

## 4<sup>th</sup> International Workshop on Verification and Testing of Space Systems



### Секция № 10 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

# Российская экспериментальная база для испытания космических систем: современное состояние и план развития

- Лопатин Александр, Новиков Игорь, Чапоргин Виктор - РОСКОСМОС
- Золкин Николай, Клишев Олег, Паничкин Николай - ЦНИИМАШ
- Ваганов Николай – ЦЭНКИ
- Цветков Андрей – Корпорация Софт Медиа Сервис

Torino 21 - 22 - 23 May 2013

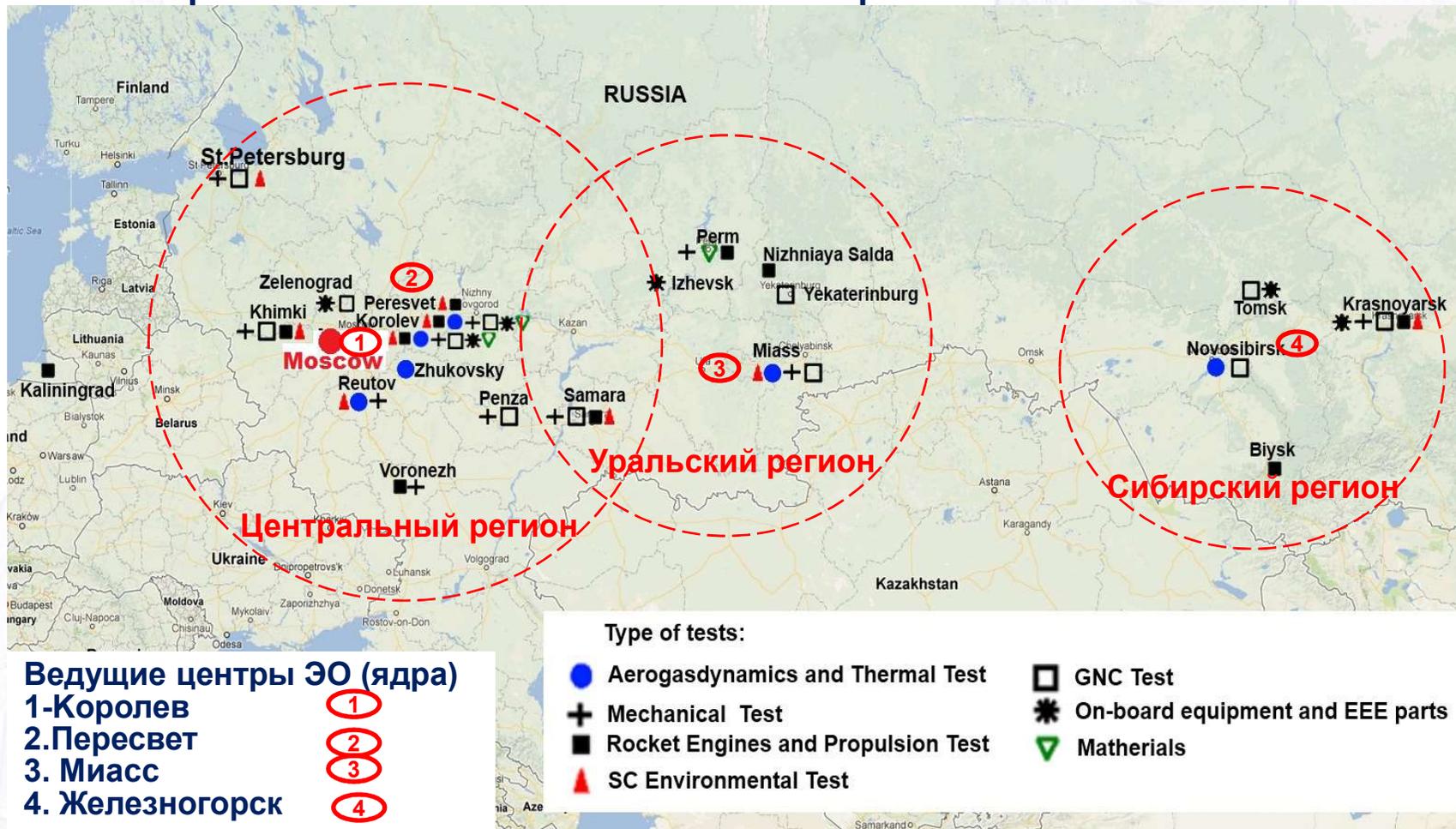


## Содержание доклада

- Испытательные центры российской космической промышленности:
  - Аэрогазодинамика, теплообмен, механические испытания
  - Испытания в условиях имитации факторов космической среды
  - Испытания ракетных двигателей
- Матрица уровней и структуры испытаний по элементам декомпозиции изделия
- Срок эксплуатации испытательных стендов
- Основные проблемы развития экспериментальной базы
- Основные положения плана развития ЭБ
- Основные технические аспекты плана развития ЭБ
- Заключение



