

Преимущества применения лазерных сканирующих систем наземного и авиационного базирования

Е.М.Медведев, зам. директора по научной работе НПП «Геокосмос»
С.Р.Мельников, директор НПП «Геокосмос»

Введение

Возможно, самым значительным технологическим новшеством последнего времени в маркшейдерии, геодезии и ряде смежных отраслей стало активное внедрение в практику лазерных сканирующих систем. Технологический эффект, вызванный их появлением, столь значителен, что его можно сравнить только с внедрением в повседневную геодезическую практику в начале 90-х годов навигационно-геодезических систем GPS и ГЛОНАСС. Формула успеха новой технологии может быть очень коротко выражена как – «естественная» трехмерность плюс абсолютная геодезическая точность на уровне первых сантиметров.

Практическое использование подобных систем наряду с задачами эксплуатации самих лазерно-сканирующих устройств предполагает решение целого ряда серьезных методических проблем, таких как выбор оптимальных режимов съемки применительно к конкретной топологии сцены, оценка реальной точности определения пространственных координат объектов того или иного класса. Однако наиболее интересным и перспективным аспектом применения технологии лазерного сканирования является создание математического аппарата обработки данных лазерной съемки, по результатам которой могут быть автоматически распознаны и полностью подготовлены к нанесению на топографическую карту или цифровую модель местности важнейшие компоненты сцены наблюдения. Такими компонентами являются – цифровая модель рельефа, растительность, здания и коммуникации, а также многие другие географические объекты естественного и антропогенного происхождения. Все вышесказанное позволяет без преувеличения рассматривать лазерную локацию как отдельный большой раздел геодезии и фотограмметрии.

В данной статье авторы постарались осветить наиболее общие вопросы применения в маркшейдерии и геодезии лазерных сканирующих систем наземного и авиационного базирования на основе более чем 2-х летнего опыта работы с такими системами в НПП «Геокосмос».

Историческая справка

С одной стороны, современные лазерные локаторы (сканеры) во многом являются дальнейшим развитием хорошо известных и активно применяемых в наземной геодезии оптических дальнометров и родственных им приборов – лазерных тахеометров, Total station, которые определяют дальность путем измерения времени распространения зондирующего луча от излучателя до объекта и обратно. С другой стороны, они имеют много заимствовали от активных лазерных сканирующих систем авиационного базирования, использовавшихся с



Трехмерная модель блока сепараторов ДНС-2 Западно-Сургутского месторождения ОАО «Сургутнефтегаз», выполненная НПП «Геокосмос» по результатам лазерного сканирования с использованием наземного лазерного сканера RIEGL LMS-Z210

70-х годов в основном в качестве военной разведывательной аппаратуры. Следует также упомянуть о так называемых лидарах, применяемых для дистанционного зондирования атмосферы с помощью лазерного луча. Именно исследования в области использования полупроводниковых лазеров в лидарах обеспечили подготовку технологической базы для начала разработки первых лазерных сканеров. Однако выделение лазерных сканеров в отдельный класс приборов стало возможно только в начале 90-х годов с появлением интегральных бортовых навигационных комплексов обеспечивающих достаточно точное вычисление в реальном времени пространственных (5–7 см) и угловых (0.5–1.0 мрад) координат носителя.

Лазерно-локационные технологии сочетают в себе точность и конкретность фотограмметрии и высокую информативность и производительность методов дистанционного зондирования.

Принципы функционирования

Принцип функционирования лазерного локатора авиационного базирования представлен на рис. 1. В качестве излучателя используется полупроводниковый лазер, как правило, ближнего инфракрасного диапазона, работающий в импульсном режиме. В каждом акте сканирования регистрируются наклонная дальность до точки отражения и значение угла, определяющего направление распространения зондирующего луча в системе координат локатора.

В зависимости от типа лазерного локатора могут фиксироваться более одного (до пяти) отражений для каждой линии визирования. Такая возможность способствует получению более информативных лазерно-

