

10 сентября 2020 г. (четверг), 09-20,
«Образовательный отдел»



ЦИАМ

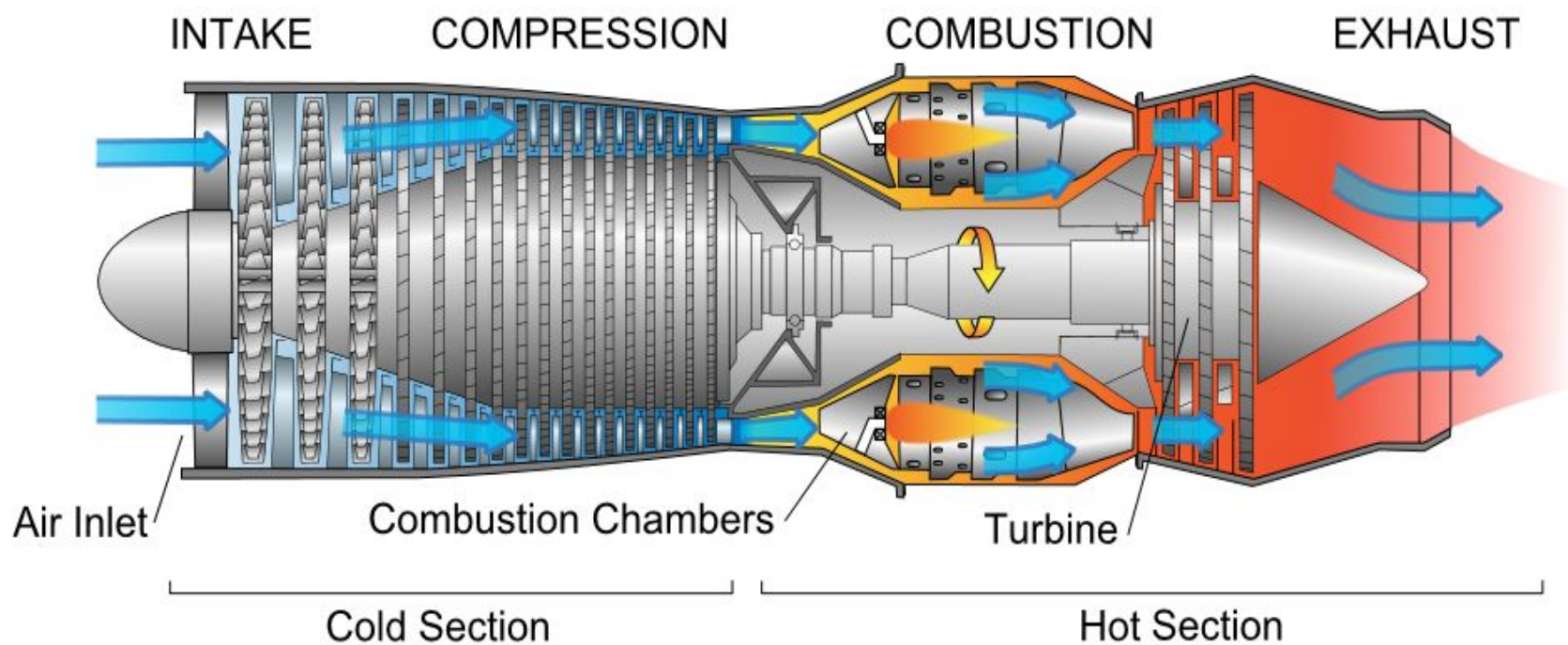
Центральный институт
авиационного
моторостроения имени П.И.
Баранова

