

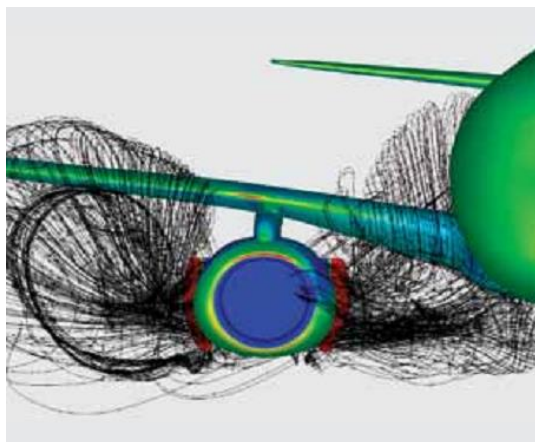


# Авиационная наука как фактор обеспечения конкурентоспособности авиационной техники

Круглый стол «Стратегия авиапрома 2030: единство целей и действий для государства, промышленности и науки»

*Сергей Леонидович Чернышев*  
Генеральный директор  
ФГУП «ЦАГИ»

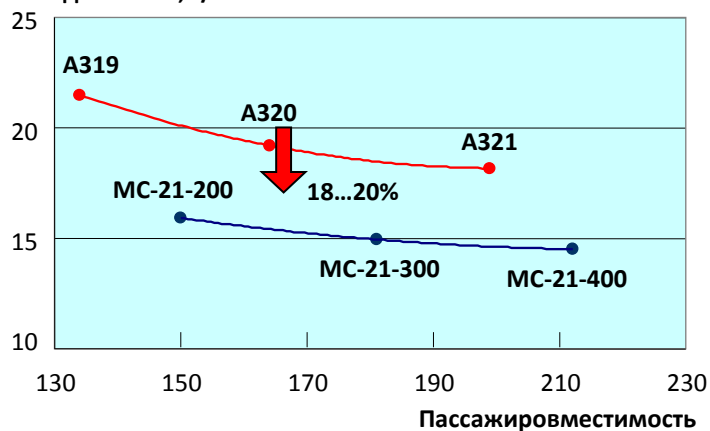
## Миссия авиационной науки



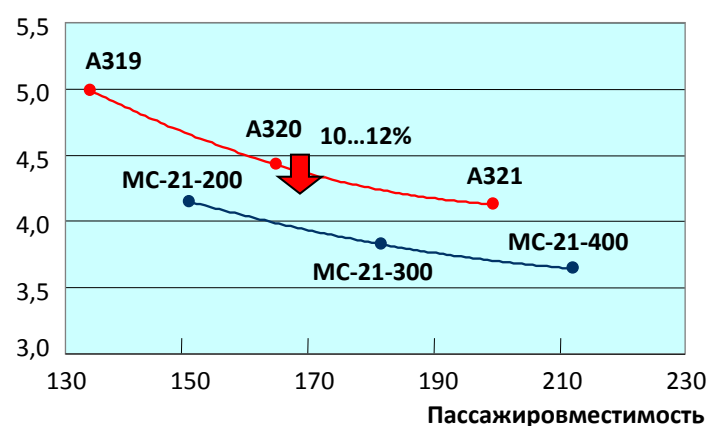
- ❑ Сегодня конкурируют не просто продукты, но прежде всего технологии
- ❑ Миссия авиационной науки заключается в формировании научно-технического задела, который ляжет в основу перспективной авиационной техники
- ❑ Авиационная наука обеспечивает технологическую безопасность России и конкурентоспособность отечественной авиатехники

## Топливная и экономическая эффективность самолетов семейства МС-21

Расход топлива, г/пасс-км



Операционные расходы, ц/пасс-км



### КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ МС-21

- аэродинамическая компоновка с крылом большого удлинения
- композитная конструкция крыла, оперения и элементов конструкции фюзеляжа
- силовая установка на базе перспективного двигателя на 12...15 % более экономичного по расходу топлива
- более широкая автоматизация управления самолетом, использование систем информационной поддержки экипажа

## Основные цели аэродинамического проектирования компоновки самолета МС-21

Максимальное аэродинамическое качество  
на крейсерских режимах полета



Минимальный уровень  
волновых потерь и индуктивного сопротивления при большем  
диаметре фюзеляжа

Безотрывное обтекание крыла  
при натурном и трубном числах  $Re$

Защита концевых сечений  
от преждевременного срыва

Учет интерференции с близко  
расположенной мотогондолой



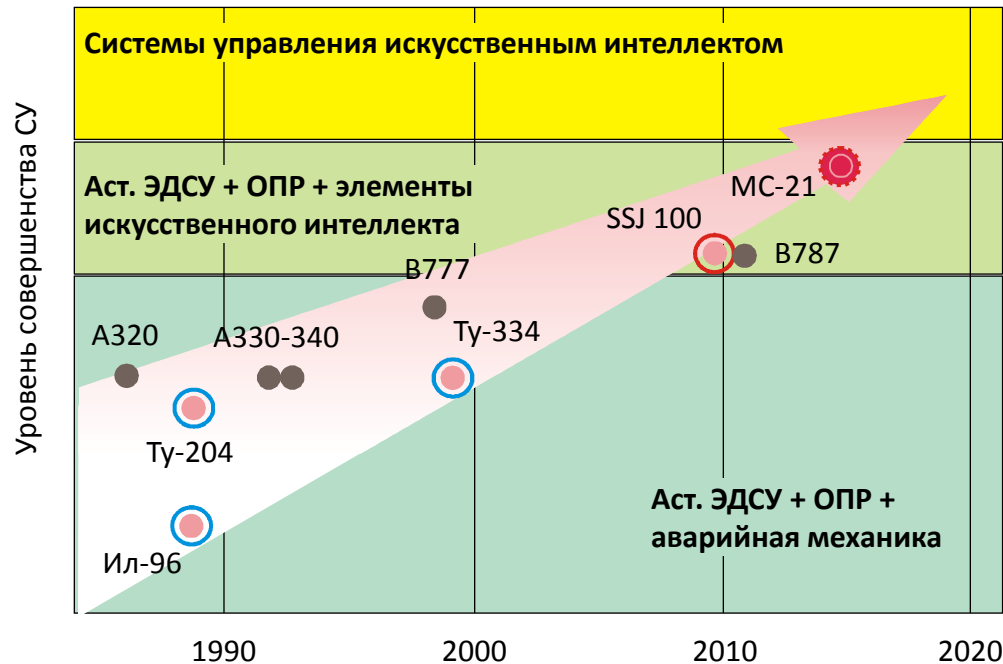
Учет технологических  
и конструктивных требований

Учет ограничений на изгибающий  
момент

Компоновка самолета МС-21 обеспечивает высокие аэродинамические характеристики на взлетно-посадочных и на крейсерских режимах полета с учетом требований по безопасности полета

## Комплексная система управления самолета МС-21

КСУ самолета МС-21 обладает наивысшим уровнем алгоритмического совершенства среди существующих самолетов



### Основные функции КСУ-21:

1. Обеспечение «идеальных» характеристик устойчивости и управляемости и комфорта управления самолетом.
2. Ограничение предельных значений параметров движения:  $n_y, \alpha, \gamma, \dots$
3. Использование активных боковых ручек управления.
4. Снижение экстремальных нагрузок на конструкцию самолета и скорости расходования ресурса.
5. Автоматическое подключение режимов стабилизации САУ и автомата тяги.
6. Самонастройка структуры и параметров КСУ на летную ситуацию  
 $f(V_{пр}, M, \alpha, \gamma, \vartheta, G, X_T, \omega_0, \xi, \dots)$ .

