

*А. С. Гордиенко<sup>1\*</sup>*

## **К вопросу о создании трехмерных моделей местности по ДДЗЗ**

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

\* e-mail: a.s.gordienko@sgugit.ru

**Аннотация.** В статье приведены исследования по созданию трехмерной текстурированной тематической модели по стереопаре многоспектральных космических снимков. Трехмерные модели местности позволяют эффективно анализировать территории, планировать строительство новых объектов, а также моделировать изменения окружающей среды в процессе строительства и эксплуатации объектов. Текстурирование модели выполнялось тематическими слоями, полученными в результате автоматизированного дешифрирования космических снимков. Описаны процессы создания цифровой модели рельефа, векторизации объектов городской инфраструктуры и формирование тематических слоев. Полученная таким образом модель, содержит в себе два вида информации: тематическую и метрическую. Методика формирования подобной модели сформулирована в виде блок-схемы. Сделаны выводы о возможностях применения подобных моделей и описаны варианты создания текстурированных моделей на основе различных данных дистанционного зондирования Земли.

**Ключевые слова:** трехмерное моделирование, цифровая модель рельефа, автоматизированная классификация, векторизация

*A. S. Gordienko<sup>1\*</sup>*

## **On the issue of creating 3D terrain models based on Earth remote sensing data**

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: a.s.gordienko@sgugit.ru

**Abstract.** The article presents research on the creation of a 3d textured thematic model based on a stereo pair of multispectral satellite images. 3d terrain models allow you to effectively analyze territories, plan the construction of new facilities, as well as simulate environmental changes during the construction and operation of facilities. Texturing of the model was performed by thematic layers obtained as a result of automatized classification of satellite images. The processes of creating a digital elevation model, vectorization of urban infrastructure objects and the formation of thematic layers are described. The model obtained in this way contains two types of information: thematic and metric. The methodology of forming such a model is formulated in the form of a flowchart. Conclusions are drawn about the possibilities of using such models and options for creating textured models based on various remote sensing data of the Earth are described.

**Keywords:** 3d modeling, digital elevation model, automatized classification, vectorization

### ***Введение***

Трехмерное моделирование по данным дистанционного зондирования Земли активно развивается, совершенствуется и автоматизируется. То, что еще

недавно требовало скупуплезной и дорогостоящей работы, сейчас выполняется, буквально, нажатием одной кнопки. Существует большое разнообразие представления моделей: в виде массива точек, сетки, сверхплотные, информационные модели (BIM), модели виртуальной реальности (VR). Выбор типа модели зависит от решаемых задач, исходных данных и требуемой точности.

В качестве исходных данных для создания трехмерных моделей местности используются: аэро, космические, радиолокационные и наземные снимки, данные лазерного сканирования (воздушное и наземное), результаты полевых геодезических работ, картографический материал и др.

Области применения трехмерных моделей разнообразны. Точность, детальность и внешний вид моделей напрямую зависит от данных, которые используются при их создании. В данной работе, предлагается совместить метрическую и тематическую информацию в трехмерной модели с целью сделать ее максимально информативной [1–9].

Таким образом, цель данного исследования – создание текстурированной тематической трехмерной модели по данным дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- подбор исходных данных;
- создание цифровой модели рельефа;
- векторизация объектов ситуации;
- получение тематических слоев;
- генерация трехмерной текстурированной тематической модели;
- анализ результата и выводы.

### ***Методы и материалы***

Построение трехмерной модели выполнялось по стереопаре космических снимков IKONOS, пространственное разрешение которых составляет 4 метра (мультиспектральный диапазон).

Для реализации идеи построения тематической трехмерной модели, выполнялось автоматизированное дешифрирование снимков. Были получены следующие тематические слои: древесная растительность, травянистая растительность, каменно-щебеночный карьер, объекты гидрографии и антропогенные объекты (дороги, строения). Распознавание выполнялось на основе методов классификации с обучением с использованием дополнительных дешифровочных признаков.

При построении метрической основы для трехмерной модели выполнялось ориентирование стереопары космических снимков, создание цифровой модели рельефа и векторизация жилого квартала.

### ***Результаты***

В результате выполнения данного исследования можно сформулировать методику формирования тематической текстурированной трехмерной модели по данным дистанционного зондирования Земли, которая представлена в виде блок-схемы на рис. 1., а полученная модель, представлена на рис. 2.

