

**Применение новых технологий при проектировании.
Высоты SRTM, онлайн-карты, 3D-развёртки**

Гатальский Р.К., Рак И.Е.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Беларусь

В данной статье рассмотрен способ получения высотных отметок Земли для использования этой информации в предпроектных решениях.

Введение

Оценка сложности предстоящих топографо-геодезических работ, планирование их проведения, визуализация дорожной сети и других объектов на интересующем участке еще до проведения топографических работ – это те проблемы, с которыми сталкиваются на стадии поиска предпроектных решений.

Для того чтобы получить высотные положения любого участка местности, необходимо иметь специальное разрешение и пройти длительное согласование, при соответствующем обосновании для каких целей вам это необходимо, что делает процесс изучения очень затянутым и трудоёмким. В настоящее время появились новые технологии, которые используются в странах СНГ, и по всему миру. Например:

- для построения достаточно точного ситуационного плана используются веб-карты, точные космоснимки, 3D-развертки;
- для построения виртуальной модели рельефа местности – высоты SRTM.

**Получение высот SRTM. Загрузка веб-карт.
Получение цифровой модели рельефа местности**

SRTM (Shuttle radar topographic mission) – международная миссия по получению данных цифровой модели рельефа (ЦМР) территории Земли. Съёмка местности проводилась в феврале 2000 г. с борта космического корабля многоразового использования «Шаттл» с помощью радарной интерферометрической камеры и двух радиолокационных сенсоров SIR-C и X-SAR, установленных на борту корабля.

Высоты в файлах хранятся в виде «относительно уровня моря» (с учетом модели геоида EGM96) через 3" (в бинарном файле хранятся

участки размером $1^{\circ} \times 1^{\circ}$, в файлах GEOTIFF – $5^{\circ} \times 5^{\circ}$). Высоты SRTM могут быть использованы при выполнении проектных работ.

В проекте SRTM предусматривались следующие параметры точности модели рельефа при доверительном интервале 90% [1]:— абсолютная погрешность по высоте менее 16 м, а относительная погрешность — менее 10 м; — абсолютная погрешность в плане менее 20 м, а круговая относительная погрешность — менее 15 м.

Оценка фактической точности модели рельефа SRTM была выполнена сотрудниками Лаборатории реактивного движения (JetPropulsionLaboratory — JPL) NASA [1].

Согласно данным, приведенным в работе [2], фактические значения оказались точнее (табл. 1).

Таблица 1

Таблица 1	Африка	Австралия	Евразия	Острова	Северн. Америка	Южная Америка
Абсолютная погрешность в плане	11,9	7,2	8,8	9,0	12,6	9,0
Абсолютная погрешность по высоте	5,6	6,0	6,2	8,0	9,0	6,2
Относительная погрешность по высоте	9,8	4,7	8,7	6,2	7,0	5,5
Примечание. Все значения погрешностей приведены в метрах при доверительном интервале 90%.						

Данные экспериментальных исследований точности высот SRTM на территорию Беларуси, авторами в открытых источниках найдено не было. Ближайшая территория, на которой исследования были произведены – территория юго-западной части Ленинградской области [1]. При выполнении исследований на основе точек SRTM была построена цифровая модель рельефа, которая далее была использована для построения профилей. Полученные профили сравнивались и анализировались с одноименными профилями в Балтийской системе высот

1977 г., построенными по данным топографической съемки масштаба 1:2000 и сечением рельефа через 0,5 м (выполненной при инженерных изысканиях для проектирования воздушной линии электропередачи мощностью 330 кВт.). Общая протяженность профилей по трассе составила порядка 80 км. Сравнение двух профилей позволило сделать статистический анализ отклонений высот: минимальное отклонение составило 1,1 м; максимальное отклонение — 24,1 м; среднее отклонение (СО) — 12,8 м; среднее квадратическое отклонение (СКО) — 4,0 м.

Дальнейшие исследования и анализ СО и СКО позволили сделать вывод.

Абсолютная погрешность [1] высот SRTM для доверительного интервала 68% составила 4,0 м, а для доверительного интервала 95% — 8,0 м, что соответствует заявленным NASA[2] величинам для Евразии (таблица 1).

В программе КРЕДО ТРАНСКОР 3 [3] реализован импорт высот SRTM.

Для выполнения импорта в проект необходимо в Таблице точек 1 установить систему координат WGS-84 (геодезическая) и выбрать команду **Файл/Таблица точек 1/Импорт высот SRTM**. Для последующего пересчета координат, найденных точек, из геодезической СК в плоскую СК в Таблице точек 2 необходимо установить систему координат **Национальные/(СК95 или СК42)/(1995 или 1942)** и указывать зону, в которой находится объект в проекции TransverseMercator. Беларусь находится в 4-6 зонах.

В открывшемся окне **Импорт SRTM** ввести координаты, являющиеся границами участка с севера, юга, востока и запада (рис. 1) и выполнить импорт.

Импортированные точки должны отобразиться в графическом окне. После импорта с помощью команды **Расчёт** конвертируем точки из STRM в выбранную плоскую систему координат. Выбрав команду **Файл/Таблица точек 2/Экспорт в формат TXT**, можно выполнить экспорт найденных точек в текстовый файл. Далее этот файл может быть импортирован в программу КРЕДО ДОРОГИ и использован для создания цифровой модели рельефа.

Возможность подгрузки веб-карты из источника *GoogleMaps* [4] позволяет совместить изображение местности на заданном участке с импортированными точками.

