

Данной публикацией открывается серия статей, посвященных новой разработке Компании «Геокосмос» — программному комплексу ALTEXIS версии 2.0, предназначенного для топографической обработки лазерно-локационных и цифровых аэрофотосъемочных данных. Программный продукт подготовлен творческой группой под руководством Е.М. Медведева, которая на протяжении последних 7 лет является одной из самых заметных в этой области как в России, так и за рубежом. Предлагаемая серия публикаций призвана познакомить читателей с технологическими возможностями программного комплекса и рассказать о его применении в геодезии, аэросъемке, картографии, а также в инженерных изысканиях.

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ALTEXIS ВЕРСИИ 2.0\*

### ▼ Термины и определения

Программный комплекс ALTEXIS представляет собой семейство программ, ориентированных на обработку следующих основных видов данных:

— лазерно-локационных данных в виде дискретного множества лазерных точек;

— растровых двумерных прямоугольных изображений (в первую очередь, цифровые аэрофотоснимки) с выраженными фотограмметрическими свойствами, т. е., для которых возможно вы-

полнить абсолютное ориентирование в геодезическом пространстве и геопозиционирование. Кроме аэрофотоснимков могут быть использованы тепловизионные (инфракрасные) и спектральные изображения, и, в принципе, любые другие изображения.

Кроме основных видов данных в ALTEXIS могут быть загружены и обработаны данные дополнительных видов. Полная информация по всем видам данных, поддерживаемых программным комплек-

сом ALTEXIS, приведена в табл. 1.

В табл. 2 представлены сведения об основных терминах, используемых при описании работы программного комплекса ALTEXIS.

Структура программных средств семейства ALTEXIS приведена в табл. 3.

Работа в программной среде ALTEXIS основана на использовании концепции проекта. Представим необходимые определения:

— проект — логически целостная совокупность топо-

Виды данных, поддерживаемых программным комплексом ALTEXIS

Таблица 1

Виды данных	Пояснения
<b>Лазерно-локационные данные</b>	
Point	Первичные (нерегулярные) лазерные точки, включая интенсивность отражения
Regular	Регулярные лазерные точки, включая интенсивность отражения
<b>Топографические данные</b>	
TIN	Триангуляционная модель поверхности «истинной земли»
GRID	Регулярная модель «истинной земли» и растительности
Аэрофотоснимки	Ортотрансформированные и геопривязанные цифровые аэрофотоснимки
Навигационные данные	Пилотажно-навигационные параметры, используемые для оценки качества пилотирования
Векторные объекты	Векторное представление географических объектов, в том числе ЛЭП
<b>Дополнительные виды данных</b>	
Map	Растровые топографические карты
Table	Атрибутивные (символьные, числовые) данные в виде таблиц, характеризующие векторные объекты
Tower Model	Каркасные модели опор ЛЭП

\* Материал предоставлен Компанией «Геокосмос».

Основные термины, используемые при описании работы ALTEXIS

Таблица 2

Термин	Значение
Лазерная точка	Набор данных, соответствующих одному отражению зондирующего луча. Включает координаты места отражения X, Y, Z, интенсивность отражения I и время Time, когда это отражение имело место
Лазерно-локационные (лазерные) данные	Совокупность лазерных точек, полученных в ходе съемки
Проход	Связный фрагмент лазерно-локационных данных, полученных за одно включение сканера
Навигационная марка	Точка положения носителя (координаты и углы поворота)
Траектория	Путь в пространстве, вдоль которого происходило движение носителя в процессе съемки
Аэрофотоснимок	Фотографическое изображение земной поверхности в цифровой форме, полученное в ходе проведения аэросъемки совместно с лазерными данными
Мозаика	Совокупность геопривязанных аэрофотоснимков
GPS-время	Значение времени, полученное с использованием GPS-технологии
Слой данных	Совокупность данных, объединенных по логическому признаку
Объект ЛЭП	Векторизованные объекты, представляющие компоненты линий электропередач, такие как опора, провод/трос, точка подвески
Топографический объект	Векторизованные объекты, для описания формы произвольных топографических (географических) объектов
Атрибутивная информация	Числовая и символьная информация о векторных объектах
ЦМР	Цифровая модель рельефа. Моделирует трехмерную поверхность земли
ТИН модель рельефа	Нерегулярная триангуляционная сеть. Используется для представления поверхностей в трехмерном пространстве
ГРИД модель поверхности	Описание поверхности с помощью регулярной сетки с равными промежутками между ячейками (растровая ЦМР)

