

УДК 621.316

ПРИМЕНЕНИЕ ВЛС ПРИ РЕШЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ.

Г.Г. Гашев, Ведущий инженер-геодезист (АО «ПРИН»)
г. Екатеринбург

Аннотация.

Технология воздушного лазерного сканирования (ВЛС), созданная в середине 90-х годов прошлого века, изначально не находила широкого применения, так как оборудование было громоздким, устанавливалось только на пилотируемые воздушные суда и требовало гиросtabilизированных платформ. Основной задачей являлось получение информации о подстилающей поверхности в виде облака точек с достаточно небольшой плотностью – несколько точек на квадратный метр. Съёмка с воздуха обычно выполнялась на максимальной по площади территории для окупаемости дорогостоящего оборудования.

В двадцатом веке двадцать первого века системы ВЛС эволюционировали – уменьшились масса и габариты, увеличилась производительность. Сегодня возможно устанавливать миниатюрные системы для ВЛС на малые беспилотные летательные аппараты (способные поднимать в воздух полезную нагрузку массой более 1 кг), что позволяет применять современные лидары для решения большинства производственных задач. Стоимость оборудования кратно уменьшилась и сравнялась со стоимостью хорошего тахеометра или комплекта спутникового оборудования.

Принципы воздушного лазерного сканирования.

Воздушное лазерное сканирование предназначено для съёмки местности с воздуха с использованием лидара, установленного на беспилотном или пилотируемом аппарате. Лидар излучает лазерный луч и принимает одно или несколько отражений. Чем больше отражений от одного лазерного импульса может принять лидар, тем больше деталей можно получить. Кроме лидара в системе должны быть установлены навигационная система и микрокомпьютер. Навигационный модуль, состоящий из спутникового приёмника и инерциальной системы, служит для определения траектории движения системы – набор положений (координаты) центра отсчета лидара и его ориентация (крен, курс, тангаж) в пространстве. Для точной привязки траектории к местности необходим спутниковый приёмник, установленный над точкой, с известными координатами. Обработка траектории полёта происходит специализированной программой.

Для увеличения информативности, получения ортофотоплана, а также для раскраски облака точек в реальные цвета, в системы для воздушного сканирования устанавливают фотокамеру высокого разрешения, калиброванную относительно лидара.

Воздушное лазерное сканирование широко применяется для создания карт местности масштабом от 1:500 до 1:10000. Этот метод характеризуется высокой плотностью данных и точностью от 1 до 10 см. На точность и плотность влияют скорость и высота полёта, а также перекрытие. При ВЛС, в отличие от аэрофотосъёмки, поперечное перекрытие может быть небольшим – 10-20%.

Как и любая технология, ВЛС имеет свои преимущества и недостатки.

Преимущества:

- **Оперативность.** Скорость выполнения работ и обработки данных, полученных при использовании ВЛС, во много раз выше, чем при применении методов работы классической геодезии и аэрофотосъёмки.
- **Эффективность.** Выполнение измерений рельефа с большими перепадами высот, съёмка заболоченных и залесённых территорий не являются помехами для ВЛС.
- **Высокая точность и плотность.** Полнота получаемой информации многократно превышает информацию, получаемую классическими методами. Повышается достоверность получаемой информации.
- **Множество вариантов применения.** Из облака точек возможно автоматически извлекать провода, столбы, трубы, здания, цифровую модель рельефа, что дает возможность оперативно и точно решать различные производственные задачи.

