

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ (ЛИДАРНАЯ СЪЁМКА)

Соколова Наталия Игоревна

магистрант Казанского (Приволжского) федерального университета, Института Физики,
Кафедры астрономии и космической геодезии, РФ, г. Казань

Александров Роман Радиевич

магистрант Казанского (Приволжского) федерального университета, Института Физики,
Кафедры астрономии и космической геодезии, РФ, г. Казань

Мезрина Светлана Александровна

магистрант Казанского (Приволжского) федерального университета, Института Физики,
Кафедры астрономии и космической геодезии, РФ, г. Казань

Введение

В конце 1990-х годов начинается развитие новых методов получения пространственных данных с помощью импульсных лазеров. Одним из таких методов стало воздушное лазерное сканирование (ВЛС).

Технология ВЛС является самым универсальным методом получения пространственных данных о поверхности земли. Широко применяется для получения информации о труднодоступных территориях (болото, густая растительность). Результатом ВЛС является трехмерный массив точек лазерного отражения (ТЛО), который используется для построения цифровой модели рельефа, создания топографических карт крупных масштабов. Для каждой точки известны 3 координаты, интенсивность отраженного сигнала, а также порядок отражения.

Все более востребованной становится съемка с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). При использовании ВЛС с БПЛА можно создать точную цифровую модель рельефа.

Принцип работы ВЛС

Принцип работы ВЛС состоит в излучении и приеме лазерных отражений с помощью лазерного сканера.

Установленный на авиационный носитель (самолет, вертолет) полупроводниковый лазер работает в импульсном режиме и проводит дискретное сканирование поверхности земли и объектов, расположенных на ней, регистрируя направление и время прохождения лазерного луча. Координаты лазерного сканера находятся с помощью высокоточного спутникового приемника, который работает совместно с ИНС. Для определения абсолютных координат каждой точки лазерных отражений в пространстве, необходимо знать углы разворота и относительные смещения между элементами лазерного сканера. Территории покрываются большим количеством ТЛО, т.к. измерительный комплекс меняет направление излучения из стороны в сторону в плоскости, перпендикулярной направлению движения носителя, и принимает сотни тысяч сигналов в секунду.

Число отражений от одного объекта может быть более одного, так как часть энергии

импульс отражается от поверхности объекта (крона деревьев, растительность, здания, опоры ЛЭП), а другая – проходит сквозь неё до отражения с поверхностью земли (последний отраженный импульс). Другими словами, один импульс приносит несколько откликов от объекта.

Обработка материалов, полученных с помощью ВЛС

Обработка материалов ВЛС выполнялась по следующей программе:

- восстановление траектории ВЛС по данным ГНСС и инерциальной системы
- построение облака точек с использованием точных данных траектории и измерений лидара
- объединение и уравнивание облаков точек по траекториям
- классификация облаков точек с получением точек рельефа
- построение ЦМР по классифицированным точкам рельефа

Для выполнения работ по воздушному лазерному сканированию было использовано следующее оборудование:

- воздушный лазерный сканер RIEGL miniVUX-SYS с интегрированной инерциальной системой APX – 15 UAV установленный на БПЛА мультикоптере DJI Matrice M600.



Рисунок 1. Воздушный лазерный сканер RIEGL miniVUX-SYS и БПЛА платформа DJI Matrice M600

Наиболее оптимальным вариантом для обработки облака точек является ПО Microstation.TerraSolid с подключаемыми MDL-приложениям TerraScan,TerraModeler,TerraPhoto.

