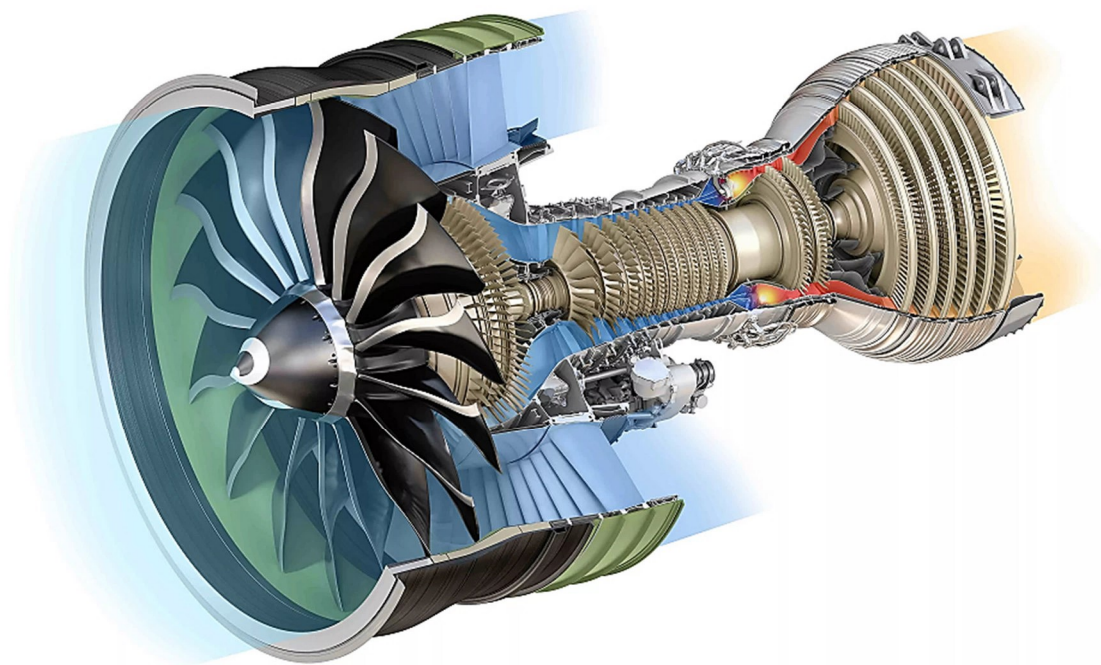


С.И. СНИСАРЕНКО

КРАТКИЙ КУРС ИСТОРИИ АВИАЦИИ

ЧАСТЬ 2

ПЕСНЯ ТУРБИН



Новосибирск
2022

Снисаренко С.И. Краткий курс истории авиации.
В десяти частях. Часть 2. Песня Турбин.
– Новосибирск: издание НГТУ, 2022. – 127 с.

Краткий курс истории авиации содержит достаточное количество сведений о конструкторах летательных аппаратов и авиационных двигателей, о лётчиках-испытателях и героях-авиаторах. Отдельно дана краткая характеристика наиболее известных НИИ, ОКБ, Центров подготовки, заводов-изготовителей и авиакомпаний.

Представлены практически все наиболее известные летательные аппараты XX века и современные самолёты, вертолёты и авиационные двигатели XXI века военного и гражданского назначения. Многие иллюстрации из открытых источников, а также фотографии из личного архива автора ранее нигде не публиковались.

Содержит большое количество эссе о самолётах, их создателях и любопытных историй из жизни на аэродромах, весьма полезных не только для специалистов, но и курсантам и студентам, которые решили связать свою будущую деятельность с авиацией.

В 1974 году после окончания самолётостроительного факультета Новосибирского электротехнического института автор более 30 лет прослужил в Военно-воздушных силах, из них более 25 лет на должностях профессорско-преподавательского состава высших военных учебных заведений, а общий педагогический стаж, включая Факультет летательных аппаратов НЭТИ-НГТУ – более 45 лет.

Часть 1	– « Люди и самолёты »	– 254 с.
Часть 2	– « Песня Турбин »	– 127 с.
Часть 3	– « Воздушный флот России »	– 273 с.
Часть 4	– « Соколы России »	– 70 с.
Часть 5	– « Самолёты Великой Отечественной войны »	– 87 с.
Часть 6-1	– « Военно воздушные силы. 1912 – 1945 »	– 179 с.
Часть 6-2	– « Военно воздушные силы. 1946 – 2023 »	– 347 с.
Часть 7	– « Самолёты – это Песня »	– 464 с.
Часть 8	– « Крылья ИКАРА »	– 178 с.
Часть 9	– « Аннушка и Антон »	– 92 с.
Часть 10	– « Первым делом самолёты »	– 156 с.

Часть 2 – « Песня турбин » – посвящена авиационным двигателям и их создателям. Представлены ведущие школы отечественного авиационного двигателестроения. Кратко изложены общие положения теории авиационных двигателей.

Посвящается « настоящим » – заслуженным и нынешним – амбициозным, а также немного о себе – « о Жизни в Авиации ».

© Снисаренко С.И., 2022

© Новосибирский государственный технический университет, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

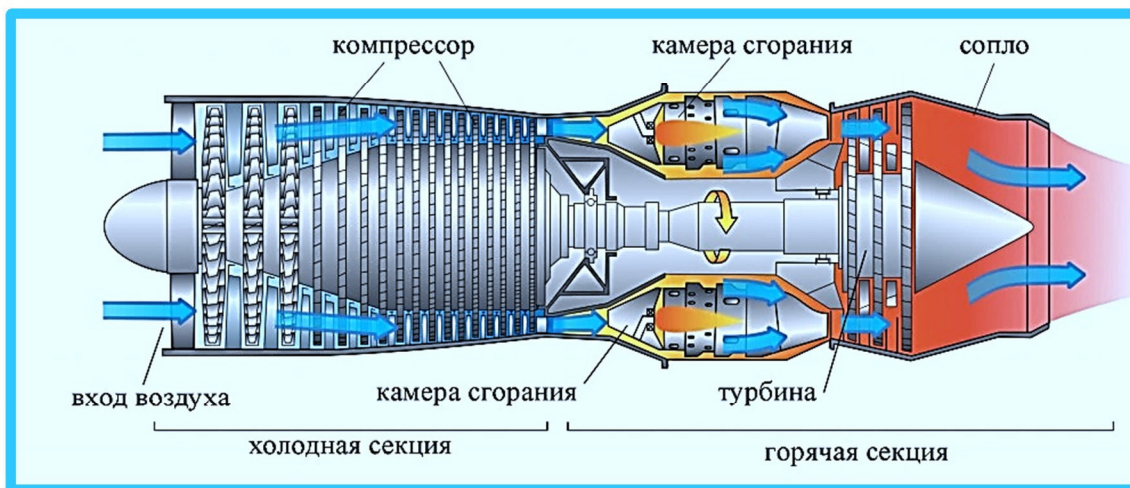
Основные положения Теории авиационных двигателей.....	4
Творцы авиационных двигателей.....	15
ОКБ ШВЕЦОВ.....	16
ОКБ КЛИМОВ.....	20
ОКБ МИКУЛИН.....	35
ОКБ ТУМАНСКИЙ.....	38
ОКБ ЛЮЛЬКА.....	42
ОКБ СОЛОВЬЁВ.....	50
ОКБ КУЗНЕЦОВ.....	62
ОКБ ИВЧЕНКО.....	68
ОКБ ЛОТАРЁВ.....	72
Песня Турбин.....	78