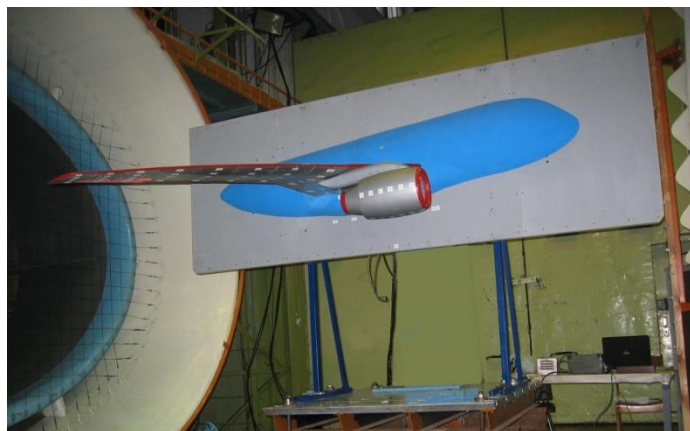
## Экспериментальная отработка проблем прочности и аэроупругости композитного крыла увеличенного удлинения самолёта МС-21 в ЦАГИ



Прототип кессона крыла  
на стенде для статических  
испытаний



Прототип кессона  
при виброчастотных  
испытаниях



Исследования  
характеристик  
аэроупругости крыла  
увеличенного  
удлинения в АДТ

## ПД-14: Новые технологии в конструкции двигателя

### Вентилятор

- Широкохордные пустотелые титановые рабочие лопасти

### Разделительный корпус и центральный привод

- Литой из титанового сплава
- Зубчатые колеса конической передачи, изготовленные с высокой степенью точности

### КВД

- Высоконапорная 1 ст.
- Блиски 1 и 2 ст.
- Сварной ротор
- Диски 6–8 ст. из никелевого гранулированного сплава нового поколения

### Коробка приводных агрегатов

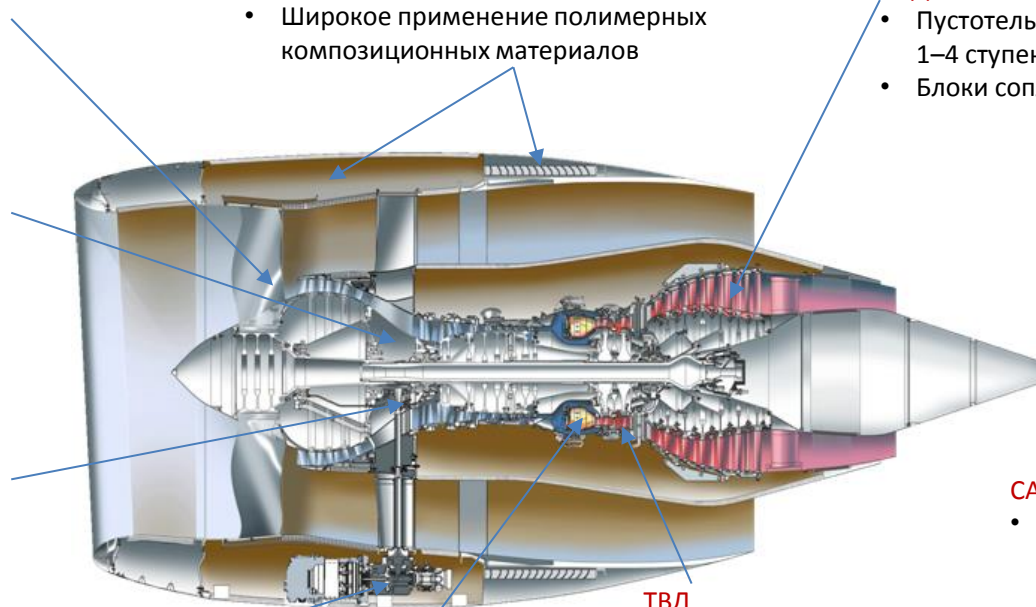
- Корпус коробки без разъема из алюминиевого сплава
- Зубчатые колеса, изготовленные с высокой степенью точности

