

*А. А. Колесников,<sup>1</sup> А. В. Пономарёв<sup>1\*</sup>*

## **Подготовка и визуализация пространственных данных в редакторах трехмерной графики**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: ponomarev-anton1@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные методы получения и предварительной обработки данных в геоинформационной системе ArcGIS и визуализации пространственных данных в редакторе трехмерной графики Blender. Описаны различные типы пространственных данных, которые могут использоваться при создании трехмерных моделей, а также методы их обработки и визуализации. Для визуализации была выбран участок территории Шотландии. Описано изменение формата данных для корректного отображения в программном обеспечении, изменение формата картинки и цветовой палитры на градацию черного и белого цветов. Для получения трехмерной модели, был применен метод смещения и выдавливания (displace) с последующим редактированием плоскости за счет наложения текстуры содержащую информацию о высотах местности. Полученный результат преобразуется в полноценную трехмерную модель, используя метод микросмещения и адаптивного подразделения поверхности. Также, на модель наносится гидрография и лесные участки для подробной детализации местности и внесения более наглядной информации. Полученный результат достаточно точно и детально повторяет рельеф моделируемой местности, что позволяет использовать её в последующих проектах и другом программном обеспечении. Методы, использованные для подготовки трехмерной модели оптимизированы для проекта, что снижает нагрузку на аппаратное обеспечение.

**Ключевые слова:** рельеф, трехмерное моделирование, наземное лазерное сканирование, пространственные данные

*A. A. Kolesnikov<sup>1</sup>, A. V. Ponomarev<sup>1\*</sup>*

## **Preparation and visualization of spatial data in three-dimensional graphics editors**

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: ponomarev-anton1@mail.ru

**Abstract.** The article discusses the main methods for obtaining and pre-processing data in the geographic information system ArcGIS and visualization of spatial data in the Blender 3D graphics editor. Various types of spatial data that can be used to create three-dimensional models, as well as methods for their processing and visualization are described. For visualization, a section of the territory of Scotland was chosen. It describes how to change the data format for correct display in the software, change the picture format and color palette to black and white gradation. To obtain a three-dimensional model, the method of displacement and extrusion (displace) was applied, followed by editing the plane by overlaying a texture containing information about the heights of the terrain. The result obtained is converted into a full-fledged 3D model using the microdisplacement method and adaptive subdivision of the surface. Also, hydrography and forest areas are applied to the model for detailed detailing of the terrain and making more visual information. The result obtained accurately and in detail repeats the relief of the simulated area, which allows it to be used in subsequent

projects and other software. The methods used to prepare the 3D model are optimized for the project, which reduces the load on the hardware.

**Keywords:** relief, three-dimensional modeling, ground laser scanning, spatial data

### *Введение*

Современные технологии трехмерной графики широко используются в различных областях, таких как архитектура, машиностроение, медицина, игровая индустрия и многие другие. Однако, создание качественных трехмерных моделей требует не только творческого подхода и технических знаний, но и умения эффективно обрабатывать и визуализировать пространственные данные.

В этом контексте редакторы трехмерной графики становятся незаменимыми инструментами для подготовки и обработки данных перед созданием моделей. Визуализация пространственных данных в редакторах трехмерной графики позволяет детально изучать модели, выявлять ошибки и оптимизировать процесс их создания.

В данной статье рассматриваются основные методы получения и предварительной обработки данных в геоинформационных системах, визуализации пространственных данных в редакторах трехмерной графики. Различные типы пространственных данных могут быть использованы при создании трехмерных моделей, а также методы их обработки и визуализации.

### *Методы и материалы*

Для создания трехмерной модели понадобятся данные высот или данные лазерного сканирования, их можно получить из открытых источников данных. Полученные данные лазерного сканирования для территории Шотландии, изображены как DTM (Digital Terrain Model, цифровая модель рельефа) в форме тайлов отдельных участков территории (рис. 1).

