

*Метрологическое обеспечение технологических процессов авиастроения: современный подход*



*Москва, 19 мая 2010*

*Якунин Вячеслав Валентинович.*

# Метрологическое обеспечение технологических процессов авиастроения: современный подход



(19) **United States**  
 (12) **Patent Application Publication** (10) Pub. No.: US 2005/0172470 A1  
 Cobb et al. (43) Pub. Date: Aug. 11, 2005

(54) **METHODS AND SYSTEMS FOR LARGE-SCALE AIRFRAME ASSEMBLY** (52) U.S. Cl. .... 29/407.1; 29/407.09; 29/430; 29/714

(76) Inventors: James M. Cobb, Burien, WA (US); Timothy G. Nielsen, Kent, WA (US); John W. Palmateer, Gig Harbor, WA (US); James A. DeLand, Bothell, WA (US)

Correspondence Address:  
**BLACK LOWE & GRAHAM, PLLC**  
 701 FIFTH AVENUE  
 SUITE 4800  
 SEATTLE, WA 98104 (US)

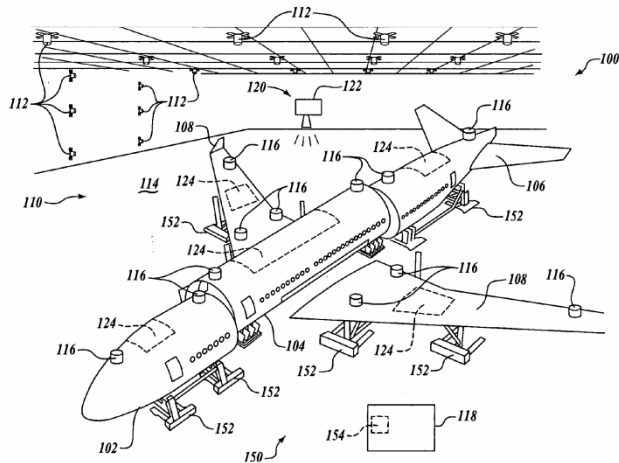
(21) Appl. No.: 10/774,091

(22) Filed: Feb. 6, 2004

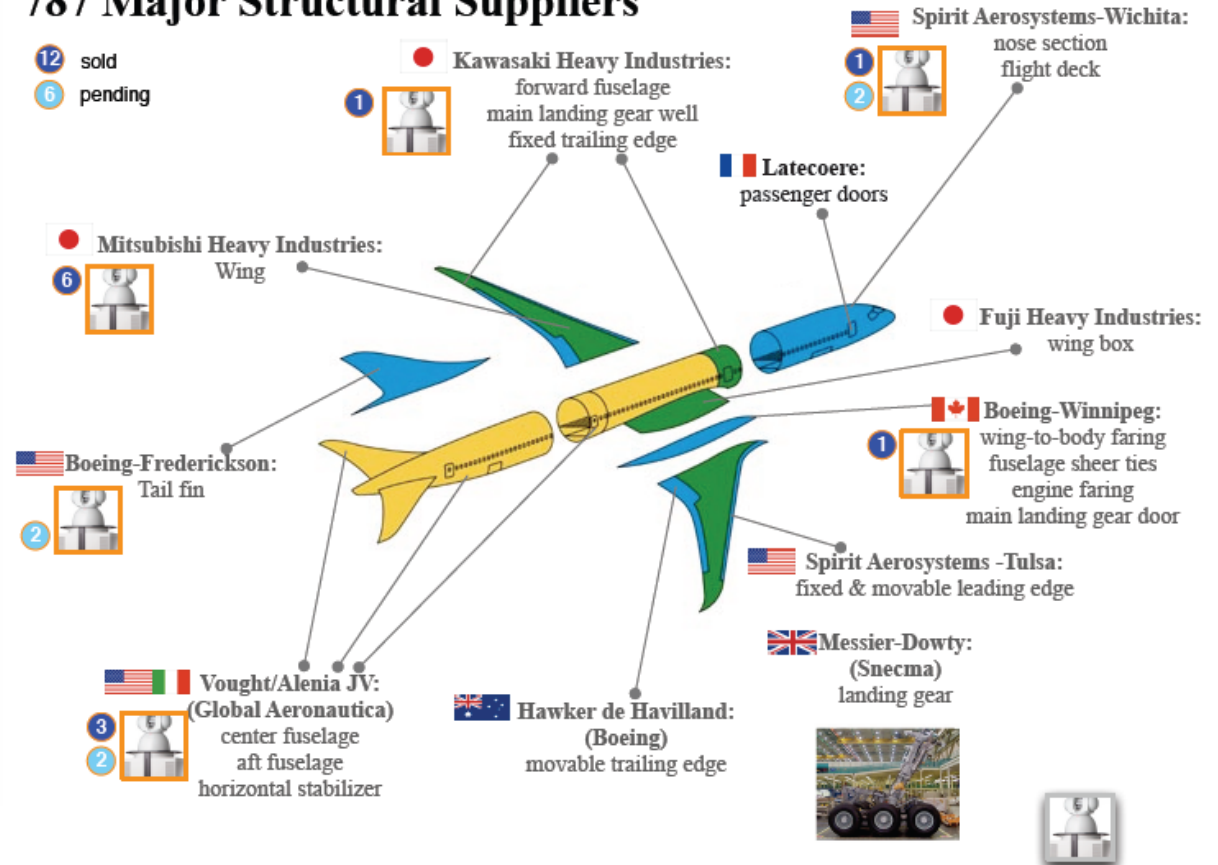
Publication Classification

(51) Int. Cl. 7 ..... B23Q 17/00; G01M 19/00

**ABSTRACT**  
 Methods and systems for large-scale airframe assembly are disclosed. In one embodiment, a method includes measuring a plurality of discrete point positions at least one of on and adjacent to at least one of a first and a second component, and measuring at least one surface position on the at least one of the first and second components. The measured positions are compared with a desired position information (e.g., a computer aided design model). The comparison may include applying a fitting routine to the measured positions and the desired position information. Next, a transformation matrix for improving the comparison between the