### Мотогондола

- Широкое применение полимерных композиционных материалов

### ТНД

- Пустотелые рабочие и сопловые лопасти 1–4 ступеней
- Блоки сопловых лопаток



### CAU FADEC

- Без резервной гидромеханической системы

### КС

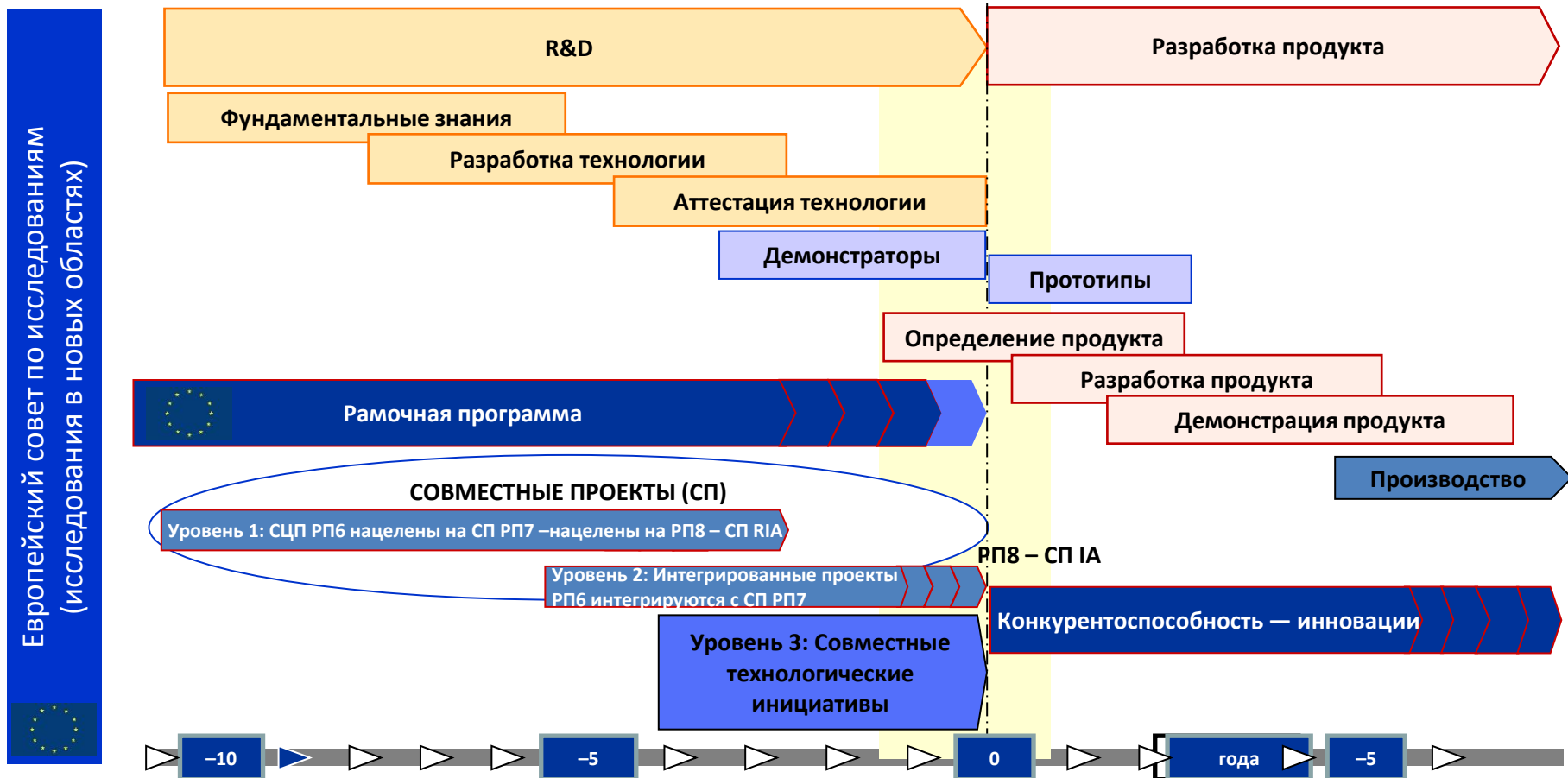
- Малоэмиссионное горение
- Керамическое теплозащитное покрытие
- Интерметаллидный сплав

### ТВД

- Рабочие лопасти из монокристаллического сплава нового поколения
- Сопловые лопасти из интерметаллидного сплава
- Керамическое теплозащитное покрытие 2-го поколения
- Диски 1–2 ступени из никелевого гранулированного сплава нового поколения