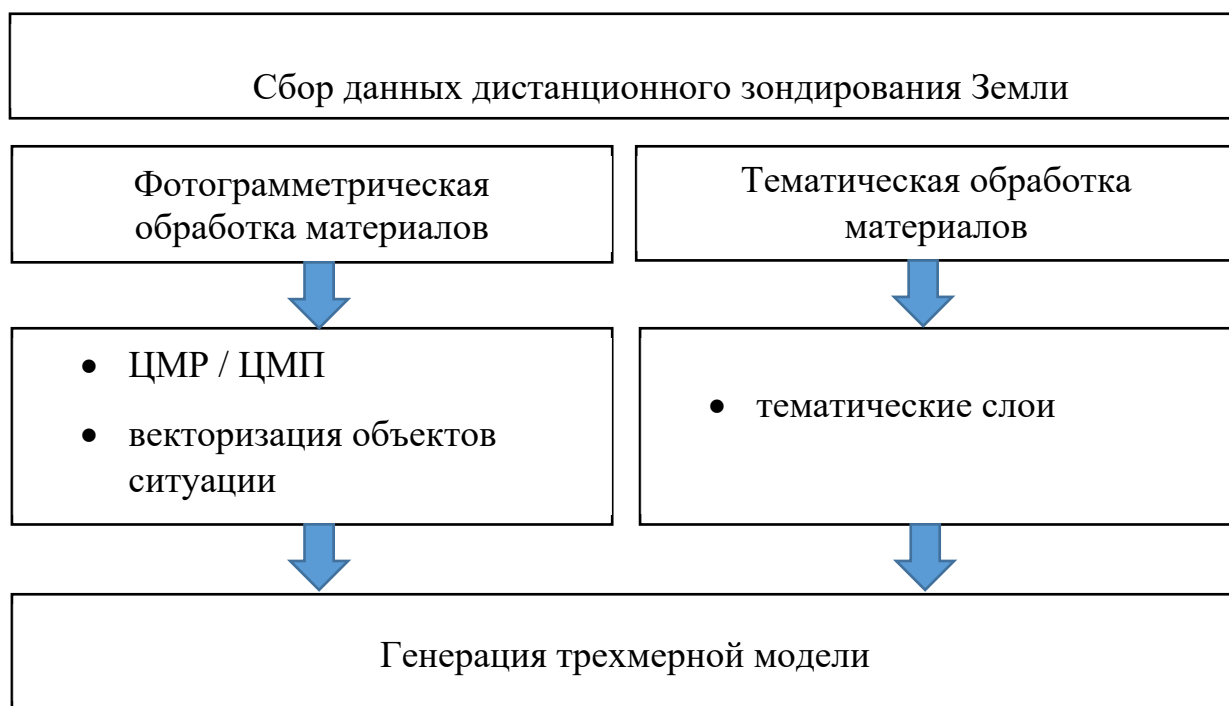


Рис. 1. Методика формирования тематической текстурированной трехмерной модели по данным дистанционного зондирования Земли