measured positions and the desired position information is computed. At least one of the first and second components is then moved according to the transformation matrix. During movement, the plurality of discrete point positions may be monitored and provided to the position control system by a feedback loop.



## 787 Major Structural Suppliers



## Что такое промышленно-измерительные системы?

Это портативные трехкоординатные измерительные системы, основанные на самых современных достижениях оптоэлектроники, позволяющие проводить измерение крупногабаритных изделий (единицы-десятки метров) с точностями в десятые доли миллиметров.

Рассматриваются оптические (не механические) системы.

Изделия различных размеров могут быть измерены на разных стадиях производственного цикла :

- Дизайн
- Подготовка производства
- Разработка
- Производство
- Проверка качества

# Хронология внедрения измерительных систем в России



Теодолитные системы – мир с начала (с начала 80х), Россия – конец 90х.

Иркут

ОКБ Лавочкина, ЦСКБ Прогресс, НПО ПМ (ИСС)

*Ручное наведение, нет слежения, точка в 60 сек.*



Лазерные трекеры(с 1989), Россия с 2001

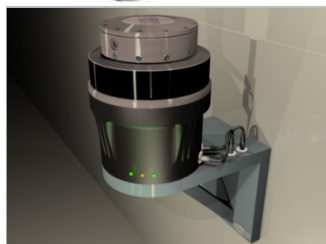
Иркут, НАПО, КНААПО, ГСС, ВАСО, АВИАСТАР, ТАПО, ИСС

*Автоматическое наведение на отражатель, слежение за одной точкой, 300 точек в сек.*



Лазерные радары (с 2002), Россия с 2006  
ВАСО, ЦАГИ, НАПО, КНААПО, ГСС, ИСС,  
Машиностроитель

*Сканирование, автоматическое наведение на различные марки, нет слежения , до 1000 точек в сек.*



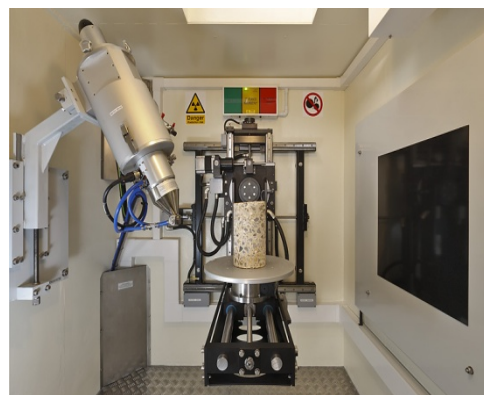
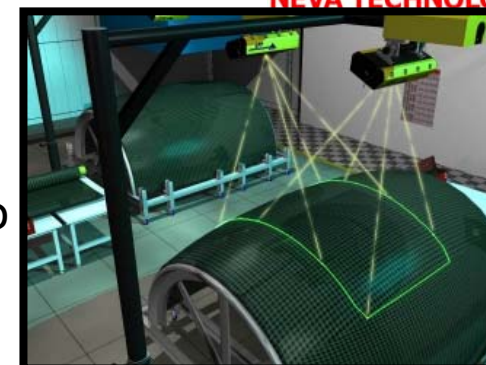
iGPS (iSpace)(с 2006), Россия с 2009

