ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ ITRES ДЛЯ НУЖД ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Е.М. Медведев («ГеоЛИДАР»)

В 1986 г. окончил факультет автоматики и вычислительной техники Московского энергетического института по специальности «электронные вычислительные машины». После окончания института работал в ГосНИИ Авиационных систем, с 1997 г. — в ЗАО «Оптэн Лимитед», с 2002 г. — в Компании «Геокосмос». С 2005 г. по настоящее время — генеральный директор компании «ГеоЛИДАР». Одновременно является доцентом кафедры аэрокосмического мониторинга, картографии и геоинформатики Красноярского государственного аграрного университета. Кандидат технических наук.

Стивен Мах (ITRES, Канада)

С 1996 г. по 2005 г. занимал должность вице-президента по продажам прикладных программ компании ITRES, руководил основными направлениями бизнеса и отвечал за разработку CASI, а также систем лазерного сканирования. С момента получения ученой степени консультировал и курировал экспертов в области геоинформационных технологий, а также в вопросах, связанных с использованием CASI, TABI, SASI, TASI. В настоящее время — вице-президент компании ITRES по развитию бизнеса.

Лесохозяйственные и лесоустроительные работы всегда являлись одним из наиболее важных приложений гиперспектральных технологий, разрабатываемых компанией ITRES (Канада) и ее российским партнером — компанией «ГеоЛИДАР».

Россия и Канада обладают половиной мировых запасов леса, являющихся, по общему признанию, не только национальным, но и общечеловеческим достоянием. Интерес к изучению леса средствами авиационного мониторинга в обеих странах велик. Велики и успехи в этой области. Среди российских достижений можно отметить результаты, полученные под руководством профессора И.М. Данилина [1–2], связанные, в первую очередь, с использованием лазерно-локационных методов для целей инвентаризации и мониторинга лесов.

Опыт канадских специалистов также включает активное использование лазерно-локационных методов, дополненных другими технологиями авиационного дистанционного зондирования.

Весьма перспективными в этом смысле являются авиационные гиперспектральные технологии, реализуемые с помощью авиационных сканеров, производимых ITRES. По общему признанию, компания ITRES достигла значительных успехов в этой области, а разрабатываемые ею гиперспектральные сканеры CASI (Compact Airborne Spectral Imager), работающие в видимом и ближнем ИК-диапазонах, являются наиболее совершенными и востребованными.

Возвращаясь к вопросу использования аэросъемочных, вообще, и гиперспектральных технологий, в частности, для целей инвентаризации и мониторинга лесов, можно отметить следующее. Такие технологии разрабатываются во многих странах и по показателям точности и экономической эффективности превосходят другие известные в настоящее время дистанционные методы изучения и измерения параметров лесной растительности.

Структура, объемные показатели деревьев и древостоев, их фитомасса наиболее достоверно и точно определяются по лазерно-локационным данным («лазерным портретам»), интегрированным с ортотрансформированными аэроснимками высокого разрешения, а также с геопривязанными гиперспектральными изображениями видимого и ближнего инфракрасного диапазонов электромагнитного спектра. Основой такого анализа является цифровая модель местности и поле распределения лесного полога, которые генерируются из данных лазерной локации за счет фильтрации импульсов лазерного сканера, отраженных от земной поверхности и растительности.

При обработке и анализе лазерно-локационных, аэросъемочных и гиперспектральных данных используются методы математической морфологии. Цифровая (лазерно-локационная) модель земной поверхности и лесной растительности, включающая в качестве компонента гиперспектральный слой, позволяет получать детальные координаты и морфометрические характеристики рельефа местности и лесных насаждений средствами трехмерной компьютерной графики и визуализации с использованием различных программных средств, таких как Air View Spatial, 3D Analyst и др.

Говоря о применении технологии CASI в области лесопользования, можно выделить следующие основные направления:

— подсчет численности хвойных пород для инвентаризации и восстановления;

— учет плотности хвойных насаждений для планирования рубок;

— оценка прогалов в хвойных лесах;

— картирование пород хвойных лесов;

— смыкание крон;

— оценка состояния лесов, в том числе выявление болезней корней и ареалов распространения вредителей;

— идентификация пород деревьев, картирование пород деревьев;

— классификация земного покрова и др.

Использование гиперспектральных сканеров CASI позволяет получать изображения земной поверхности, представляющие не только яркость каждого пикселя, но и спектральную характеристику (сигнатуру). Одно это обстоятельство дает возможность достоверно классифицировать деревья по породам и проводить первичную оценку биологического состояния лесов.

Такого рода классификация осуществляется с помощью специального программного обеспечения, которое анализирует фактический зафиксированный спектр и сравнивает его с эталоном. При этом весьма важно исключить влияние на спектр отраженного сигнала, вызванного такими факторами, как рельеф местности (различная ориентация поверхности), солнечная радиация, глубокие тени из-за облаков и др.

Чтобы частично исключить изображение спектра, вызванного неопределенностью интенсивности солнечной радиации, используется специальный датчик, устанавливаемый в верхней части фюзеляжа летательного аппарата и служащий для регистрации излучения в верхней полусфере. Дополнительно используется специальное программное обеспечение, результаты применения которого представлены на рис. 1.

