ОПЫТ ПРИМЕНЕНИИ ЛИДАРНОЙ СЪЕМКИ С БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ООО «УЗГАШКЛИТИ»

Магрупов Юлдаш Дадажанович
генеральный директор ООО «УзГАШКЛИТИ», Республика Узбекистан, г. Ташкент.
Тен Юрий главный эксперт ООО «УзГАШКЛИТИ», Республика Узбекистан, г. Ташкент.
Старший преподаватель Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»
https://doi.org/10.5281/zenodo.17927961

Аннотация. *Рассмотрены сбор 2D и 3D-данных с беспилотных DJI Zenmuse L2. В сочетании с системой позиционирования RTK с наземной базовой станции дрона для объединения данных во время последующей обработки, Zenmuse L2 получаем доступ к высокоточной информации об абсолютном местоположении, скорости и ориентации.*

Благодаря уменьшенному размеру точек 4 × 12 см на 100 м, обнаруживаем объекты меньшего размера с большей детализацией, генерируя более точные цифровые модели рельефа, и поддерживает пять возвратов, способность проникать сквозь более густую растительность и захватывать больше точек на поверхности.

Abstract This paper presents the experience of collecting 2D and 3D data using UAV-based LiDAR technology, specifically with the DJI Zenmuse L2 system. Combined with the real-time kinematic (RTK) positioning system and a drone-mounted base station, the Zenmuse L2 enables precise geolocation data (absolute positioning, velocity, orientation) to be recorded for post-processing.

Thanks to a reduced laser footprint (4 × 12 cm at 100 m altitude), it is possible to detect smaller objects with higher detail, allowing for the generation of more accurate digital terrain models (DTM). The system supports up to five returns, offering the capability to penetrate dense vegetation and capture more ground-level points.

Ключевые слова: *беспилотные летательные системы, цифровые 2D и 3D модели рельефа местности, воздушного лазерного сканирования (ВЛС), лидарной съемки с беспилотных летательных систем.*

Keywords: unmanned aerial systems (UAS), digital 2D and 3D terrain models, airborne laser scanning (ALS), UAV-based LiDAR surveying.

Современные требовании в цифровой фотограмметрии и картографии связаны с появлением прогрессивных технических средства и технологии, используемые для создания цифровой топографо-геодезической и картографической продукции с лазерно-локационные (ЛЛ) системой, обладающие рядом преимуществ в получении цифровой информации о земной поверхности перед традиционными методами: высокая производительность на этапах сбора и обработки данных, максимальное сокращение наземных геодезических работ по планово-высотному обоснованию, возможность получения информации о земле даже под кронами деревьев и др. [1]

При применении соответствующих программных продуктов TerraScan - основной продукт как базовый модуль для классификации и векторизации облаков точек и

TerraModeler для моделирования рельефа и объектов, а также TerraPhoto, TerraMatch, TerraStereo и другие для обработки данных воздушного лазерного сканирования (ВЛС) предоставляется возможность автоматически выделять классы объектов классификации лазерных точек с целью распознавания точек лазерных отражений (ТЛО), принадлежащих земной поверхности.