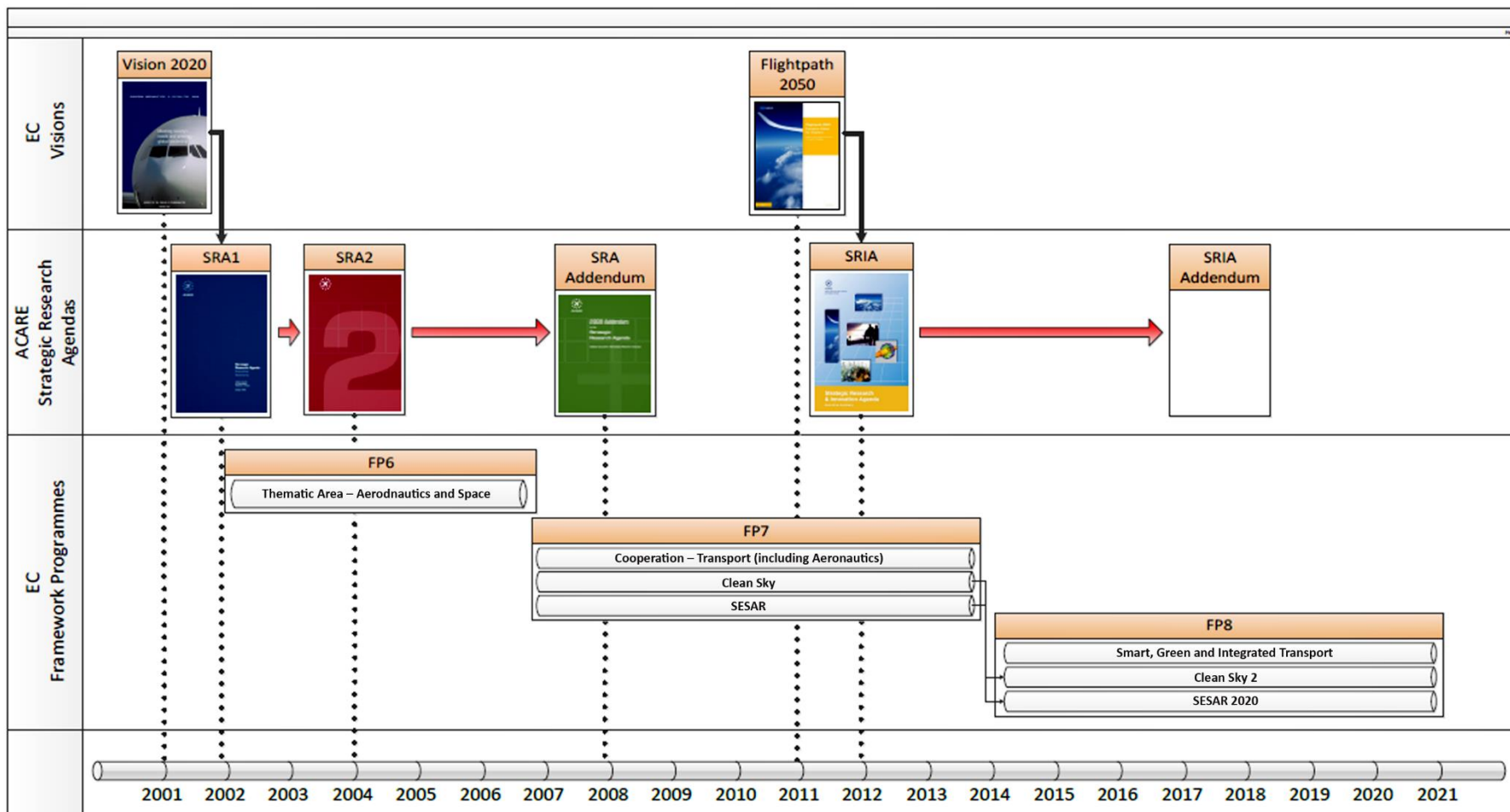
Источник: Минпромторг

## Шкала разработки авиационных технологий в Европе





## Европейские стратегические документы в авиации



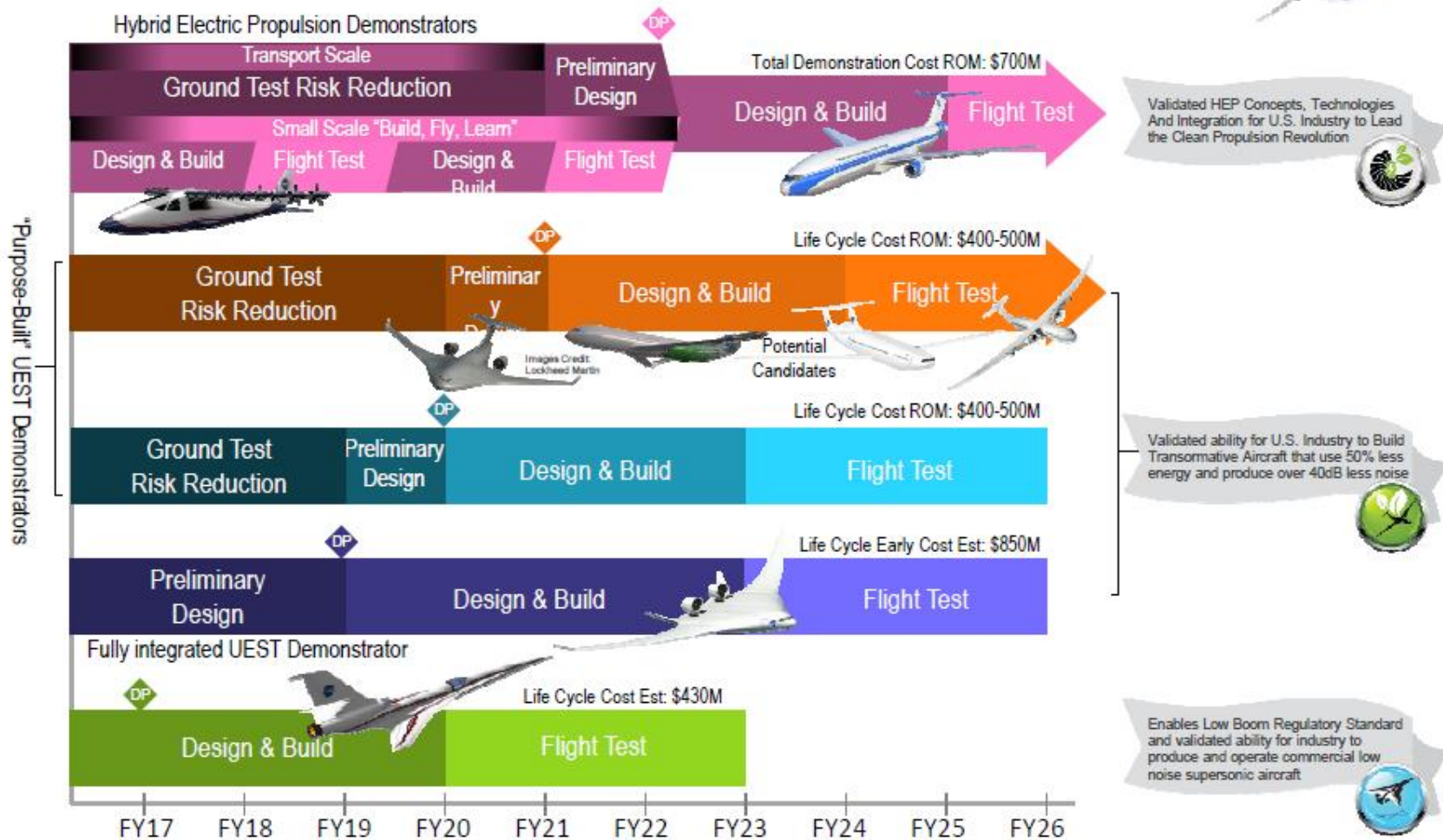
## NASA Aeronautics Vision for the 21<sup>st</sup> century



**6 Strategic Thrusts**

	<b>Safe, Efficient Growth in Global Operations</b>		<b>Transition to Low-Carbon Propulsion</b>
	<b>Innovation in Commercial Supersonic Aircraft</b>		<b>Real-Time System-Wide Safety Assurance</b>
	<b>Ultra-Efficient Commercial Vehicles</b>		<b>Assured Autonomy for Aviation Transformation</b>

# New Aviation Horizons Flight Demo Plan



## Форсайт развития авиационной науки и технологий 2030

Разработка начата в соответствии с приказом Минпромторга от 2011 года о разработке Национального плана развития науки и технологий в авиастроении. Форсайту была посвящена отдельная рабочая группа



**ФОРСАЙТ дает прогноз развития основных научных направлений и технологий**

## О документе



- Обсуждение результатов Форсайта было организовано в рамках техплатформы «Авиационная мобильность». Были получены замечания от корпораций (ОАК, Вертолеты России, ОДК, Авиаприборостроение, Авиационное оборудование), ВУЗов (МАИ, КАИ) и др. организаций
- Привлечены для консультаций иностранные эксперты

## Содержание

### Общая часть

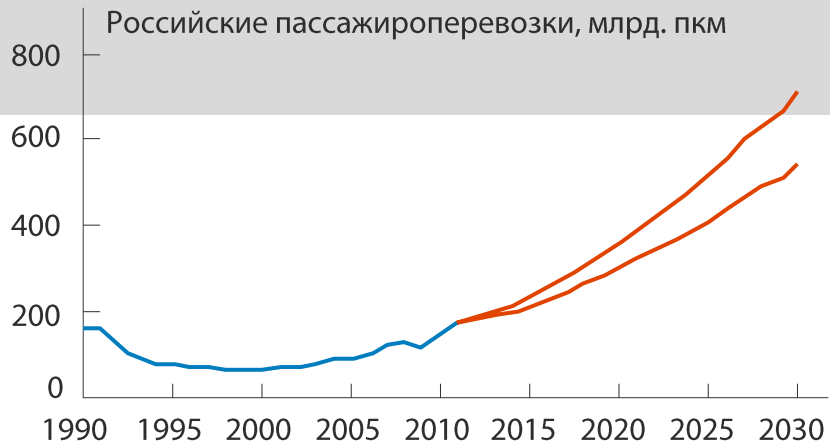
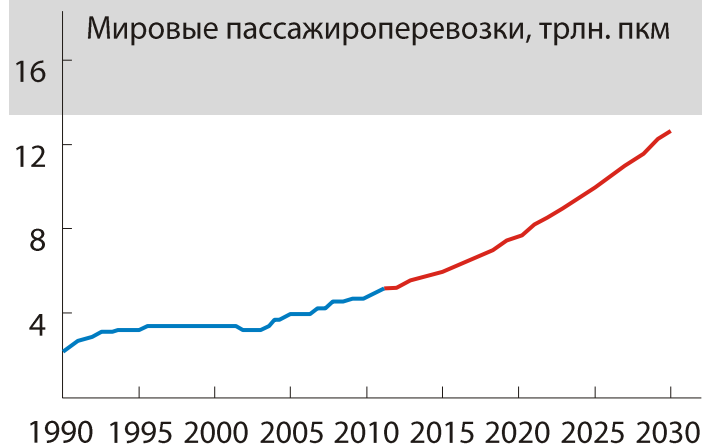
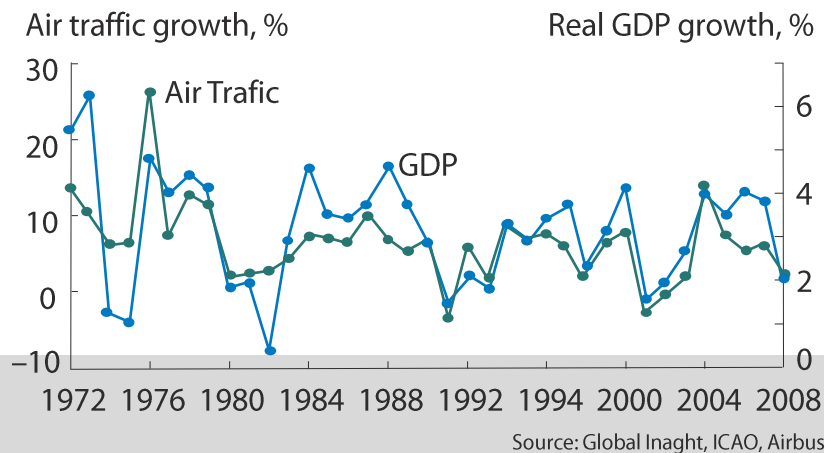
- Авиационные перевозки
- Аэропорты и аэродромы
- ОрВД
- Рынок гражданской авиатехники
- Авиация и экология
- Топливо для авиации
- Требования ИКАО
- Целевые показатели