Мы рождены, чтоб сказку сделать былью
Преодолеть пространство и простор
Нам разум дал стальные руки – крылья,
А вместо сердца – **пламенный мотор**

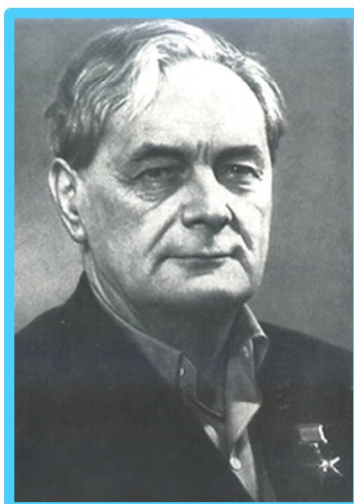
Марш авиаторов

АВИАЦИЯ больше, чем АВИАЦИЯ



$$P = G_V (c_c - v_n)$$

« Б.С. СТЕЧКИН »



Борис Сергеевич Стечкин
(1891 – 1969)

Создал свою научную школу и заложил основы отечественного авиационного двигателестроения

Разработал теорию воздушно-реактивных двигателей



$$P = G_B (c_c - V_n)$$

Тяга воздушно-реактивного двигателя
Формула Стечкина

P — тяга ВРД (кгс)

G_B — расход воздуха через двигатель (кг / с)

c_c — скорость истечения газов из сопла (м / с)

V_n — скорость полёта (м / с)

ТЕОРИЯ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

ДВИГАТЕЛЬ называется Двигателем потому,
что внутри организован Термодинамический Процесс
для создания **ДВИЖЕНИЯ**

Иначе говоря,

ДВИГАТЕЛЬ – это **ТЕПЛОВАЯ МАШИНА**
для создания **ДВИЖЕНИЯ**

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС (для Двигателя это)

РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС **предназначен:**

для преобразования химической энергии
сжатого и нагретого газа:

- в работу (**на валу**)
- или
- в кинетическую энергию газового потока (**из сопла**)

Проще говоря,

предназначен

для преобразования энергии при сгорании топлива

- во вращение колёс (**для движения автомобиля**)
- или
- в увеличение скорости истечения газа из сопла
(**для создания тяги реактивного двигателя**)

Таким образом.

Для **автомобильного** Двигателя:

ДВИГатель – отдельно (под капотом)
ДВИЖитель – отдельно колёса

Для **авиационного** Двигателя

ДВИГАТЕЛЬ одновременно и **ДВИЖ**ИТЕЛЬ – два в одном
(реактивный двигатель двигает сам себя)

Полезное Отступление

В данном контексте:

Двигатель – это Двигатель **ВНУТРЕННЕГО** сгорания (ДВС), что традиционно используется для автомобилей.

Существует и двигатель **ВНЕШНЕГО** сгорания.

Паровая машина - Двигатель для паровоза: во **внешней** топке сгорает уголь, нагревается вода, образуется пар, который подаётся в специальный цилиндр, шатун вращает колёса паровоза.

Топливо сгорает **отдельно (ВНЕ) от цилиндра** паровоза в отдельной **внешней топке**

в Авиации для Двигателей используется Термин

АВИАЦИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

АД

РД – Реактивный Двигатель –

– Тяга двигателя создаётся за счёт увеличения скорости истечения газов из сопла

Реактивная ТЯГА — СИЛА (Р), возникающая в результате взаимодействия Реактивного Двигателя с истекающей из сопла струи газа

- **ТЯГА** двигателя (Р) приложена непосредственно к Корпусу Реактивного Двигателя
- **ТЯГА** двигателя (Р) обеспечивает передвижение Самолёта через узлы крепления Двигателя в сторону, противоположную направлению истечения газовой струи

Замечание

В основу возникновения Реактивной Тяги положен

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

Реактивная Тяга рассматривается как

СИЛА Реакции отделяющихся от двигателя частиц газа

НАУКА начинается тогда,
когда можно провести **КЛАССИФИКАЦИЮ**

- VRD** – Воздушно - Реактивный Двигатель
- ГТД** – Газо-Турбинный Двигатель
- ТРД** – Турбо-Реактивный Двигатель
- ТВД** – Турбо-Винтовой Двигатель

VRD – Воздушно - Реактивный Двигатель

(расшифровка)

Среда работы - **ВОЗДУХ**

Принцип создания тяги – **РЕАКТИВНАЯ** тяга

ГТД – Газо-Турбинный Двигатель

(расшифровка)

Принцип работы – наличие Газовой Турбины (**ГТ**)

ТРД – Турбо-Реактивный Двигатель

(расшифровка)

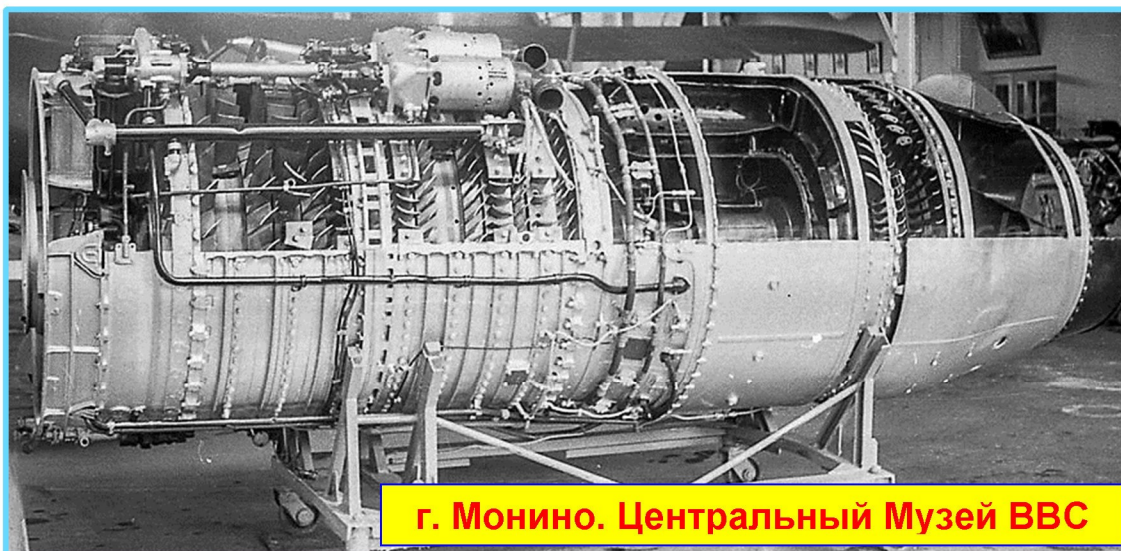
Назначение **Турбины** – для создания **Реактивной** тяги

