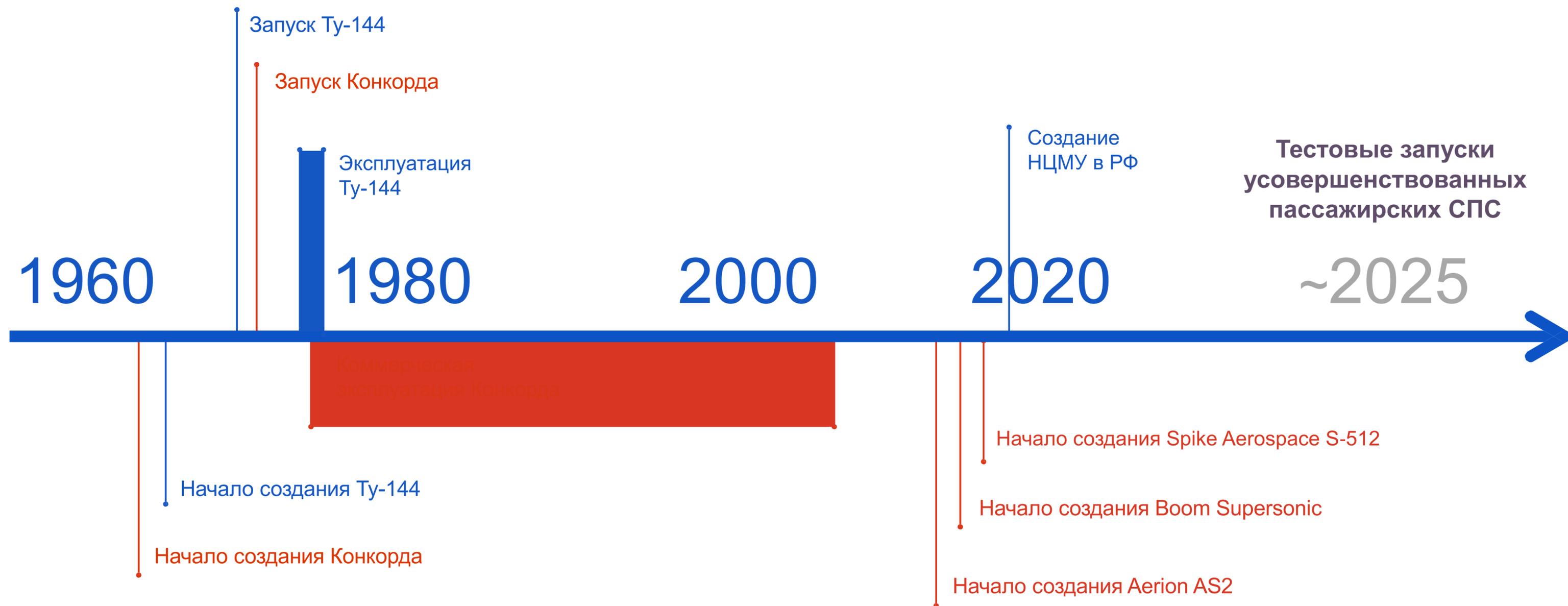


# НЦМУ «Сверхзвук»

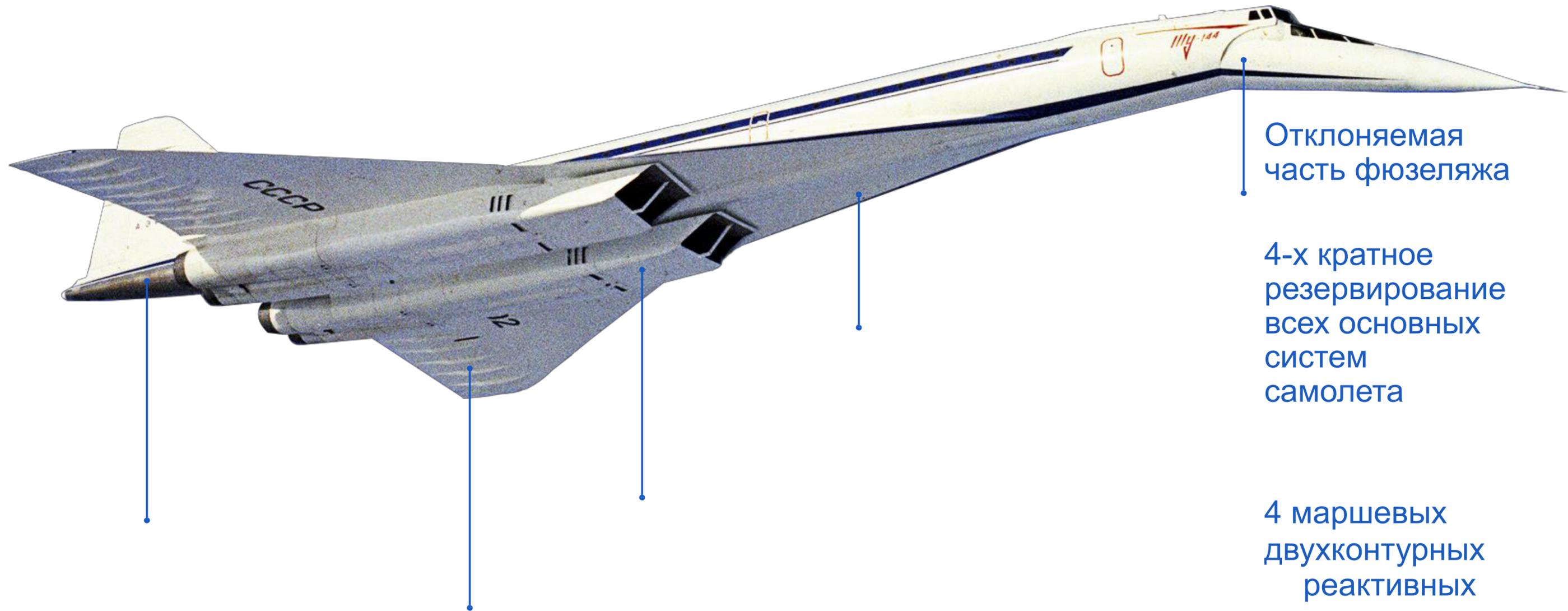
– импульс для развития научного  
потенциала российского  
самолетостроения



