

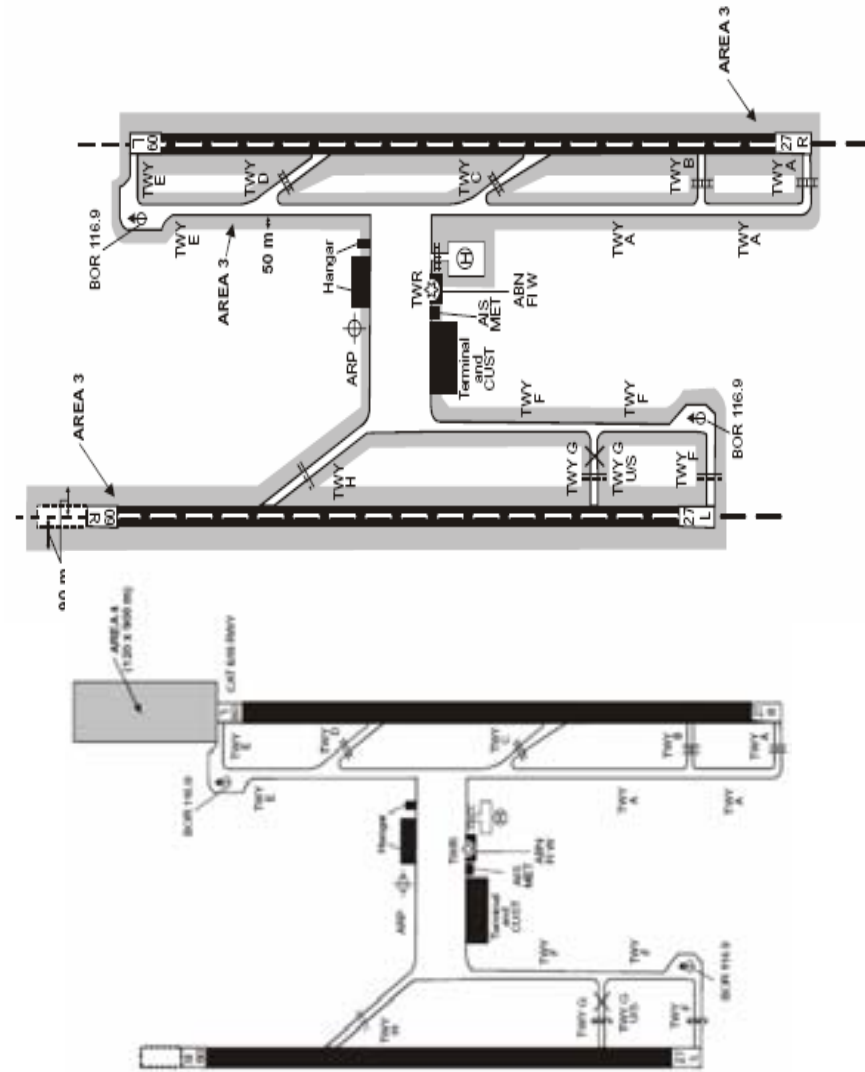
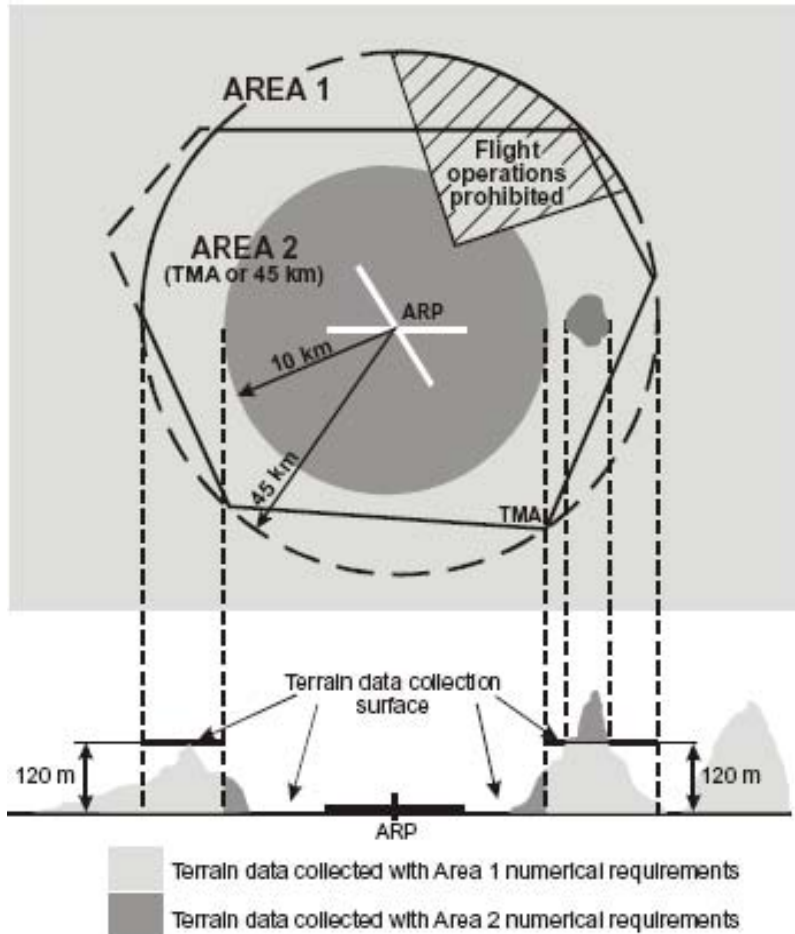
Инновационная технология сбора электронных данных о местности, препятствиях и аэродромах

Алексей Абросимов
«Современные средства и методы навигации» 24-25 апреля 2008 г., С-Петербург

Вступление

- ✚ Еще в 2003 г. в США было признано, что внедрение ГИС-технологий на основе ДДЗ в авиации позволяет получить *экономическую выгоду в 2,5-7 раз* превышающую издержки при внедрении этих технологий
- ✚ Авиация, как никакая другая отрасль, нуждается в *достоверных и актуальных геопространственных данных*
- ✚ Полноценное развитие отрасли в части *аэронавигационного обеспечения*, создания фотореалистичных сцен для *авиатренажеров*, комплексного подхода к обеспечению *безопасности полетов* невозможны без внедрения инновационных технологий
- ✚ *Эволюция требований ИКАО* по созданию электронных данных: от «объекта-точки»(ориентир, препятствие) через «электронные модели» (33 Поправка ИКАО) к «электронной карте» (34 Поправка ИКАО), от САИ к АИМ
- ✚ С 2003 г. произошел *технологический прорыв* в области геодезического приборостроения, геодезических и аэросъемочных методов, который позволил заметно расширить спектр задач, решаемых с помощью *инновационных технологий сбора, обработки и представления геопространственной информации о местности, в т.ч. препятствиях, ориентирах и аэродромах*

Схемы районов №№ 1-4 (33 Поправка к 15 Приложению ИКАО)



Некоторые представления о технологиях работ по топогеодезическому обеспечению районов №№ 1-4 (1)

✚ Первый способ – *традиционная геодезическая съёмка*

В ходе этих работ осуществляется съёмка объектов полевым способом с последующим преобразованием полученных результатов работ в таблицы препятствий, топографические планы. Данный способ приемлем при проведении работ на небольшой территории и необходимости получения конечных результатов с высокой точностью, но с большими временными затратами. Не применим для создания электронных моделей местности с высоким разрешением и целостностью (в разумные сроки и за разумные деньги)

Способ применим для получения следующих данных:

1. Аэронавигационные данные (ВПП, РНС и т.д.)
2. Рельеф: Район 3 и Район 4
3. Препятствия: Район 3 (район аэродрома).

Некоторые представления о технологиях работ по топогеодезическому обеспечению районов №№ 1-4 (2)

- ❏ Второй способ – *камеральные работы с использованием ДДЗ*
- Исходные данные собираются путём аэрофотосъёмки, космической съёмки, лазерного сканирования. Полученные данные обрабатываются с помощью специальных методов с целью получения желаемых результатов - цифровой модели **местности (или отдельных ее составляющих)**, базы данных препятствий, электронных карт местности, лётных полей, аэродрома. Способ применяется при необходимости получения данных на большие территории в короткие сроки и с высокой точностью, разрешением и целостностью.

Способ применим для получения следующих данных:

1. Аэронавигационные данные (ВПП, РНС и т.д.)
2. Рельеф: Районы 1* - 4
3. Препятствия: Районы 1* - 4
4. Электронные карты летных полей и др.