ТВД – Турбо-Винтовой Двигатель

(расшифровка)

Назначение **Турбины** – для вращения Воздушного **Винта**

ТРД – Турбо-Реактивный Двигатель (**одноконтурный**)

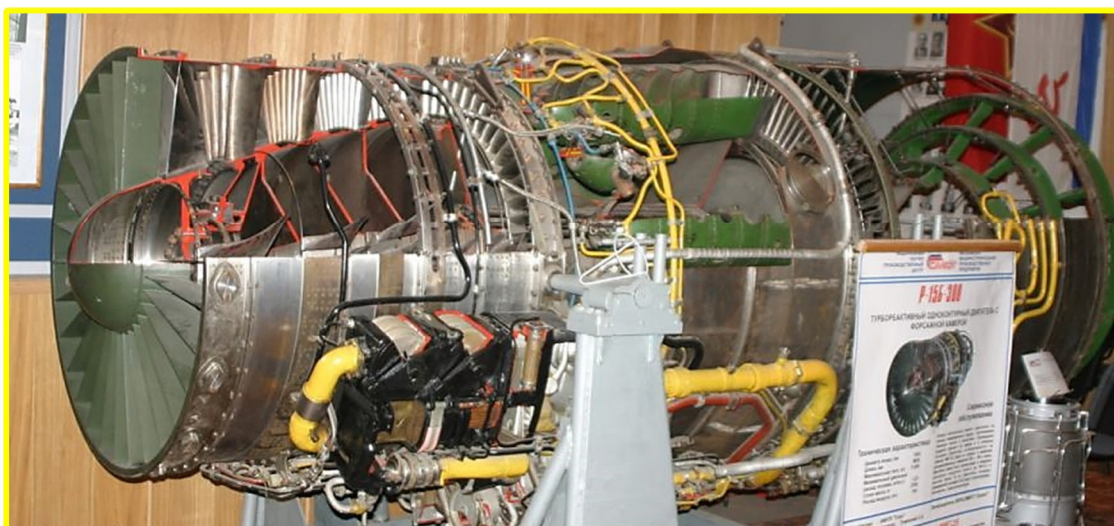


г. Монино. Центральный Музей ВВС

Александр Микулин **АМ-3**

АМ-3 для самолёта **Ту-104**

ТРДФ – Турбо-Реактивный Двигатель (**одноконтурный**)
Форсажный

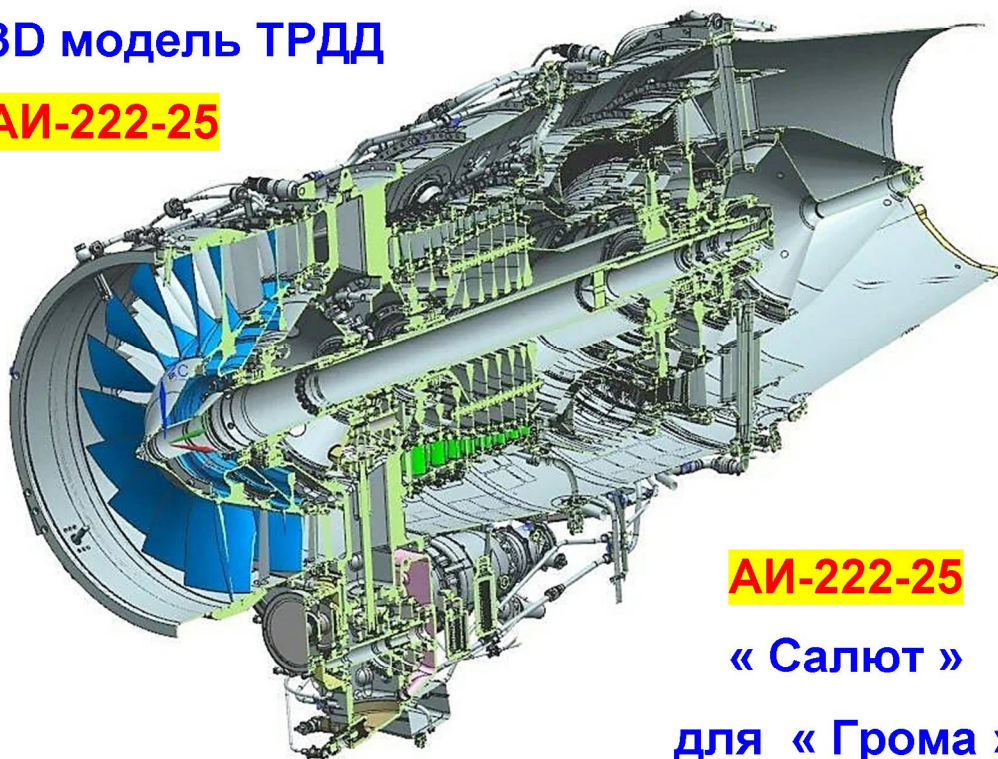


P-15B-300 для самолёта **МиГ-25**

ТРДД – Турбо-Реактивный Двигатель **Двухконтурный**

3D модель ТРДД

АИ-222-25

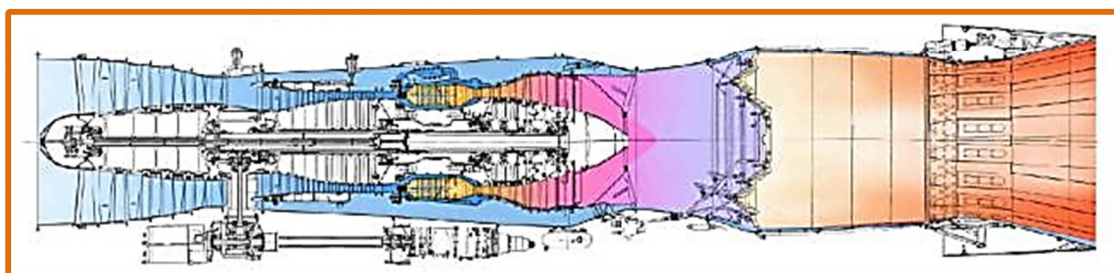


АИ-222-25

« Салют »

для « Грома »

ТРДДФ – Турбо-Реактивный Двигатель **Двухконтурный**
Форсажный



Д-30Ф6 для самолёта **МиГ-31**

ТРДДсм – Турбо-Реактивный Двигатель **Двухконтурный**
со смешением потоков **3А** газовой турбиной

ТРДД 2 – Турбо-Реактивный Двигатель **Двухконтурный**
со смешением потоков **во** 2-ом контуре