# Сверхзвуковая авиация: новый виток интереса в мировом научном сообществе



# Некоторые инновационные решения Ту-144



Отклоняемая  
часть фюзеляжа

4-х кратное  
резервирование  
всех основных  
систем  
самолета

4 маршевых  
двухконтурных  
реактивных  
двигателя  
«Бесхвостка»

Элевоны

# Задел, полученный при создании первых СПС, – это основа современных методов снижения шума

**1960-1970-е**

Первые модели излучения шума сверхзвуковыми течениями

Т. Седельников (1967), Tam (1971)

**1980-1990-е**

Развитие теории излучения шума сверхзвуковыми струями

Tam&Morris (1980), Tam&Burton (1984), Crighton&Huerre (1990)

**2000-е**

Прямая проверка теории в эксперименте

Копьев и др. (2006, 2009), Suzuki&Colonius (2006)

**2000-2010-е**

Развитие концепций управления шумом высокоскоростных струй

Копьев и др. (2004, 2013, 2014, 2018), Samimi et al. (2011, 2012), Jordan et al. (2017, 2018)

Пассивные методы управления шумом

Применяются на современных самолетах

**B787 GENx-1B**

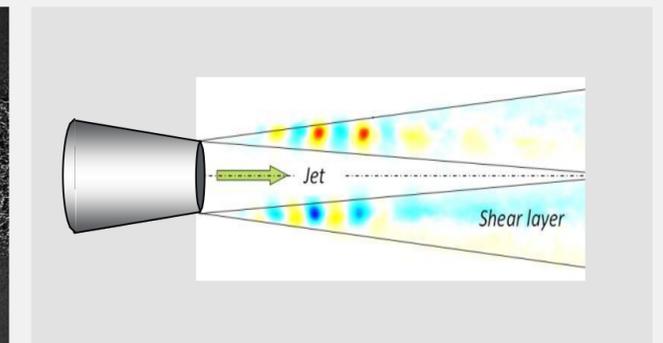
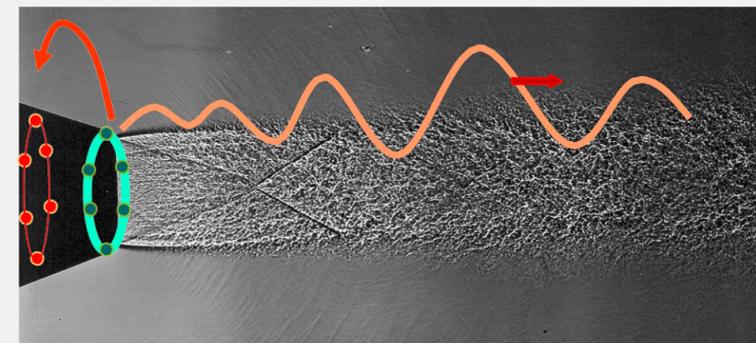


