

СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УМЛЕКАНСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА

Рыльский И.А.¹, Парамонов Д.А.²

¹Рыльский Илья Аркадьевич – кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Региональный центр
Мировой системы данных,
Географический факультет

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
²Парамонов Дмитрий Андреевич – кандидат географических наук, заместитель генерального директора,
ООО «Проектстрой»,
г. Москва

Аннотация: современные мобильные и авиационные лазерные сканеры обеспечивают высокоточное определение координат каждой точки. Поскольку лазерный луч частично проходит сквозь полог деревьев и «видит» истинную поверхность земли, такие системы позволяют в цифровом 3D-формате детально фиксировать особенности местности: рельеф под кронами, растительность и наземные объекты. Это даёт возможность создавать крайне реалистичные виртуальные модели территорий, востребованные при геологоразведке на целинных участках и их последующем хозяйственном освоении.

Ключевые слова: пространственные данные, геоинформатика, лидар, лазерное сканирование, виртуальная модель.

CREATION OF VIRTUAL MODEL OF UMLEKANSKIY LICENSE AREA

Rylskiy I.A.¹, Paramonov D.A.²

¹Rylskiy Ilya Arkadievitch – PhD in Geography, senior researcher,
WORLD DATA SYSTEM,
GEOGRAPHICAL FACULTY,

MOSCOW STATE UNIVERSITY NAMED AFTER. M.V. LOMONOSOV,
²Paramonov Dmitriy Andreevitch – PhD in Geography, deputy general director,
OOO PROJECTSTROY,
MOSCOW

Abstract: modern mobile and airborne laser scanners provide highly accurate determination of the coordinates of each point. Since the laser beam partially passes through the tree canopy and “sees” the true surface of the earth, such systems allow for detailed recording of terrain features in digital 3D format: relief under the crowns, vegetation and ground objects. This makes it possible to create extremely realistic virtual models of territories, which are in demand during geological exploration in virgin areas and their subsequent economic development.

Keywords: LIDAR, spatial data, geoinformatics, GIS, adjustment, virtual model.

УДК 004.67:910.27(075.8)

Введение. В настоящее время воздушное лазерное сканирование представляет собой наиболее прогрессивный метод дистанционного зондирования, обеспечивающий беспрецедентную точность и детализацию данных. Ключевым отличием от аналогов является регистрация полной волновой формы сигнала, что позволяет выделять multiple отражения и, как следствие, картографировать подстилающую поверхность под пологом растительности. Сочетание высокой производительности съемки и огромных объемов собираемых 3D-данных открывает широкие возможности для построения специализированных ГИС и моделей виртуальной реальности. [3, С. 176].

Постановка задачи. Освоение Умлеканского лицензионного участка запланировано в рамках реализации комплекса геологоразведочных работ (ГРП) с применением комплекса геофизических методов, включая сейсморазведку, гравиразведку и магниторазведку. Указанный комплекс мероприятий предусматривает параллельное проведение геофизических исследований и создание высокоточной картографической основы масштаба 1:2000.

Целью выполняемых работ является формирование цифровых наборов пространственных данных. Указанные данные предназначены как для непосредственного использования в расчетах при проведении геофизических изысканий, так и для информационного обеспечения разработки проекта освоения месторождения. Это включает проектирование инфраструктуры, такой как автомобильные дороги, площадки размещения карьеров, обогатительной фабрики и иных объектов горнодобывающей промышленности. В связи с незавершенностью стадии геологоразведки окончательная локализация

рудных тел не установлена, что обуславливает необходимость проведения работ на всей территории участка в превентивном режиме.

Характеристика Умлеканского участка: Участок расположен на территории Амурской области, его общая площадь превышает 22 000 гектаров. Регион характеризуется муссонным типом климата. В ландшафтной структуре территории преобладают низкогорные комплексы и комплексы речных долин. Практически повсеместно участок покрыт хвойными лесными массивами с высотой основного древесного яруса от 12 до 28 метров.

Предлагаемое решение. Как было отмечено ранее, применение технологии воздушного лазерного сканирования (ВЛС) в данных природно-географических условиях представляется наиболее оптимальным. Данный метод обеспечивает получение высокоточных (масштаб до 1:1000) и детальных пространственных данных, независимо от высокой степени облесенности территории.

Для обеспечения возможности интерпретации результатов съемки специалистами, не обладающими квалификацией в области географических информационных систем (ГИС) и работы с топографическими планами, принято решение о дублировании пространственной информации в форме интуитивно понятной трехмерной виртуальной модели.