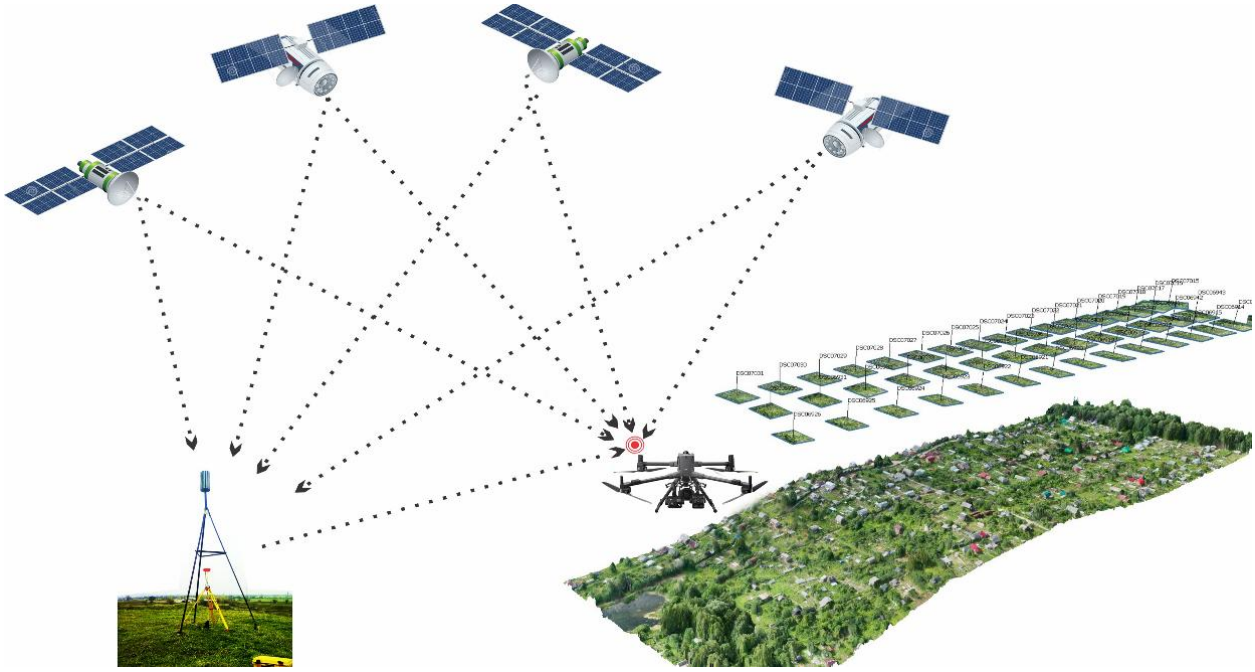


Рис. 1. Режим D-RTK 2

С установкой на исходном базовом пункте D-RTK 2 на D-RTK 2 подключается к D-RTK для управления дроном. С завершением сбора данных используют кабель Type-C для подключения дрона к D-RTK 2.

При планировании залета с БЛС с лидарной камерой необходимо соблюдать в начале участка калибровку камеры методом восьмеркой и в конце полета перед посадкой. Также в полете через каждые 100 сек. полета программа автоматически калибрует лидарную камеру методом восьмерки или пролетом взад и вперед. Все эти процедуры предусмотрены программой планирования.

Для получения матрицы точек рельефа необходимо одна точка на квадратный метр см. табл.1, при этом возможно получение более высокого качества (достоверности) рельефа местности, при которой необходимо установить следующие параметры полета см. табл. 1:

Табл.1. Соотношение количество точек к масштабу создаваемого плана

Масштаб	1:500	1:1000	1:2000
Количество точек на 1 м2	16	3	1

Табл.2. Высота полета и минимальный отраженный сигнал

Высота полета, м	50	75	100
Скорость, м/сек	3	7	10
Отраженный сигнал	3	2	1

Табл. 3. Плотность точек и точность

Плотность излучения	**Общий класс планиметрической точности**	**Тип растительности**	**Общий класс альтиметрической точности**	**Требуемая плотность на окончательной ЦМР**
10 точек/м²	20 см	Открытое пространство, ровные поверхности, без растительности	15 см	4 точки/м²
		Ландшафт с умеренной растительностью	Небольшое ухудшение	2 точки/м²
		Густой лес (лиственный)		1 точка/м²

При классификации «шумов» - растительности необходимо, т.е. для проверки земли задать:

1) до 25см;
2) 26 – 200 см;
3) 201 см и более.

Практическая реализация на Фаришском полигоне в Фаришском районе Джизакской области