**ПД-14**



Активные методы управления шумом

Находятся в стадии разработки



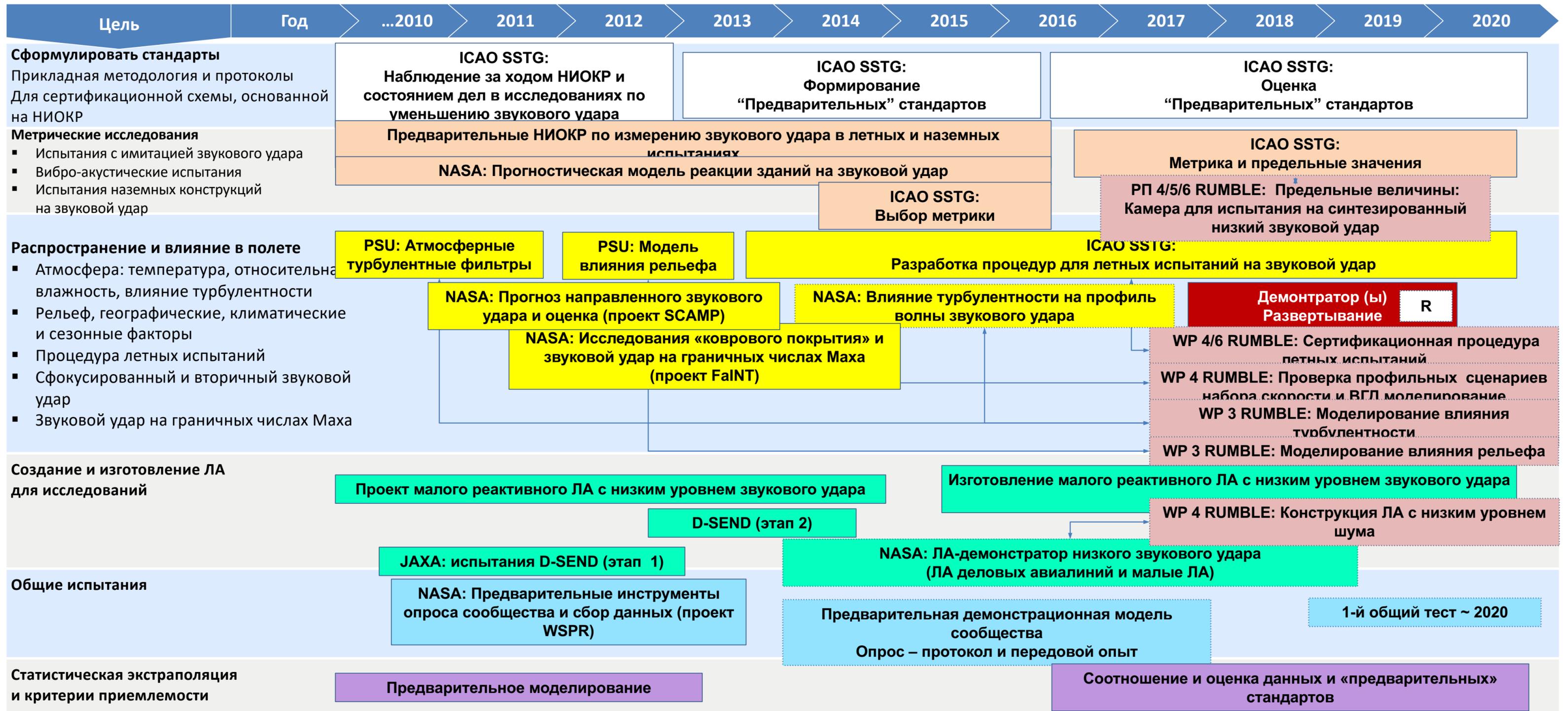
# Большие вызовы в создании СГС нового поколения

- Отсутствие международных норм по допустимым уровням звукового удара при полете над населенными районами
- Отсутствие реактивных двигателей, обеспечивающих требуемую дальность полета СГС и нормы ICAO по шуму в зоне аэропортов
- Трудно достигаемый компромисс между высокой аэродинамической эффективностью и низким экологическим воздействием
- Особые условия эксплуатации СГС и его интеграция в систему организации воздушного движения

# Новые ключевые технологии СГС

- ✓ Технологии обеспечения высокой аэродинамической эффективности, низкого уровня звукового удара и шума в зоне аэропорта
- ✓ Технологии обеспечения высокой топливной эффективности путем применения нового двигателя и его рациональной интеграции с планером ЛА
- ✓ Создание высокоэффективной силовой установки изменяемого цикла с длительным сверхзвуковым режимом работы
- ✓ Технологии обеспечения весовой эффективности, в том числе с использованием бионической изогридной конструкции планера
- ✓ Технологии обеспечения теплового баланса и комфорта в салоне
- ✓ Техническое зрение - искусственная визуализация закабинного пространства
- ✓ Искусственный интеллект на борту для управления ЛА и мониторинга технического состояния
- ✓ Технологии организации воздушного движения всей авиатранспортной системы, включающей СГС

# «Дорожная карта» ICAO по принятию новых норм для сверхзвуковых полетов над сушей



# Лаборатория «SuperAero»: задачи и создаваемый технологический базис

## «СуперАэро»: Аэродинамика и концептуальное проектирование ЛА с *низким звуковым ударом-низким сопротивлением-низким шумом*