Авиационные ГТД Лекция 1. Введение

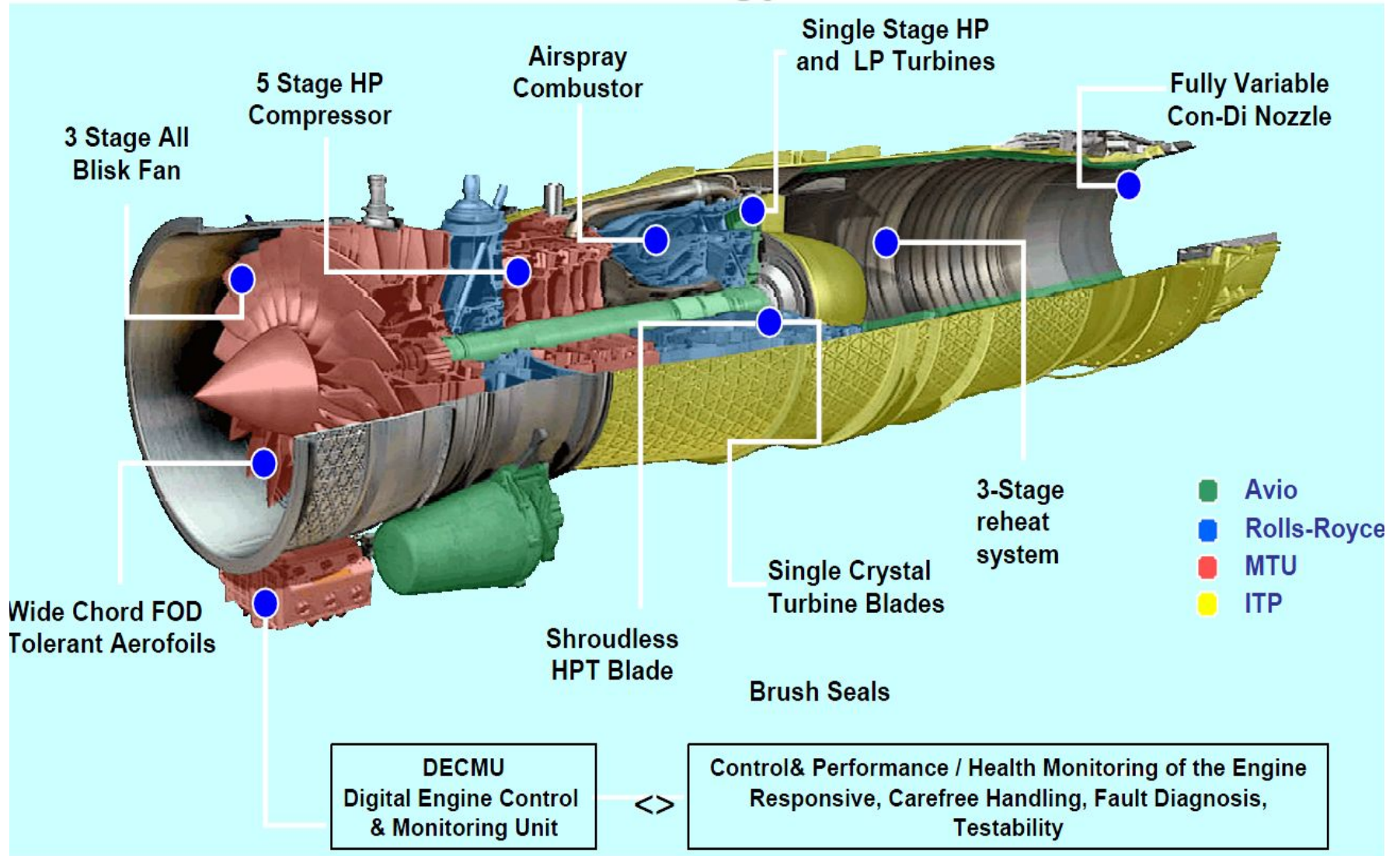
Профессор, д.ф.-м.н. Иванов Михаил
Яковлевич

Авиационные газотурбинные двигатели

Лекция 1. Введение



EJ200 Technology Features



Конструкция и технологии будущих авиационных двигателей

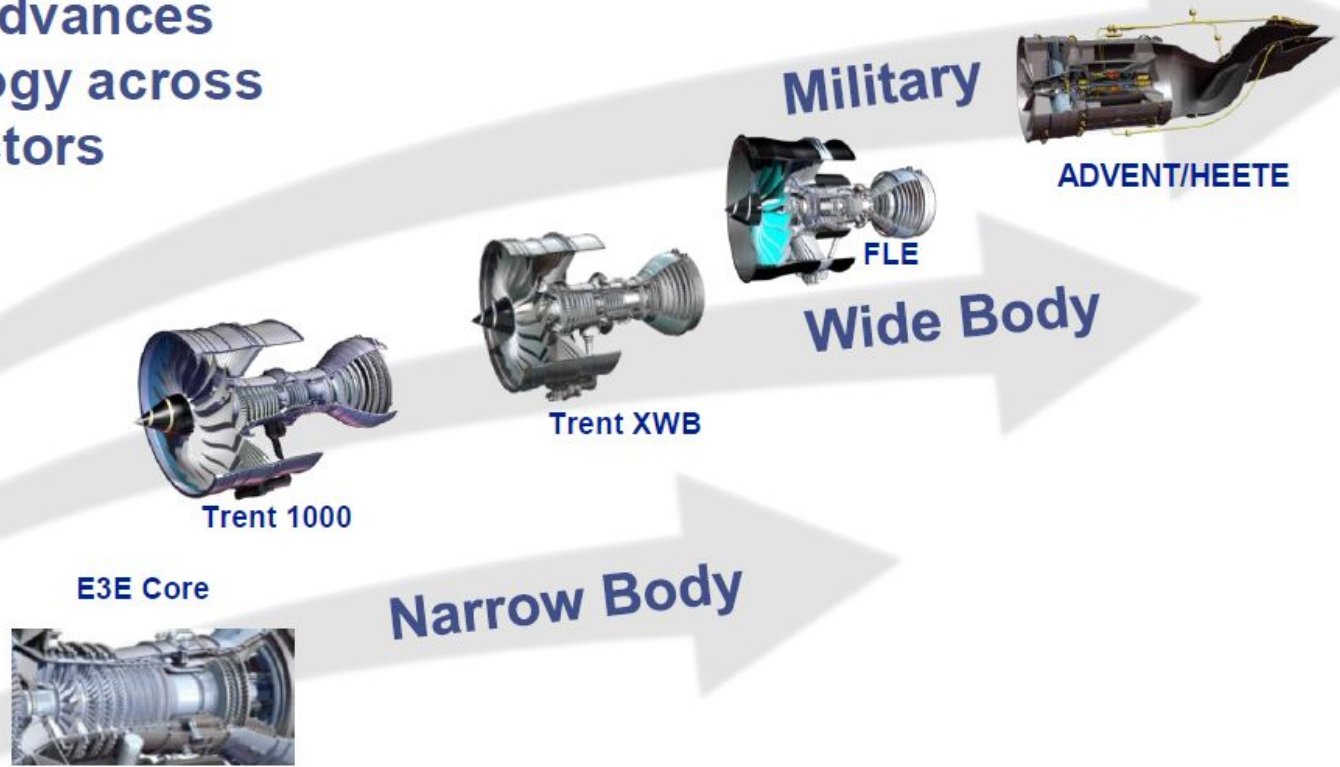
Управление термическим коэффициентом полезного действия