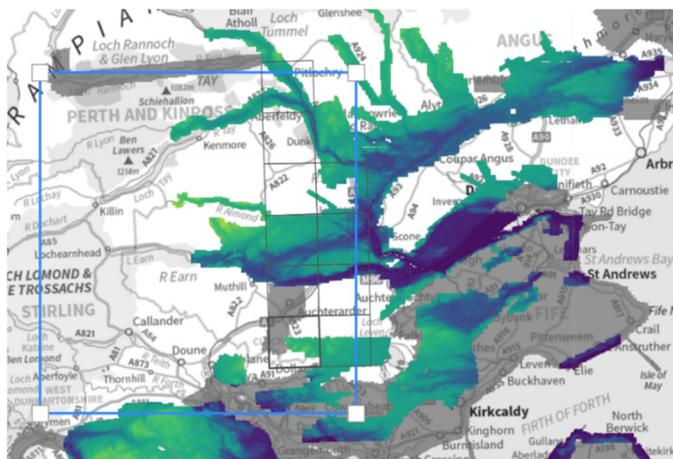


Рис. 1. DTM данные территории Шотландии

После импорта полученных данных в ArcGIS, программное обеспечение интерпретирует данные высот как изображение в градациях серого, где черный

цвет находится на отметках, приближенных к нулю, а белый – как высоты, имеющие значение выше нуля. Затем применяется обработка данных:

- сшивка фрагментов в одну мозаику;
- пересчет данных в случае наличия ошибочных значений;
- изменение формата результирующего изображения.

Для последующей обработки в программном обеспечении Blender, предназначенном для 3D моделирования, изображение должно иметь формат в форме градации от черного к белому, где информация о высотах содержится в каждом пикселе. Таким образом, получается итоговое изображение для загрузки в программное обеспечение (рис.2).

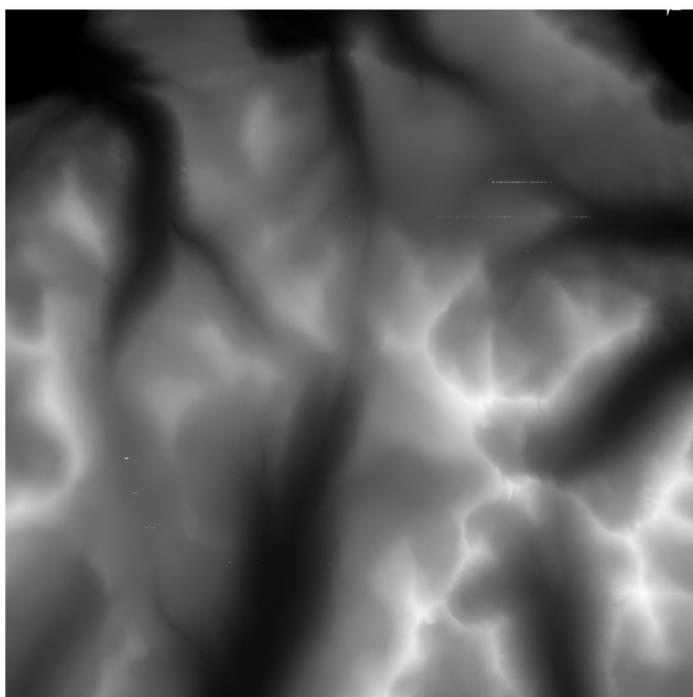


Рис. 2. Итоговое изображение отображающее DTM данные в градациях серого

После получения изображения с DTM данными, оно может быть загружено в программу Blender для размещения в трехмерной сцене в виде плоскости.

Для создания поверхности рельефа в Blender есть три подхода, первый – создание сетки или поверхности в ручном режиме (sculpting), путем деструктивного подхода. Такой способ является долгим и нагруженным, но изменения могут быть достаточно подробные. Второй – смещение и выдавливание (displace), который является процедурным подходом, и третий – микросмещения или адаптивное разделение поверхности (subdivision surface). Два данных способа достаточно простые и менее нагруженные для системы, но интервал изменений более ограничен. Для получения предварительного результата, будет использоваться третий способ создания поверхности, это метод адаптивного подразделение или микросмещения, что является удобной функцией, потому что она является процедурной, подразумевающей, что каждое изменение можно отменить или уда-

лить без потери качества. Данный метод смещает геометрию и подразделяет поверхность в зависимости от количества пикселей в текстуре (исходном изображении с данными DTM), он способен создавать сетки с высокой детализацией.