### Техническая часть

- Концепции будущих летательных аппаратов
- Силовые установки
- Авиационные материалы
- Авиационные конструкции
- Авиационное оборудование
  - Авионика
  - Системы управления
  - Общесамолетное оборудование
- Методы и технологии исследований

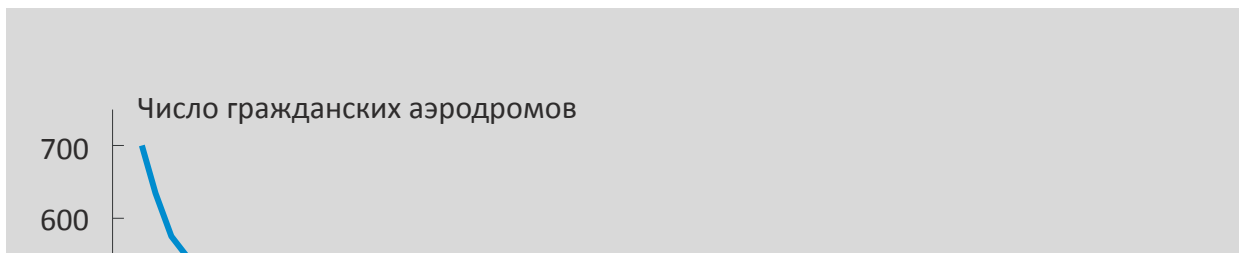
## Авиационные перевозки

- Факторы, оказывающие влияние на развитие авиаперевозок
- Мировой прогноз авиаперевозок до 2030 года
- Российский прогноз авиаперевозок до 2030 года



## Аэропорты и аэродромы. ОрВД

- Развитие системы ОрВД
- Развитие аэропортов
- Безаэродромное базирование

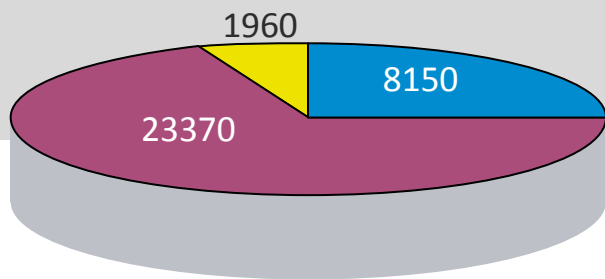




## Рынок гражданской авиатехники

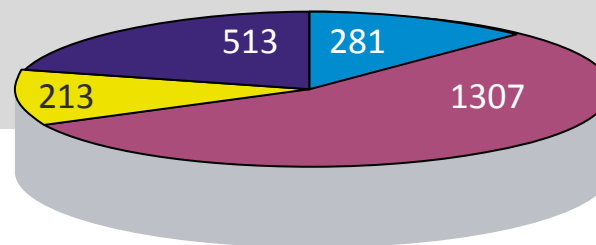
- Существующие на рынке типы самолетов и ВКЛА
- Мировой прогноз продаж авиатехники по типажам до 2030 года
- Российский прогноз продаж авиатехники по типажам до 2030 года
- Новые тенденции на рынке

Поставки магистральных и региональных реактивных самолетов на мировой рынок до 2030 г.



- широкофюзеляжные
- узкофюзеляжные
- региональные с ТРДД

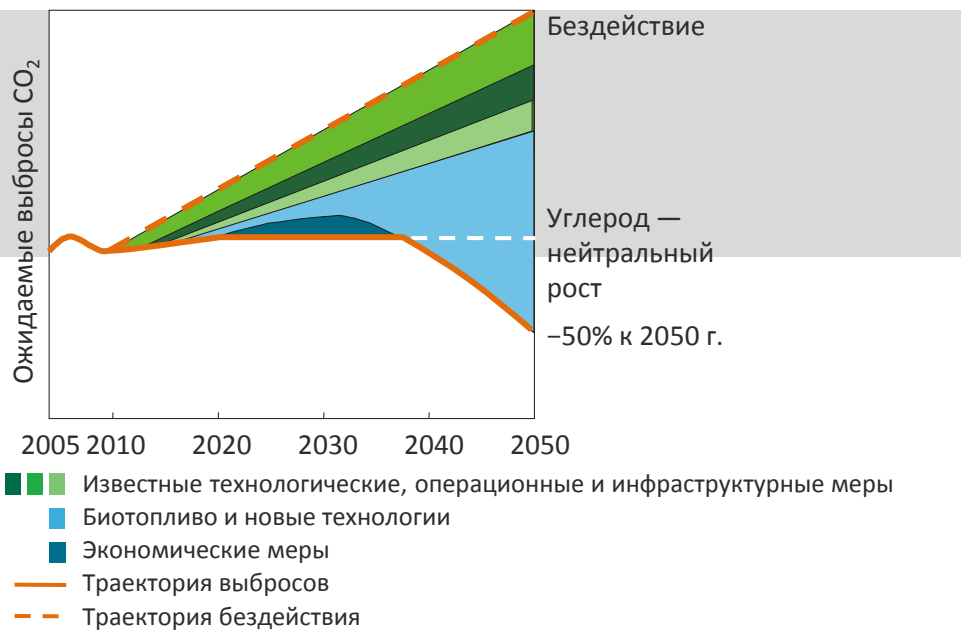
Поставки магистральных и региональных реактивных самолетов на российский рынок до 2030 г.