Applying advances in technology across market sectors

Fuel burn Improvements

Reducing Life Requirements



Cycle temperatures

Mechanical difficulty

Frank Haselbach, Alan Newby, Ric Parker Rolls-Royce plc
ADVANCE and UltraFan™ concept relative to Trent engine



Technology EIS Readiness	2020+	2025+
Bypass Ratio	11+	15+
Overall Pressure Ratio	60+	70+
Efficiency relative to Trent 700	20%+	25%+

CFM LEAP-1A/B/C

Fan
18 Blades
3D Woven Composite Blade
Composite Case

Booster
Inward Opening VBV Doors
Inlet Lip Anti Ice

Program:
Core 2&3 complete
FETT Sept. 2013



TAPS II Combustor with
Dual Orifice Nozzles

LPT
R65 Rotor
TiAl Blades

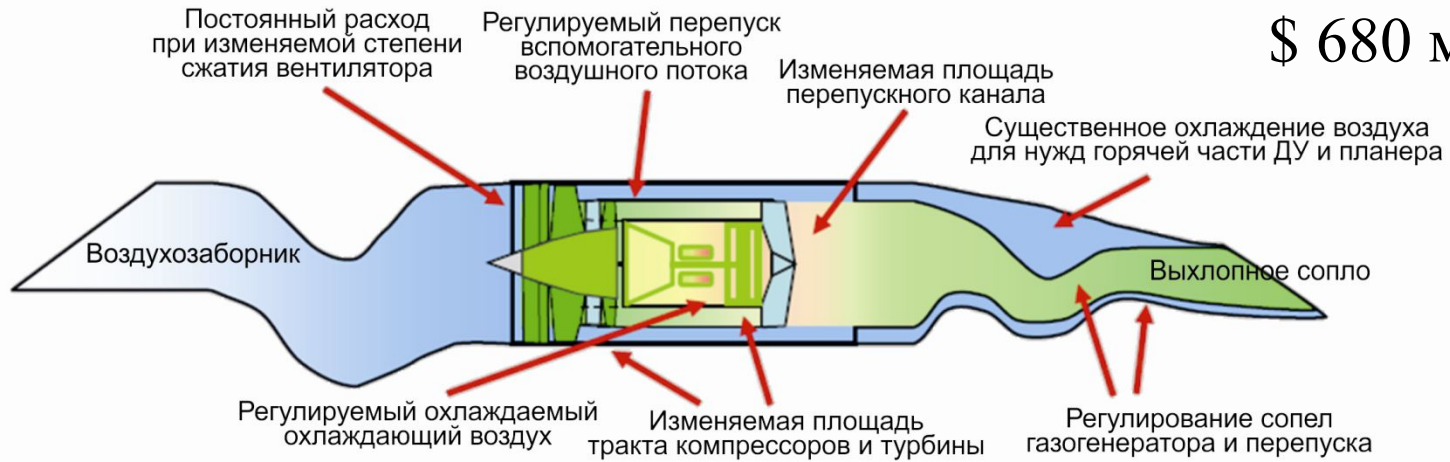
HPT
Advanced Cooling
Next Gen Blade
CMC shroud
Modulated Turbine Cooling