Задачи

Создаваемый технологический базис

1.1 Прямые и обратные методы аэродинамики и исходные компоновки ЛА

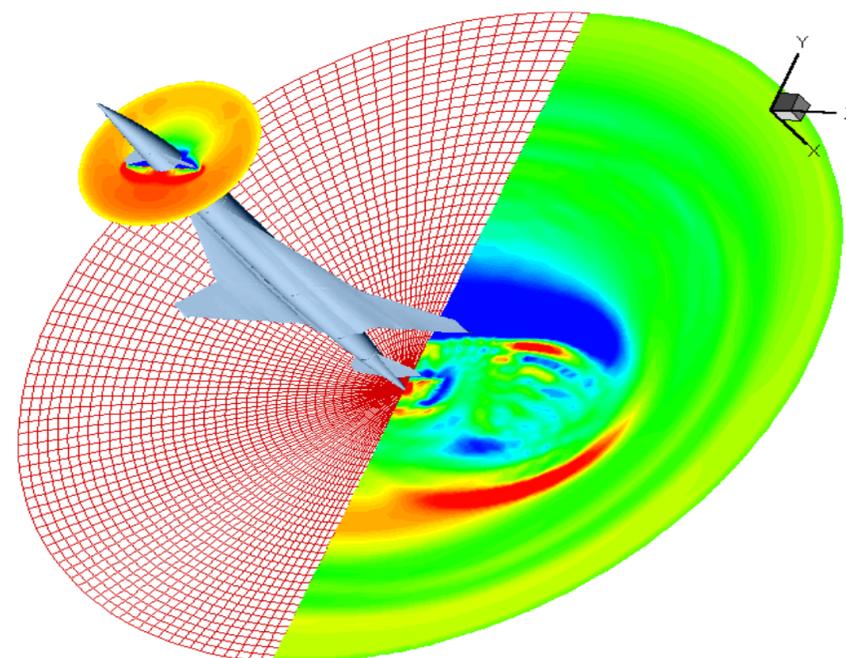
1.2 Профиль ударной волны. Shaping” эпюры. Имитация ЗУ в лабораторных условиях\*.

1.3 Самолет и звуковой удар: методы, распространение, области воздействия.

1.4 Оптимизация ЛА: ЗУ –сопротивление –шум. Нормирование\* и сертификации.



- Инструменты исследования в виде расчетных методов, инженерных оценок громкости ЗУ и вибраций, экспериментальные методики и стенды;
- Технология интеграции СУ и планера с учетом требования *низкий ЗУ, низкое сопротивление, низкий шум*
- Технология многопараметрической оптимизации эпюры давления ЗУ и соответствующих значений громкости
- Технология многокритериального MDO анализа ЛА, по критериям *ЗУ-Сопротивление-Шум*
- Инновационная конфигурация ЛА с низким ЗУ и шумом
- Полетные сценарии и технологии интерактивного управления траекторией
- качественные и количественные оценки приемлемых уровней ЗУ, нормирование громкости ЗУ
- Технологии и процедуры сертификации ЛА по звуковому удару