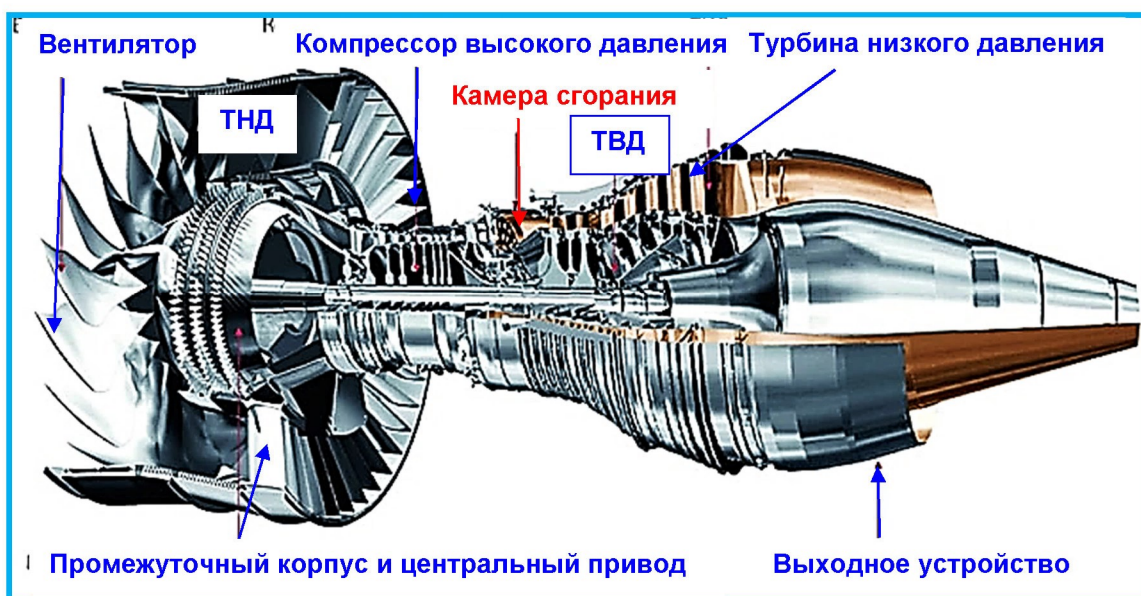
если степень двухконтурности **$G_2 / G_1 > 2$**

расход воздуха через **2-й** контур **G_2** больше

расхода воздуха через **1-й** контур **G_1** более чем в **2 раза**

называют

ТВРД – Турбо-**Вентиляторный** Реактивный Двигатель



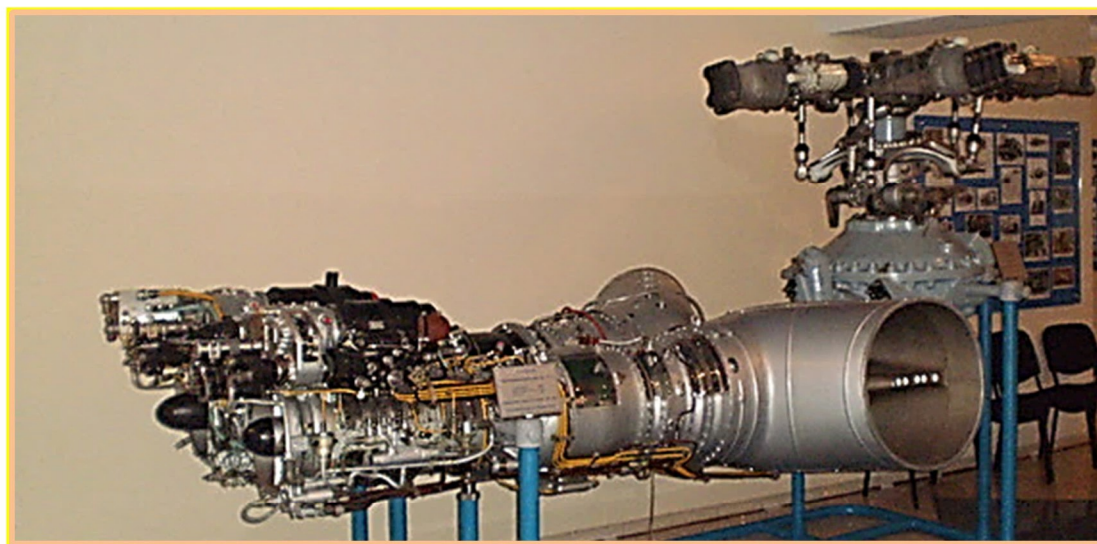
ПД-8 для самолёта **SSJ-100**

ТВД – Турбо-**Винтовой** Двигатель



АИ-20 для самолёта **Ан-12**

ТВдД – Турбо-**Вальный** Двигатель (для вертолёт)



ТВ2-117 для вертолёт **Ми-8**

Уточняем ещё раз

ТРДД – турбо-**Реактивный** двигатель Двухконтурный
если степень двухконтурности $G_2 / G_1 > 2$ называют

ТВРД – турбо-**Вентиляторный** двигатель

ТРДД – **Р** – тяга Реактивная
за счёт истечения газов из сопла больше,
чем тяга за счёт – **В** – 2-го контура

ТВРД – **В** – тяга за счёт Воздушного винта (Вентилятора)
помещённого во 2-ой контур, больше,
чем тяга Реактивная – **Р** –
за счёт истечения газов из сопла

наконец

если степень двухконтурности $G_2 / G_1 > 10$

называют

ТВВД – Турбо-**Винто-Вентиляторный** Двигатель



НК-93 — Турбо-Винто-Вентиляторный Двигатель
вентилятор закапотирован

Таким образом

ТРД – Турбо-**Реактивный** Двигатель **Одноконтурный**

ТРДД – Турбо-**реактивный** двигатель **Двухконтурный**

ТВД – Турбо-**Винтовой** Двигатель

ТВЛД – Турбо-**Вальный** Двигатель (**для вертолётов**)

ТВРД – Турбо-**Вентиляторный** Реактивный Двигатель

ТВВД – Турбо-**Винто-Ветилляторный** Двигатель

**Мы рождены, чтоб сказку сделать былью,
Преодолеть пространство и простор,
Нам разум дал стальные руки-крылья,
А вместо сердца — пламенный мотор.**

Марш авиаторов



ТВОРЦЫ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Основные отечественные конструкторские школы