HPC
10 stages
PR=23
Start Bleed
Transient Bleed

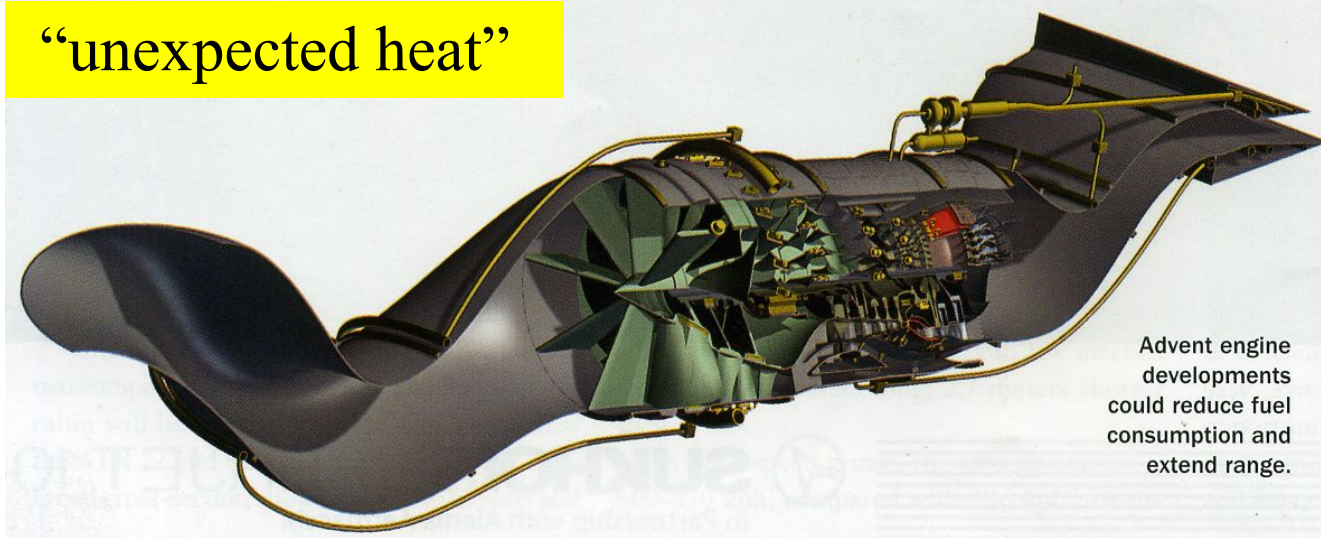
Адаптивная технология создания двигателей

Adaptive Engine Technology Development (AEDT)

\$ 680 млн



“unexpected heat”



НИИ ВВС США планирует в рамках 3 фазы VAATE новую демонстрационную программу

Технология трёх стандартов

GE (RR)

PW (MTU)

Snecma

10 (11) = 2 (3)

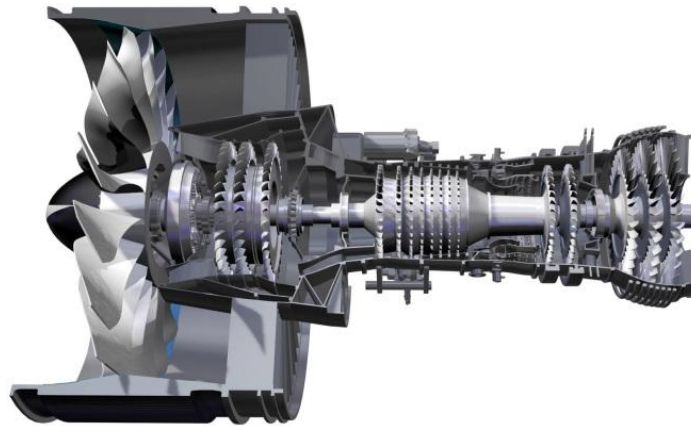
8 = 2

6 = 1

$\Pi_k = 23 - 29$

$\Pi_k = 18$

$\Pi_k = 9$



Passport 20 (>73kN)
1+3+10=2+4 ($\pi_c^* > 20$)