- широкофюзеляжные
- узкофюзеляжные
- региональные с ТРДД
- региональные с ТВД

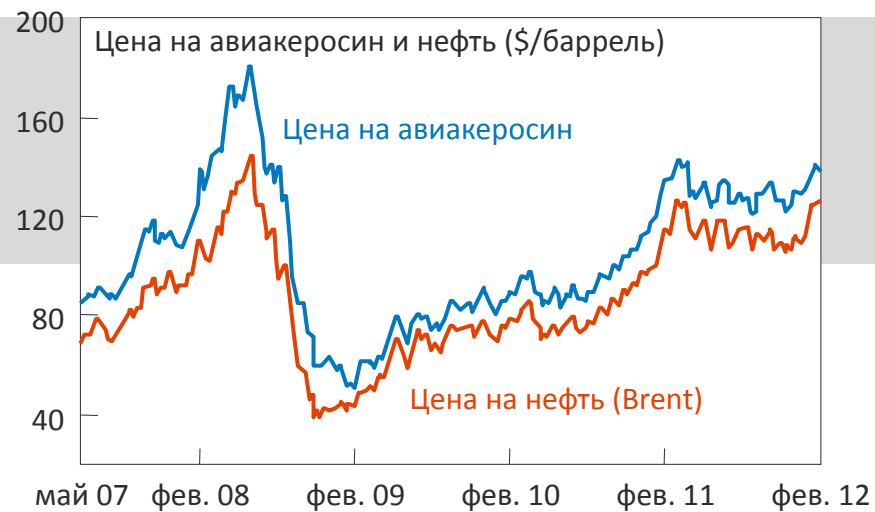
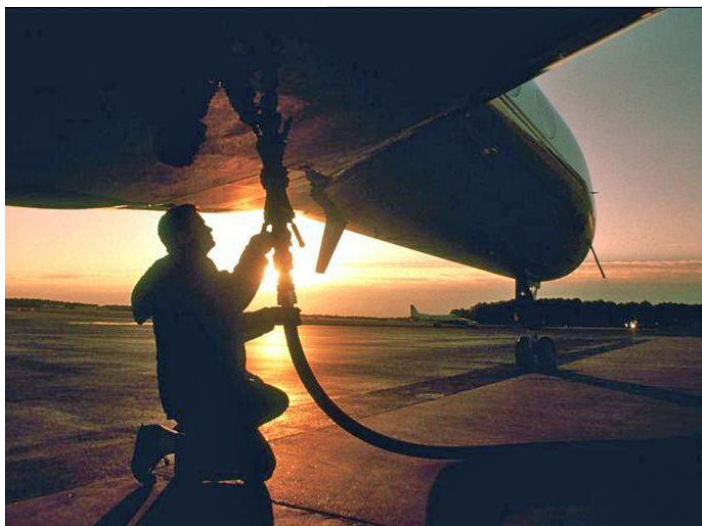
## Авиация и экология

- Мировые тенденции борьбы с изменением климата (Рамочная конвенция ООН, Киотский протокол)
- Влияние гражданской авиации на изменение климата и другие аспекты экологии (шум, звуковой удар и др.)
- Тенденции ужесточения экологических требований к гражданской авиации (в т.ч. введения стандарта на выбросы CO<sub>2</sub>)



## Топливо для авиации

- На каком топливе будет летать гражданская авиация через 20 лет?
- Биотопливо
- Криогенное топливо
- АСКТ

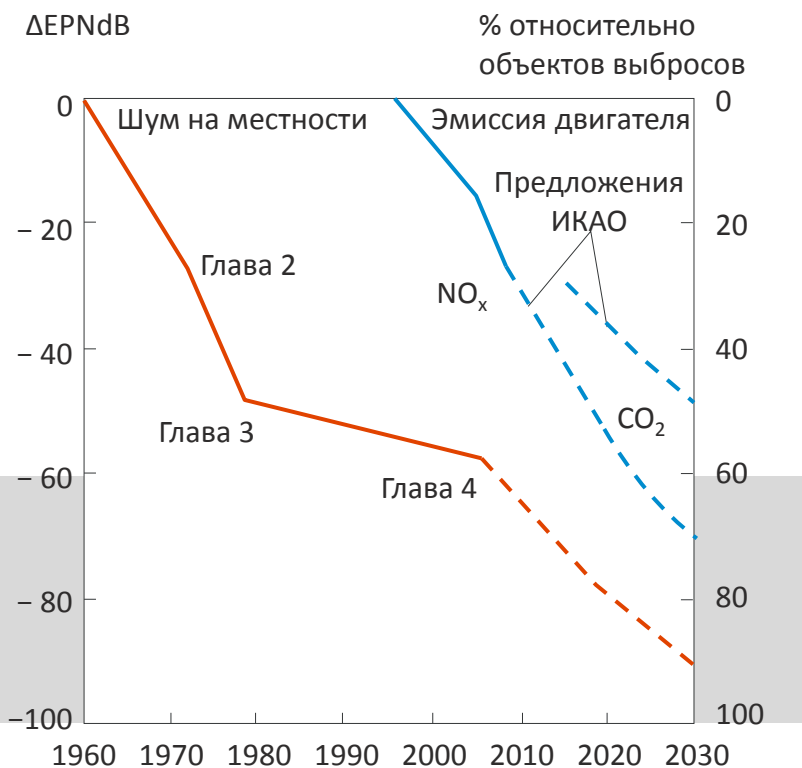


## Требования ИКАО

- Три приоритета ИКАО: безопасность полетов, экология, авиационная безопасность
- Ужесточение норм по эмиссии и шуму
- Нормирование звукового удара
- Введение системы управления безопасностью полетов

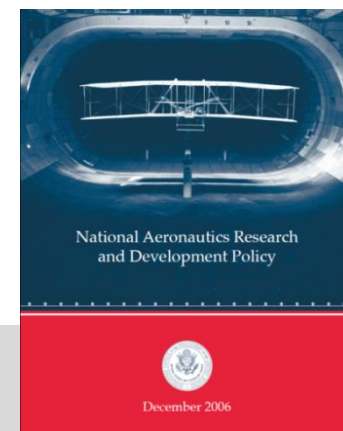


**Динамика ужесточений требований ИКАО по экологическим характеристикам гражданских самолетов**



## Зарубежные целевые показатели

		2015	2020	2030	2050
Безопасность	USA		Снижение аварийности в 5 раз		
	EUR		Снижение аварийности в 5 раз		
CO <sub>2</sub>	USA (расход топлива)	-33%	-40%	-70% и более	
	EUR		- 50%		-75%
NO <sub>x</sub>	USA	-65%	-78%	-78% и более	
	EUR		-80%		-90%
Шум (запас относительно главы 4 ИКАО)	USA	-32 dB	-42 dB	Уровень шума, сопоставимый с городским	
	EUR		-30 dB		-65%