*) – с помощью космических ДДЗ

Новые методы и старые мифы (1)

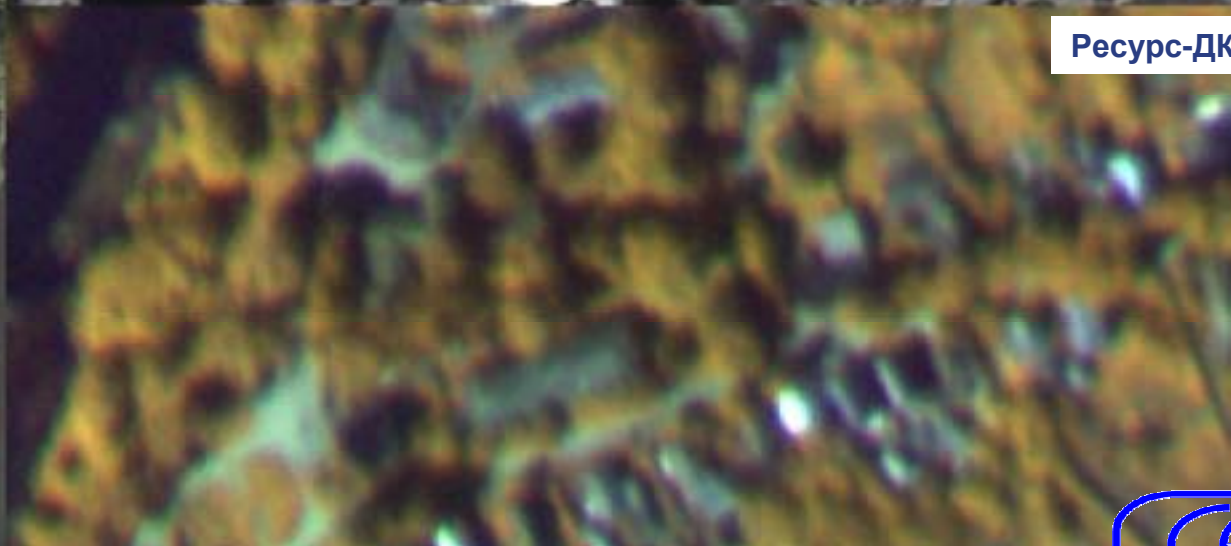
- ✚ *Зарубежный опыт по реализации Поправки 33 ИКАО.* Отчет на 48-м совещания EANPG представителей Италии и Франции (ноябрь 2006 г.). Работа групп Евроконтроля (TOD WG, январь 2008 г.) и ИКАО (COG/AIS/MAP, ноябрь 2007 г.) и др. международные мероприятия.
- ✚ Миф *"О неизменности местности, в т.ч. рельефа, и возможности использовать ИКМ"*. Показательны примеры реконструируемых аэропортов в Подмосковье и С-Петербурге (Внуково, Домодедово, Пулково, Шереметьево), а также в Иркутске, Сочи и др. Происходит изменение **ландшафта**. В РФ имеющийся ИКМ необходимого качества (актуальности) - **отсутствует** (по данным ФАГК).
- ✚ *«О дешевизне использования космических ДДЗ»* - имеется ряд существенных ограничений. Разрешение **только** в надире – 0,6 м, точность при этом – 1,4 м (!!!) Декларирование возможности получать с их помощью топографо-геодезические данные М1:2000 да и М1:5000 **не соответствует действительности**.

Сравнение различных ДДЗ

QuickBird, 60 см



Ресурс-ДК, ~2 м



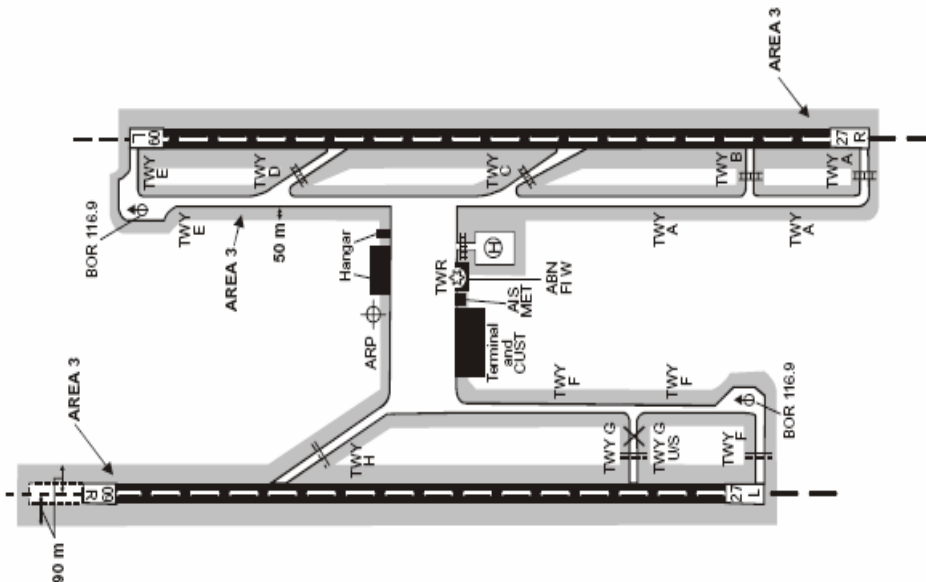
Аэрофотосъемка, 20 см



Новые методы и старые мифы (2)

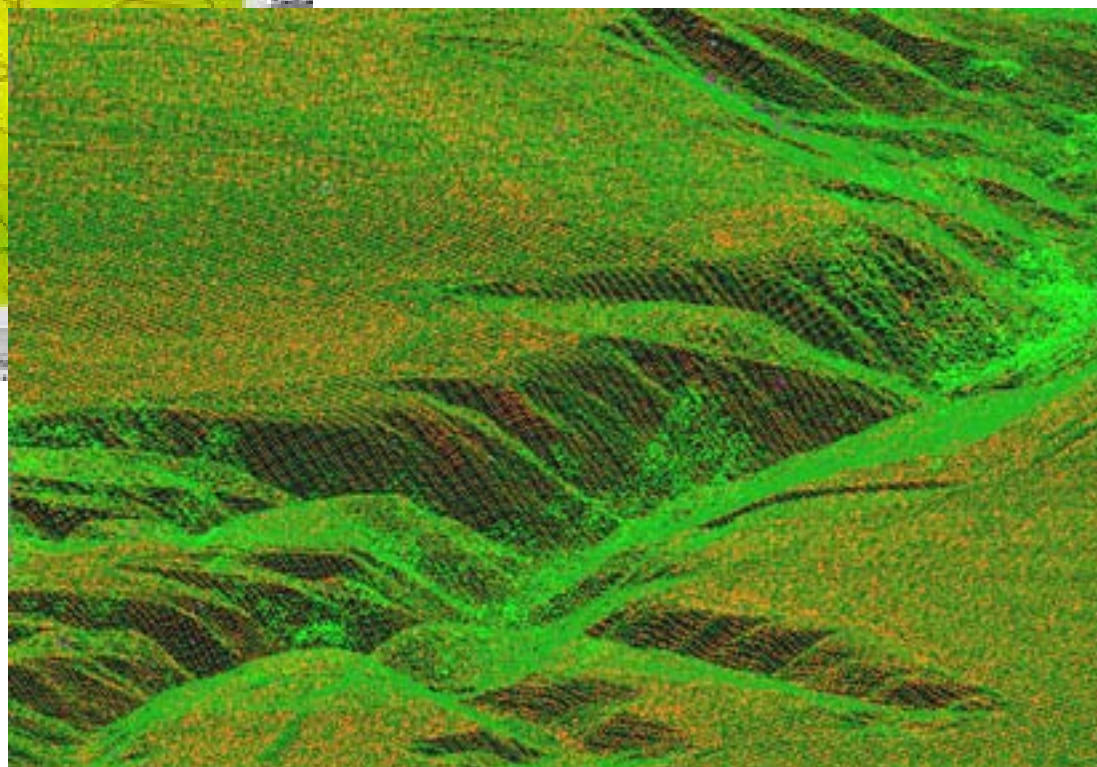
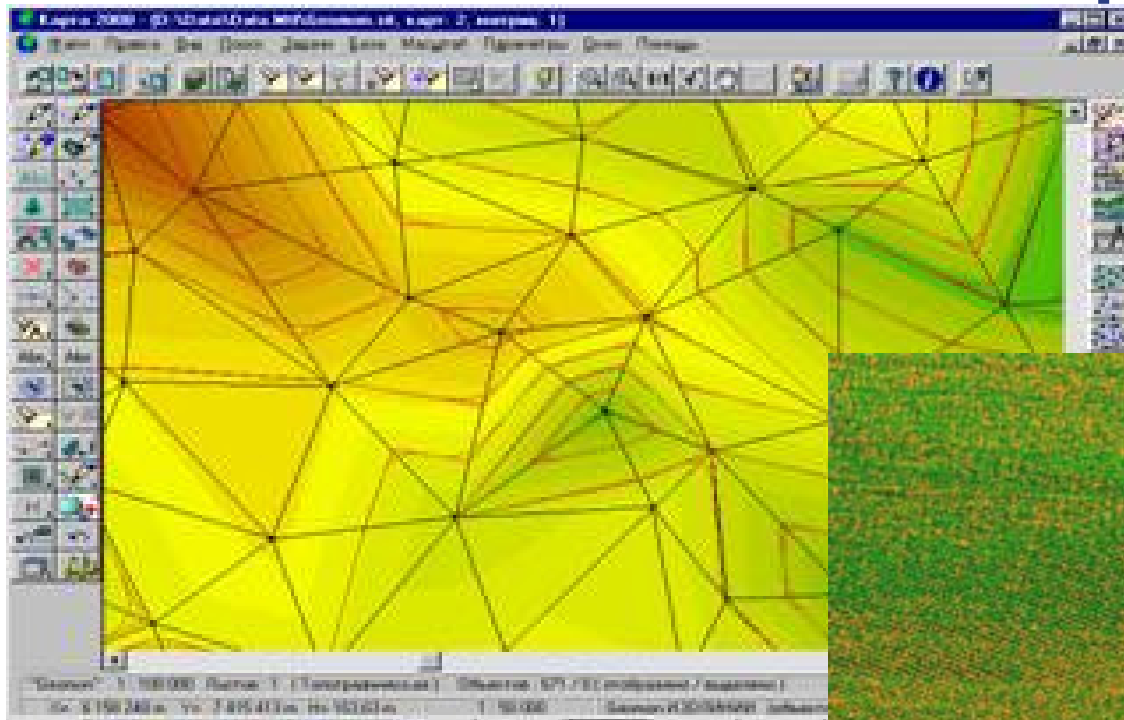
- ❑ Миф "*О дороговизне метода*". Расчеты (пооперационные) показывают, что создание ортофотоплана, без которого нельзя получить актуальную модель рельефа с точностью **2 м** по данным космического зондирования на площадь 1 кв.км = 320 евро при декларируемой низкой стоимости «сырого» снимка (6-15 \$/кв. км!!!). Рассматриваемым методом за равные деньги получаем **многофункциональные** более точные данные (ошибки **0,8 м/0,15 м**).