## Испытательные центры российской космической промышленности





## Аэрогазодинамические наземные испытания

Ведущие центры испытаний: ЦНИИМАШ, ЦАГИ



U-22



Ударная труба

$M=0.1-20$   
 $Re/L=10-10^6$   
Угол атаки -  $0-360^\circ$   
Размеры моделей  
- длина до 1,5 м  
- размах до 0,5 м

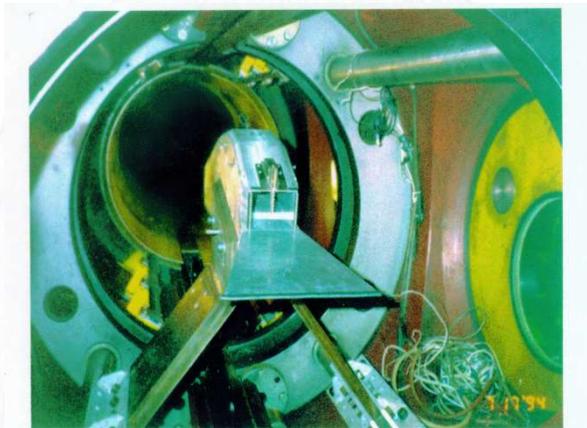


Fig. Front view of NASA GASL model mounted in PGU-11 test section.

Гиперзвуковая  
поршневая труба



U-306-3



## Тепловые испытания

Ведущий центр испытаний: ЦНИИМАШ

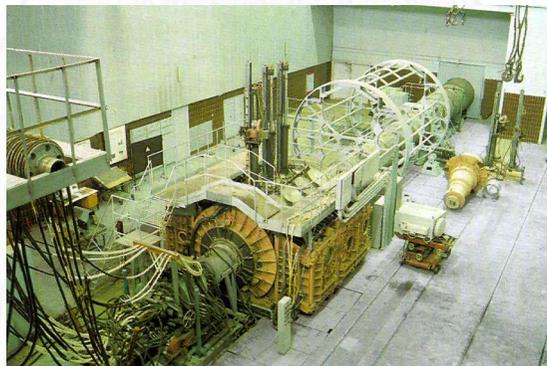


ВЧ Плазматрон U-13



ТТ-2

- Температура 4.2-12 000 К
- Выходная мощность от 3 to 50 МВт
- Температура торможения
- 700 – 12 000 К
- Давление торможения > 50 атм



ЭДУ U-15Т 2



U-16



Луч



## Механические испытания

Всего более 40 центров испытаний. Ведущий центр: ЦНИИМАШ



Статические нагрузки  $4 \times 10^5$  kN  
 $T = 77-1500$  K  
Входное давление до 250 МПа  
Размеры образца:  $d = 16$  м  $h = 20$  м  
Динамические нагрузки:  
Воздействующие силы до 200 kN  
Частота 0-2000 Hz  
Размеры объекта:  $d = 6$  м  $h = 30$  м  
Вес = 500 kN