ОКБ **КЛИМОВ**
г. Санкт-Петербург



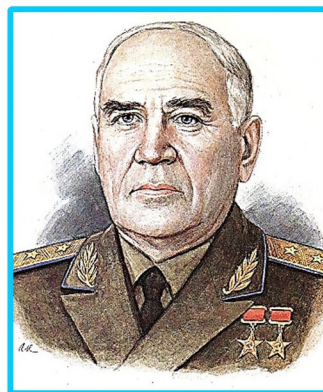
В.Я. Климов

ОКБ **ЛЮЛЬКА**
г. Москва



А.М. Люлька

ОКБ **КУЗНЕЦОВ**
г. Самара



Н.Д. Кузнецов

ОКБ **СОЛОВЬЁВ**
г. Пермь

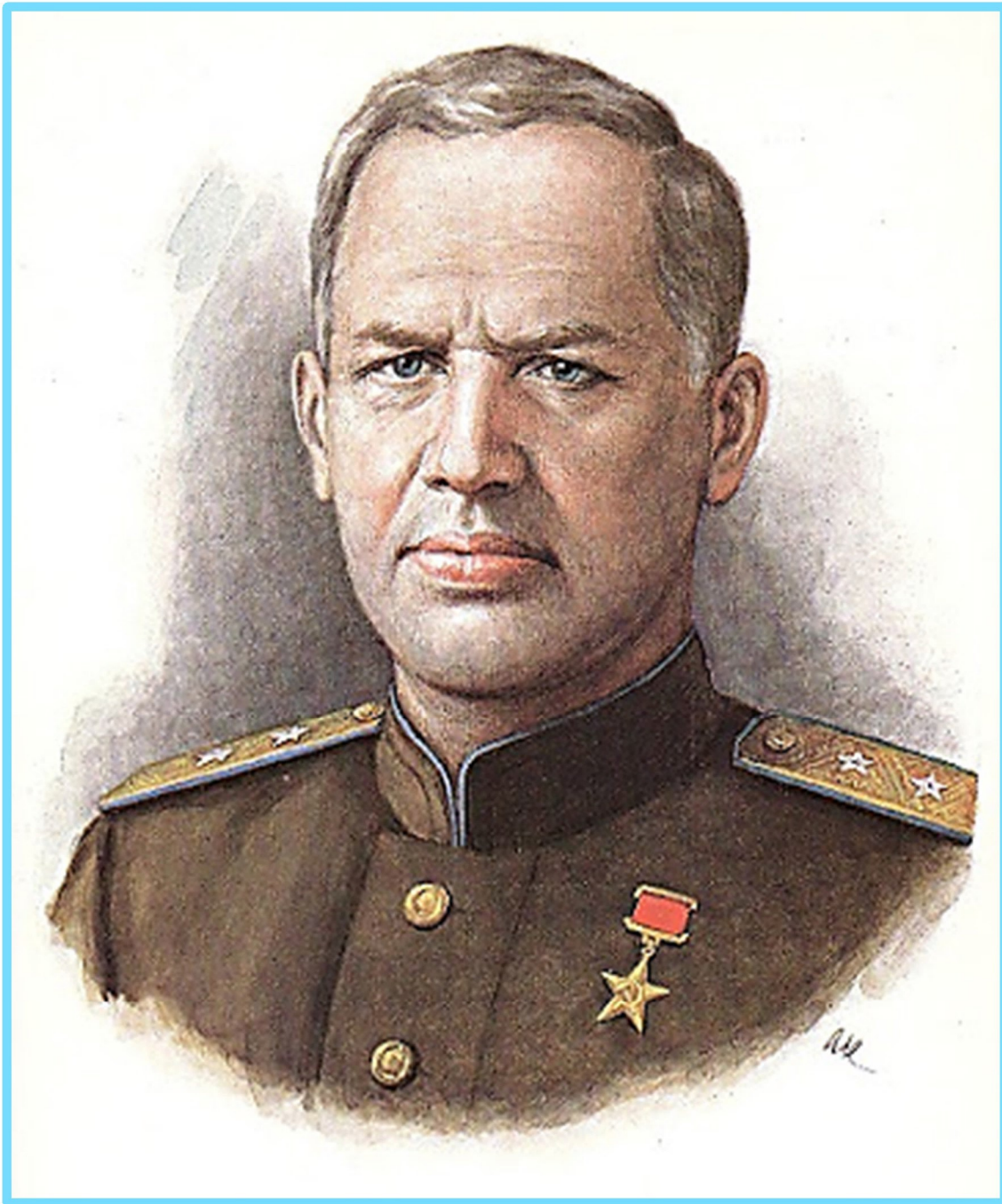


П.А. Соловьёв

ОКБ **ИВЧЕНКО**
г. Запорожье **Украина**
Завод « **Мотор Сич** »



А.Г. Ивченко



Аркадий Дмитриевич Швецов

(1892 – 1953)

ОКБ ШВЕЦОВ

г. Москва

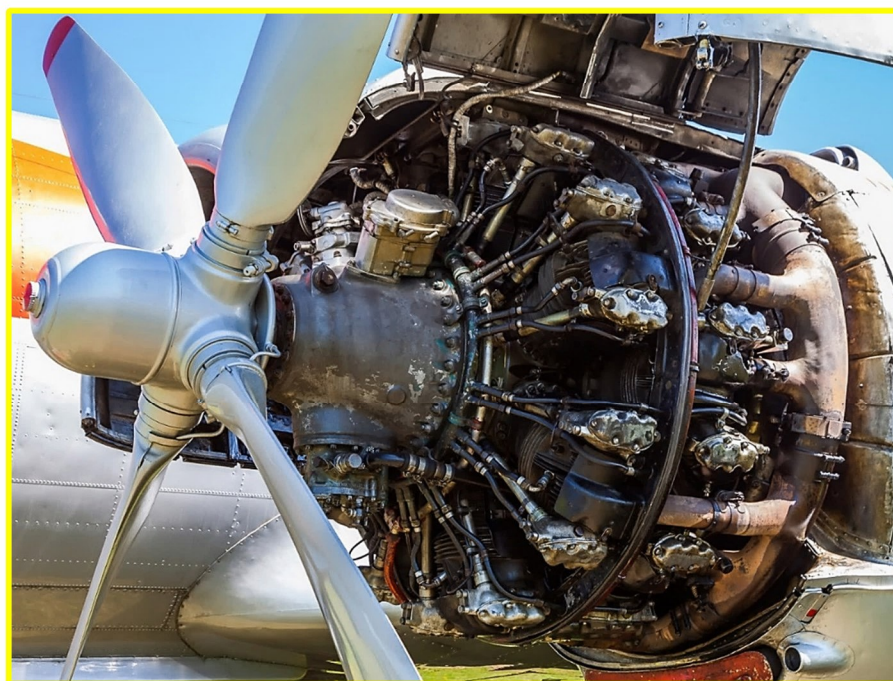
« А.Д. ШВЕЦОВ »



Аркадий Дмитриевич Швецов
(1892 – 1953)