При традиционной наземной геодезической съемке получается набор **отдельных точек-объектов** при соизмеримых затратах на 1 кв.км и на порядок (!) выше при пересчете на 1 объект.



При пересчете на зону 3 стоимость 1 кв.км по созданию электронной модели методом наземной геодезической съемки составит около 1 млн. руб/кв. км и сроках несколько мес., а методами мобильного лазерного сканирования – около 800 тыс. руб/кв. км и сроках в **несколько дней!**

Новые методы и старые мифы (3)



Основная цель инновационных методов получения ГПИ - благодаря использованию бортовых средств определения положения и ориентации обеспечить

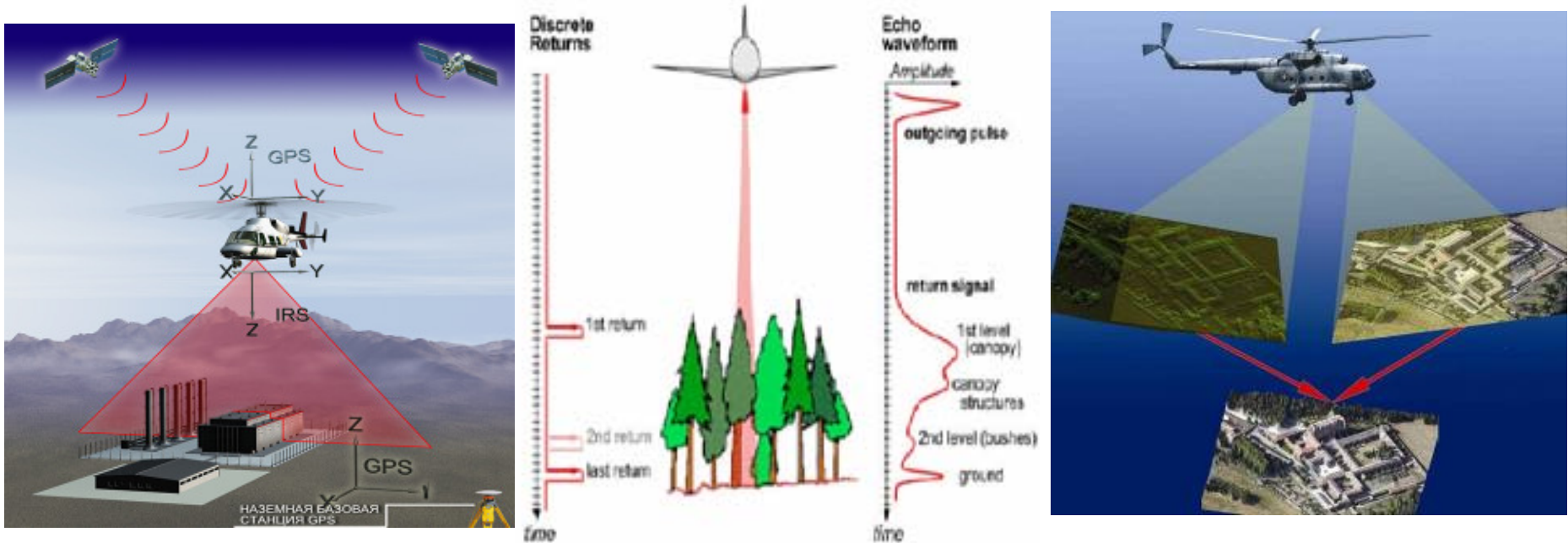
резкое сокращение
и полное исключение
полевых работ по
планово-высотной
подготовке и максимальное
снижение доли ручного труда
при получении
конечной продукции



**Инновационная технология сбора
электронных данных о местности,
препятствиях и аэродромах**

Принципы технологии

- ⊕ Спутниковый приемник фиксирует траекторию полета летательного аппарата
- ⊕ Инерциальная система фиксирует углы наклона летательного аппарата
- ⊕ Сканер фиксирует дальность и угол наклона лазерного луча
- ⊕ Цифровой фотоаппарат производит аэрофотосъемку



Результат - немедленное получение трехмерной модели местности в системе координат WGS84, при необходимости текстурированной аэрофотоснимками

Состав современного бортового комплекса аэросъемочного оборудования

Воздушный лазерный сканер ALTM Gemini, производитель – Optech (Канада)

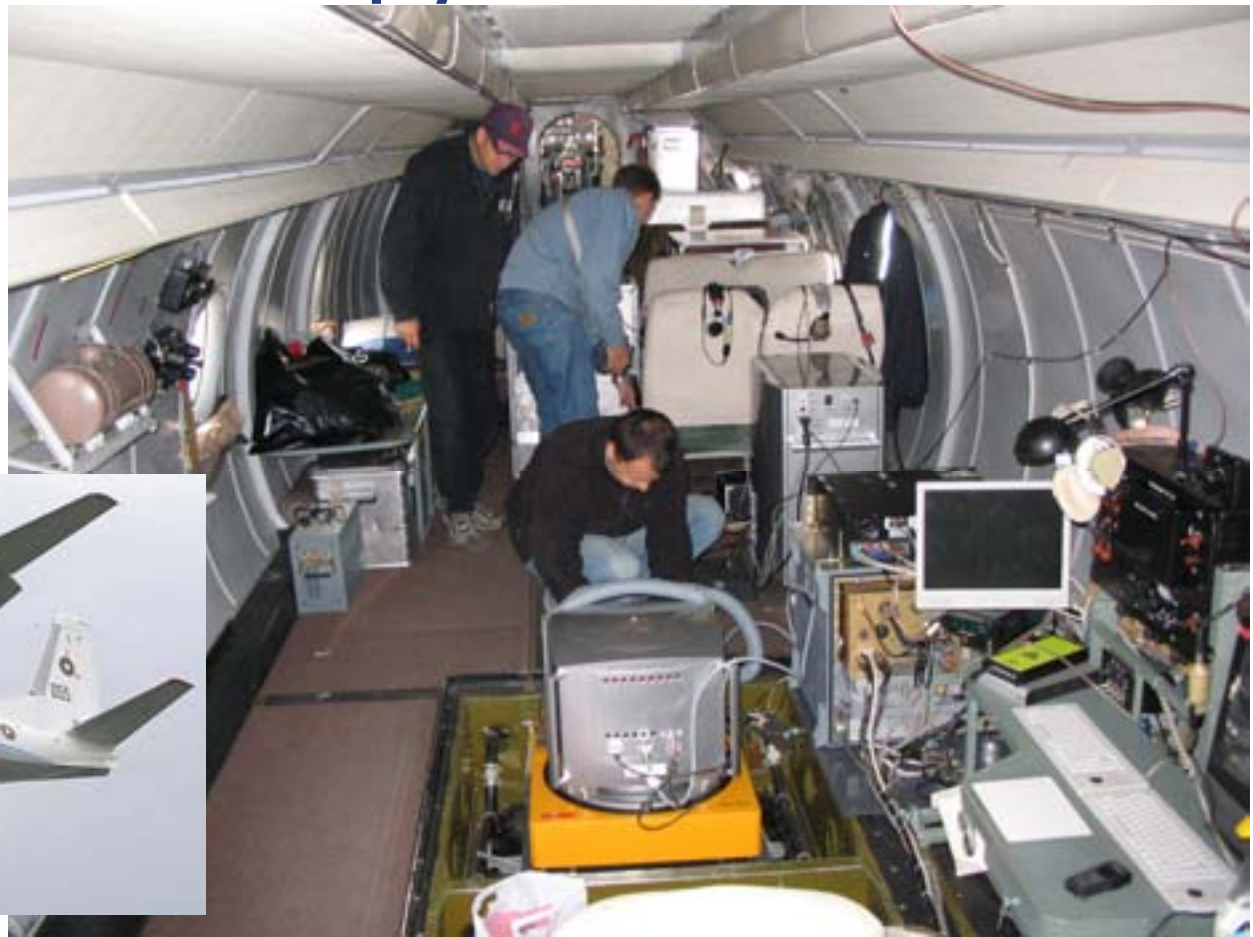
Цифровая полноформатная аэрофотокамера UltraCAM,
производитель – Vexcel (Австрия)

Цифровые среднеформатные аэрофотокамеры, производитель –
Rollei (Германия)

**Бортовые средства определения положения и ориентации
AEROcontrol** (IGI GmbH, Германия), **POS AV** (Aplanix, Канада)

P.S. Новость «последнего часа» – МОБИЛЬНЫЕ лазерные системы
(сканирующие), работающие на скорости **до 60 км/час!!!**

Пример комплексирования аэросъемочного оборудования на борту АН-30



Преимущества использования технологий ЛС

- ✚ **непосредственное получение трехмерных моделей рельефа и всех наземных объектов**, а также возможность выполнения по ним геометрических измерений
- ✚ **возможность** без технологических усилий **добиваться** сколь угодно **высокой степени детальности и разрешения** изображения (3D сцен) и электронных моделей путем выбора соответствующих режимов полета и съемки (прежде всего высоты и скорости полета, а также ширины полосы захвата), значительно превышающих сегодняшние требования ИКАО
- ✚ практически полное **исключение из технологического цикла наземных геодезических работ**; данные, получаемые в ходе аэросъемки принципиально не нуждаются в плано-высотном обосновании
- ✚ **мобильность** всего аэросъемочного **комплекса** и средств наземной постобработки