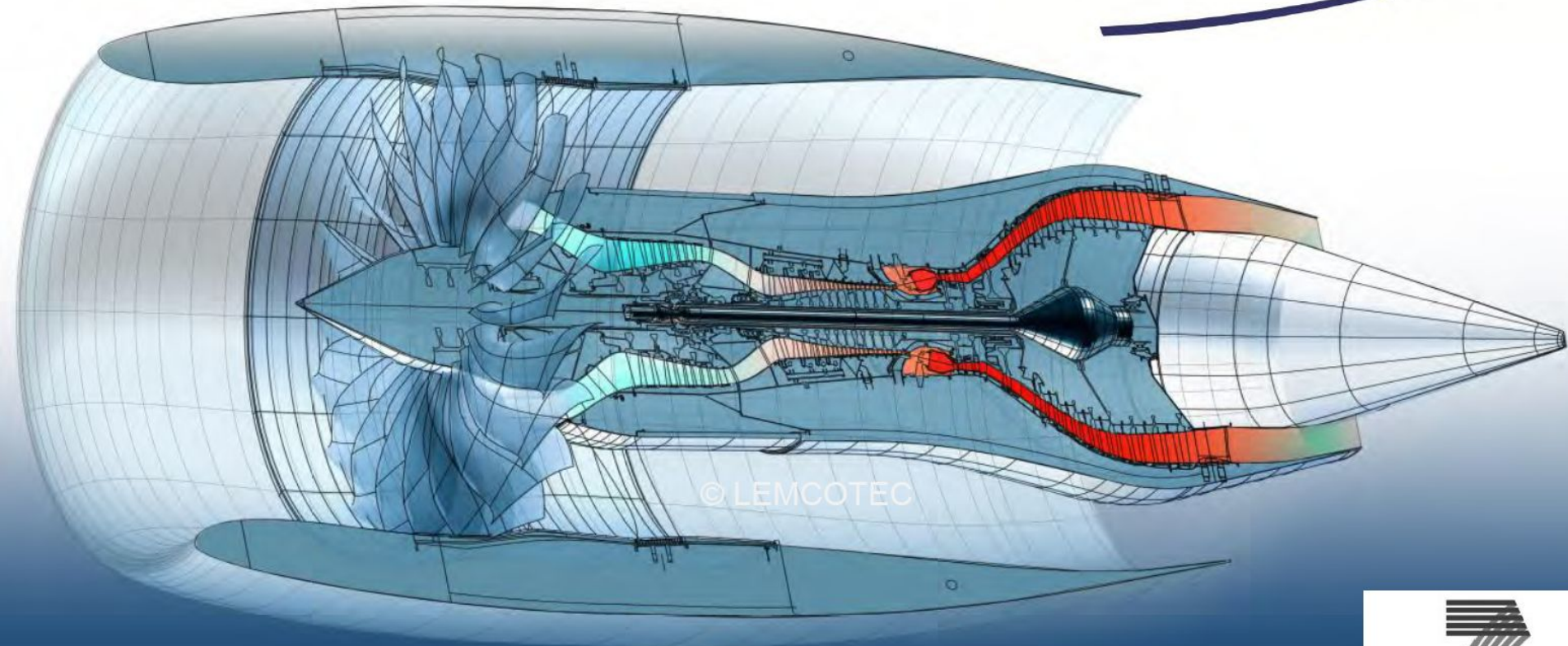
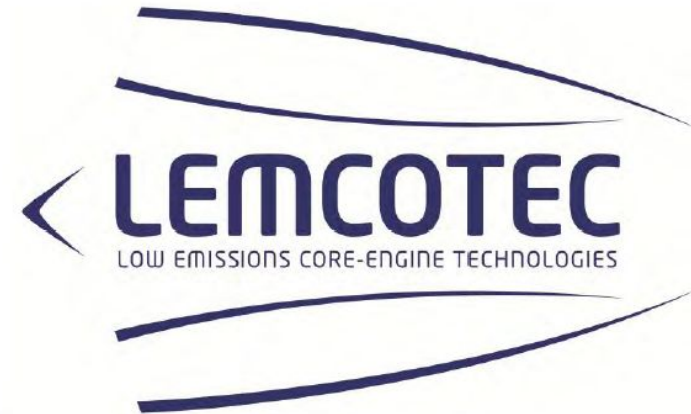
PW 1100G

LEAP - 1A/B/C

Перспективные ВРД V (2014 – 2040)