Воздушное лазерное сканирование (ВЛС) было выполнено с пилотируемого воздушного судна Ан-2. На его борту был установлен лидар Riegl LMS-Q560, интегрированный со среднеформатной авиационной камерой DIGICAM H60 (60 Мп), функционирующей в RGB-спектре. Для определения параметров внешнего ориентирования съемочной системы использовался комплекс, включающий бесплатформенную инерциальную навигационную систему (БИНС) Aerocontrol IID и двухсистемный ГНСС-приемник Novatel V (GPS/ГЛОНАСС).

Аэросъемочные работы проводились на высоте 700 метров над уровнем terrain по системе параллельных галсов. Частота сканирования составляла 150 000 измерений в секунду, что обеспечило пространственное разрешение получаемых фотоизображений на местности 9 см. Плотность итогового массива лидарных данных достигла примерно 2.5 точки/м² (со средней дистанцией между точками 60 см).

Точность геопозиционирования проектных центров фотографирования составила 10–12 см в плане и по высоте. Средняя погрешность определения высот по данным лидара оценена в 16 см. В соответствии с требованиями СНиП 11-02-96, полученная точность является достаточной для построения цифровой модели рельефа (ЦМР) с сечением горизонталей 0.5 м, что позволяет создавать топографические планы масштаба не только 1:2000, но и 1:1000.

На основе полученных данных были сгенерированы следующие производные продукты: цифровая модель рельефа (ЦМР), топографические планы масштаба 1:2000 с сечением рельефа 1 м, карты углов наклона склонов, карты относительных высот растительного покрова (DSM - DTM) и ортофотопланы.

Необходимость использования специализированного программного обеспечения (ГИС- и САПР-пакетов) для работы с указанными материалами, а также потребность в наличии у пользователя соответствующих компетенций существенно ограничивают круг потенциальных потребителей. Однако существует значительная аудитория заинтересованных лиц (полевой персонал, руководители, управленцы, инвесторы), не обладающих узкоспециальной подготовкой, но нуждающихся в оперативном доступе к пространственной информации для оценки проходимости местности и принятия управленческих решений.

Для обеспечения доступности данных для данной категории пользователей была разработана виртуальная 3D-модель Грамдаканского лицензионного участка.

Виртуальная модель создана на базе программного ядра Unity, обеспечивающего возможность работы в режиме рендеринга в реальном времени с очень высокой степенью реализма. Все данные, помещенные в модель, представляют собой eхе-файл, а также дополнительные наборы сегментированных данных (3D-границы, текстуры, надземные объекты), представленные в закрытой форме, исключающей возможность несанкционированного хищения данных. Итоговая виртуальная модель не нуждается в установке, не использует для работы никакие внешние приложения, и может быть использована неограниченным числом пользователей. Коммуникация различных пользователей в едином пространстве модели не предусмотрена.

Вышеперечисленные пространственные данные (топопланы, ортофотопланы, карты углов наклона, карты рельефа, проч.) были представлены в виде растровых изображений-текстур, которыми «обтягивается» цифровая модель рельефа, представленная в виде 3D-граней модели типа TIN. Моделирование растительности производилось методом детектирования отдельных деревьев по облаку лазерных точек, центроид дерева и высота дерева определялись с использованием цифровой моделей относительных высот растительности, породный состав был задан по данным ручного дешифрирования (на участке представлены всего две основных породы первого яруса растительности). Далее в соответствии с координатами, высотой и породой на месте каждого дерева автоматизированным способом выставлялось трехмерное дерево-модель.

Модель каждого дерева представляет собой низкополигональный трехмерный объект, описанный набором 3D-граней, и текстурированный условной текстурой. В зависимости от высоты, подбирается масштаб и габариты каждого дерева, после чего в пространстве модели создается его условный трехмерный двойник.