USA



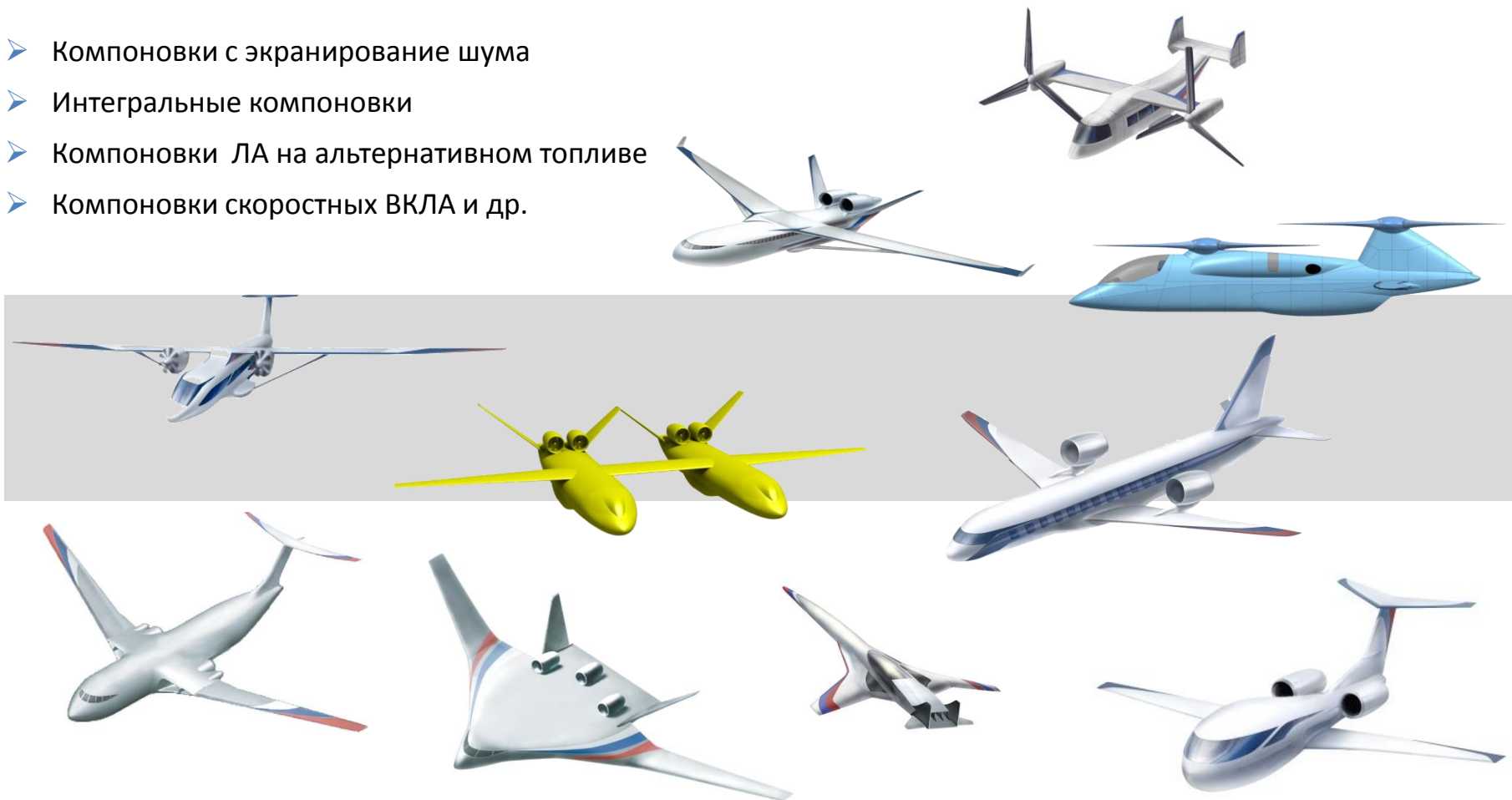
EUROPE

## Российские целевые показатели

Наименование индикатора	Базовый уровень	Динамика целевых показателей				
	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2025 г.	2030 г.	
Снижение аварийности в (раз)	1	2.5	5.0	7.0	8.5	
Снижение шума относительно главы 4 норм ИКАО на (EPNdB)	7	12	20	25	30	
Снижение эмиссии NOx относительно норм ИКАО 2008 г. в (раз)	1(2008)	1.20	1.45	1.65	1.80	
Снижение расхода топлива и эмиссии CO <sub>2</sub> в (раз)	1	1.1	1.25	1.45	1.60	
Снижение удельной суммарной трудоемкости технического обслуживания на (%)	100	15	30	60	75	
Снижение удельной стоимости жизненного цикла ВС на (%)	100	5	10	15	25	
Повышение среднего налета на отказ ВС на (%)	100	30	45	65	100	
Снижение числа задержанных вылетов по техническим причинам на (%)	100	30	50	65	85	
Повышение назначенных межремонтных и календарных сроков службы в (раз)	1	1.1	1.2	1.3	1.4	
Повышение достоверности контроля состояния ВС бортовыми средствами на (%)	10	50	70	85	95	