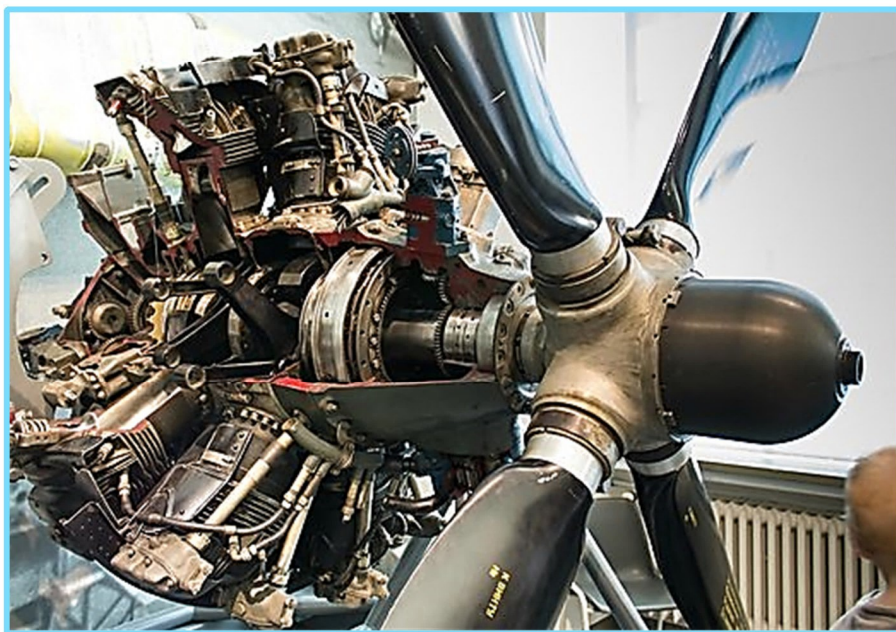
Аркадий Швецов АШ-82

АШ-82 поршневой двигатель для **Ил-14**



АШ-82 — авиационный поршневой двигатель внутреннего сгорания, построенный по схеме звездообразного мотора с воздушным охлаждением с инжекторной подачей топлива

Аркадий Швецов АШ-62



звёздообразный **9** цилиндровый поршневой двигатель
Разработан в **1938** году

Устанавливается на самолёте **Ан-2** с **1947** года

Объём цилиндров.....**29,87** л

Мощность....**1000** л.с..

АШ-62 для самолёта **Ан-2**



Аркадий Швецов АШ-82



звездообразный **7** цилиндровый поршневой двигатель

Устанавливался на самолёте **Ил-14** (**1947** – **2005** г.г)

Объём цилиндров.....**41,2** л

Мощность....**1700** л.с..

АШ-82 для самолёта **Ил-14**





Владимир Яковлевич Климов

(1892 – 1962)

ОКБ КЛИМОВ

г. Санкт-Петербург

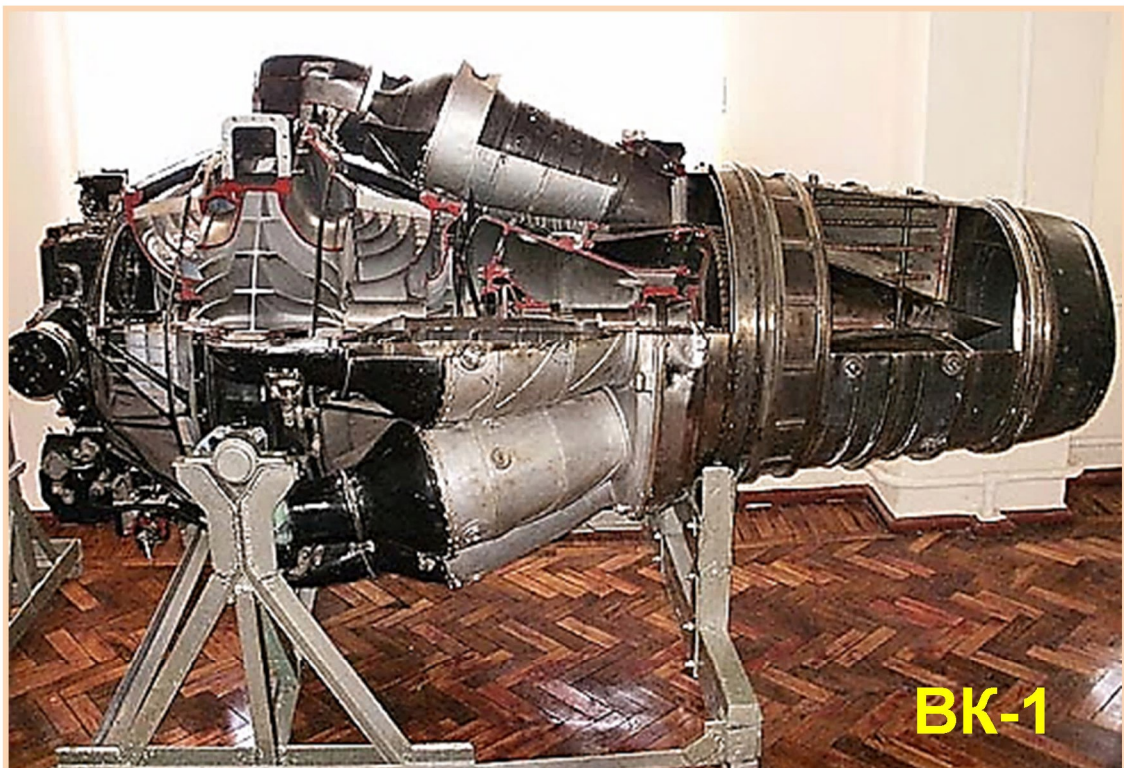
« В.Я. КЛИМОВ »



Владимир Яковлевич Климов
(1892 – 1962)

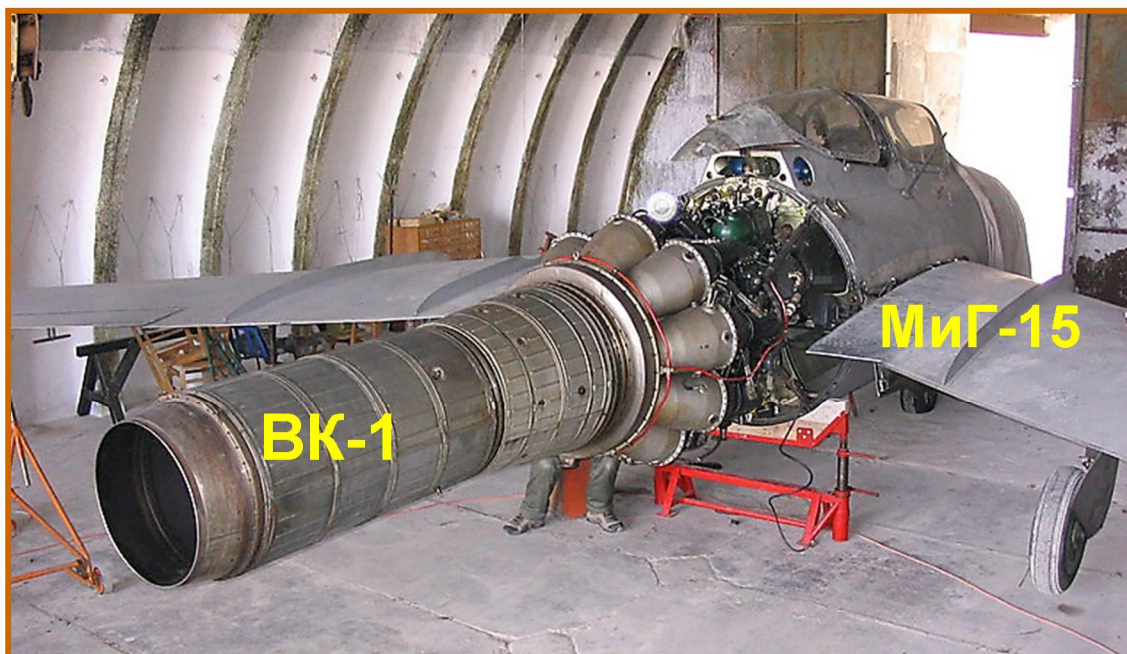
Владимир Климов ВК-1
первый советский турбореактивный двигатель