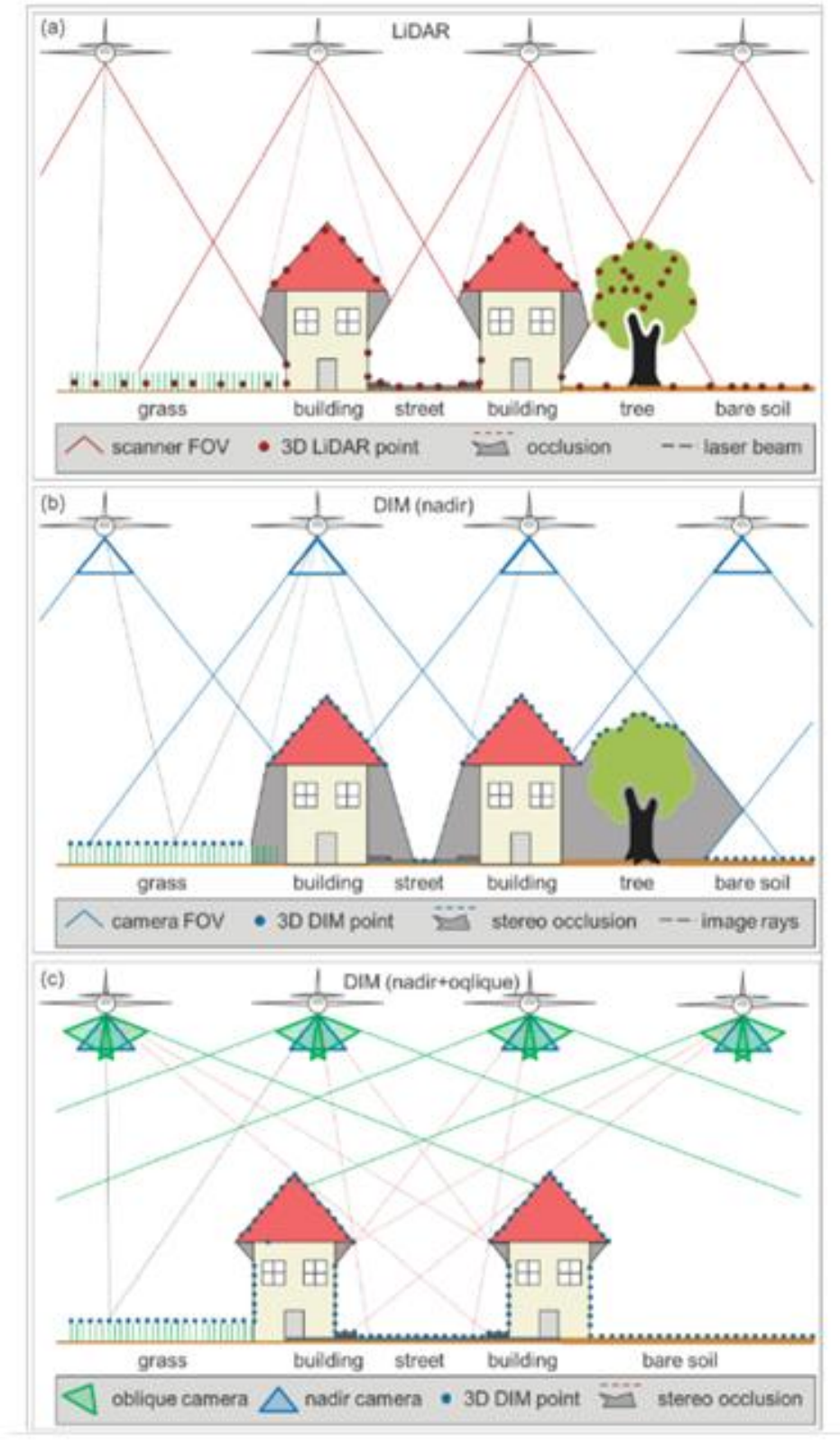


Рисунок 2: Схема процесса сбора данных на основе (a) воздушного лазерного сканирования, (b) цифровой индексной модели с изображениями, направленными вертикально вниз, и (c) цифровой индексной модели с вертикальными и наклонными изображениями [2].