Структура программных средств семейства ALTEXIS

Таблица 3

Программы	Назначение
Constellation	Ядро
Off-Setter	Измерение выставочных параметров
Flight Control	Контроль качества пилотирования (в последней версии оформлен как модуль в Constellation)
PhotoFly	
DCRCConverter Georef	Обслуживание процесса цифровой аэрофотосъемки
Calibry	Измерение выставочных параметров фотокамеры
Projection	Ортотрансформирование

графических и атрибутивных данных, обрабатываемых в текущем сеансе;

— группа — совокупность окон (видов), определенных в некоторой точке географического пространства;

— окно — изображение фрагмента пространственных данных в плановой, профильной или трехмерной проекциях;

— слой — совокупность

однородных данных, объединенных по логическому признаку.

#### ▼ Ввод данных

##### Форматы данных

Программный комплекс ALTEXIS обеспечивает ввод и обработку лазерно-локационных (ЛЛ) данных, получаемых с помощью аппаратуры ведущих мировых производителей — Optech, Inc. (Канада), Leica Geosystems (Швейцария),

ToroSys (Германия) и др. Для этой цели разработан гибкий интерфейс импорта ASCII-данных, обеспечивающий ручную настройку на любой формат (рис. 1). Так, могут быть введены данные с произвольным количеством откликов для каждого зондирующего импульса, а каждая используемая лазерная точка — обеспечена как координатами, так и значением интенсивности отраженного импульса. Предусмотрена возможность ввода данных только на выбранную территорию, или только данных, полученных в определенном временном интервале.

Возможен ввод данных с прореживанием, а также с некоторым постоянным сдвигом на произвольный, заданный оператором, вектор в пространстве. Также предусмотрено большое ко-

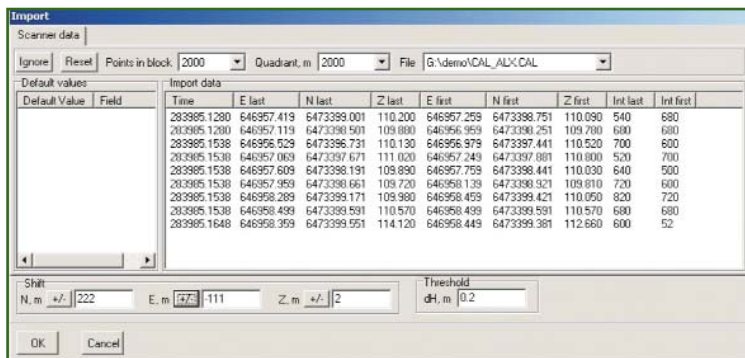


Рис. 1  
Импорт данных

личество настраиваемых фильтров, решающих две основные задачи — исключение неинформативных лазерных точек и преодоление возможных ошибок в формате представления исходных данных (оборванные или склеенные строки, недопустимые значения координат, не монотонность временного представления и др.).

Имеется возможность импорта данных, представленных в формате международного стандарта LAS. В результате выполнения операции импорта, первичные лазерно-локационные данные преобразуются во внутренний формат ALTEXIS — бинарный файл ALX-типа, который, как правило, в 5–7 раз компактнее соответствующего файла с исходными данными.