# Нормы ИКАО по шуму на местности



Международные стандарты  
и Рекомендуемая практика

Приложение 16 к Конвенции о международной  
гражданской авиации

Охрана окружающей среды

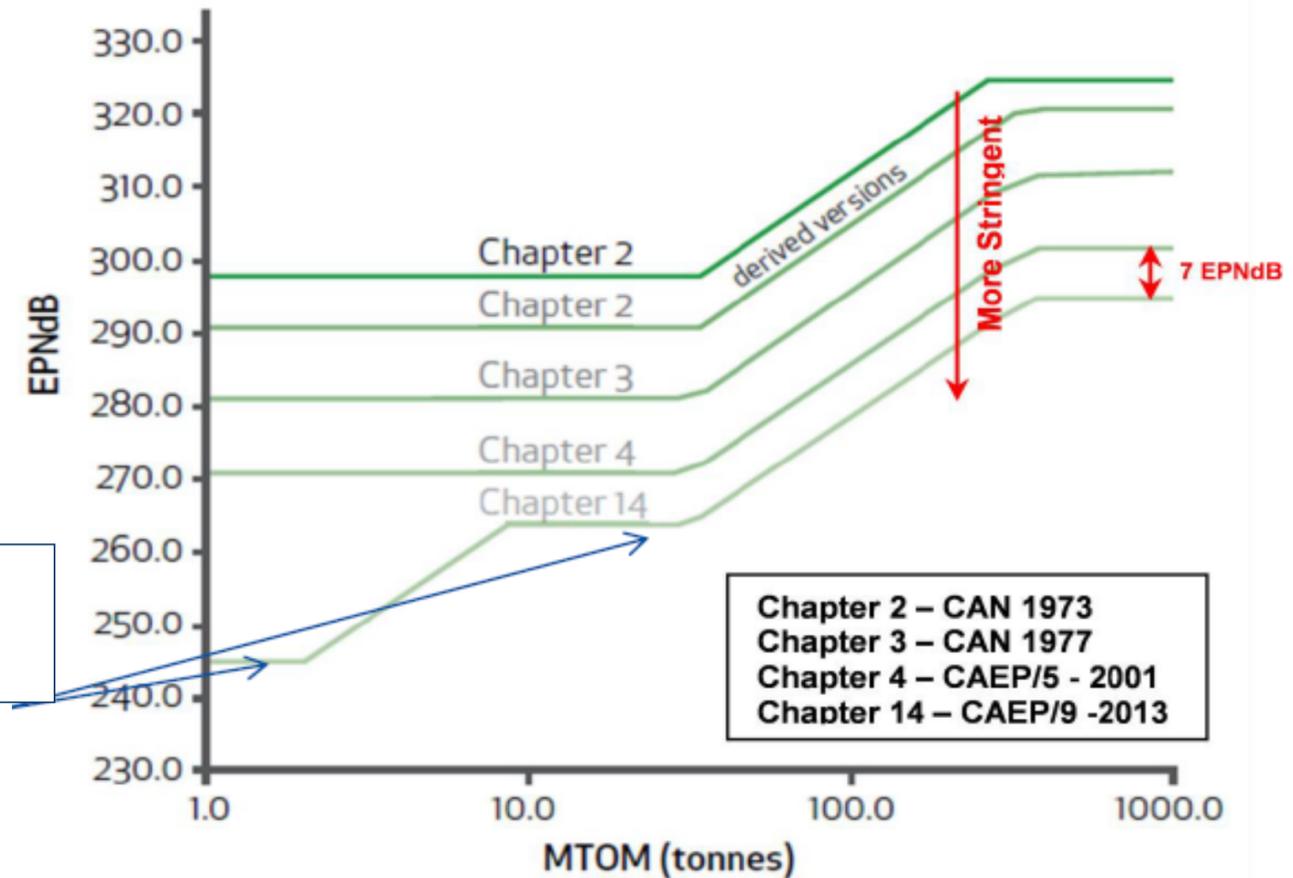
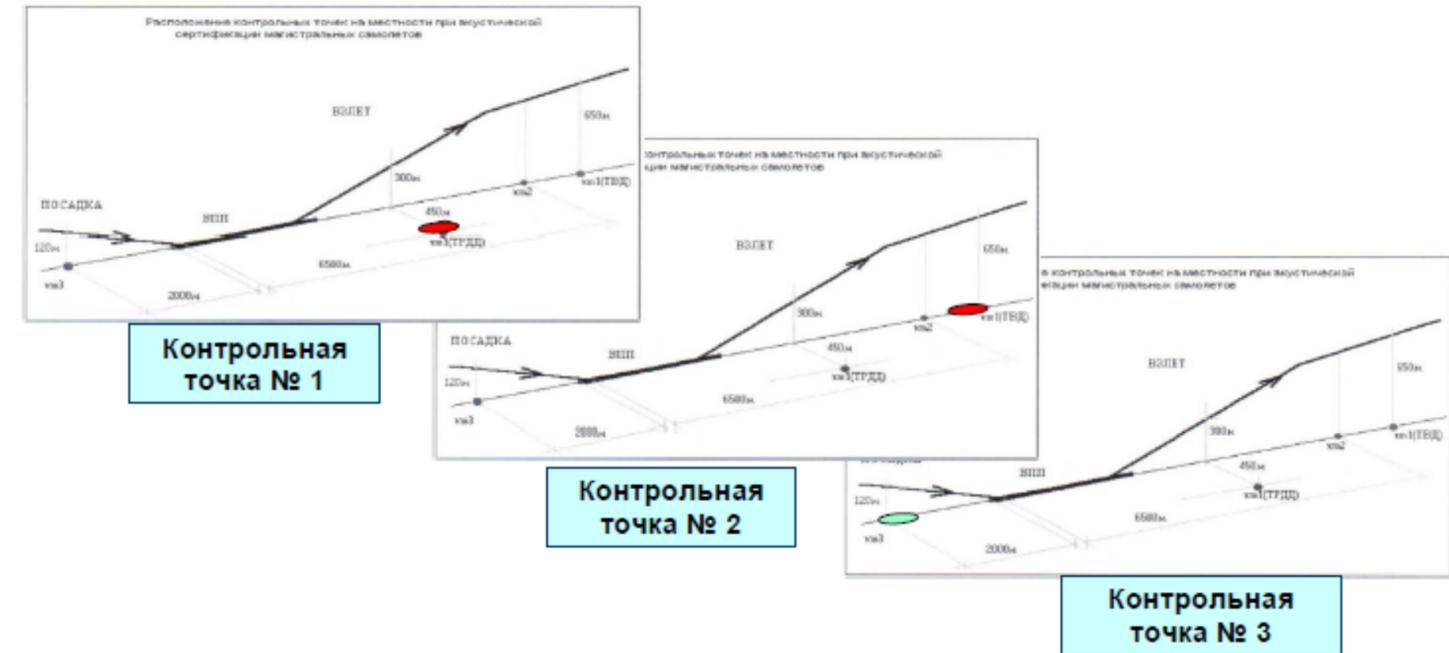
Том I. Авиационный шум  
Издание восьмое, июль 2017 года



Настоящее издание заменяет, с 1 января 2018 года, все предыдущие издания то...  
Сведения о применении Стандартов и Рекомендуемой практики  
содержатся в предисловии.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Глава 14, последний  
стандарт по шуму





## ГЛАВА 12. СВЕРХЗВУКОВЫЕ САМОЛЕТЫ

### 12.1 Сверхзвуковые самолеты: заявка на сертификат типа подана до 1 января 1975 года

12.1.1 Стандарты главы 2 настоящей части, за исключением определенных в п. 2.4 максимальных уровней шума, применяются ко всем сверхзвуковым самолетам, включая их модифицированные варианты, в отношении которых заявка на сертификат типа была подана до 1 января 1975 года и в отношении которых удостоверение о годности к полетам для отдельного экземпляра самолета впервые было выдано после 26 ноября 1981 года.