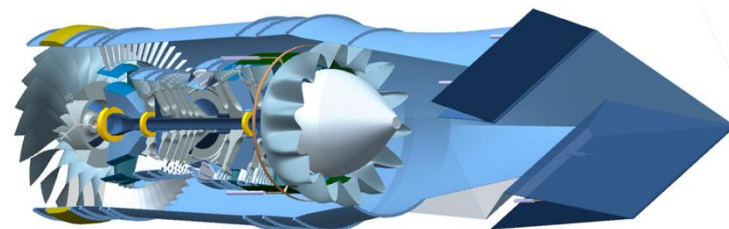
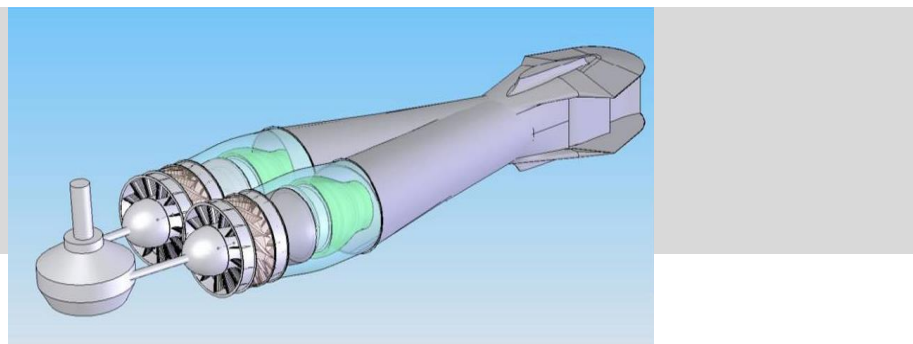
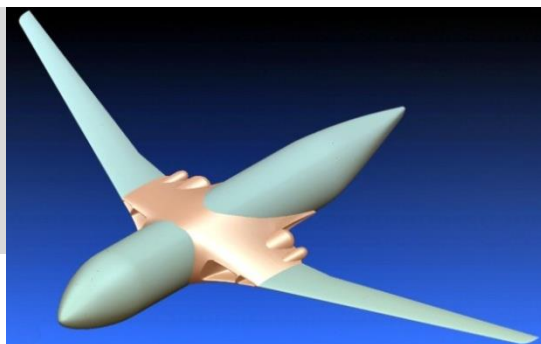
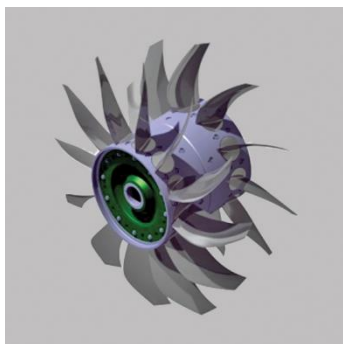
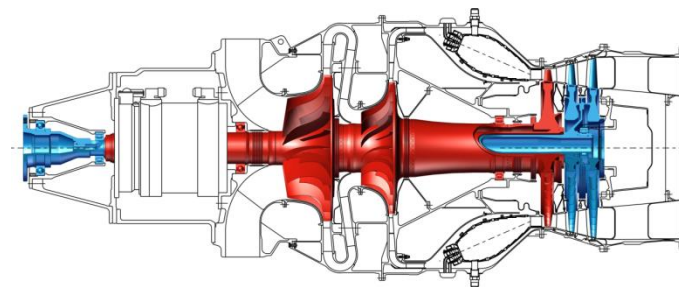
## Концепции будущих летательных аппаратов

- Компоновки с экранирование шума
- Интегральные компоновки
- Компоновки ЛА на альтернативном топливе
- Компоновки скоростных ВКЛА и др.



## Силовые установки

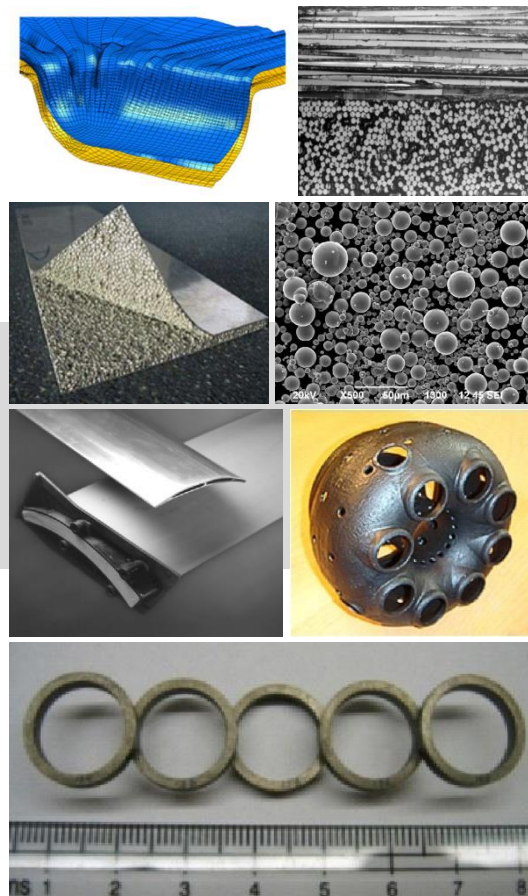
- «Открытый ротор»
- Двигатели сложных термодинамических циклов
- Распределенные СУ
- Гибридные силовые установки и др.





## Материалы и конструкции

- Композиционные и керамические материалы нового поколения
- Кристаллические материалы и материалы со специальными свойствами
- Коррозионностойкие материалы и покрытия для экстремальных условий эксплуатации
- Металломатричные композиционные материалы на основе легких сплавов и др.
- Гибридные, активно управляемые и преобразуемые КСС
- Активные системы снижения нагруженности планера ЛА в эксплуатации
- Встроенные системы контроля состояния конструкции
- «Горячие», теплозащищенные и охлаждаемые конструкции планера сверх- и гиперзвуковых ЛА



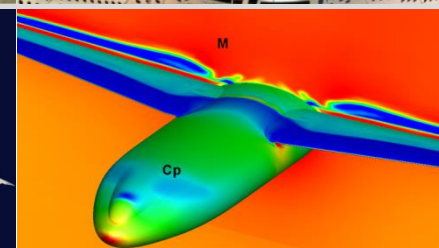
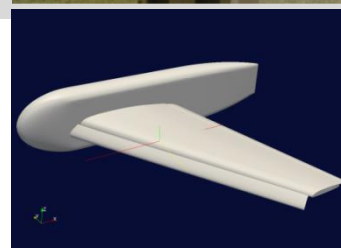
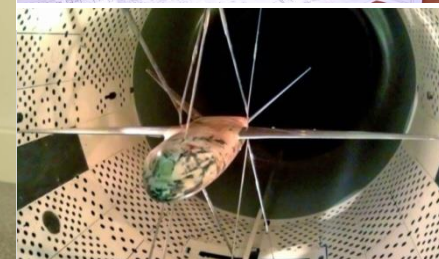
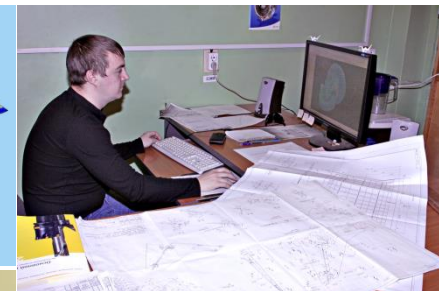
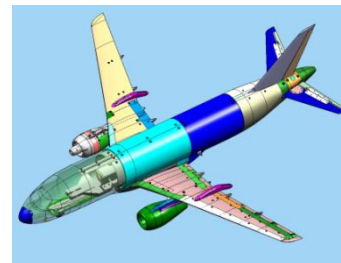
## Авиационное оборудование

- Навигация, связь и наблюдение на основе концепции CNS/ATM
- Интеллектуальные системы, моделирование и виртуальное прототипирование
- Технология формирования информационно-вычислительной среды на основе концепции ИМА
- Технология формирования информационно-управляющего поля кабины и др.
- «Полностью электрический самолет»
- Агрегаты и трубопроводы на основе композиционных материалов
- Исполнительные механизмы и агрегаты для создания подъемной силы и управления ЛА энергетическим способом
- Рекуперация и утилизация излишков энергии на борту



## Методы и технологии исследований

- Автоматизированное проектирование
- Многодисциплинарная оптимизация
- Computational fluid dynamics
- Экспериментальная база
- Поддержка жизненного цикла
- Сертификация
- Наземно-полигонные испытания
- Летные испытания
- Авиационные производственные технологии и др.



## СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