Low Emissions Core-Engine Technologies

BREAKTHROUGH CORE-ENGINE TECHNOLOGIES FOR EMISSION REDUCTION

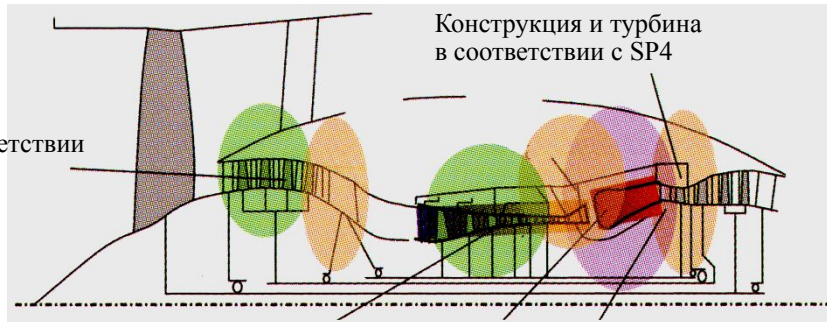


Low Emissions Core-Engine Technologies Generic Study Engines / Assessment



Long-Range Turbofan

КСД
в соответствии
с SP2

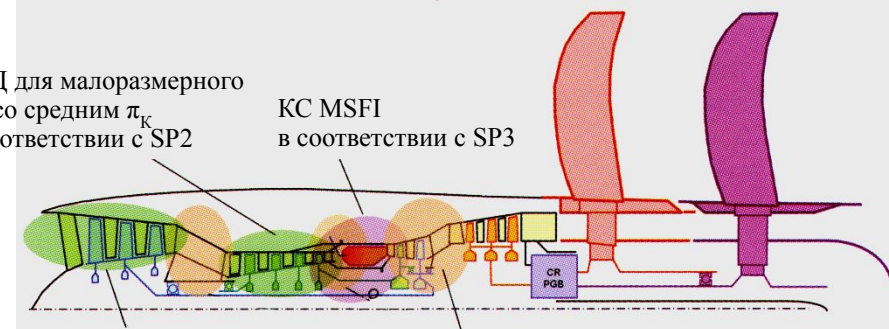


КВД для большого ГТ
с ультравысоким π_k
в соответствии с SP2

КС LDI
в соответствии с SP3

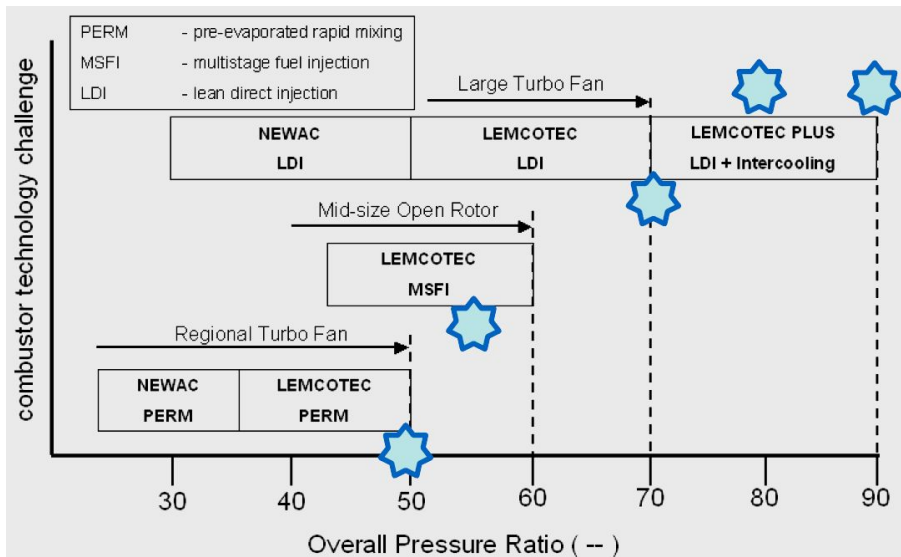
Mid-Sized Open Rotor

КВД для малоразмерного
ГТ со средним π_k
в соответствии с SP2



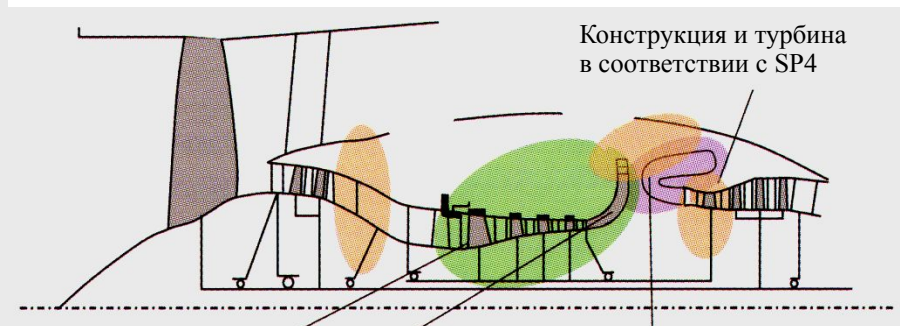
КСД использующий
результаты SP2

Конструкция и турбина
в соответствии с SP4



Note: Combustion Tests < 40 bar (extrapolation)