**Контроль качества данных**

В программном комплексе ALTEXIS используется категория «модель сенсора», которая предполагает полностью форматированное описание геометрических и временных соотношений, характеризующих взаимное положение и взаимодействие компонентов, участвующих в образовании лазерно-локационных данных, — GPS (ГЛОНАСС) антенны, сенсора IMU, сканирующего зеркала (призмы), циф-

ровой камеры. Такой подход применим при использовании лазерно-локационной аппаратуры всех ведущих произ-

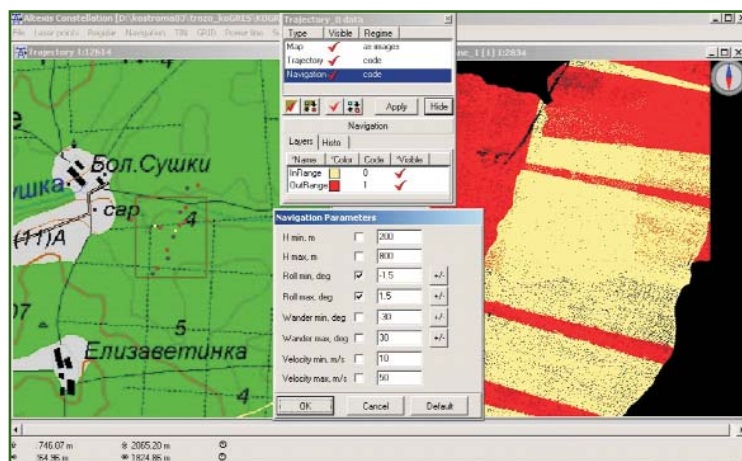


Рис. 2  
Фрагмент ЛЛ-данных с цветовой индикацией

водителей. Введение категории «модель сенсора» позволяет значительно повысить качество метрологического обеспечения процесса обработки данных съемки. С использованием «модели сенсора» выполняются такие важные процедуры, как калибровка сканирующего блока, уравнение маршрутов (при выполнении многомаршрутной съемки), уточнение аэросъемочных данных по наземным реперным точкам, а также геопривязка цифровых аэроснимков.

Одним из полезных приложений категории «модель

сенсора» является процедура контроля качества пилотирования и достоверности собранных ЛЛ-данных, реализованная в ALTEXIS в виде отдельного модуля. Благодаря описанному выше подходу, каждая лазерная точка обеспечена полным набором элементов внешнего ориентирования, а также информацией о времени совершения дальнометрического измерения, что позволяет оценить GPS-обстановку и статус инерциальной системы в этот момент.

ALTEXIS предлагает информационно-поисковую систему, позволяющую выделить фрагменты траекторий и ЛЛ-данных со значением любого пилотажно-навигационного параметра, выходящим за заданные границы.

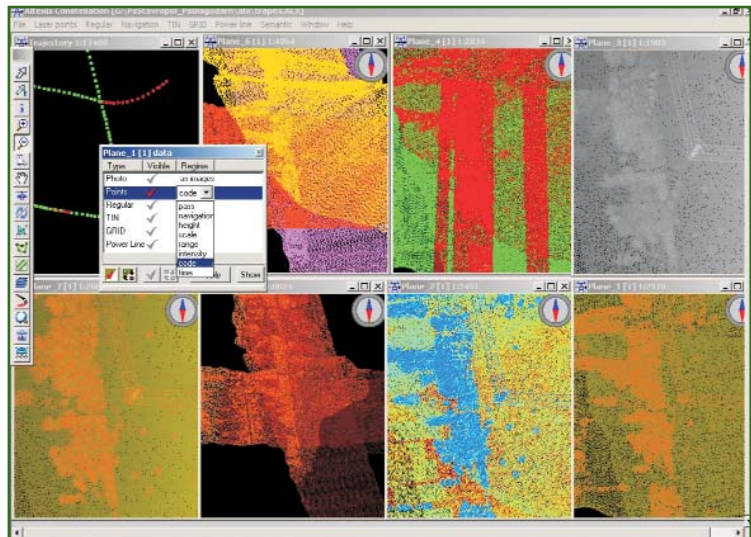
На рис. 2 изображен фрагмент реальных ЛЛ-данных с цветовой индикацией, выражающей результаты выполнения информационно-поисковой операции. Красным цветом показаны точки, полученные при недопустимо большом значении бокового крена летательного аппарата. В левой части рис. 2 показана цифро-



вая, геопривязанная топографическая карта, используемая для удобства оператора. На фоне карты выведена траектория движения носителя и рамка, соответствующая текущему плановому виду.