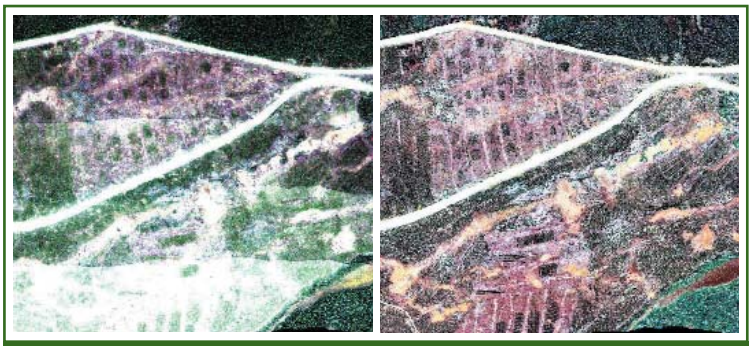


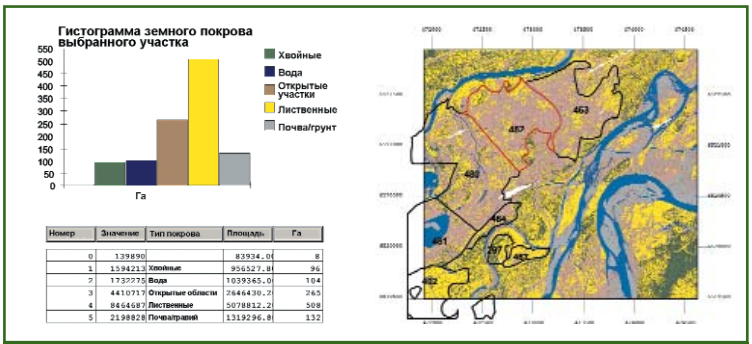
Рис. 1
Слева: исходная мозаика снимков CASI1500 с различной освещенностью между соседними проходами; справа: орторектифицированная мозаика снимков CASI1500 — различия в освещенности минимизированы

В некоторых случаях методы авиационной гиперспектральной съемки позволяют выполнить полный анализ лесного покрова с выделением местоположения отдельных деревьев и кустарников.

Результаты численного анализа, проведенного с использованием гиперспектральных изображений, полученных камерой CASI1500, приведены на рис. 2. Такой анализ позволяет получить статистически достоверные оценки площадей земной поверхности, покрытых растительностью того или иного вида, водных и открытых площадей.

Кроме идентификации пород деревьев и типов растительности гиперспектральные данные дают возможность оценить состояние «здоровья» леса, фазы вегетации и других биометрических параметров.

Интеграция гиперспектральных и аэросъемочных данных является полезным и весьма перспективным направлением. Поскольку, во-первых, позволяет обеспечить ортотрансформирование и геопривязку гиперспектральных данных, что ценно само по себе, так как позволяет сразу же представлять результаты гиперспектральной съемки в виде картографических материалов в соответствующей проекции и в реальных геодезических координатах. Во-вторых, наличие лазерно-локационных данных и производных от них — цифровой модели рельефа и цифровой модели местности — дает возможность повысить достоверность результатов спектрального анализа, благодаря информации о взаимном расположении обследуемых объектов, ориентации отражаю-



Номер	Значение	Тип покрова	Площадь	Га
0	139890		83934.0	8
1	1594213	Хвойные	956527.8	96
2	1732775	Вода	1039365.0	104
3	4410717	Открытые области	2646430.2	265
4	8464687	Лиственные	5078812.2	508
5	2198828	Почва/грунт	1319296.8	132

Рис. 2
Статистика классификации земного покрова выбранного участка

щих поверхностей по отношению к источнику излучения и т. п. Пример интеграции гиперспектральных и лазерно-локационных аэросъемочных данных при выполнении мониторинга леса представлен на рис. 3.

В заключении отметим, что изменения, происходящие в настоящее время в российской лесной отрасли, сопровождаются значительным возрастанием интереса к авиационным методам сбора данных при выполнении работ по мониторингу и инвентаризации лесных угодий.

В связи с этим компании ITRES и «ГеоЛИДАР» видят свою задачу не только в распространении в России современного аэросъемочного оборудования, но и во всестороннем развитии методических аспектов, программных средств, комплексировании данных и решении других вопросов, связанных с эффективным использованием этих методов для решения насущных задач современного лесопользования.

Авторы выражают благодарность директору Института землеустройства, кадастров и природообустройства Красноярского государственного аграрного университета профессору И.М. Данилину за помощь в подготовке публикации.

Список литературы

1. Медведев Е.М., Данилин И.М., Мельников С.Р. Лазерная локация земли и леса. Учебное пособие. Издание второе, переработанное и дополненное. — М.: ГеоЛИДАР, Геокосмос; Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2007, 229 с.

2. Данилин И.М., Медведев Е.М. Оценка структуры и состояния лесного покрова на основе лазерного сканирования и цифровой аэро- и космической съемки // География и природные ресурсы. — 2005. — 3. — С. 109–113.

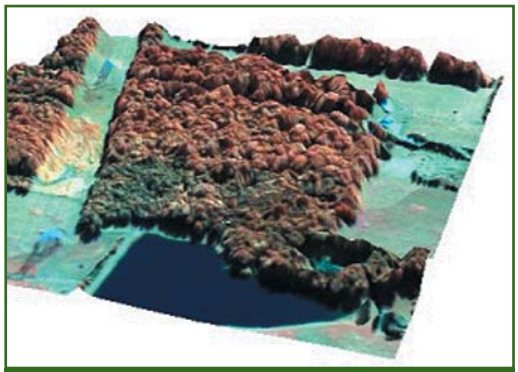


Рис. 3
Пример интеграции гиперспектральных и лазерно-локационных аэросъемочных данных

RESUME

In article questions of use of aviation hyperspectral scanners of company Itres for monitoring and inventory of wood grounds are considered. High efficiency of integration of the data laser location and hyperspectral aerial photograph is shown. Concrete examples of use of hyperspectral technologies of company ITRES in interests of a forestry are resulted.