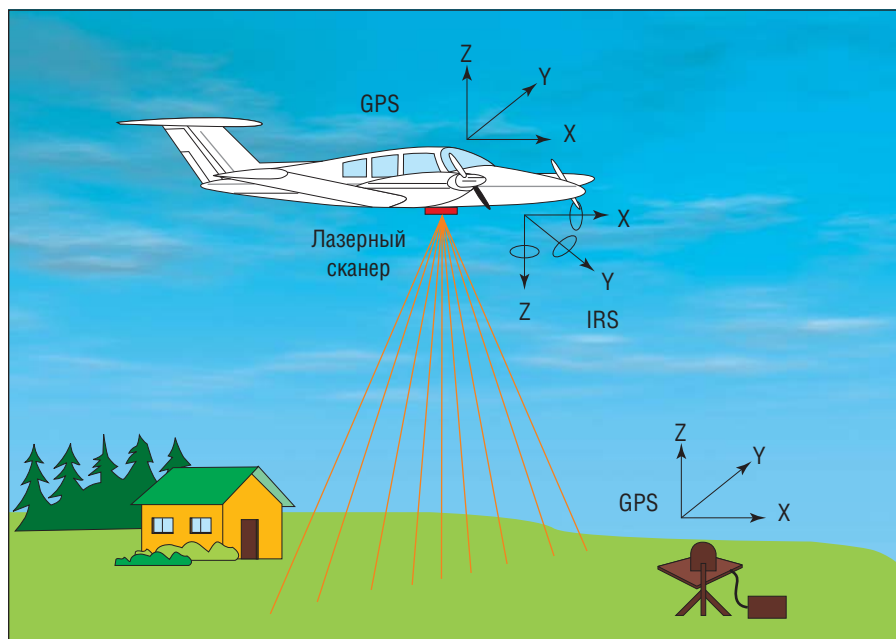


Рис. 1 Принцип функционирования лазерного локатора

локационных изображений, так как в одном акте сканирования могут быть получены отклики сразу от нескольких компонентов сцены: первые отклики будут получены за счет отражений от листвы растительности, проводов и опор ЛЭП, кромок зданий, а последний отклик, как правило, соответствует поверхности земли или другой твердой поверхности, например, крыше здания.

Траектория движения носителя регистрируется бортовым приемником GPS. В сочетании с замеренными значениями наклонной дальности и угла сканирования это позволяет непосредственно получить абсолютные геодезические координаты элементов сцены, вызвавших отражение зондирующего луча.

Следует также упомянуть о наземных лазерных сканерах. В первом приближении их можно рассматривать как упрощение сканеров авиационного базирования. При использовании таких приборов сканирование осуществляется с Земли и при неподвижном положении сканерного блока, т.е. элементы внешнего ориентирования остаются неизменными в каждом сеансе. По понятным причинам наземное сканирование значительно уступает воздушному по производительности. Однако в наземном случае возможно получение значительно более детальных изображений за счет полной свободы в выборе ракурса и продолжительности сканирования. Возможна также съемка внутри помещений. Можно отметить и другие преимущества наземных лазерных сканеров по отношению к воздушным:

1. На порядок меньшая стоимость, главным образом за счет отсутствия необходимости использования дорогостоящего навигационного комплекса.
2. Более высокая точность определения координат объектов благодаря статическому характеру съемки и в среднем меньшей дальности до наблюдаемой сцены.

Почему лазерное сканирование?

Следует отметить, однако, что возможности, предоставляемые традиционными методами воздушной и наземной топографической съемки, не в полной мере

соответствуют современным требованиям по полноте данных, их точности и форме представления.

Для правильного понимания характера проблем, возникающих при использовании данных топографических съемок, необходимо также представить краткое описание современных технологий проектирования. Существенным является тот факт, что такие технологии, как правило, реализуются в виде прикладных программных пакетов, представляющих концепцию автоматизированного проектирования (Computer Aided Design (CAD) в зарубежной литературе). Использование подобных систем значительно повышает как производительность, так и качество выполнения проектных работ, т.к., по

сути, оперирует с математической моделью, включающей все значимые компоненты, имеющие отношение к объекту проектирования.

Использование CAD систем для проектирования сегодня является доминирующей тенденцией. Будет справедливо говорить, что требования к номенклатуре и точности топографических и нетопографических данных, собираемых в ходе аэросъемочного обследования сегодня во многом определяются исходя из необходимости их использования в CAD и ГИС системах. Только в этом случае результаты съемки могут считаться конкурентоспособными.

Решающим фактором, определившим успех лазерно-локационных (ЛЛ) методов, является технологическая простота сбора пространственных данных по подстилающей поверхности. По сути, при использовании ЛЛ методов можно говорить о возможности непосредственной съемки рельефа и многих классов наземных объектов как естественных, так и имеющих антропогенную природу. Точность изображения компонентов рельефа и наземных объектов по результатам съемки, равно как и точность всех геометрических измерений составляет, как правило, 10–20 см, что позволяет использовать ЛЛ данные для создания и обновления топографических карт и планов практически всего масштабоного ряда вплоть до масштаба 1:1000–1:2000.

Изучая возможность использования ЛЛ метода съемки можно указать на ряд существенных преимуществ, обеспечиваемых этим методом по сравнению с традиционными подходами:

1. Производительность ЛЛ метода чрезвычайно высока. На практике достигнута производительность съемки линейных объектов в 500–600 км за один аэросъемочный день. Здесь следует отметить, что камеральная обработка результатов съемки при реализации ЛЛ метода, как правило, по продолжительности сравнима со временем выполнения авиационных работ, что позволяет выполнять такую обработку оперативно на месте проведения работ. Это, в свою очередь, позволяет эффективно контролировать качество съемки и при необходимости выполнять повторную съемку. Понятно, что подобная производительность значительно превосходит возмож-