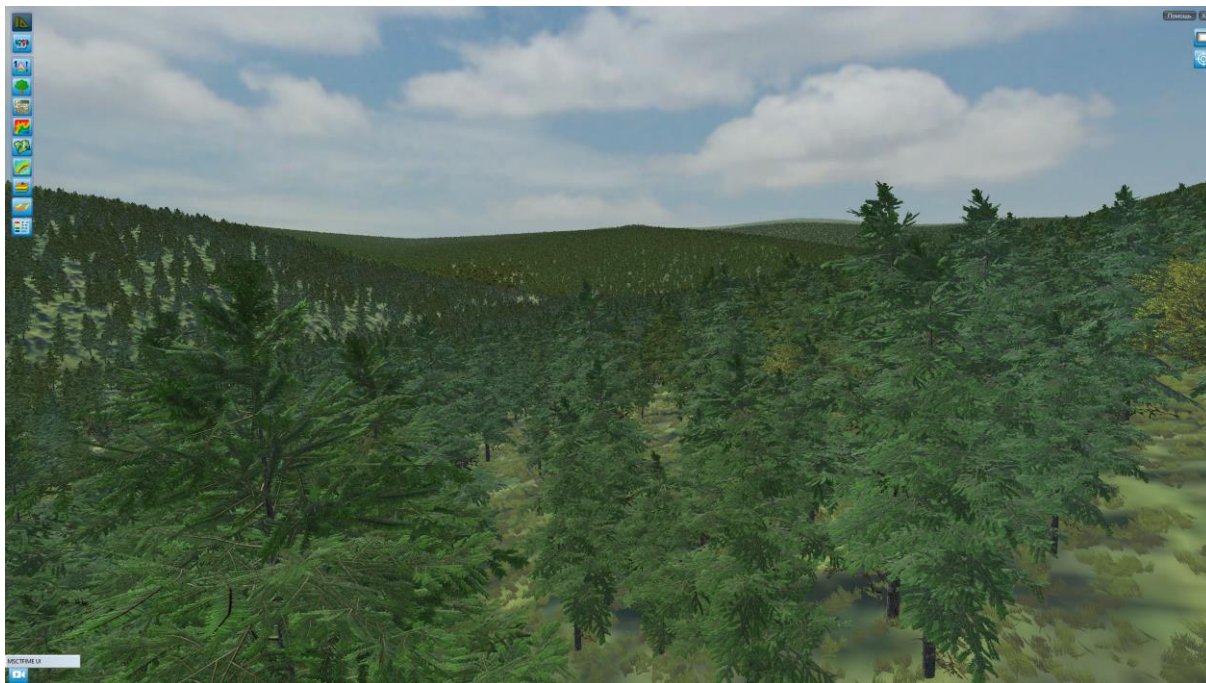


Рис. 1. Модели деревьев в пространстве виртуальной модели.

Применение описанного метода моделирования растительности позволило достичь высокого уровня визуального реализма и улучшить восприятие пространственных характеристик и географических особенностей территории. Благодаря тому, что каждое дерево представлено в виде отдельного объекта, реализована возможность их селективного отображения (включения/отключения) в интерфейсе модели. Это предоставляет пользователю инструмент для работы с различными тематическими слоями данных и анализа подстилающей поверхности.

Общее количество смоделированных объектов растительности составило приблизительно 114 000 единиц. Визуализация столь значительного массива данных предъявляет повышенные требования к вычислительным ресурсам. Однако современный уровень развития графических процессоров позволяет осуществлять интерактивный рендеринг подобных сцен даже на персональных компьютерах. Минимальные системные требования для работы с моделью включают: процессор класса Intel Core i7 или AMD Ryzen 7 серии 7000, не менее 16 ГБ оперативной памяти и графический ускоритель уровня NVIDIA GeForce RTX 3050 или аналогичный.

Выводы. Предложенный подход к визуализации пространственных данных расширяет потенциал их применения, делая продукты воздушного лазерного сканирования доступными не только для узких специалистов в области геодезии, геоинформатики и проектирования, но и для широкого круга неспециализированных пользователей. Интеграция таких интерактивных моделей в традиционные системы информационного обеспечения проектной деятельности способствует повышению обоснованности и качества управленческих решений при освоении территорий. Кроме того, использование дистрибуции данных в виде закрытой (проприетарной) виртуальной среды обеспечивает защиту информации от несанкционированного копирования и распространения при обеспечении широкого доступа к ней.

Список литературы/ References

1. Chen Q. Airborne lidar data processing and information extraction // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2007. V. 73, No. 2, pp. 109-112.
2. Haala N., Brenner C., Anders K.-H. 3D urban GIS from laser altimeter and 2D map data // International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 1998. V. 32, pp. 339-346.
3. Lohr U. Digital elevation models by laserscanning: Principle and applications // Third International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition, 1997. V. I, pp. 174-180.

4. *Schwalbe E., Maas H., Seidel F.* 3D building model generation from airborne laser scanner data using 2D GIS data and orthogonal point cloud projections // Proceedings of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 2005. V. 3, pp. 12–14.
5. *Vosselman G., Dijkman S.* 3D building model reconstruction from point clouds and ground plans // International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 2001. V.34, pp. 37–43.