*Не требует наведения (автоматический захват) ,  
слежение за неограниченным кол-м точек до 50  
измерений в в сек.*

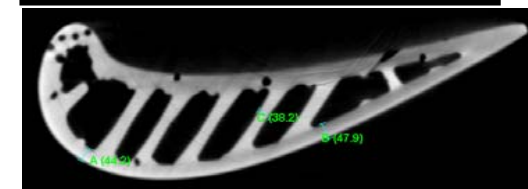
# Вспомогательные системы и новые тенденции (в т.ч. из-за внедрения изделий из композитов)



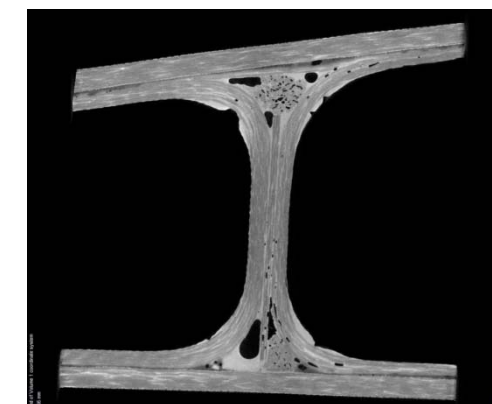
Проекционные системы (С середины 90х, в России с 2009 года. ). Позволяют визуализировать геометрические данные и механизировать процессы, встраиваются во многие технологические процессы



Промышленная компьютерная томография , серийные системы (450кВ микрофокус с 2009), в России с 2010 года. Позволяет контролировать внутренние размеры образцов на этапе запуска продукции, исследовательской работы и входного контроля



Промышленная шерография ( shareography, сдвигография) для тестирования дефектов сложных композитных структур путем микронагружения поверхности

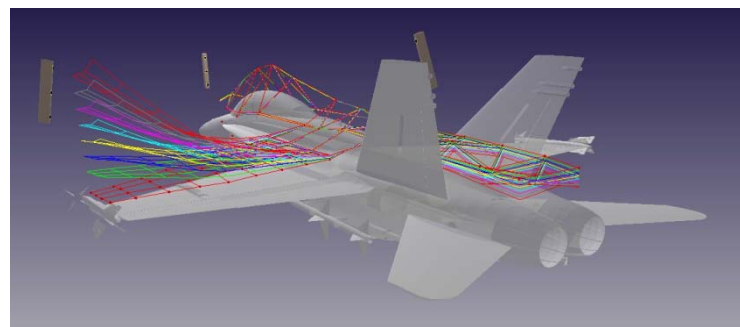


## Достичь максимального качества в измерениях, но . . .

- Минимизировать количество больших стапелей и высокоточной оснастки
- Минимизировать высококвалифицированный труд
- Ускорить измерения
  - Уменьшить количество жестких шаблонов
  - Уменьшить время процесса и использования дорогостоящего инвентаря
  - Интегрировать в производственные процессы



- Мобильные измерительные системы
- Автоматизация измерений.



Современные измерительные технологии  
(Metrology assisted applications)

# Выкладка композитных слоев в заданный размер (толщина



Первая премия JEC (Париж 2010)

Интегратор – Lockheed Martin (США)

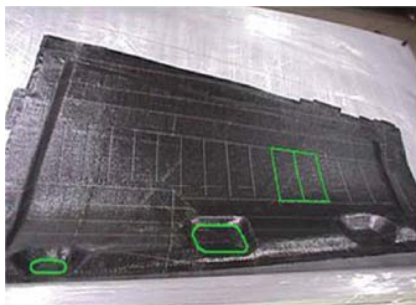
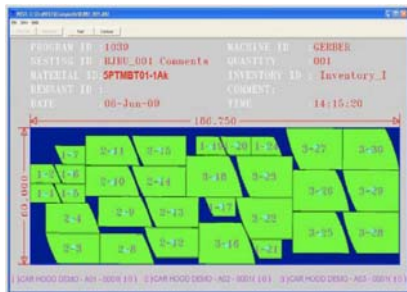
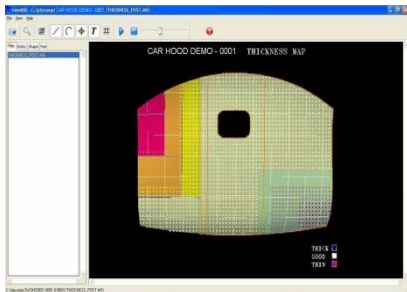
Софт – Majestic (США)

Оборудование – Nikon Metrology (Бельгия, радар), LPT (США, проекторы), раскройные машины (любого производителя).