Для отображения высот в пространстве нужно задать базовый цвет в редакторе шейдеров, затем использовать узел смещения, где нужно также задать изображение с DTM данными. С помощью цветовой шкалы можно задать базовому цвету оттенки, например, зеленый для черного цвета, и оранжевый для белого цвета, отображение поверхности станет более наглядным и понятным.

После получения необходимого результата изменения цветов, нужно использовать второй метод создания поверхности путем удаления узла смещения в редакторе шейдеров, а затем использовать модификатор смещения для поверхности и модификатор подразделения поверхности для точного вывода данных в 3D объект и создания более оптимизированной сетки. Это меняет фактическую геометрию объекта, что позволяет использовать его в последующих проектах и других программах.

Таким же способом, можно выразить DTM данные гидрографии и лесов, что позволяет намного точнее получить представление о местности. Для объединения результатов нужно использовать узел смешивания в редакторе шейдеров, эти объекты также будут расположены точно по высотам, потому что в их изображениях также содержится информация о высоте в каждом пикселе.

### ***Результаты и выводы***

Для визуализации пространственных данных в редакторе трехмерных данных была проведена подготовка и загрузка данных, с текущей последовательностью (рис. 3).

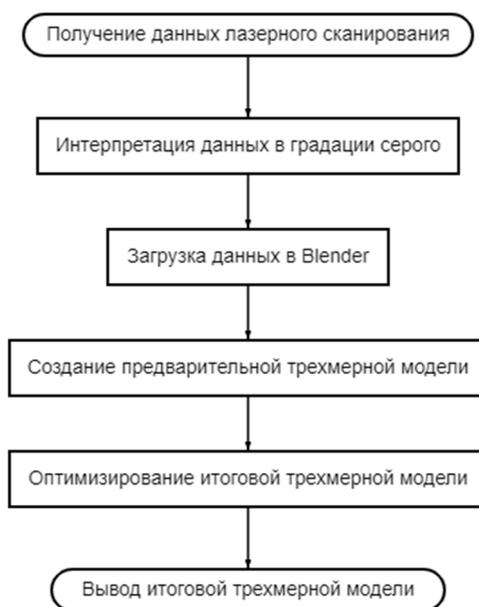


Рис. 3. Схема порядка действий для визуализации трехмерной модели местности

Для получения результата, данные были интерпретированы как картинка с градациями от черного к белому, было выделено три метода для моделирования трехмерной поверхности территории. Был использован наиболее оптимизированный метод (subdivision surface) для детального отображения рельефа. Также, для наглядности, на трехмерную модель добавлены текстуры однотонных цветов и нанесена гидрография с лесами.

Итоговый результат получен в формате трехмерной модели для последующего использования в других проектах или программном обеспечении (рис.4).

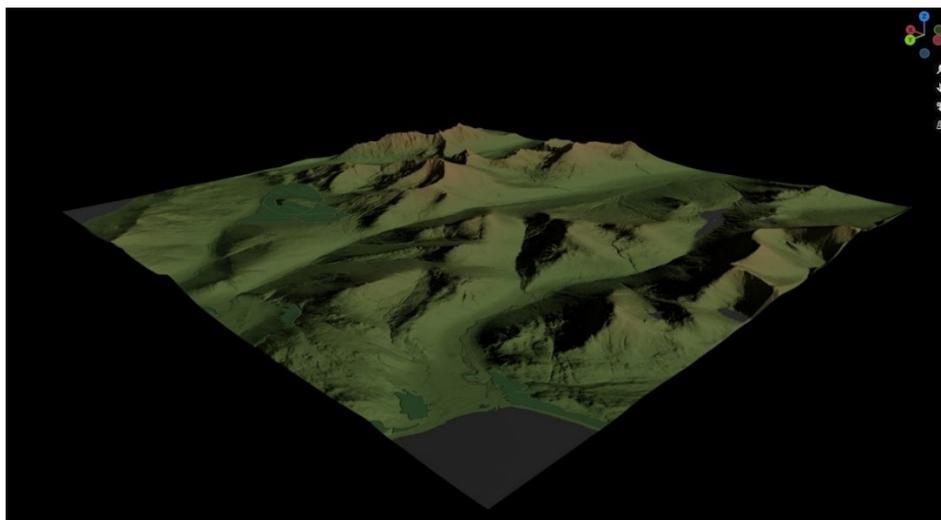


Рис. 4. Трехмерная модель территории

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ткачева, А. А. Использование данных дистанционного зондирования Земли при трехмерном моделировании естественных ландшафтных сцен / А. А. Ткачева // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. – 2014. – № 5(57). – С. 136-144.