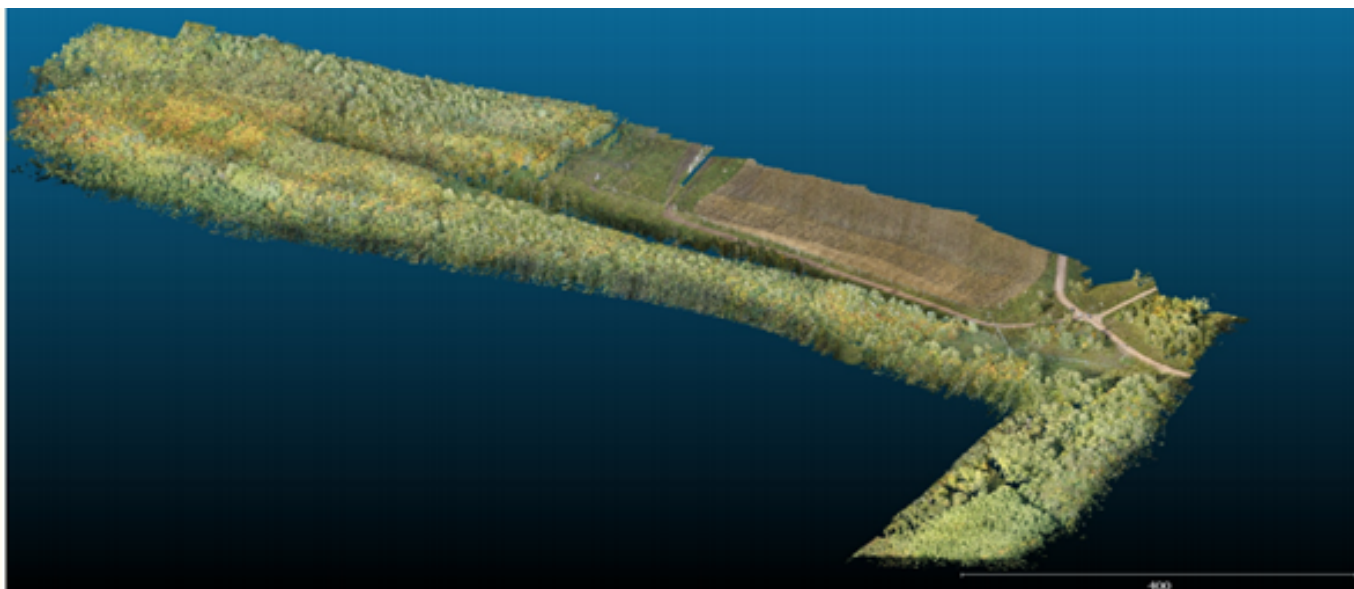


Рисунок 2. Облако точек лазерных отражений

На 1-ом этапе была создана цифровая модель рельефа (ЦМР), выполненная по классифицированным точкам рельефа, полученными по результатам ВЛС. На созданную ЦМР были наложены результаты наземной съемки и отобраны пикеты, попадающие как на залесенные, так и открытые участки. Для выбранных контрольных точек (109 пикетов) вычислены высотные отметки по данным ЦМР ВЛС и определены разности высотных отметок Нвлс — Нсъемка. Для получения объективной оценки точности рассматривались следующие типы поверхности: открытая поверхность (грунт, пашня и т. д.), поверхность с травянистым покрытием и залесенная поверхность. Для оценки плановой точности полученных материалов использовались характерные точки объектов отображенных на облаках точек ВЛС. В качестве контрольных значений использовались координаты этих точек, полученные в результате инструментальной съемки. Для оценки плановой точности использовались отклонения координат, измеренных по материалам ВЛС характерных точек от их значений, полученных в результате инструментальной съемки.

Таблица 1.

Значения

Метод/тип поверхности	Открытая поверхность	Травянистое покрытие	Залес
Нвлс - Нсъемка, м	0,11	0,28	
ХУвлс - ХУсъемка, м	0,08 (dx)	0,08 (dy)	

Оценка точности ВЛС

Основным нормативным документом, регламентирующим точность создаваемых топографических материалов, является ГКИНП-02-033-82 «Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500». В соответствии п. 2.13.1 данного нормативного документа средние погрешности в положении на плане предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших точек съемочного обоснования не должны превышать 0,5 мм, в масштабе создаваемого плана. В случае масштаба 1:500 указанная средняя погрешность будет составлять 0,25 м.

В соответствии п. 2.14 данного нормативного документа средние погрешности съемки рельефа относительно ближайших точек геодезического обоснования не должны превышать по высоте: 1/4 принятой высоты сечения рельефа при углах наклона до 2°; 1/3 при углах наклона от 2° до 6° для планов масштабов 1:5000, 1:2000 и до 10° для планов масштабов 1:1000 и 1:500; На лесных участках местности эти допуски увеличиваются в 1,5 раза. В случае масштаба 1:500, при высоте сечения 0,5 м. указанная средняя погрешность будет составлять 0,13 м., а на залесенных территориях — 0,19 м. Исходя из вышесказанного и данных таблицы можно сделать вывод о том, что точность высот метода ВЛС соответствует точности масштаба 1:500

Список литературы:

1. Воздушное лазерное сканирование <http://www.souzgiprozem.ru/tehnologiivozdushnoe-lazernoe-skanirovanie.html>
2. Инновационные решения RIEGL для воздушного лазерного сканировании https://artgeo.ru/solution/innovatsionnye_resheniya_riegl_dlya_vozdushnogo_lazernogo_skanirovaniya
3. Методика построения цифровых моделей рельефа по данным воздушного лазерного сканирования <https://www.dissercat.com/content/razrabotkamodifitsirovannykh-tsifrovymkhmodelei-relefa-po-dannym-vozdushnogo-lazernogoskan>
4. Рыльский, И.А. Оценка возможности использования данных ВЛС и аэрофотосъемки с БПЛА для обеспечения проектных работ <http://www.geoprofi.ru/technology/ocenka-vozmozhnosti-ispolzovaniyadannykhkhvls-i-aehrofotos-emki-s-bpla-dlya-obespecheniya-proektnykhkh-rabot>
5. Современные тенденции развития отрасли беспилотных летательных аппаратов <http://geomatica.ru/clauses/240/>