## Основные задачи

1. Обеспечить взаимозаменяемость сложных композитных деталей Stealth
2. Обеспечить сборку из комплектующих различных контрагентов без дополнительной обработки (идеальное прилегание без перепадов высот)
3. Уменьшить расход дорогостоящих материалов
4. Отказаться от закупки больших фрезеровочных станков по композитам
5. Уменьшить время изготовления деталей
6. Повысить гибкость производства.

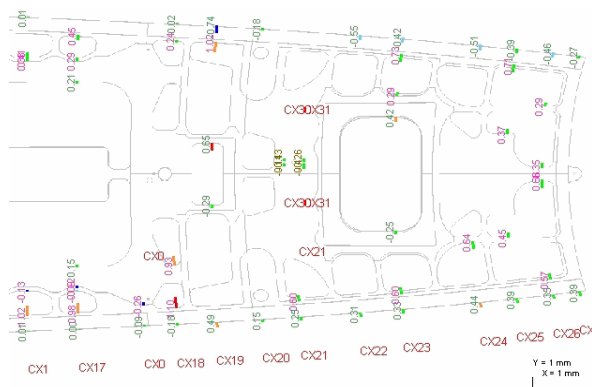
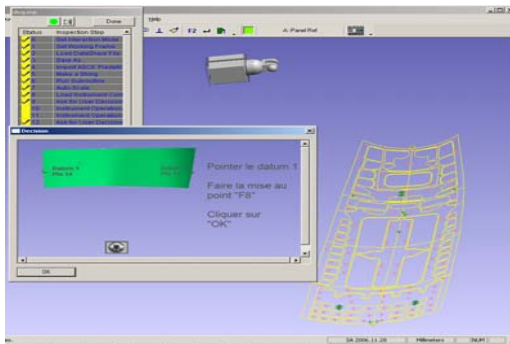
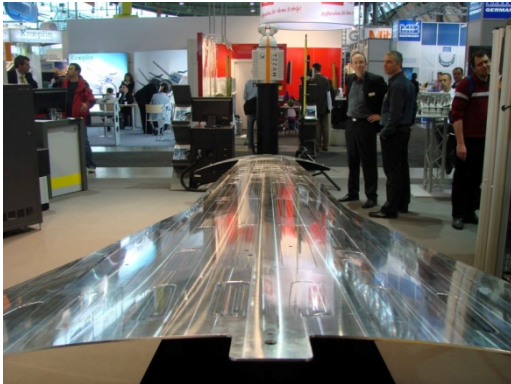
# Выкладка композитных слоев в заданный размер (толщина



- 1.Изготовление изделия с заранее меньшим количеством слоев
- 2.Сканирование оснастки и привязка к базовым точкам оснастки
- 3.Укладка изделия и сканирование изделия на оснастке лазерным радаром
- 4.Расчет компенсирующих слоев и порядка их укладки
- 5.Раскрой компенсирующих слоев
- 6.Выкладка компенсирующих слоев под управлением лазерных проекторов.
- 7.Повторное сканирование радаром
- 8.Составление окончательного отчета/паспорта

**Пять субконтракторов работают по этой схеме**

# Контроль панелей при зеркальном фрезеровании



Разработчики

Софт – G2Metric

Оборудование – NIKON

Финансирование – EU comission

Поддержка (интеграция) - Duffier

Основные задачи

1. Уменьшить количество настраиваемой оснастки

2. Сократить время сканирования

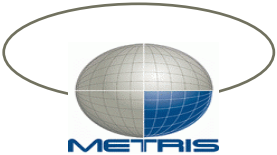
3. Приблизить контрольные операции к месту изготовления

# ENGINE INLET COWLS

•



*Nantes*



# Решение

Система:

На базе MV200

Софт

Для управления, анализа и  
отчета использовался:

Metrologic

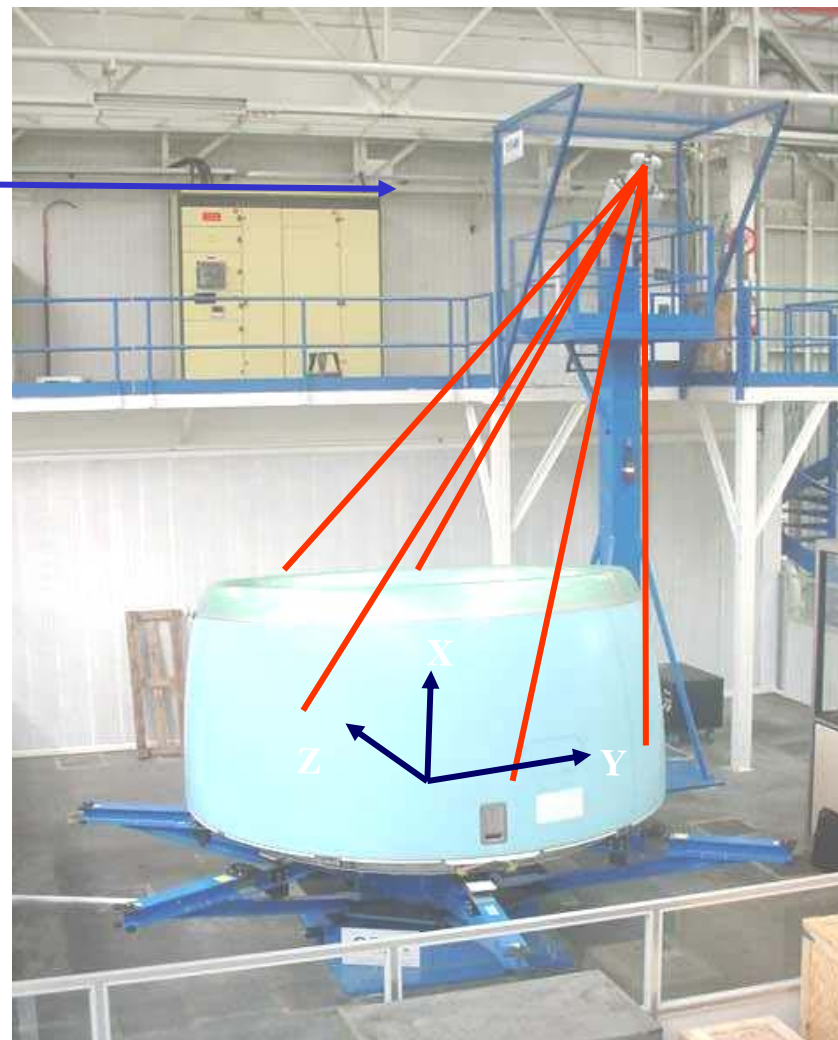


Аксессуары:

Жесткая стойка

Вращающийся стол

Зеркало (не показано)



Изделие устанавливается на  
вращающемся столе

Сферы задают единую  
координатную сеть

Стол поворачивается в  
соответствии с заданием

Сканер автоматически измеряет  
более 3х сфер и  
привязывается к системе

### Результат

Поворот и точная привязка  
занимают менее минуты



# Результаты

Полностью **автоматизированный контроль** ,  
включающий

Измерение отдельных точек для  
крепления

Измерение точек поверхности – для  
проверки аэродинамики

Интеграция с поворотным столом,  
возможность замера в ночную смену

Существенное увеличение скорости замера

Затраты: 48 часов → 2 часа

Время выпуска: 3 Дня → 6 часов (в  
ночную смену)

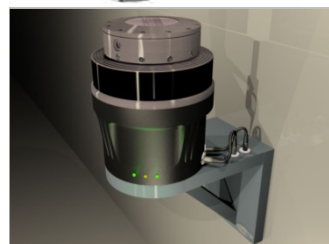
Полностью автоматизированный отчет

Увеличен выпуск изделий

Multiple Models (A340 and A380)



# Некоторые технологические операции под управлением измерительных систем



1. Линии окончательной сборки под управлением (iGPS, лазерный радар, трекер).
2. Укладка композитных слоев (лазерный радар, проекционные системы)
3. Адаптивный контроль клепальных и сверлильных станков (iGPS, Krypton).
4. Сборка крыльев в чистый размер (iGPS, Krypton, трекер).
5. Контроль в реальном режиме при фрезеровании титановых изделий (лазерный радар).
6. Пристыковка крыльев к фюзеляжу (лазерный радар, Boeing 787).
7. Контроль ближнего поля антенных систем (трекер с активной маркой).
8. Поточный контроль внутренних размеров лопаток (X-tec);
9. Зеркальное фрезерование (лазерный радар)
10. Автоматизация испытаний (лазерный радар, iGPS, Krypton)
11. Неразрушающий контроль композитов (ISIS, X-tec)

И многое другое.....

*Нева Технолоджи, 2010*

---



***[www.nevatec.ru](http://www.nevatec.ru)***

**Конец**

**Спасибо за внимание**