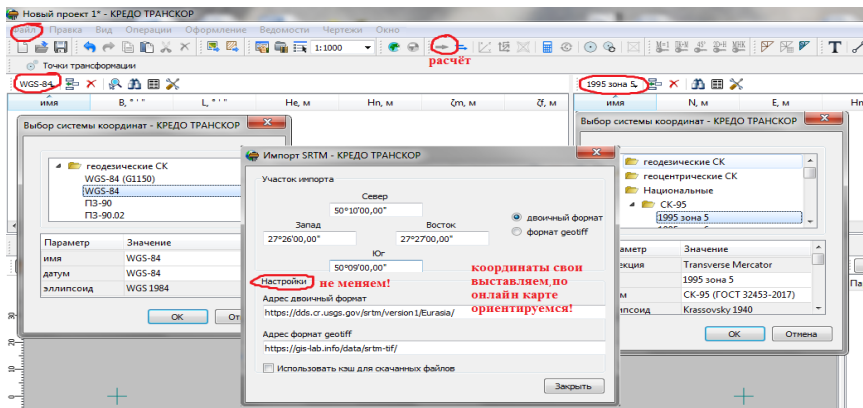


Рис. 1 – Получение высот SRTM в ТРАНСКОР 3

Для загрузки веб-карты в проект программы КРЕДО ДОРОГИ необходимо установить систему координат. Для этого выбрать: **Установки/Свойства набора проекта/Система координат/(1995 или 1942)/** и т.д. Далее **Данные/Космоснимки/справа (Импорт космоснимка)**. В открывшемся окне можно выбирать любой удобный спутник и можно указать любое место на Земном шаре (а можно указать и координаты, объекты привязки) (рис. 2).

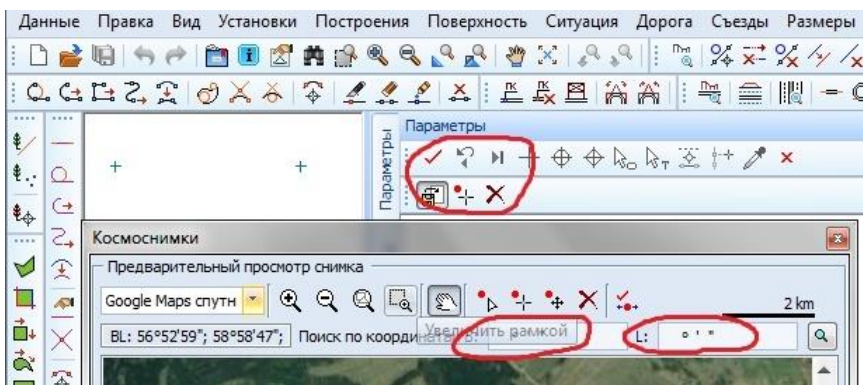


Рис. 2 – Загрузка веб-карты

Для импорта текстового файла с координатами и высотами точек, которые были импортированы из программы ТРАНСКОР, необходимо выбрать **Меню/Данные/Импорт данных в проект (указываем путь к файлу .txt)** (рис. 3).

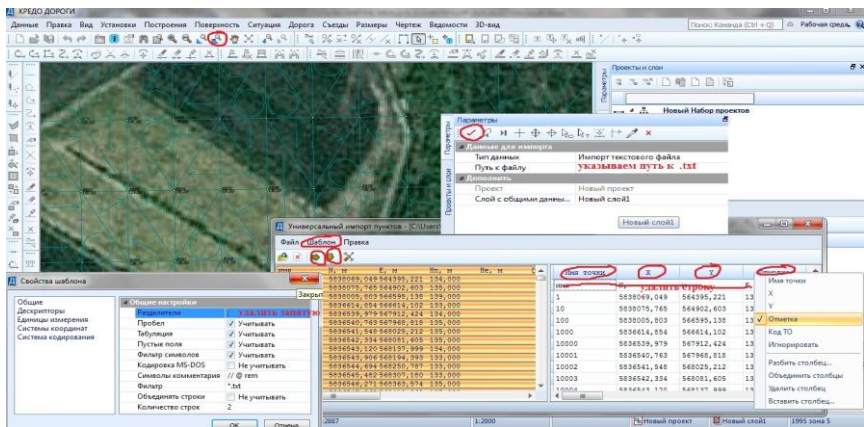


Рис. 3 – Импорт высот в проект

Импортированные точки используются для создания поверхности на участке, а информация веб-карты используется для создания цифровой модели ситуации.

Вывод

Данные исследований позволяют сделать заключение, что высоты SRTM могут быть использованы для грубой оценки рельефа в качестве оперативной оценки крупных форм рельефа в районе работ до начала проведения инженерно-геодезических изысканий, когда, не имея точных изыскательских данных, на этих высотах можно отработать методы построения плана и рельефа.

Список использованной литературы

- [1] Трофимов А.А., Филиппова А.В. Оценка точности матрицы высот SRTM по материалам топографических съемок // Геопрофи, 6, 2014.
- [2] Rodriguez E., Morris C.S., Belz J.E., Chapin E.C., Martin J.M., Daffer W., Hensley S. An assessment of The SRTM Topographic Product // Technical Report JPL D_31639, Jet Propulsion Laboratory.
- [3] <https://credo-dialogue.ru/uchastniki-konsortsiума/sp-kredo-dialog-ooominsk.html> – Дата доступа: 31.03.2019.
- [4] <https://www.google.com/maps/> – Дата доступа: 31.03.2019.