### Представление данных

Большое внимание в программной среде ALTEXIS уделено выразительности представления данных. Все виды данных могут быть представлены в произвольном масштабе и проекции (план, профиль, изометрия). Общее количество видов, открытых для произвольного фрагмента данных, не ограничивается. Графический интерфейс поддерживает произвольную ориентацию линии визирования (с удалением невидимых компонентов), все виды сечений, выделение коридоров при визуализации. Активно используются методы цветного кодирования лазерных точек и других видов данных.



**Рис. 3**  
Примеры представления ЛЛ-данных

Используются следующие критерии цветового кодирования:

- геодезическая высота лазерной точки;
- номер прохода (маршрута);
- интенсивность отраженного импульса;
- результаты выполнения

информационно-поисковой операции;

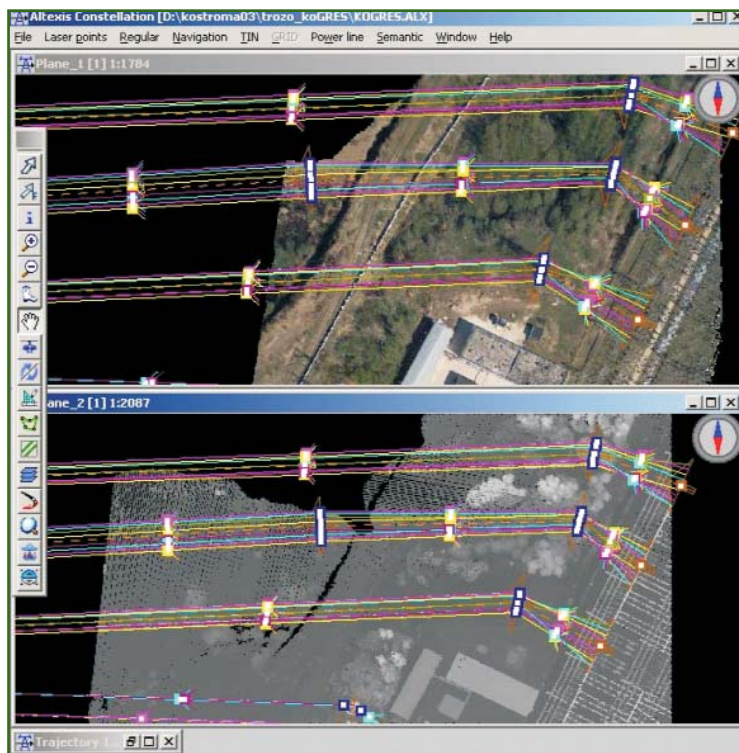
— семантическая принадлежность (к объекту) лазерной точки и др.

Примеры представления данных в программной среде ALTEXIS приведены на рис. 3.

### Представление аэрофото-съемочных данных

Благодаря использованию описанной выше модели сенсора в программном комплексе обеспечивается 100% автоматизация процесса ортотрансформирования и геопозиционирования цифровых аэрофотоснимков, получаемых параллельно с ЛЛ-данными в ходе аэросъемки. Качество геопозиционирования аэроснимков (верхняя часть рис. 4) сопоставимо по уровню геодезической точности с ЛЛ-данными (нижняя часть рис. 4). Это создает благоприятные условия для параллельного использования обоих видов данных для камерального дешифрирования и выделения контуров. Поддерживается режим стереоскопического наблюдения.

*Продолжение следует*



**Рис. 4**  
Аэрофотосъемочные и ЛЛ-данные