### Испытания в условиях имитации КП

Общее число ТВК - 36 Рабочий объём – от 2 до 2400 м<sup>3</sup>

Ведущие центры испытаний: НИЦ РКП (Пересвет, МО): ИСС (Железногорск)



Комплекс интеграции и испытаний



КВИ 8500 - вид изнутри



Испытания КА «Фобос Грунт»

#### КВИ-8500

Параметры объектов (max):

- диаметр - 6 м

- высота - 22 м

- масса - 100 t

Общий объём – 8500 м<sup>3</sup>

Полезный объём - 2376 м<sup>3</sup>;

Криопанели (ж. N<sub>2</sub>; г. He)

Давление- 10<sup>-6</sup> torr

Симулятор солнца

Поворотный стол

Загрузка – сверху



## Испытания ЖРД и двигательных установок

Число центров испытания ЖРД -11. Ведущий центр: НИЦ РКП (г.Пересвет, МО):  
ЖРД от маршевых до верхних ступеней; высотные испытания; испытания РДУ;  
ресурсные испытания; криогенный завод



Огневые испытания универсального ракетного модуля (УРМ-1) РН "Ангара"  
Ресурсные испытания РДУ орбитального модуля

## Матрица «Уровни ЭО в разрезе структурной декомпозиции изделия»

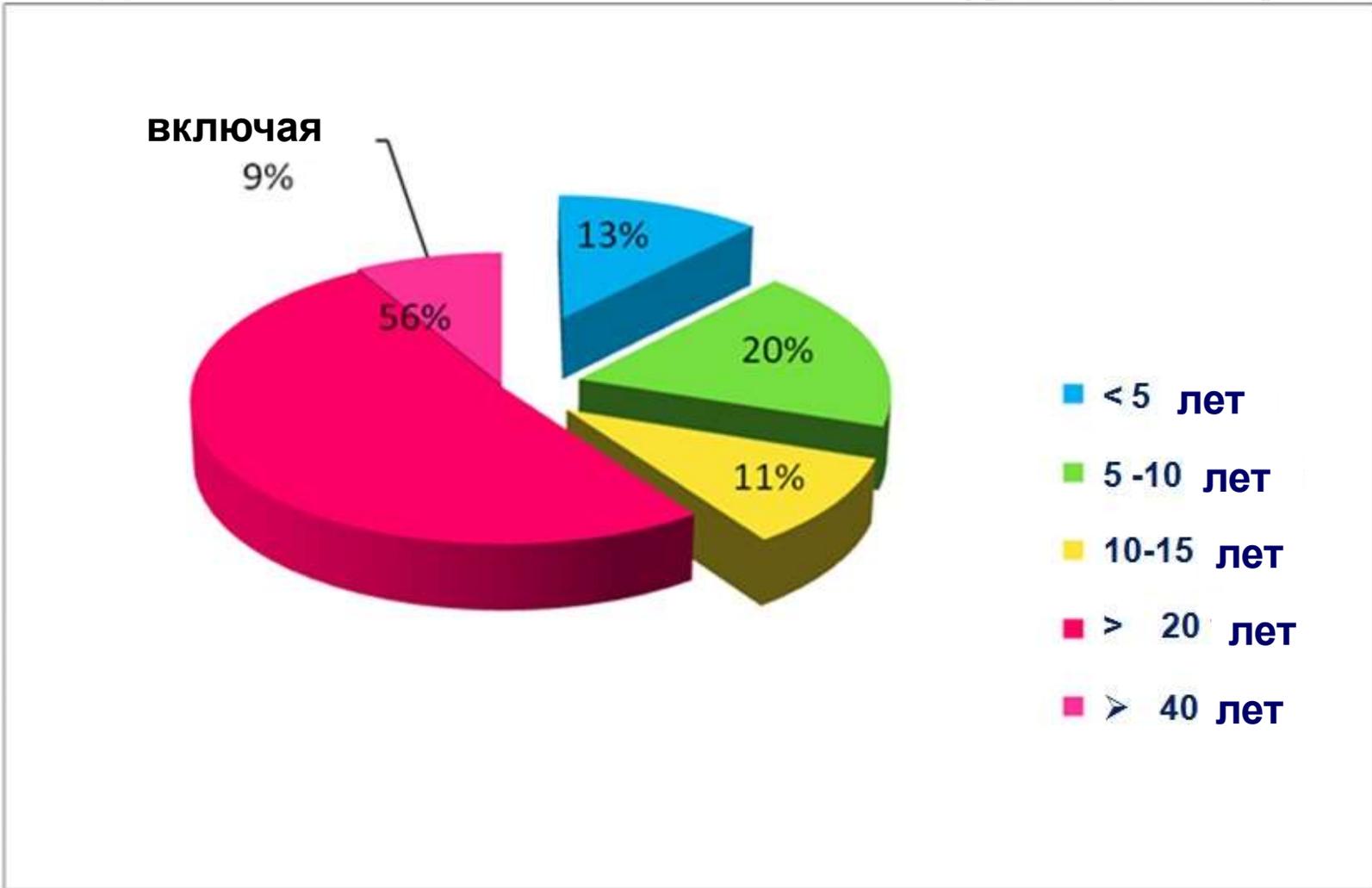
### Национальные экспериментальные активы