Недостатки:

- **Ограничения на использование воздушного пространства.** Не во всех местах можно выполнить полёт. Для совершения полёта необходимо получить разрешение в соответствующих контролирующих органах, что требует дополнительного времени.
- **Стоимость оборудования** несколько выше стоимости полевого комплекта геодезиста. Но за счёт более высокой производительности, оборудование окупается быстрее.
- **Зависимость от метеорологических и климатических условий.** Например, снежный покров препятствует получению данных о рельефе поверхности. Снег, дождь, туман, а также смог, пыль, сильный или порывистый ветер могут увеличить сроки выполнения работ и ухудшить качество итогового материала.
- **Затенения.** Невозможно получить данные под крышами зданий, или не видимые с высоты полёта сканера. Для решения данной проблемы необходимо комбинировать данные, полученные при ВЛС и данные мобильного лазерного сканирования (МЛС). В частности, существуют универсальные лазерные сканеры, которые возможно устанавливать как на БПЛА, так и на наземный транспорт или рюкзак, что позволяет эффективнее использовать оборудования в различных условиях.

Косвенный фактор, влияющий на применение ВЛС.

- **Характеристики БПЛА.** От БПЛА зависит дальность и высота полета, максимальное время полёта, требования к площадке для взлёта и

посадке. При этом под решение разных задач можно применять различные типы БПЛА – квадрокоптеры, системы с вертикальным взлётом и посадкой, самолетного типа.

Все эти факторы влияют на итоговое качество облака точек, объём получаемой информации и снимаемую площадь.

Применение технологии ВЛС при решении производственных задач.

Создание, обновление топографических планов: застроенная территория населенных пунктов, производственных объектов; либо территория, покрытая естественной растительностью и обводнением. Применение ВЛС совместно с аэрофотосъёмкой (АФС) позволяет получить максимально подробные данные относительно классических методов съёмки.

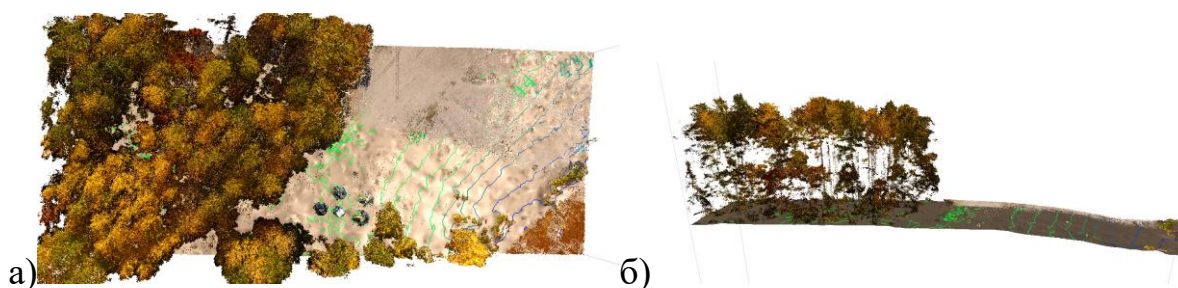


Рисунок 1. Пример облака точек лесного массива с переходом к берегу реки, зеленые линии – горизонтали:
а) Вид сверху, б) Вид с боку.



Рисунок 2. ВЛС городской застройки.

Применение ВЛС позволяет существенно ускорить выполнение работ, свести к минимуму затраты на их проведение, получить максимальный набор данных, в том числе информацию о рельефе под плотными кронами деревьев. В дополнение ортофотоплан позволяет проводить дешифрирование.

Выполнение маркшейдерских работ: сопровождение добычи полезных ископаемых, подсчет объёмов вынутых масс и складских остатков. Работы сопряжены с цикличностью выполнения, большой площадью съёмки, необходимостью соблюдения мер безопасности.

При применении работ классическим методом сотрудники подвергаются риску получить травму при проведении замеров, плотность данных низкая, что сказывается на точности вычисления объёмов.



Рисунок 3. Применение ВЛС в маркшейдерии, максимально точная геометрия объекта съемки.

Применение ВЛС позволяет сократить погрешность до 1-3 % за счет высокой плотности данных. Повторяемость результатов замеров – не менее 99%.

Неразрывно с задачей добычи полезных ископаемых, а также переработки идет вопрос экологического мониторинга окружающей среды для оценки воздействия того или иного предприятия. ВЛС применяется совместно с аэрофотосъемкой и выполняется через определенные промежутки времени, что дает возможность оценить изменения территории в ретроспективе. На основе полученных данных производится прогнозирование потенциально опасных чрезвычайных ситуаций для запуска мероприятий по предотвращению, либо минимизации последствий их возникновения.