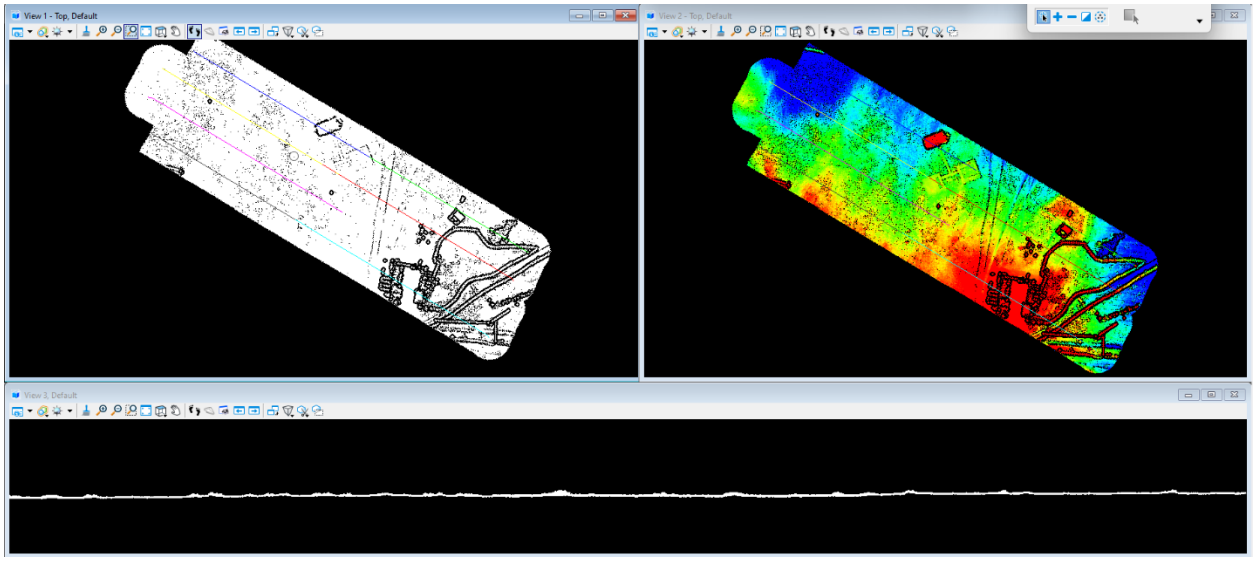


Рис. 1. Применение Matrice 300 RTK и DJI Terra камера L1

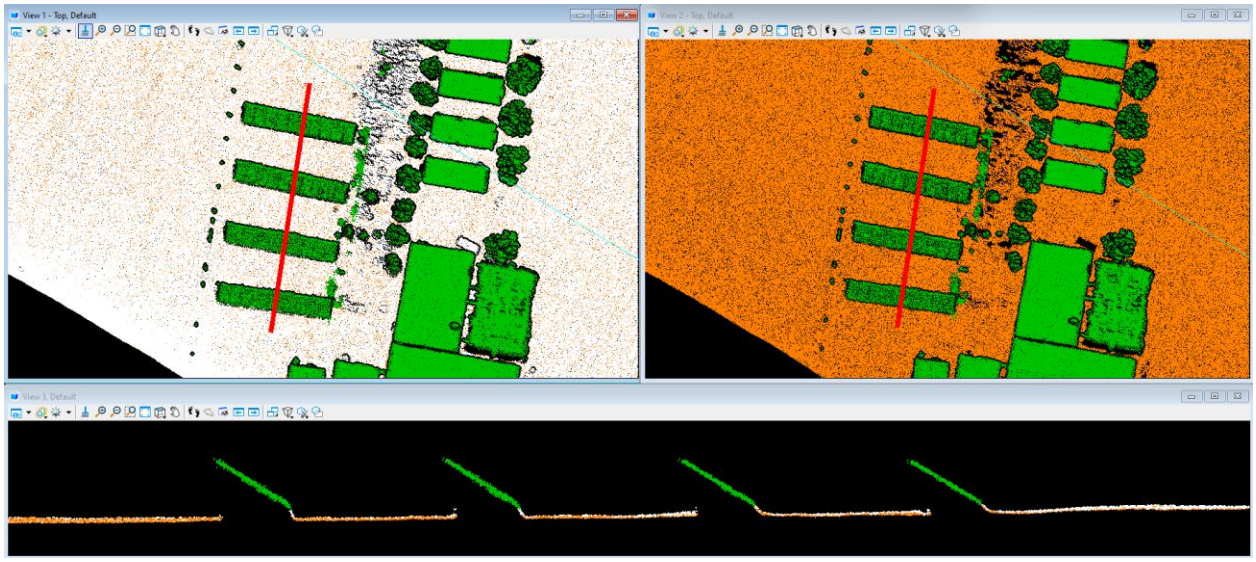


Рис. 2. DJI Terra объединяет данные IMU и GNSS для расчета облака точек и видимого света, а также выполняет расчеты данных POS-терминала, что позволяет легко создавать реконструированные модели.