№	Уровень испытаний	КА	ТКС (РН, РБ, ВКС)	Стартовый комплекс
1	Система в целом	-интеграция и комплексные испытания в условиях КП -весовые испытан.	-аэрогазодинамика -тепловой режим - механика -Климат. испытания	-Газодинамика старта -Тепловой режим -Механика - климат испытания
2	Подсистема	-РДУ/РД - СУ -СОТР - энергосистема. - ПН.....	-РДУ/РД - СУ -СОТР - энергосистема. - ПН .....	МИК -Стартовый стол -Топлив. оборудован. -Энергостанции .....
3	Узлы и агрегаты	- Корпус - - Гироскопы - Батареи - Топливные баки...	.- Корпус - - Гироскопы -ТНА - ГГ.....	- Башни - Цистерны - ГПМ - ПУ.....
4	Элементы Материалы	- Структ. элементы ЭКБ	- ТЗП.....	-Топливо....

### Промышленные экспериментальные активы



## Срок эксплуатации испытательных стендов





### Основные проблемы развития экспериментальной базы

- Преразмеренность количества э/стендов (>1500, включая : прочность – 400, РД- 300, БА - 200, средовые испытания - 400) и дублирование дорогостоящих установок при их недостаточной загрузке.
- Разбросанность на предприятиях отрасли (44 предприятия)
- Устаревшее основное оборудование и матчасть стендов (60%), систем сбора и обработки данных испытаний
- Недостаточная оснащенность системами компьютерного моделирования испытаний для их планирования и анализа результатов
- Недостаточный бюджет для поддержки, профилактики и развития ЭБ отрасли
- Невысокая экономическая эффективность использования ЭБ
- Дефицит и старение высококвалифицированных кадров ЭБ, потеря навыков