Контроль выполнения строительных работ. ВЛС позволяет в кратчайшие сроки проводить документированный мониторинг стадий строительства площадных и линейных объектов, определение баланса выемки/отсыпки, контроль выхода на проектную отметку при проведении земельных работ.

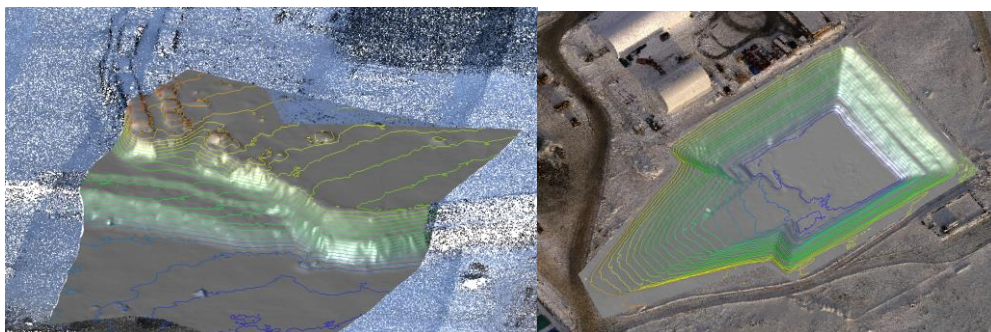


Рисунок 4. ВЛС контроль, выход на проектную отметку котлована.

Своевременный контроль проектной документации позволяет застраховать исполнителя от перерасхода сметы, связанной с ошибками проектировщиков.

Проведение съёмки лесного массива в границах планируемого строительства линейных сооружений дает возможность произвести таксацию и аргументировано подтвердить объём предстоящей вырубке, что позволяет отказаться от тестовой вырубке на пробном участке, и значительно сократить расходы на рекогносцировку территории перед началом работ.

Съёмка линий электропередач позволяет формировать исполнительные съемки по окончании монтажных работ, а также производить мониторинг инфраструктуры линии электропередач. Расходы на выезд специалистов с

целью мониторинга значительно сокращаются за счет адресного выезда к проблемным участкам.

К отдельной категории строительных работ относятся мероприятия, связанные с восстановлением, либо дополнением проектной документации на промышленных объектах. Основная задача полевой бригады собрать максимально возможный объем информации за единицу времени. В данной ситуации особенно важна функциональность оборудования.

Максимально эффективно зарекомендовали себя воздушные лазерные сканеры серии AlphaAir и универсальные мобильные сканеры серии AlphaUni, производства компании CHCNAV.



Рисунок 5. Серия AlphaUni варианты монтажа на БПЛА и автомобиль.

За счёт универсальности и возможности установки на разные платформы использование оборудования становится максимальным.

Список литературы.

1. Родненко И.Н., Каницкая Л.В. Обоснование экономической эффективности метода воздушного лазерного сканирования линейных и площадных объектов при строительстве сложных технологических объектов нефтегазового комплекса // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 12-1. – С. 215-219;
2. Дементьев, В. Е. Современная геодезическая техника и ее применение: Учебное пособие для вузов./В.Е. Дементьев. - М.: Академический Проект, 2008. - 591 с.
3. Баборыкин М.Ю. Способ проведения геотехнического мониторинга линейных сооружений и площадных объектов на основе воздушного лазерного сканирования. Патент на изобретение № 2655956.
4. Соловьёв В.А., Соловьёва Л.П. 2005. Глобальная экология (экология геосфер земли). Краснодар: Изд-во КубГУ, 2005. СС. 26, 310-314.

Информация об авторе: Гашев Глеб Григорьевич, ведущий инженер-геодезист АО «ПРИН»), 620073, г. Екатеринбург, ул. Крестинского, д. 44, ggg@prin.ru