12.1.2 Максимальные уровни шума указанных в п. 12.1.1 самолетов, определенные в соответствии с методом оценки шума, изложенным в добавлении 1, не превышают измеренных уровней шума первого сертифицированного самолета данного типа.

### 12.2 Сверхзвуковые самолеты: заявка на сертификат типа подана 1 января 1975 года или позже

*Примечание. Стандарты и Рекомендуемая практика для этих самолетов не разработаны. Однако в качестве инструктивных указаний могут быть использованы максимальные уровни шума настоящей части, которые применяются к дозвуковым реактивным самолетам. Приемлемые уровни звукового удара не установлены и соблюдение стандартов по шуму для дозвуковых полетов нельзя рассматривать как разрешение производить сверхзвуковые полеты.*

# Доминирующие источники шума СПС



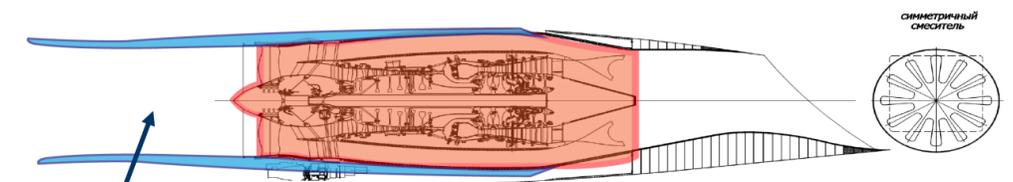
## Основные задачи:

Шум струи

Шум вентилятора

Шум камеры сгорания

Шум планера



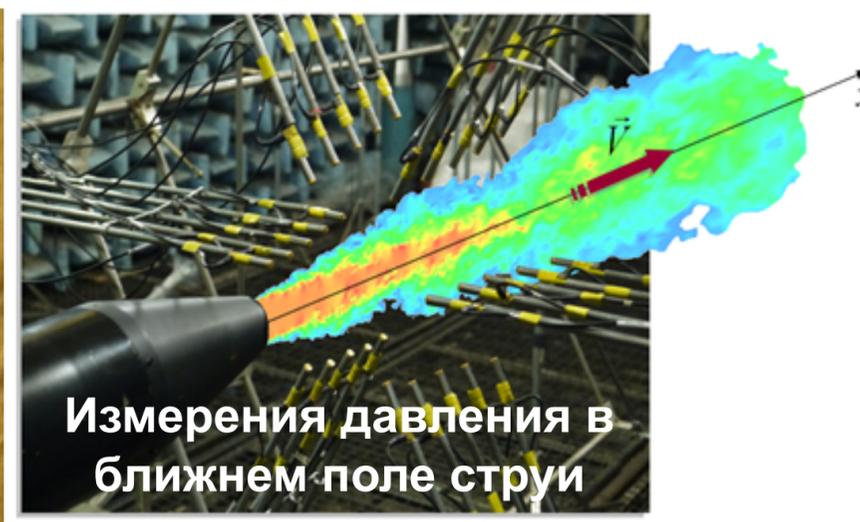
Длинный воздухозаборник

Струя ??



Шум Ту-144	Взлет	Пролет
Скорость струи	820 м/с	575 м/с
Эксперимент	116.9 EPNdB	115.6 EPNdB
Расчет шума только по струе	117.0 EPNdB	113.3 EPNdB