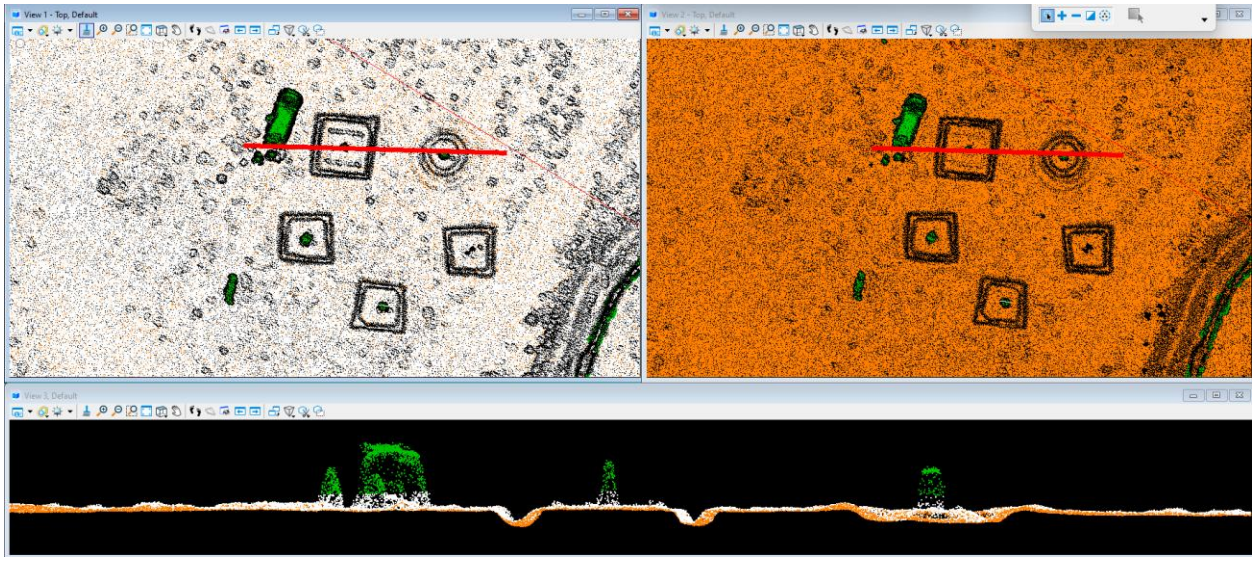


Рис. 3. Рендеринг реконструкций с точностью до сантиметра благодаря высокоточному IMU, визуальному датчику для точного позиционирования и включению данных GNSS.1

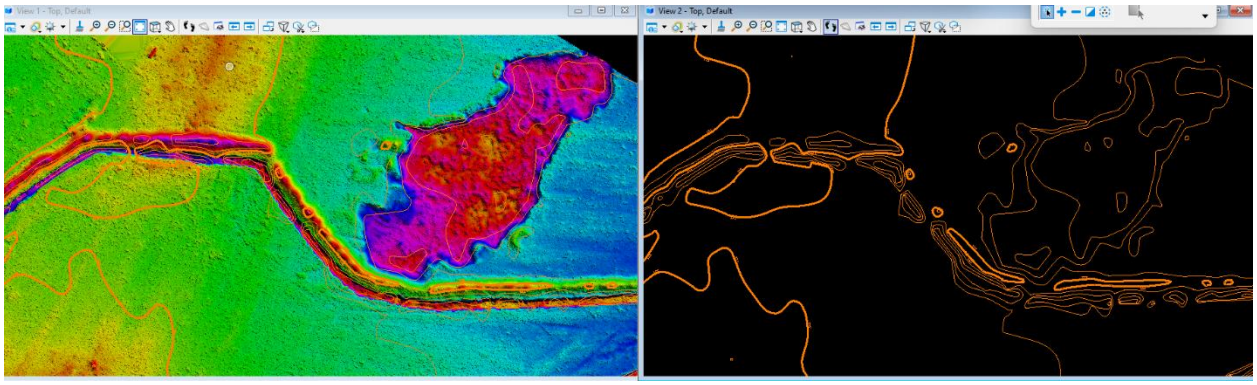


Рис. 4. Быстрое создание топографических планов с использованием точных цифровых моделей рельефа.

При наличии данных RTK-позиционирования для сбора калибровочных маршрутов точность контрольных точек может быть проверена на основе результатов реконструкции калибровочного маршрута путем размещения контрольных точек в зоне съемки. Если точность соответствует требуемой инженерной точности, калибровка соответствует стандарту [3].

Выводы: Встроенная система RTK и инерциальный измерительный блок (IMU) обеспечивают точную геопривязку собранных данных, обеспечивая высокую точность и надежность.

Высокопроизводительное техническое обеспечения L2 позволяет выполнять точное сканирование объектов, закрытых земли травяной, лесной и др. растительностью и на большом расстоянии и быстрее получать облака точек для построения цифрового 2D плана местности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данилин, И.М. Лазерная локация земли и леса: учеб. пособие / И.М. Данилин, Е.М. Медведев, С.Р Мельников. – Красноярск: Институт леса им. Сукачева СО РАН, 2005. – 182 с.
2. Воздушная лазерная съемка- 2 часть Руководство на 2025 год Часть II: Интегрированные системы.
3. Компания DJI, Китай. https://enterprise.dji.com/.