Уникальные возможности технологии

- ⊕ **истинный рельеф** (поверхность земли) **без потери точности** в любое время года* и суток вне зависимости от наличия растительного покрова
 - ⊕ **местоположение и форма объектов сложной конфигурации** как правило антропогенного происхождения, например, технологических площадок и ангаров, зданий, сооружений и т.п.
 - ⊕ **абсолютная топографическая привязка при съемке в безориентирной местности** - полностью заснеженные территории, тундра, степи, пустыни, песчаные дюны
 - ⊕ **высокая оперативность** получения первичных данных и выходной продукции. Получение электронных данных о местности, ориентирах и препятствиях на **районы №№ 2, 3 и 4 (R=45 км, S~6400 кв.км) в течение 1-1,5 мес.**
- *) — имеются ограничения для применения оборудования по температуре окружающей среды

Примеры местности

- ❑ Территория плоскоравнинных* районов (аэродромов) - характеризуется отсутствием внешних ориентиров, сложностью наземной геопривязки
- ❑ Территория предгорных* и горных* районов (аэродромов) – характеризуется большим и резким перепадом высот

*) – Терминология руководящих документов по составлению и подготовке к изданию топографических карт. Для целей классификации аэродромов - нецелесообразна

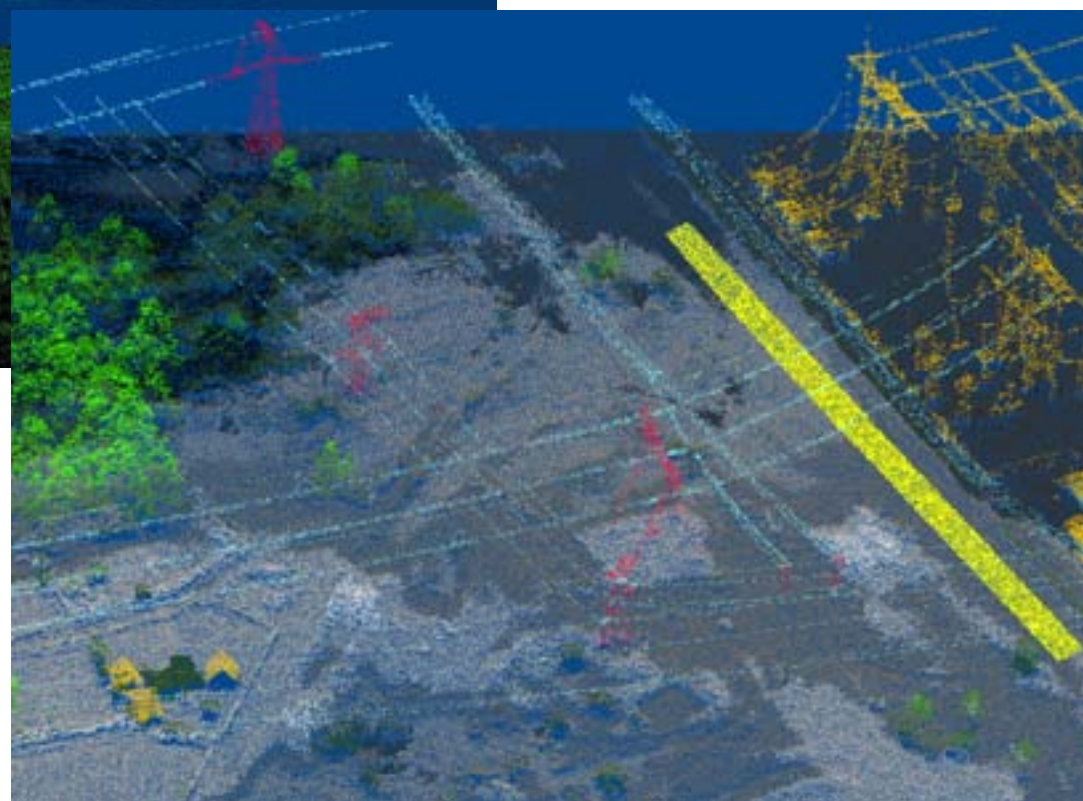
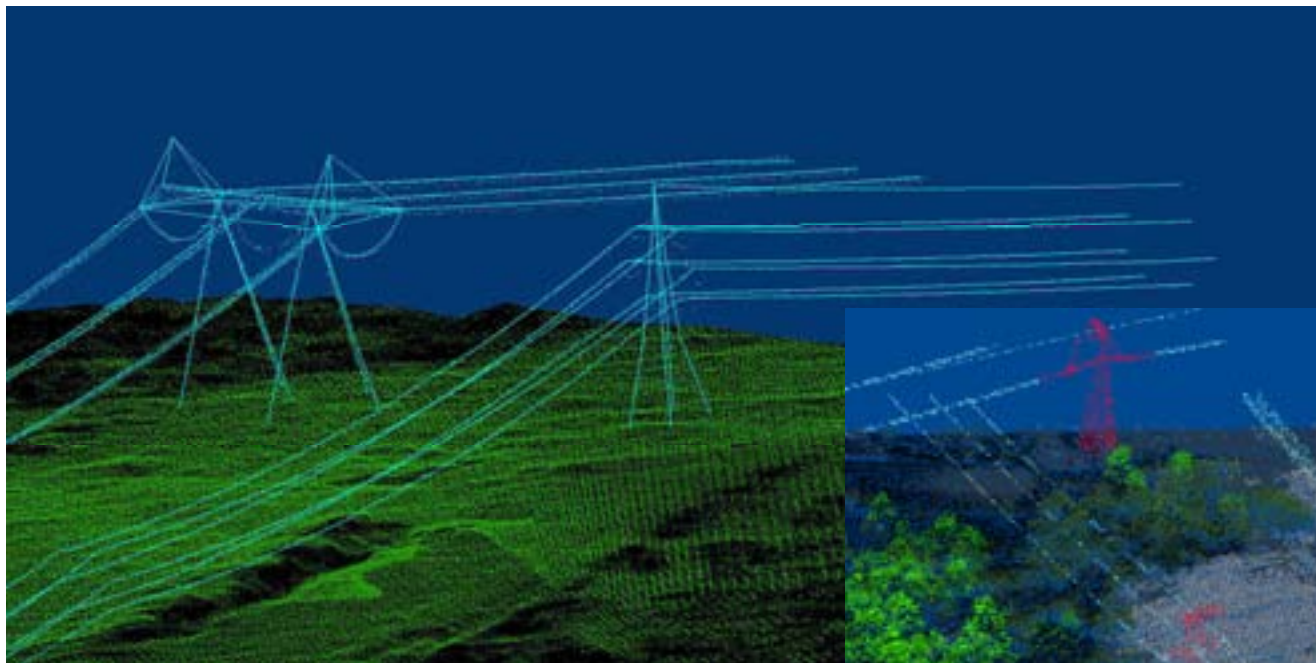
Вывод:

огромная трудоемкость или невозможность применения в данных районах альтернативных методов получения ГПИ (космические ДДЗ, традиционная геодезия) по технико-экономическим показателям