# Исследования различных конфигураций струй в АК-2 ЦАГИ



Измерения давления в ближнем поле струи



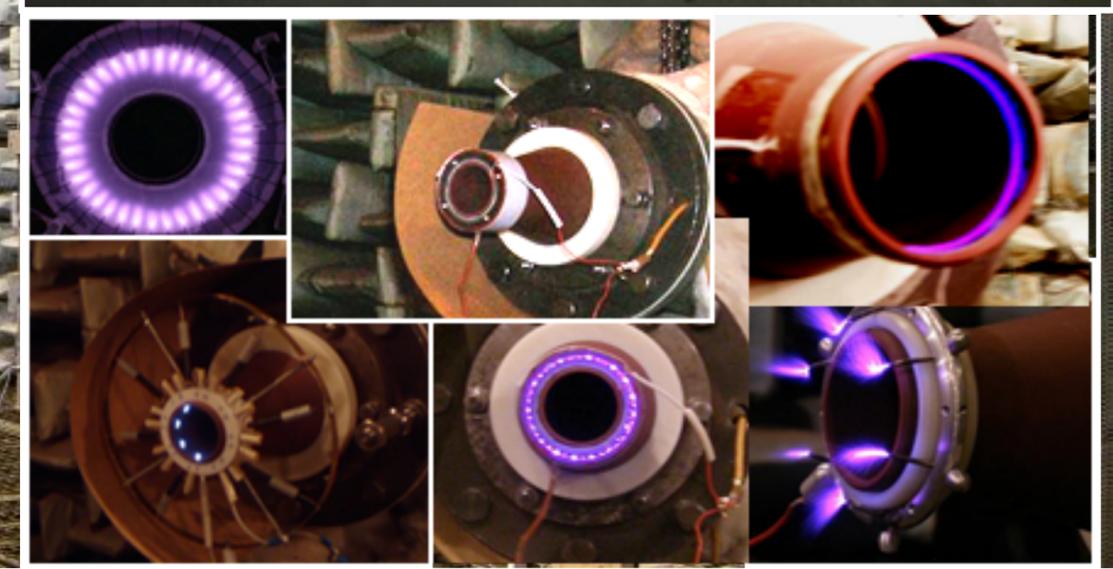
Сверхзвуковая струя



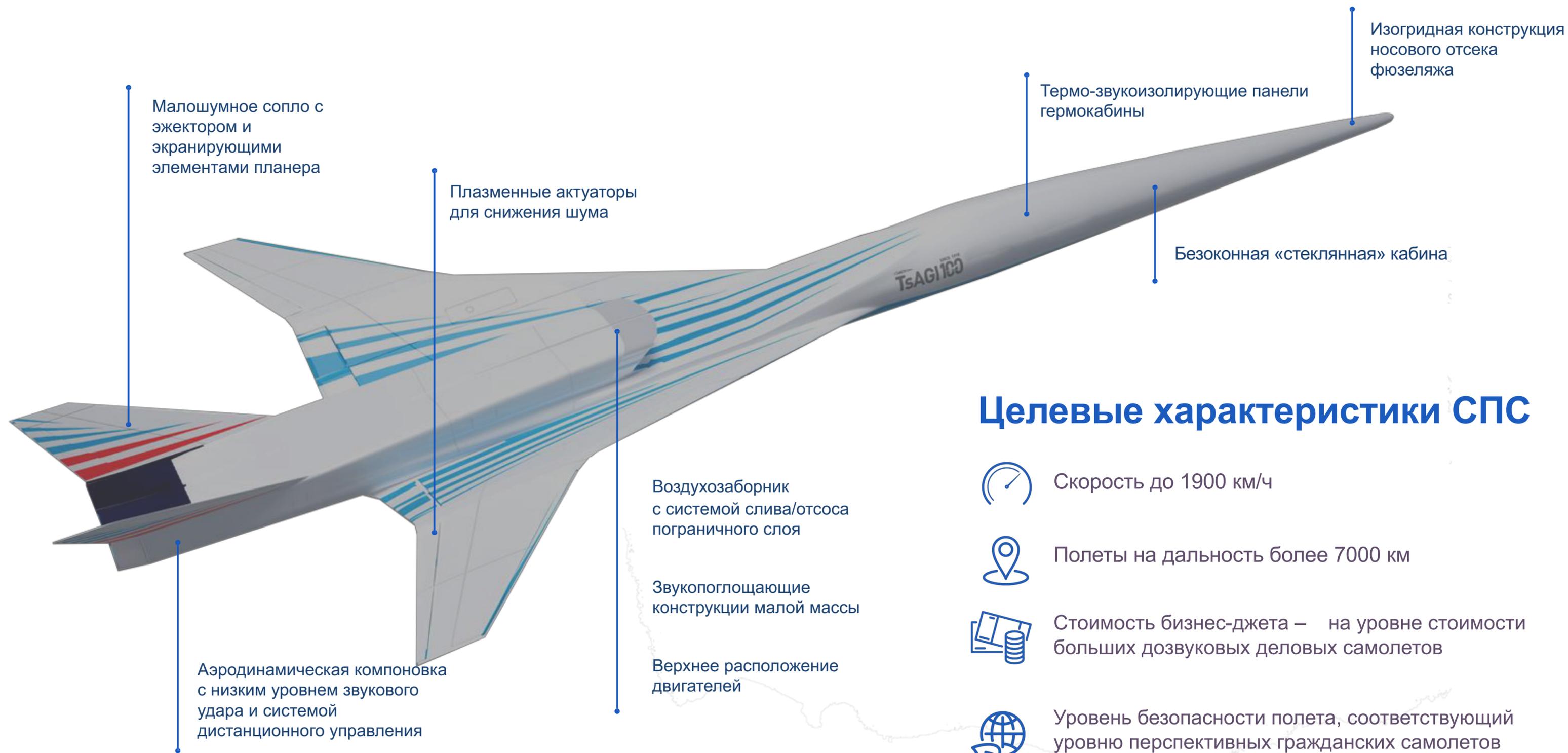
Численное моделирование шума струй



Разработка активных способов снижения шума струй



# Уникальные конструкторские решения СПС 2.0



# Планируемые прорывные результаты научной деятельности НЦМУ «Сверхзвук»

Инновационные футуристические конфигурации СПС с низким уровнем звукового удара и шума

