные геометрические модели рельефа местности, сформированные на базе моделей матриц высот. Произведен анализ и модификация данных поверхности рельефа с применением фильтров размытия. Разработано API и пространственная база данных для получения данных поверхности рельефа по заданным координатам или ограниченной областью. Результат данной работы актуален для ряда научных задач, в которых требуется построение расчета на основе данных высот рельефа, особенно при работе с природными объектами. Дальнейшая работа над темой будет сосредоточена в

направлении исследования методов поиска и распознавания географических объектов из различных источников аэрокосмических данных.

Список литературы

1. В.В. Беленко, Применение данных дистанционного зондирования для картографирования застраиваемых земель при проведении геоэкологической оценки. 2016.
2. Д.Н. Цыганков, В.И. Сысенко. Применение данных дистанционного зондирования для мониторинга использования земель сельскохозяйственного назначения. 2012.
3. Shuttle Radar Topography Mission: [Электронный ресурс]. – 2019 – Режим доступа: "<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>". – Дата доступа: 06.05.2019
4. Open-Elevation: [Electronic resource]. – 2019 – Режим доступа: "<https://open-elevation.com/>". – Дата доступа: 01.11.2019

References

1. V.V. Belenko, Application of remote sensing data for mapping built-up land during geo-ecological assessment. 2016.
2. D.N. Tsygankov, V.I. Sysenko. The use of remote sensing data to monitor the use of agricultural land. 2012.
3. Shuttle Radar Topography Mission: [Electronic resource]. – 2019 – Access mode: "<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>". – Access date: 06.05.2019
4. Open-Elevation: [Electronic resource]. – 2019 – Access mode: "<https://open-elevation.com/>". – Access date: 01.11.2019

Сведения об авторах

Ардяко А.Д., аспирант кафедры ПОИТ Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Шамына А.Ю., аспирант и ассистент кафедры ПОИТ Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Information about the authors

A.D. Ardyako, post-graduate student of Information Technologies Software sub-department, BSUIR.

A.Y Shamyna, post-graduate student and assistant of Information Technologies Software sub-department, BSUIR.

Адрес для корреспонденции

220005, Беларусь, Минск, ул. Гикало, 9,
Белорусский государственный
университе
тел. +375 29 644 09 41
e-mail: ardyakon@gmail.com
Ардяко Алексей Дмитриевич

Address for correspondence

220005, Belarus, Minsk, Gikalo st, 9,
Belarussian state university of informatics
and radioelectronics
tel. +375 29 644 09 41
e-mail: ardyakon@gmail.com
Ardyako Alexey Dmitrievich