ВК-1 для первого реактивного истребителя **МиГ-15**



ВК-1

Владимир Климов ВК-1



ВК-1 – первый советский турбореактивный двигатель

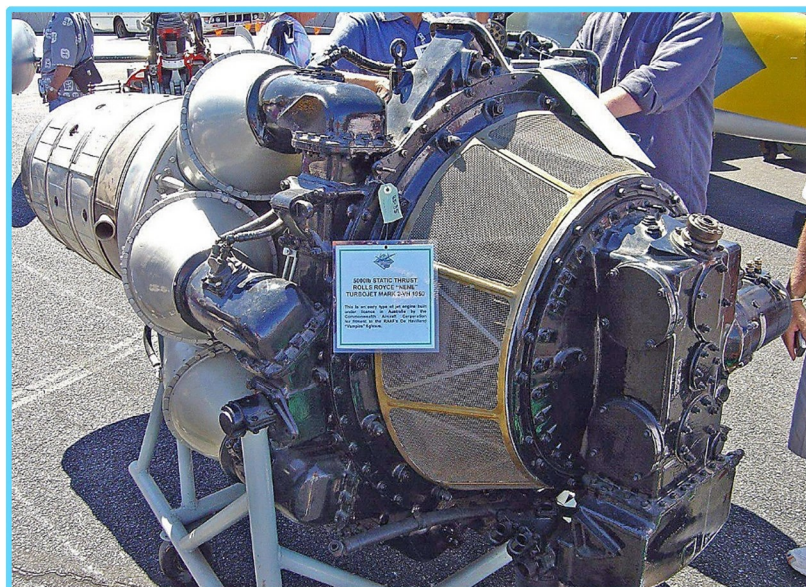
Компрессор – центробежный
Камера сгорания – 9 индивидуальных жаровых труб
Газовая турбина – осевая одноступенчатая
Реактивное сопло

Степень повышения давления воздуха.....**4,5**
Расход воздуха.....**48,2** кг/с
Тяга.....**2650** кгс
Удельный расход топлива.....**1,09** кг топл./кгс тяги в час

ВК-1 для истребителя **МиГ-15**
принят на вооружение в **1949** году



Rolls Royce NENE – РД-45



британский ТРД **Rolls-Royce NENE**

В **1946** году британская компания **Rolls-Royce** продала СССР 55 турбореактивных двигателей **Rolls-Royce NENE**

(Двигатель был назван в честь реки **Нене** в соответствии с традицией компании называть свои двигатели в честь рек)

Этот двигатель был скопирован, сначала под обозначением **РД-45** (реактивный двигатель), а затем, после доработки, выпускался под обозначением **Владимир Климов ВК-1**

ВК-1 устанавливался на истребителях **МиГ-15** и **МиГ-17**

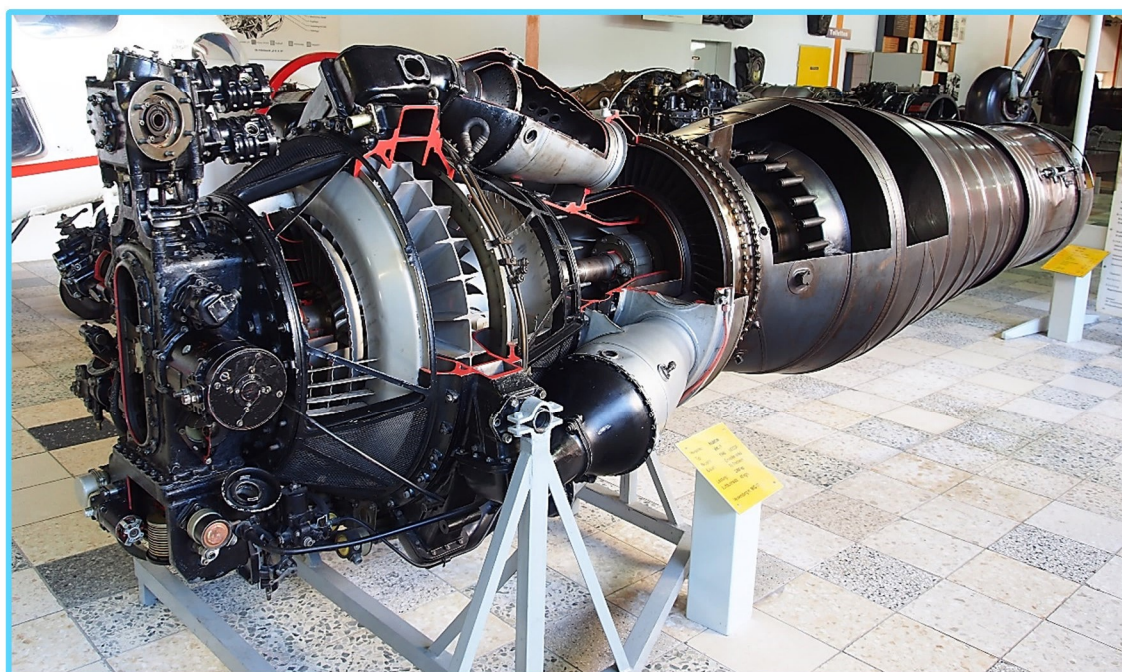


РД-45 – копия британского ТРД **Rolls-Royce NENE**

« ОКБ имени В.Я. КЛИМОВА »



1946 г. – ОКБ авиационных двигателей
с **2006** года — ОКБ имени **В.Я. Климова**
г. Санкт-Петербург