Технология многокритериального проектирования летательного аппарата (звуковой удар-топливная эффективность-шум)

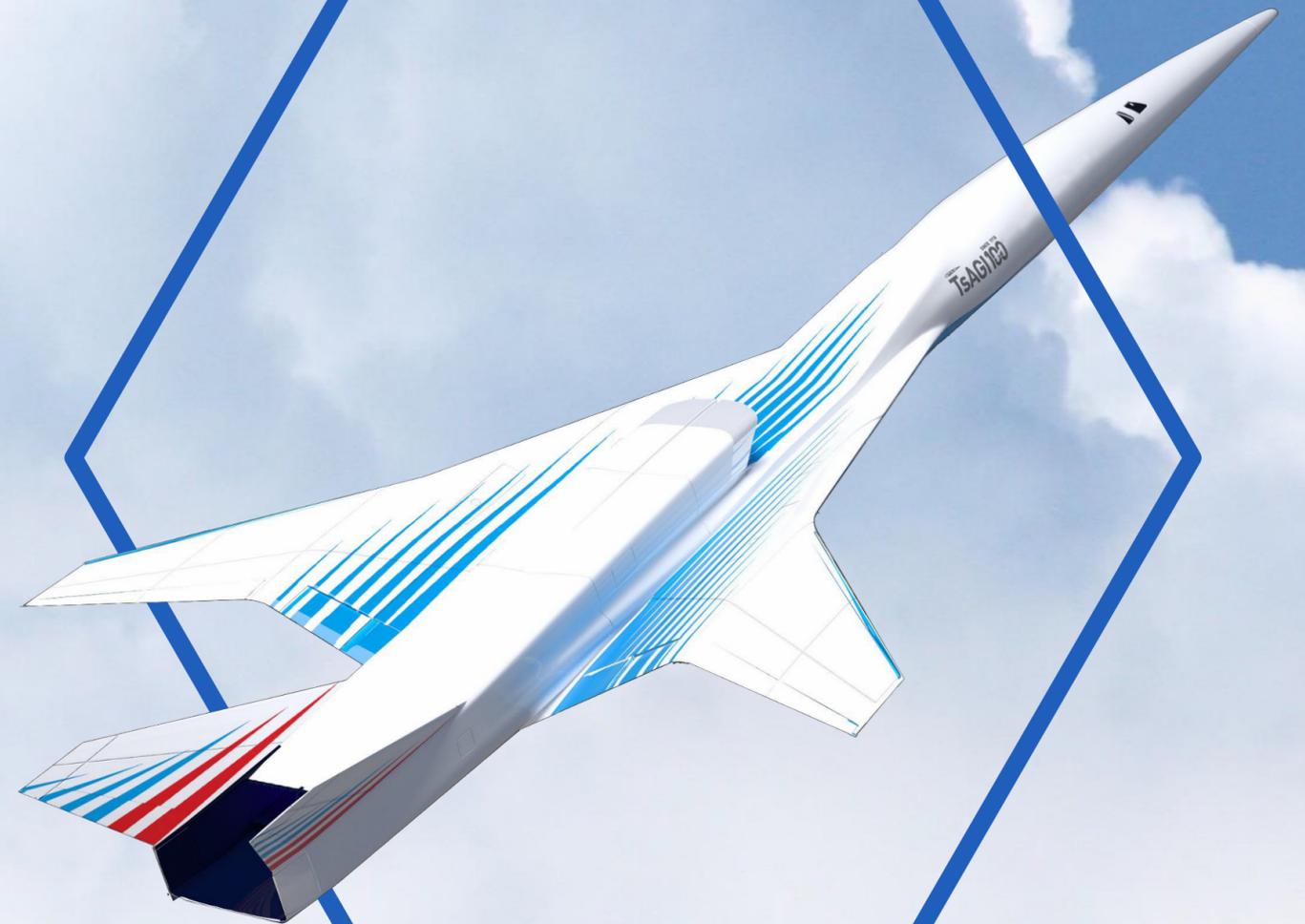
Система отображения информации на базе технического зрения и AR в кабине пилота

Элементы предсказательной теории генерации шума в турбулентных течениях

Методы распараллеленных вычислений расчета шума элементов СПС, методы снижения шума в салоне и кабине СПС

Новые математические модели и цифровые двойники, обеспечивающие прорыв в авиастроении

Фундаментальная база данных для нормирования звукового удара, национальная стендовая база по сверхзвуку мирового уровня



# КОНСОРЦИУМ НЦМУ «СВЕРХЗВУК»