Regional Turbofan



КВД для малоразмерного ГТ
с большим π_k
в соответствии с SP2

КС PERM
в соответствии с SP3

Программа LEMCOTES: Задачи улучшения конструкции

Переходный корпус:
на 10% выше жесткость
и меньше вес

Облицовка корпуса:
на 15% меньше вес,
на 35% меньше утечек

5

Воздушный канал:
на 10% ниже потери давления

Турбина:
+0,5% к.п.д. ТВД,
на 5% меньше
охлаждение

4

Управление
потокком воздуха:
на 10% ниже потери
давления

3

Направляющие
лопатки из TiAl,
+0,5% к.п.д. КВД

4

4

5

+1% к.п.д. турбины
среднего давления

5

3

5

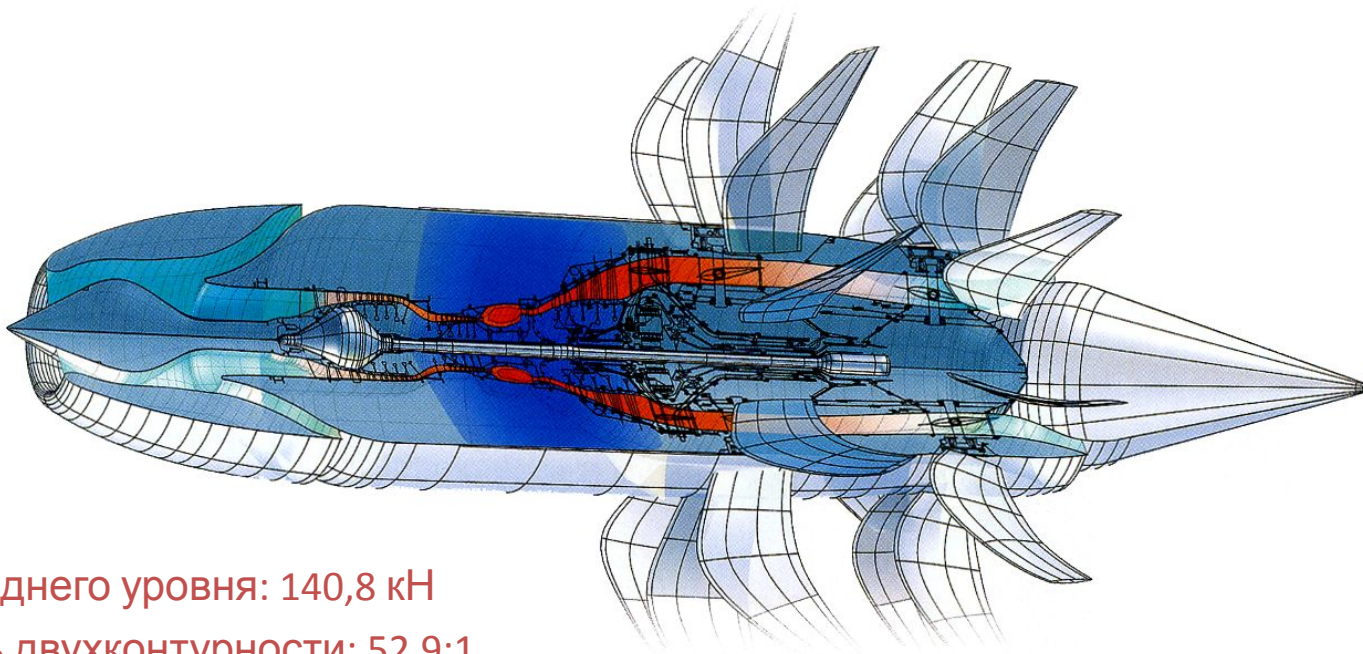
Расход вторичного воздуха,
+0,5% к.п.д. КВД

Корпус камеры сгорания:
на 5% меньше вес,
плюс 50K температура продуктов сгорания

5

- Планируемый уровень технологической готовности (TRL)

LEMCOТЕС Mid-Sized (ТРДД с открытым ротором)



Тяга среднего уровня: 140,8 кН

Степень двухконтурности: 52,9:1

Степень сжатия: 40,8:1

Компрессор среднего давления с 7 ступенями, компрессор высокого давления с 5 ступенями, одноступенчатая турбина высокого давления, двухступенчатая турбина среднего давления, трехступенчатая силовая турбина, редуктор, воздушные винты с противовращением

Камера сгорания: MSFI (Multi-Stage Fuel Injection System) компании Snecma

Планируемое снижение расхода топлива: 48,2% (по сравнению с CFM56-5A)