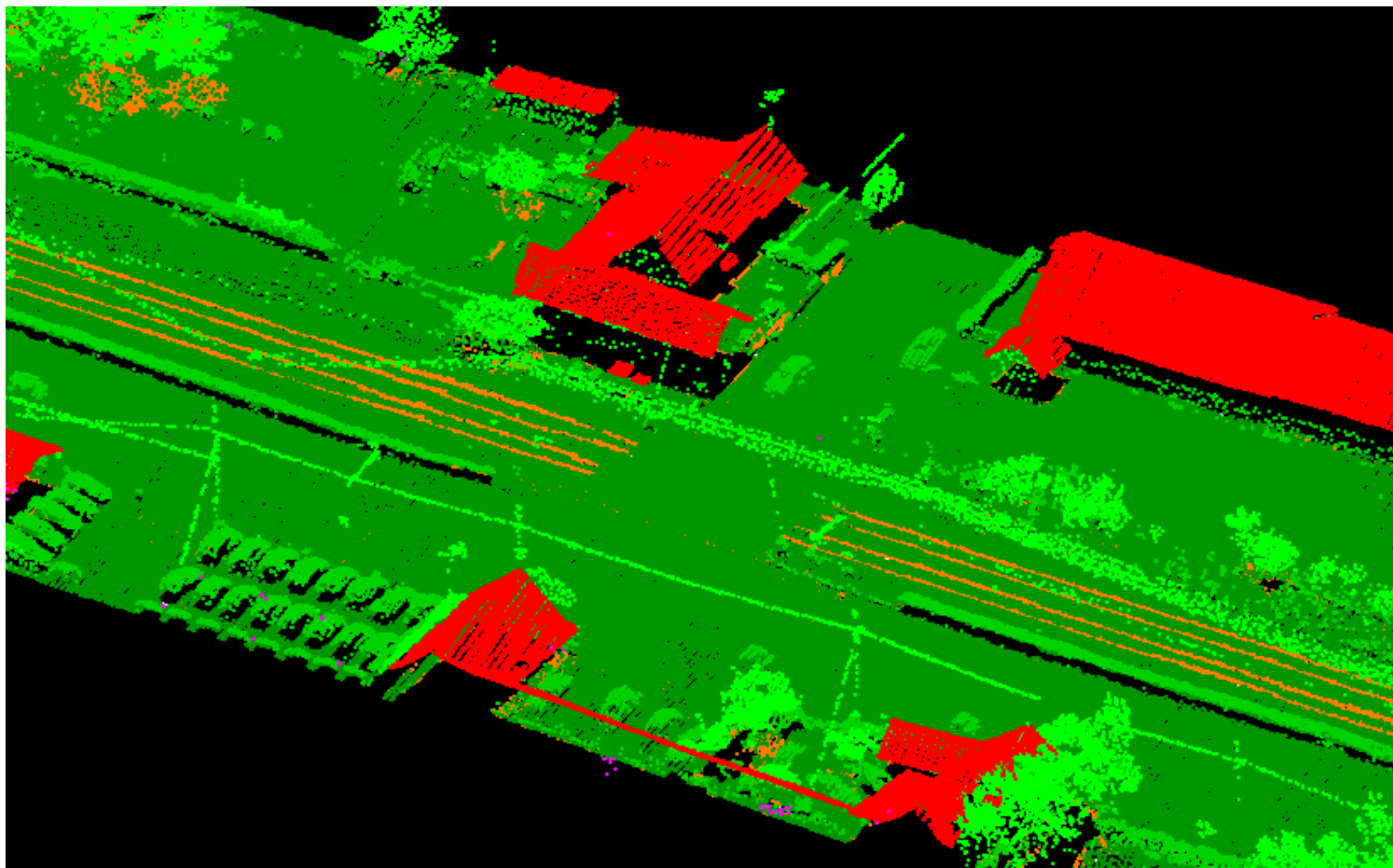


Виды получаемых данных

Трёхмерные облака точек лазерных отражений



Трехмерные облака точек лазерных отражений

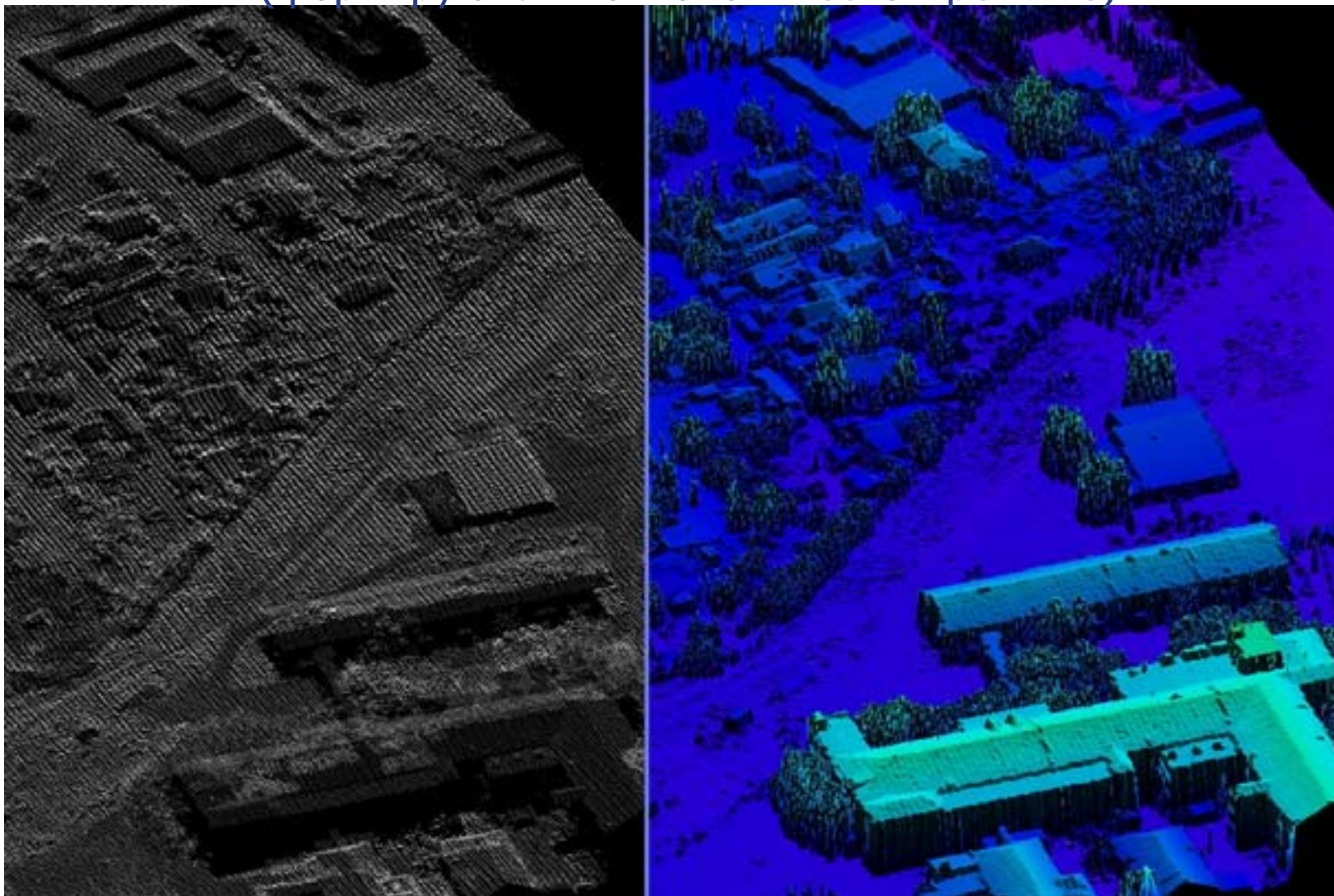


Высокоточные трехмерные модели рельефа и местности

Трехмерные модели создаются по данным лазерной локации, являются результатом непосредственных измерений и могут использоваться:

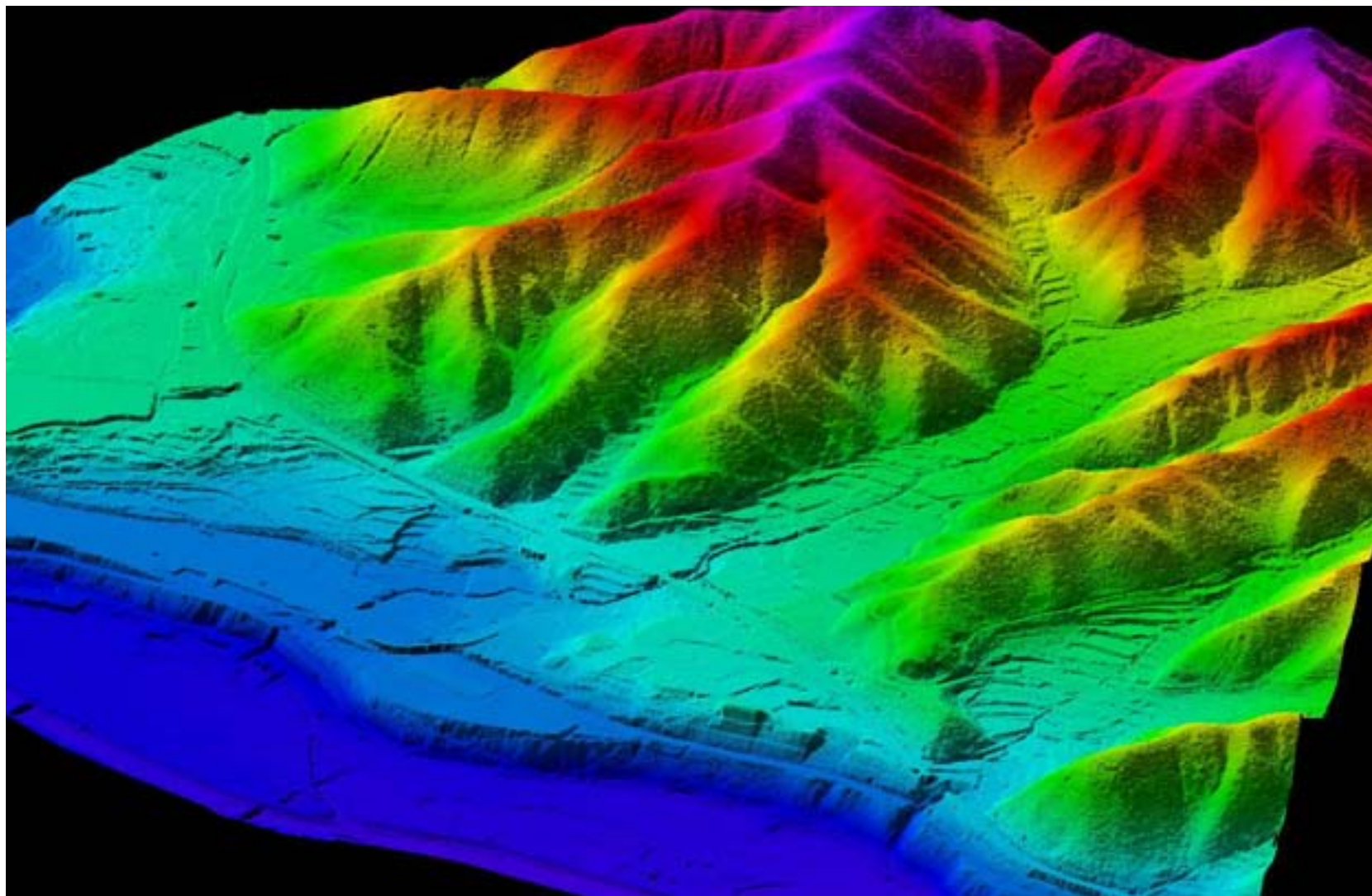
- ✚ Для создания *электронных данных о местности и препятствиях* на районы аэродромов/вертодромов, узловые диспетчерские районы в соответствии с требованиями ИКАО
- ✚ В бортовых системах управления *для контроля положения летательного аппарата относительно естественных* (рельеф, растительность) *и искусственных* (ЛЭПы, инженерные объекты, здания и т.п.) *препятствий*
- ✚ В системах, помогающих осуществить *посадку в сложных метеоусловиях или на незнакомый аэродром*
- ✚ В системах *планирования и подготовки полётных заданий*, в частности для полетов на малых и сверхмалых высотах с огибанием рельефа

Высокоточные трехмерные модели рельефа (формируются в автоматическом режиме)