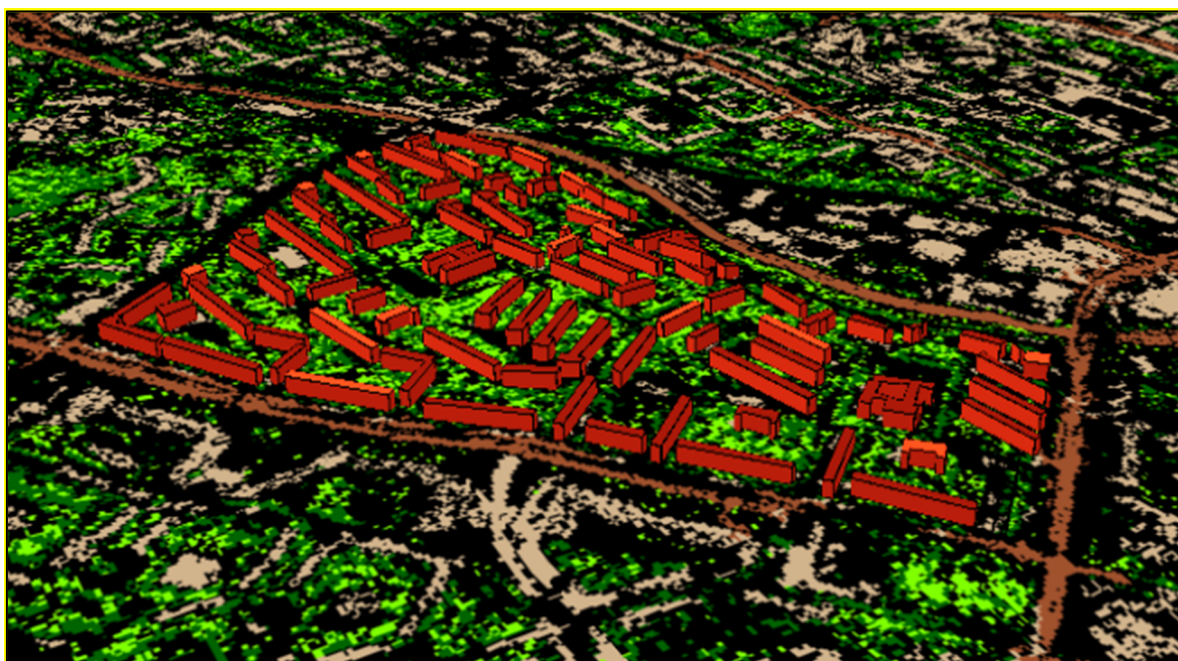


Рис. 2. Текстурированная тематическая трехмерная модель

### *Обсуждение*

Предложенный в данной статье подход, позволяет повысить информативность трехмерных моделей, создаваемых по данным дистанционного зондирования Земли, по сравнению с традиционным реалистичным текстурированием аэро или наземными снимками. Информация об объектах земной поверхности, кото-

рая содержится в спектральных каналах, позволяет выявить больше данных о их состоянии. То есть, возможность увидеть то, чего не видно при рассмотрении изображений в естественных цветах.

Для реализации представленной методики, не обязательно использовать именно стереопару космических снимков. Для создания метрической основы трехмерной модели могут применяться данные лазерного сканирования, радиолокационной съемки, картографический материал, данные аэросъемки и др. Для формирования тематической информации могут использоваться многоспектральные снимки, получаемые любыми съемочными системами. От выбора исходных данных будет зависеть точность и детальность итоговой 3D-модели.

### ***Заключение***

Представленная методика создания трехмерных моделей по ДДЗЗ может быть применима для решения ряда задач, связанных с мониторингом территорий в различных областях, моделированием процессов развития ситуации в прикладных сферах деятельности человека (экология, лесоустройство, градостроительство и др.) [10–11].

Дальнейшие исследования и разработки в области 3D-моделирования местности будут способствовать развитию современной геоинформатики и повышению эффективности дистанционного зондирования Земли. Одно из направлений исследований – повышение точности автоматизированной классификации многоспектральных космических снимков. Кроме того, совершенствование методов и алгоритмов построения цифровых моделей рельефа, позволит создавать более точные трехмерные модели местности, а также упростит процесс векторизации объектов местности.

### ***Благодарности***

Автор выражает признательность Шугалей Е.О. за оказанную помощь при проведении данного исследования.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Analysis and Comparison of Technologies of Survey of Buildings and Structures for the Purpose of Obtaining a 3D Model / L. I. Maslikhova, N. B. Nahulina, N. I. Sambulov, S. V. Akimova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Science and Technology Conference "FarEastCon 2019", Vladivostok, Russky Island, 01–04 октября 2019 года. Vol. 753, 3, Chapter 2. – Vladivostok, Russky Island: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 032061.
2. Алтынцев М. А., Карпик А. П. Создание метрической имитационной модели "цифрового двойника" активным методом дистанционного зондирования земли // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 4. – С. 58–67.
3. Бегляров Н. С., Шаповалов Д. А. Об особенностях сбора трехмерной кадастровой информации на урбанизированных территориях // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2022. – Т. 3. – С. 62–70.
4. Копылова Н. С. Разработка 3D-карты г. Куинён провинции Биньдинь Республики Вьетнам // Вестник СГУГиТ. – 2023. – Т. 28, № 2. – С. 104–112.
5. Ланг, Н. В., Шляхова М. М. Новые направления использования 3D-моделирования // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 205–209.

6. Майоров А. А., Цветков В. Я., Андреева О. А. Трехмерное геоинформационное моделирование при массовом сборе информации // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2020. – Т. 64, № 2. – С. 229–236.
7. Примаченко Е. И., Сыромятников Д. С. Использование возможностей трехмерного моделирования при создании туристских карт // Огарёв-Online. – 2023. – № 2(187).
8. Писарева О. А., Рухадзе Д. М. Визуальный мониторинг систем гражданской инфраструктуры с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) // Modern Science. – 2022. – № 4-1. – С. 443–447.
9. Шаннаа А. А., Кулик Е. Н. Эксперимент по формированию пространственной основы для трехмерного моделирования территории // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – Т. 6, № 2. – С. 152–157.
10. Дубровский А. В., Карпов М. А. Применение 3D моделирования для рационального проектирования объектов недвижимости // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – Т. 3, № 2. – С. 41–49.
11. Погорелов А. В., Киселев Е. Н., Липилин Д. А., Бойко Е. С. 3D моделирование города. Оценка озеленения // Институты местной демократии в управлении экологически устойчивым развитием локальных территорий : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Краснодар, 06–07 октября 2021 года. – Краснодар: Кубань, 2021. – С. 198–203.

© А. С. Гордиенко, 2024