PL-03

**Advanced Aeroengine Technologies to
Reduce the Effect of Aviation on the Environment**

R Parker¹, J Montgomery², K Jackson³, K Young⁴

¹ Director of Research & Technology, Rolls-Royce, Derby, UK

^{2,3} Engineering & Technology, Rolls-Royce, Derby, UK

⁴ Combustion Systems Engineering, Rolls-Royce, Derby, UK

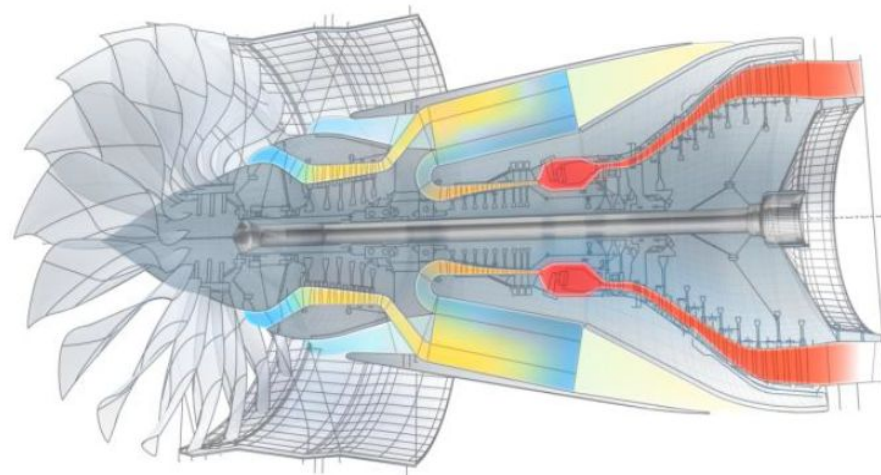
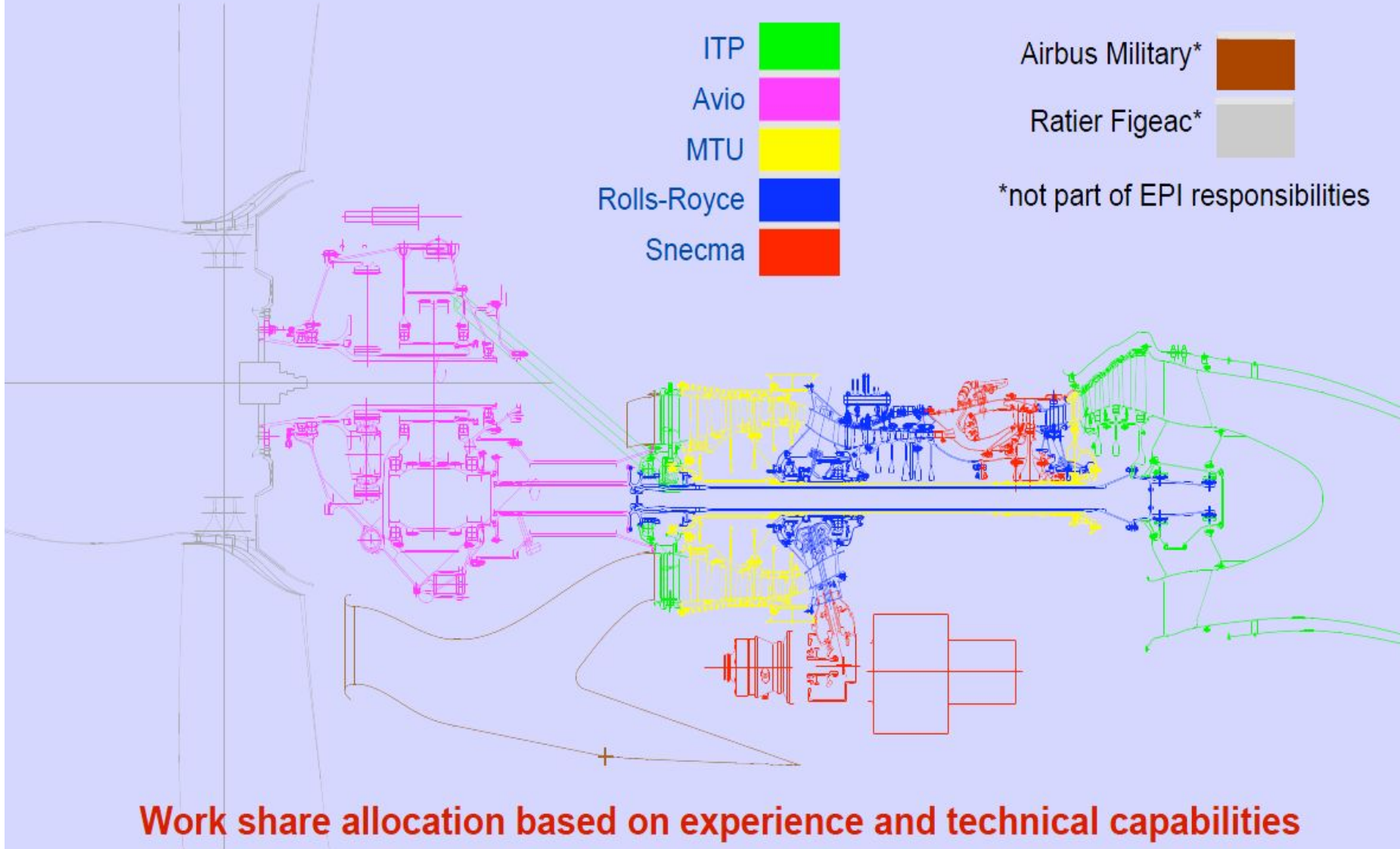


Fig. 11: NEWAC aero engine concept



TP400-D6 engine module responsibilities



Work share allocation based on experience and technical capabilities

Advanced compression technology

GE90-115B

777-200LR, -300ER



1995-2004

- 9-10 stages
- Compressor Pressure Ratio **19**
- Overall pressure ratio ~40

GENx and LEAP

787, 747-8, C919,
737 MAX, A320neo,



2011

- 10 stages
- Compressor Pressure Ratio **23**
- Overall pressure ratio ~50

GE9X

Next-Gen 777



2018 Cert

- 11 stages
- Compressor Pressure Ratio **27**
- Overall pressure ratio ~60

It all begins with a world-class
compression system for GE9X...
testing begins in 2013!



imagination at work

GE Proprietary Information
Subject to restrictions on the cover or inside
GE Proprietary Information