2. Игнатенков, П. С. Опыт применения ГИС в создании трехмерных сцен в архитектуре, играх, фильмах и прочих медиа ресурсах / П. С. Игнатенков, А. А. Иванов // Разведочная геофизика и геоинформатика : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 18–19 марта 2020 года. – Москва: Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, 2020. – С. 29-33.

3. Райков, Н. А. Анализ методов фильтрации цифровой модели местности при формировании цифровой модели рельефа / Н. А. Райков // Новые информационные технологии в научных исследованиях НИТ-2021 : материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 15–17 декабря 2021 года. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (BookJet), 2021. – С. 227-229.

4. Райков, Н. А. Анализ алгоритма преобразования цифровой модели местности в цифровую модель рельефа / Н. А. Райков // Новые информационные технологии в научных исследованиях : материалы XXV Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 18–20 ноября 2020 года. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (BookJet), 2020. – С. 257-259.

5. Магаева, А. А. Подготовка цифровой модели рельефа дна Азовского моря для применения в математических моделях / А. А. Магаева, И. А. Третьякова // Экологическая стратегия развития прибрежных регионов: география, окружающая среда, население. Медико-экологи-

ческие и социально-экономические проблемы прибрежных регионов : Материалы Всероссийской научной конференции / ИАЗ ЮНЦ РАН, ЮНЦ РАН, ЮФУ : Южный научный центр РАН, 2015. – С. 98-101.

6. Ундулганов, Д. А. Построение цифровой 3D модели рельефа на примере Алтайского заповедника / Д. А. Ундулганов // Управление объектами недвижимости и развитием территорий : Сборник статей международной научно-практической конференции, Саратов, 15 декабря 2017 года / Под редакцией В.А. Тарбаева. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2017. – С. 356-360.

7. Методические аспекты создания цифровой модели рельефа Архангельской области на основе ASTER GDEM V. 2 / А. Л. Минеев, Е. В. Полякова, Ю. Г. Кутинов, З. Б. Чистова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. – С. 734.

8. Создание цифровых моделей рельефа водоемов на основе ГИС-технологий / Д. С. Марков, И. В. Комов, Е. А. Дробышев, Н. В. Яковенко // Геоинформационное картографирование в регионах России : Материалы VII всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 10–12 декабря 2015 года / Воронежский государственный университет; Воронежское отделение Русского географического общества. – Воронеж: Издательство "Научная книга", 2015. – С. 109-113.

9. Трёхмерная визуализация цифровой модели рельефа для проектирования железных дорог / К. А. Малых, А. В. Осипов, М. А. Шуклин, В. А. Анисимов // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2012. – Т. 1. – С. 198-203.

10. Головинов, Е. Э. Обработка данных из открытых источников для построения цифровой модели рельефа бассейна реки Яхромы / Е. Э. Головинов, В. С. Афанасьев, С. А. Киселев // Проблемы развития сельскохозяйственных мелиораций и водохозяйственного комплекса на базе цифровых технологий : Материалы международной юбилейной научно-практической конференции, Москва, 23–24 октября 2019 года. Том 1. – Москва: ФГБНУ "ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова", 2019. – С. 22-27.

11. Мурый, А. А. ГИС-технологии и анализ цифровых моделей рельефа при инженерно-геотектонических исследованиях на территории Большого Сочи / А. А. Мурый // СЕРГЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ. Роль инженерной геологии и изысканий на предпроектных этапах строительного освоения территорий : Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, Москва, 22–23 марта 2012 года / Научный совет РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии. Том Выпуск 14. – Москва: Российский университет дружбы народов, 2012. – С. 60-64.

© А. А. Колесников, А. В. Пономарёв, 2023