Высокоточные трехмерные модели рельефа



Фотореалистичные трехмерные модели местности

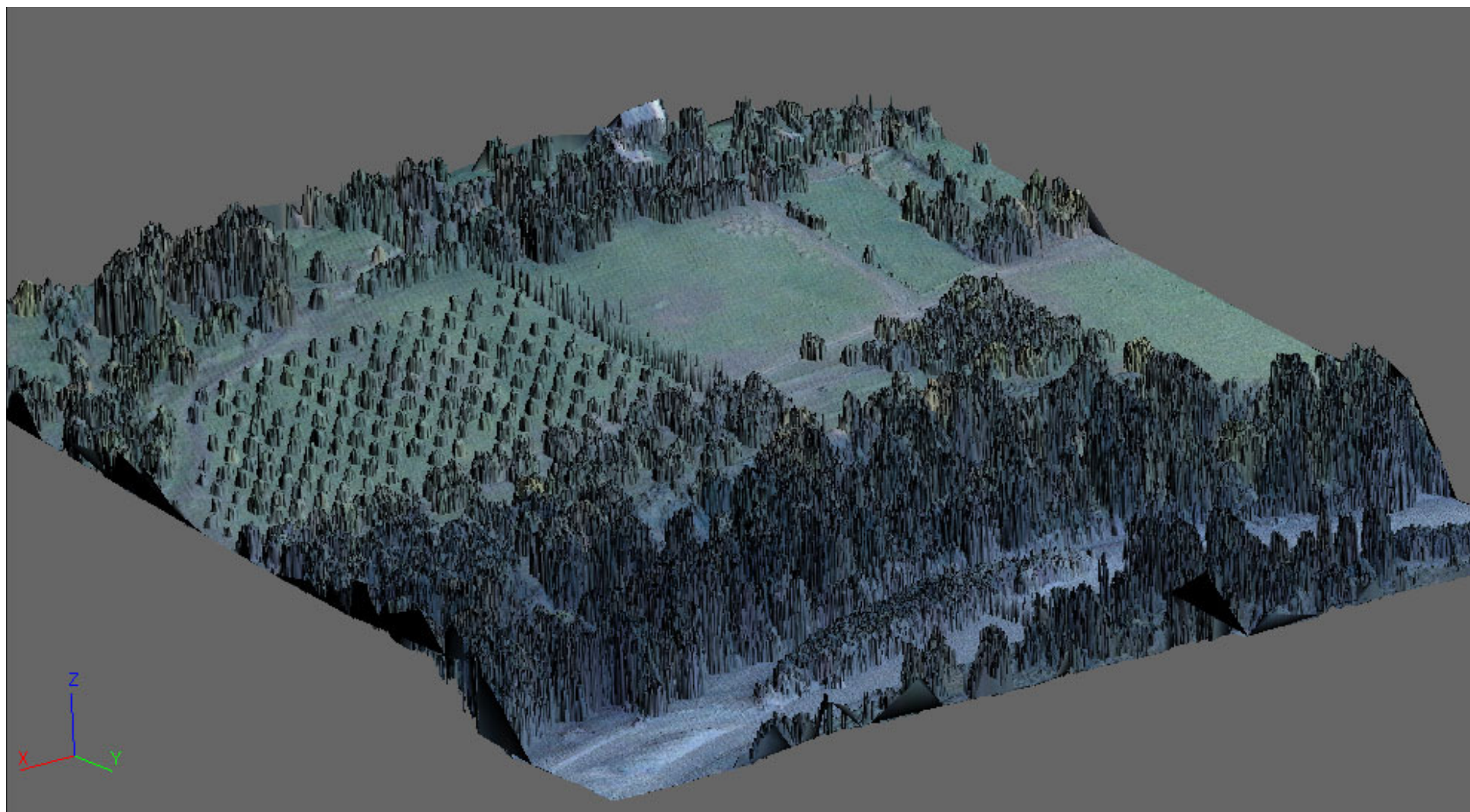
Комбинация данных лазерного сканирования и цифровой аэрофотосъемки

- +** Полная копия местности с реальной координатной привязкой
- +** Перспектива использования в бортовых навигационных системах
- +** Реальная геопространственная основа (модель) для авиационных тренажеров и симуляторов
- +** Новое качество подготовки полетных заданий на основе актуальной реалистичной информации

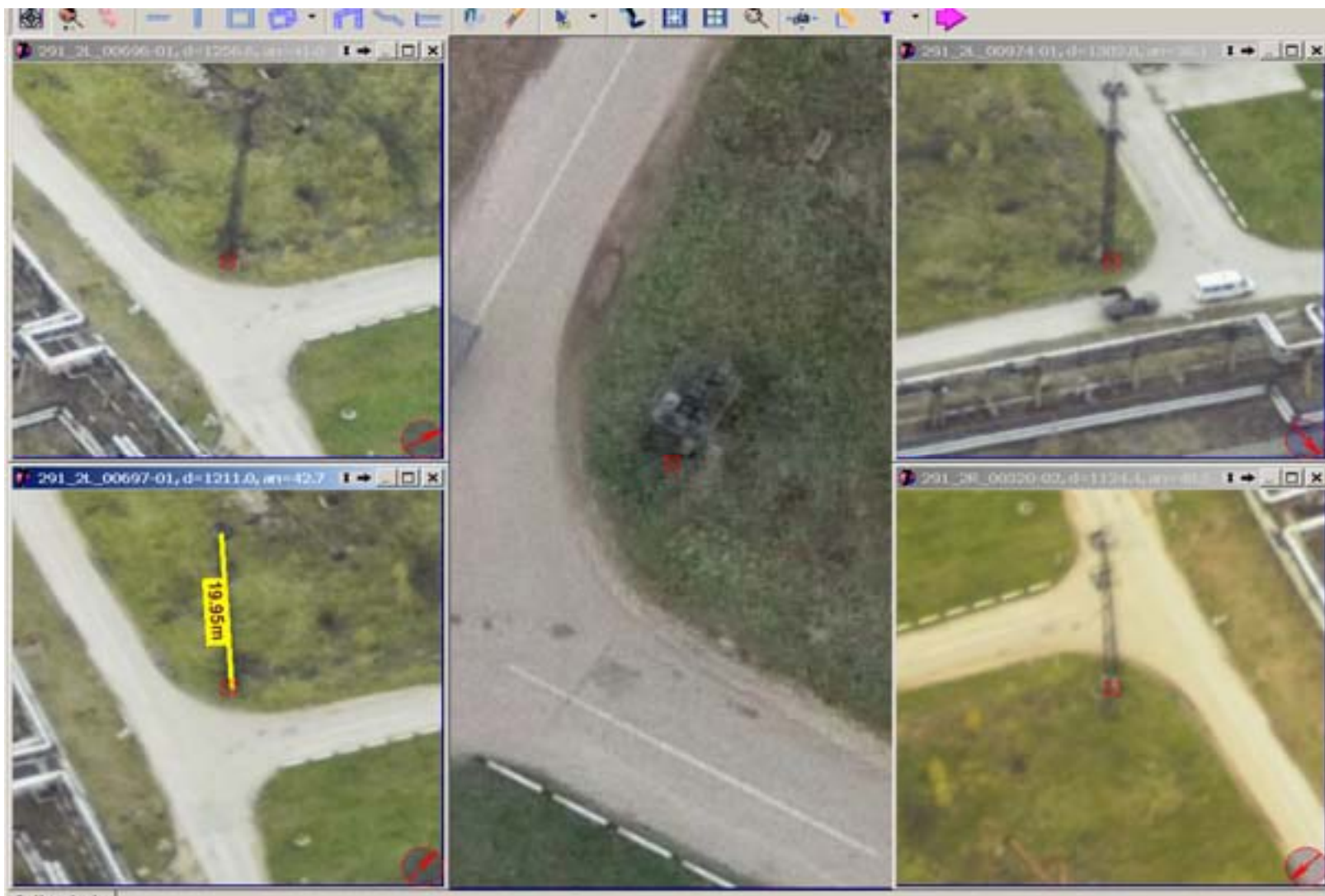
Фотореалистичные трехмерные модели местности



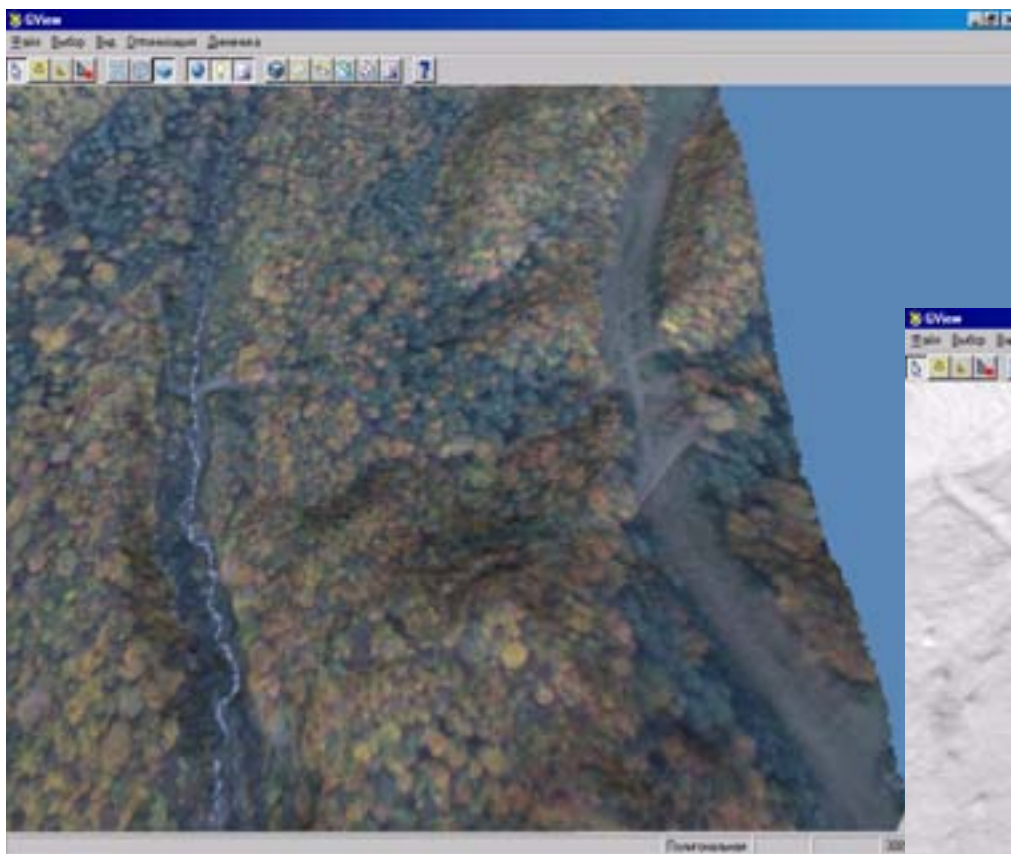
Фотореалистичные трехмерные модели местности