# Основные положения плана развития ЭБ

- Программа поддержки и развития ЭБ является одной из приоритетных программ РКП (стратегический «барьер входа в космическую деятельность»). Затраты на ЭО составляют более 50% расходов на НИОКР.
- Потенциал ЭБ должен быть оптимизирован, но при этом достаточен для удовлетворения потребностей реализации национальной космической стратегии, программ внедрения перспективных и ключевых технологий, выполнения целей и задач текущих космических программ и проектов в среднесрочной и долгосрочной перспективе.
- Уникальное испытательное оборудование для выполнения задач государственного заказа в рамках программ НИКОР, а также научных исследований, должно быть консолидировано в качестве государственной собственности, как национальное достояние, и полностью обеспечено бюджетным финансированием для содержания, профилактики, ППР и развития на основе принципов «восстановительной стоимости».
- 4 головных государственных испытательных центров национального масштаба («ядра экспериментальной отработки») должны быть организованы в ближайшие 5 лет, в т.ч.: 2 центра – в Центральном регионе (московская область); 1- в уральском регионе; 1 – в сибирском регионе.
- Оптимизация и консолидация ЭБ должна обеспечить экономическую эффективность её использования, более полную загрузку ЭО, способствовать росту навыков работников, занятых в ЭО, содействовать ускорению внедрения передовых испытательных технологий.
- ЭО используемое в технологической цепочке серийного производства и предоставления услуг РКТ остаётся в собственности соответствующих предприятий, а его содержание и развитие должно амортизироваться в цене продукции или услуг.
- Мировой опыт, включая принципы государственно-частного партнёрства, должны быть проработаны для повышения эффективной организации управления ЭО в РКП.



### Основные технические аспекты плана развития ЭБ

- Создание двухуровневой системы консолидации и управления центрами ЭО РКТ
  - Национальные испытательные центры (ядра) – уровень 1 (в собственности государства)
  - Промышленные испытательные центры – уровень 2 (в собственности предприятий)
- Ускоренное внедрение цифровых технологий нового поколения на мировом уровне:
  - для математического моделирования испытаний при их планировании
  - для проведения испытаний и измерений
  - для сбора, обработки и анализа данных испытаний/создание интегрированной базы данных испытаний
- Модернизация ЭО и достижение новых технических возможностей испытаний, в т.ч. по направлениям:
  - РД и РДУ (высотные испытания; новые типы ЖРД; ЭРД; ЯРДУ)
  - Механические испытания (высокотемпературная и криогенная прочность, виброиспытания)
  - Аэрогазодинамика (гиперзвуковые испытания при  $M > 10$ ; трансзвук при натуральных числах  $Re$ )
  - Испытания в условиях имитации КП (новый комплекс интеграции и испытаний КА «под одной крышей»; комплексная имитация воздействия факторов космического пространства природного и антропогенного характера на электронные компоненты и датчики КА)
  - СУ (стенды для проверки полётных заданий)
  - Стенды для испытаний сквозных оптико-электронных трактов
  - Стенды для испытаний ЭКБ
- Развитие системы ФССКТ (создание сети центров сертификации и сертификационных испытаний)
- Разработка отраслевых стандартов для испытательных установок и испытаний по различным направлениям



# Заключение

- Имеющийся потенциал экспериментальной базы достаточен для удовлетворения имеющихся потребностей экспериментальной отработки РКТ в обозримой перспективе.
- Реформирование испытательных ресурсов требуется для обеспечения их конкурентоспособности, экономической эффективности и более полной загрузки испытательной и стендовой базы, а также обеспечения роста квалификации штатных работников и эффективного внедрения передовых технологий испытаний.
- Развитие системы управления испытательными ресурсами предусматривает 2-х уровневую структурную консолидацию экспериментальных ресурсов (национальный и промышленный уровни), совершенствование системы ресурсно-финансового обеспечения, существенную модернизацию испытательного оборудования, в первую очередь в области технологий испытаний, сбора и анализа данных, вычислительного потенциала испытательных центров.
- Сеть сертификационных и сертификационных испытательных центров должна быть существенно усовершенствованна в обеспечение повышения эффективности ЭО, качества испытаний; соответствующие отраслевые стандарты должны быть разработаны в ближайшее время.
- Создание централизованной системы управления ЭБ, интегрированной отраслевой базы данных испытаний, глубокий анализ задач ЭО для обоснования оптимизации испытательных ресурсов является ближайшими шагами плана мероприятий по совершенствованию системы ЭО РКТ.
- Международное сотрудничество приветствуется в рамках работ по совершенствованию ЭБ РКП.

## 4<sup>th</sup> International Workshop on Verification and Testing of Space Systems



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

**Torino 21 - 22 - 23 May 2013**