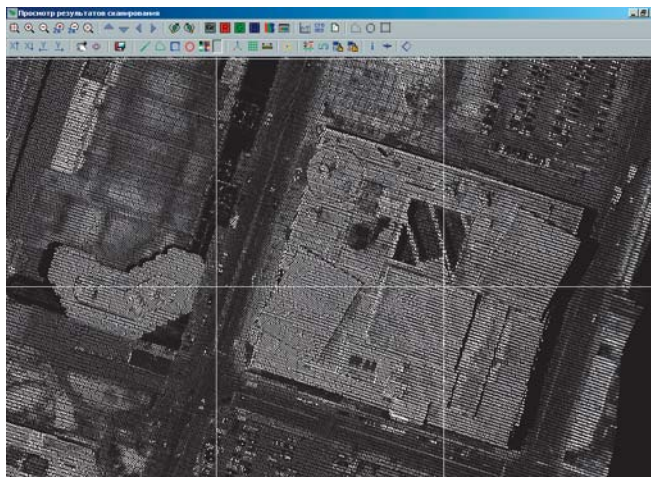
ности традиционных аэросъемочных технологий, которые требуют сложной камеральной обработки, требующей значительного времени.

2. ЛЛ метод не требует выполнения наземных геодезических работ по плано-высотному обоснованию результатов аэросъемки. Необходимость выполнения таких работ может составить серьезную проблему при реализации традиционных методов съемки, особенно для удаленных и труднодоступных районов.

Классические стереофотограмметрические методы в их аналитической или цифровой реализациях обеспечивают возможность проведения высокоточных измерений компонентов сцены. Однако с помощью таких методов не удастся автоматизировать воспроизведение формы сложных инженерных объектов, таких, например, как эстакады, резервуары, трубопроводы, опоры ЛЭП. Кроме того, в ряде случаев из-за особенностей пространственного положения некоторых объектов в значительной степени затруднено их измерение стереофотограмметрическими методами, в результате чего точность определения их пространственного положения оказывается неудовлетворительной. В силу того, что ЛЛ метод реализует прямое измерение всех компонентов сцены, он является полностью свободным от указанных ограничений. В то же время, ЛЛ измерение всегда создает пространственный образ объекта – «облако» лазерных точек, отраженных от поверхности объекта. Такое «облако» само по себе значительно облегчает визуальный анализ формы изображаемого объекта и позволяет выполнять все необходимые первичные (а в некоторых случаях и окончательные) геометрические измерения на базовом уровне точности метода, т.е. 15–20 см. Более важно то, что данные, представленные в такой форме, могут быть эффективно использованы для программного анализа и построения векторных моделей, что по указанным выше причинам крайне существенно для реализации современных подходов проектирования.

ЛЛ метод в отличие от классических методов в значительной степени свободен от сезонных ограничений, связанных с наличием лиственного покрова. ЛЛ измерения в большинстве случаев применимы к объектам, расположенных под кронами деревьев.

Без всяких ограничений возможно проведение ЛЛ съемки для сцен с отсутствующей или слабовыраженной текстурой поверхности – карьеров, тундры, песчаных пляжей, заснеженных и водных поверхностей.



Фрагмент лазерно-локационной съемки Торонто

Известно, что стереофотограмметрические измерения таких сцен не возможны по причине невозможности установления соответственных точек в стереопаре. В маркшейдерской практике подобные ландшафты встречаются достаточно часто.

Выводы

Лазерно-локационные технологии это сегодня уже не просто новое перспективное направление теоретических исследований. Для десятков компаний в России и за рубежом это эффективный инструмент для решения многих задач практической маркшейдерии, геодезии, при выполнении работ по обновлению топографических карт и планов, созданию кадастров, геоинформационных систем и др. Наиболее обещающим направлением развития ЛЛ технологий представляется интеграция с классическими аэросъемочными и цифровыми фотограмметрическими методами, что позволяет надеяться на появление в ближайшее время принципиально новых систем картирования реально-го времени.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Медведев Е.М. Simultaneous Recording of LIDAR and Aerial Imagery. GIM International No.1, 2002
2. Мельников С.Р. Лазерное сканирование: новый метод создания трёхмерных моделей местности и инженерных объектов. Горная промышленность №5, 2001
3. Мельников С.Р., Григорьев А.В. Некоторые аспекты применения трехмерного лазерного сканирования для решения задач изыскания, проектирования и эксплуатации. Горная промышленность №3, 2002
4. Мельников С.Р., Медведев Е.М. Можно ли дальше жить без лазерного сканирования? Маркшейдерский вестник №4, 2002

Акфор Дизель



ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Запчасти для: CAT, Komatsu, KATO, Hitachi, Liebherr и др.

- Фильтры Donaldson для любой модели ДСТ
- Импортная гидравлика: насосы, моторы, редукторы, рапредслитслн и др. Запчасти.
- Элементы ходовой части: гусеницы, цепи, катки, сегменты, звездочки и др.
- Гидравлические шланги для любой модели ДСТ
- Запасные части для двигателей: CAT, Komatsu, Cummins, Isuzu, Mitsubishi, Dcutz, Mercedes и др.

ПОСТАВКА СО СКЛАДА В МОСКВЕ ИЛИ ПОД ЗАКАЗ

Тел./Факс: (095) 362-6211, 362-6444, 361-4523

E-mail: wesko@wesko.ru