Доказательство ненужности полевых работ: дешифрирование объектов, определение координат с помощью наклонных снимков

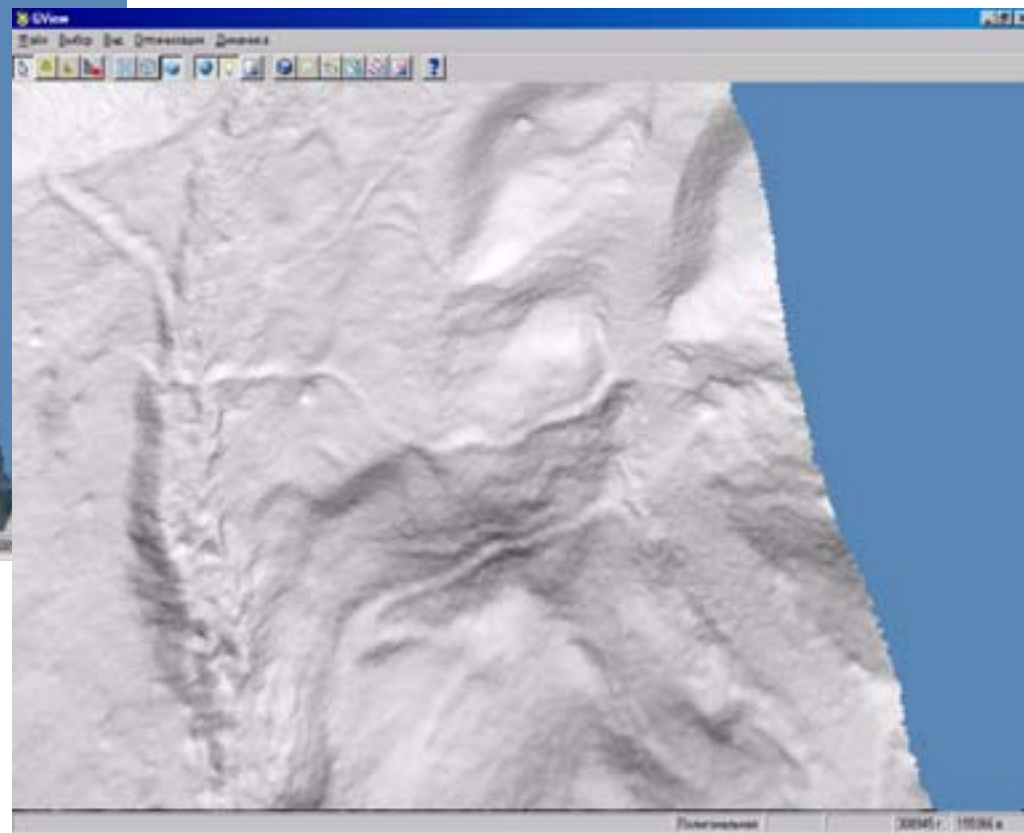


Типы 3D моделей

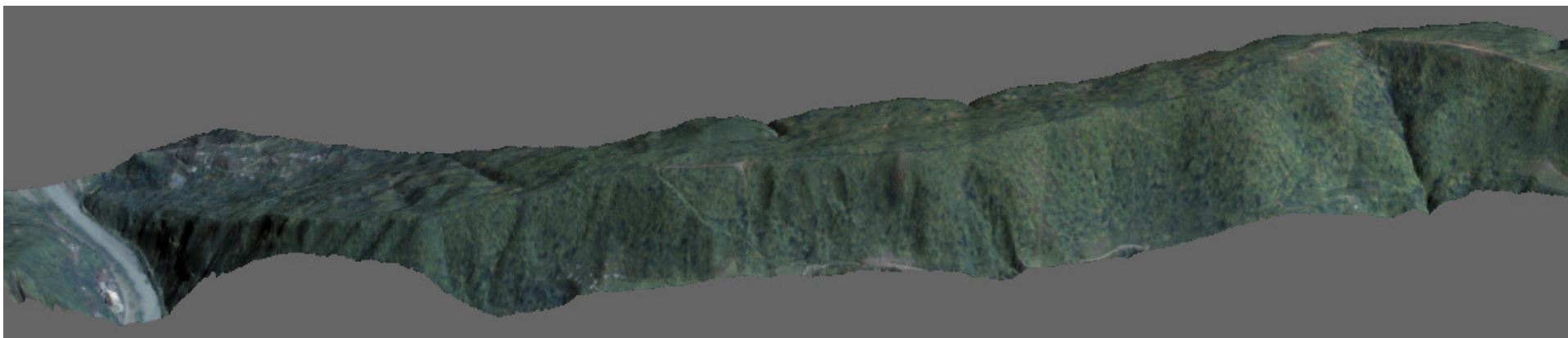


**Цифровая модель поверхности
DSM (Digital Surface Model)**

**Цифровая модель рельефа
DTM (Digital Terrain Model)**



Фотореалистичные цифровые модели поверхности (DSM) и рельефа (DTM) на протяженные территории со сложным рельефом и густой растительностью



Ортофотопланы высокого разрешения

- ⊕ Благодаря использованию современных цифровых широкоформатных аэрофотосъемочных комплексов, достигается *высочайшая производительность съемки и точность результатов до **500 км² в день***
- ⊕ Размер пикселя и *точность координатной привязки - до 3 сантиметров!*
- ⊕ Ортофотопланы являются не только самостоятельным видом продукции, но и служат основой для *создания высокоточных карт, планов и фотореалистичных моделей местности*

Ортофотопланы высокого разрешения

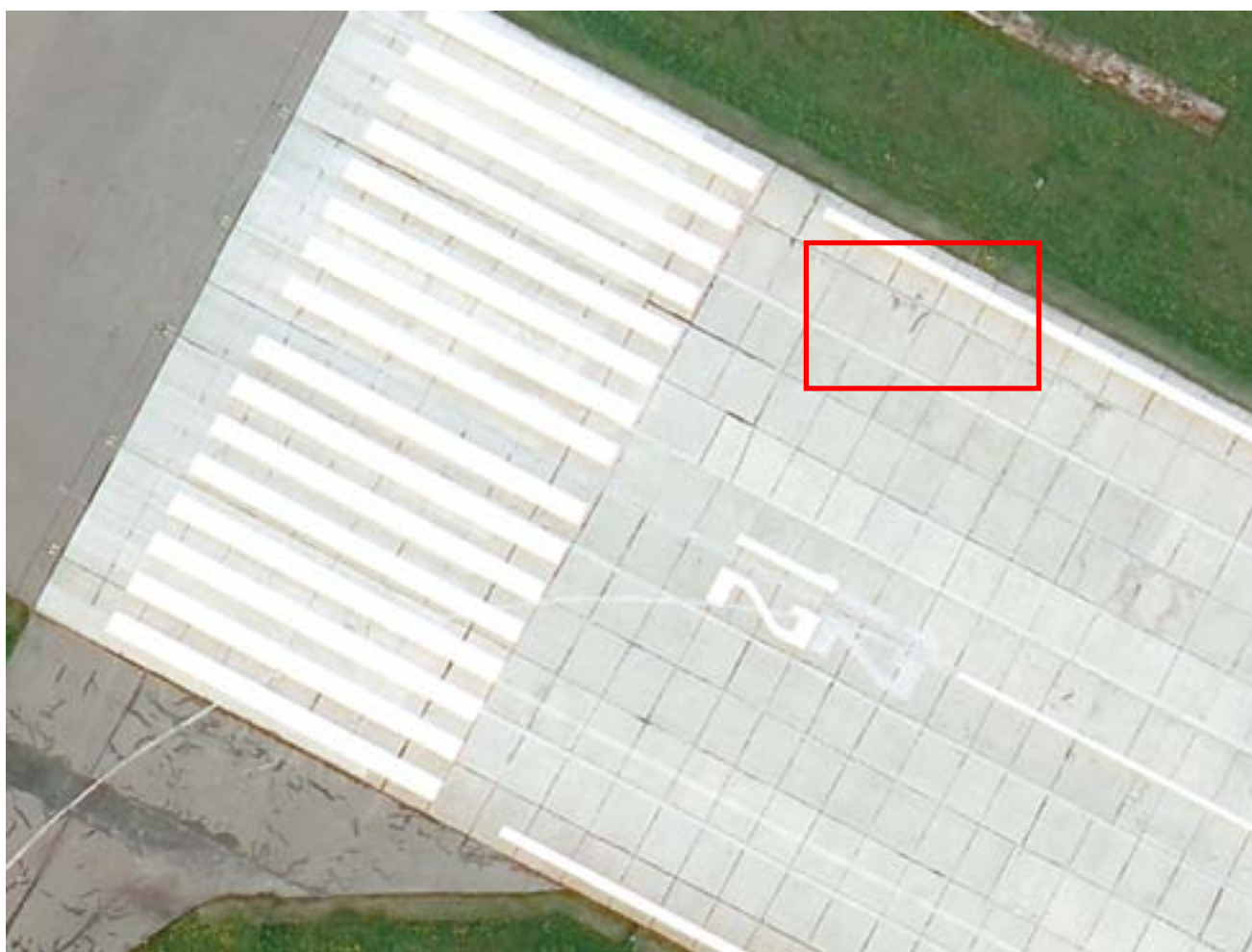
Размер пикселя и точность координатной привязки - до 3 сантиметров



Ортофотопланы высокого разрешения



Ортофотопланы высокого разрешения



Ортофотопланы высокого разрешения



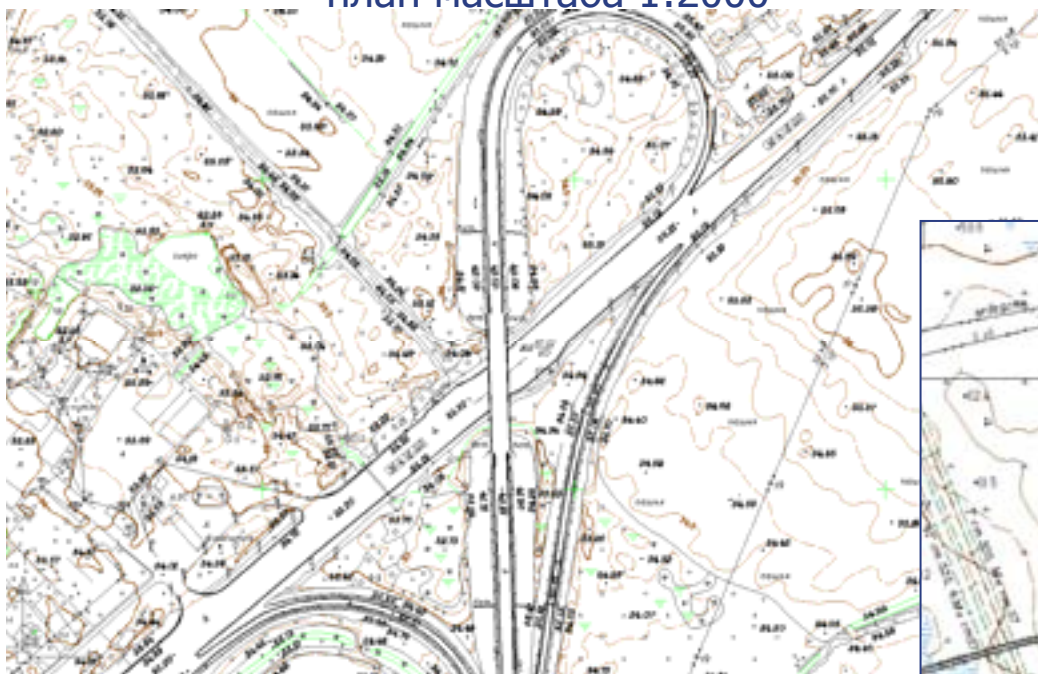
Крупномасштабные цифровые карты и планы

Применение продукции:

- ✚ Навигационные системы и комплексы (в том числе, бортовые)
- ✚ ГИС аэропортов
- ✚ Планирование развития инфраструктуры аэропортов
- ✚ Кадастр и управление земельно-имущественным комплексом
- ✚ Проектирование и строительство
- ✚ Экология
- ✚ И т.д.

Крупномасштабные цифровые карты и планы

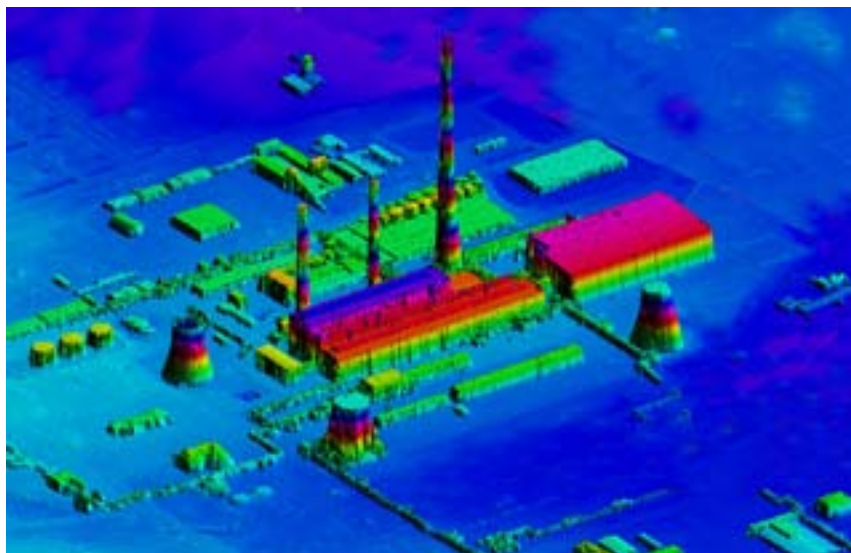
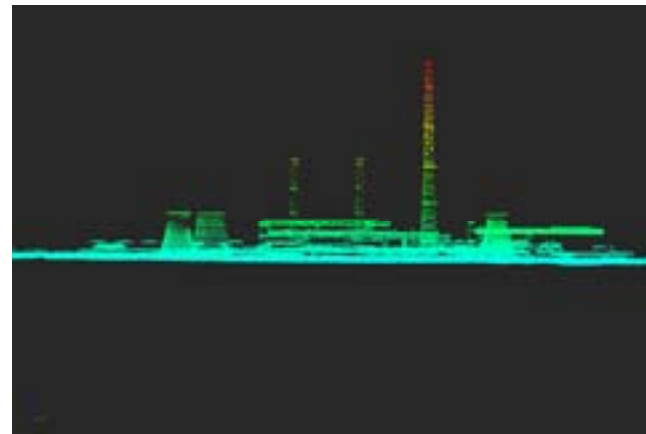
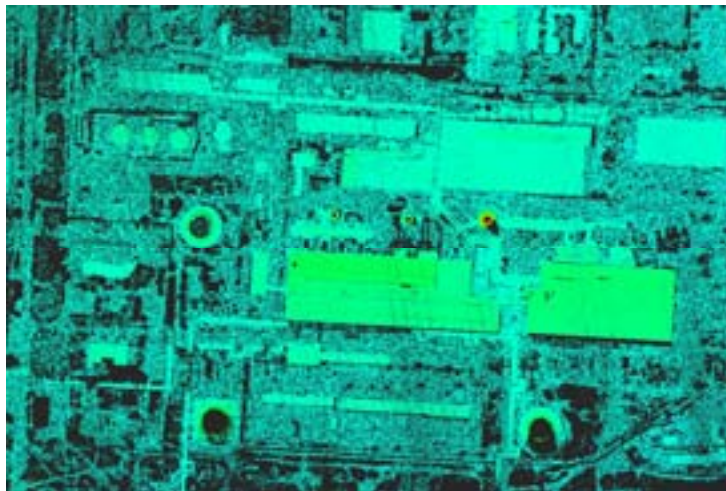
Цифровой топографический
план масштаба 1:2000



Цифровая топографическая карта
масштаба 1:10000



Варианты представления геопространственных данных



Выводы(1)

1. Инновационные преимущества ТЕХНОЛОГИИ:

- ⊕ единовременно в одном координатно-временном пространстве получаем **комплексные данные**:
единство измерений = координатная точность = целостность
- ⊕ **многофункциональные данные за те же деньги**, что и при применении традиционно сравниваемых методах («космические» ДДЗ, наземная съемка);
- ⊕ **возвратность вложений** - возможность повторного использования (продаж), т.к. получаемые данные – многофункциональные, а значит применимы для разных отраслей экономической деятельности на примыкающих территориях
- ⊕ **одновременное решение задач АНИ и хозяйственно-имущественного комплекса аэропортов** в целом (инвентаризации недвижимости, земельно-имущественные и инженерно-строительные задачи, создание ГИС и Банков данных)

Выводы(2)

2. Использование комплексных актуальных высокоточных трехмерных геопространственных данных позволит:

- ❏ Обеспечить подготовку аэродромов в аэронавигационном отношении в соответствии с требованиями ИКАО (и даже *более высокими*)
- ❏ На качественно новом уровне решать задачи обеспечения авиационной безопасности, навигации, подготовки летного состава и планирования развития инфраструктуры и повышения пропускной способности аэропортов, окружающей среды, *т.е. всех стратегических приоритетов Евроконтроля (ИКАО), в т.ч осуществить переход от САИ к УАИ.*
- ❏ Поэтапно решать большой спектр задач стоящих и решаемых в российских аэропортах: проектировании развития территории, земельно-имущественные, экология и т.п. и т.п.

3. Необходимость доработки/разработки методических документов, посвященных вопросам создания электронных данных о местности и препятствиях

Заключение

- ✚ Использование новейших технологий позволяет выйти на качественно новый уровень реализации *системного подхода к обеспечению безопасности полетов*, в т.ч к практической реализации положений Поправки 33 к Приложению 15 ИКАО относительно создания электронных баз данных о местности и препятствиях
- ✚ Вопрос *доработки действующих национальных документов (требований, методик, руководств) и правил* в контексте необходимости публикации достоверной информации о препятствиях в том виде, в каком того требует Поправка 33 ИКАО остается сегодня по-прежнему актуальным для России и некоторых стран СНГ.
- ✚ Россия существенно *отстает от ведущих стран-членов ИКАО* в подготовке к введению в действие (ноябрь 2008 и 2010 г.г.) рекомендаций Поправки 33 к Приложению 15 ИКАО в части создания электронных баз данных о местности и препятствиях

Спасибо за внимание!