VK-1Ф для истребителей **МиГ-15** и **МиГ-17**

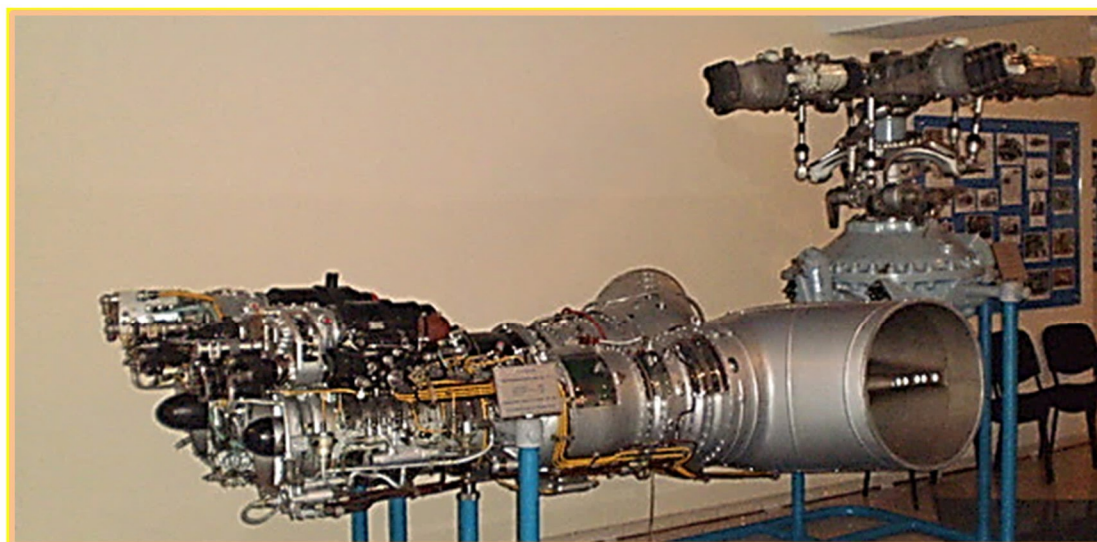
ТРДФ — турбореактивный двигатель
с форсажной камерой сгорания

« С.П. ИЗОТОВ »



Сергей Петрович Изотов
(1917 – 1983)

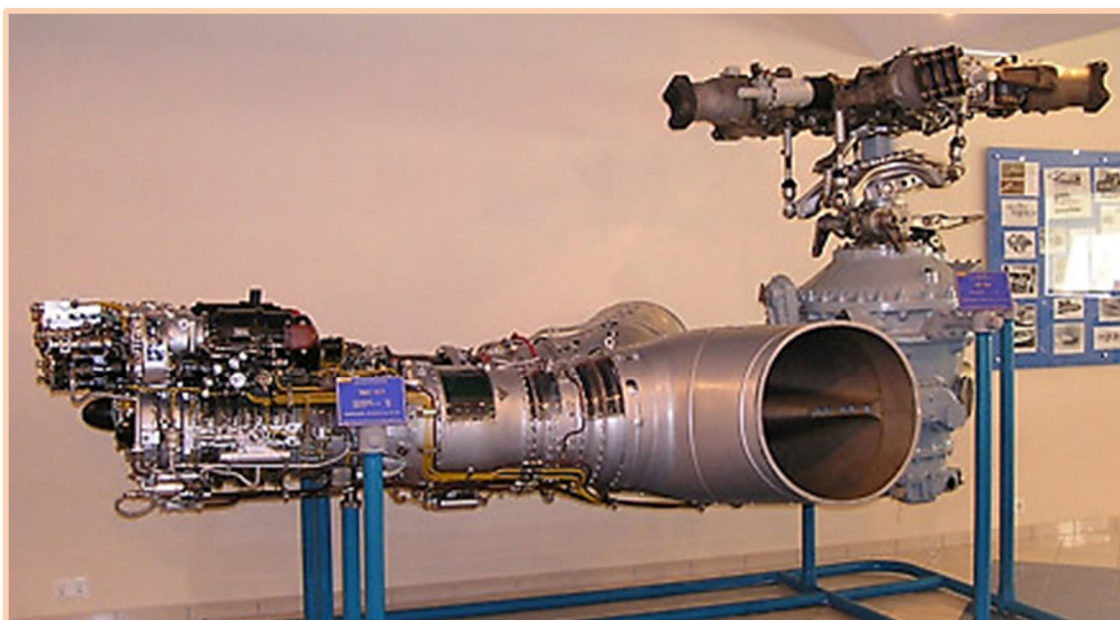
Гл. конструктор **С.П. Изотов** — ученик **В.Я. Климова**



ТВ2-117 — турбовальный двигатель для вертолётa **Ми-8**



ТВ2-117



ТВ2-117 — турбовальный двигатель (ТВд)

Главный конструктор **С.П. Изотов**

Разработчик: ОКБ имени **В.Я. Климова**
г. Ленинград **1960-е** годы

Производство: «**Мотор Сич**»
г. Запорожье (**Украина**)

ТВ2-117 для вертолётa **Ми-8**



ТВ3-117



ТВ3-117 — турбовальный двигатель (ТВд)

Главный конструктор **С.П. Изотов**

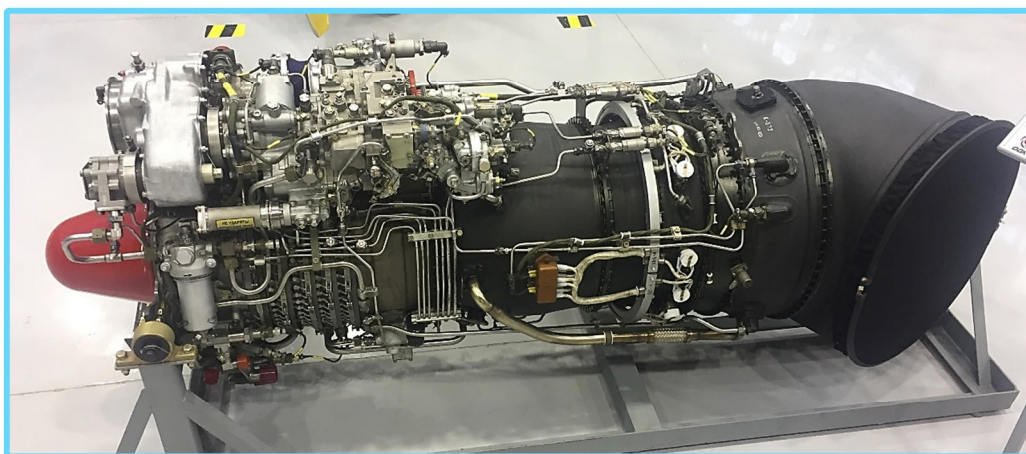
Разработчик: ОКБ имени **В.Я.Климова**
г. Ленинград **1970**-е годы

Производство: «**Мотор Сич**»
г. Запорожье (**Украина**)

ТВ3-117 для вертолётa **Ми-171**



ТВ7-117В



ТВ7-117В — турбовальный двигатель (ТВд)

Разработчик: ОКБ имени **В.Я.Климова**
г. Санкт-Петербург **2015** г.

ТВ7-117В для вертолётов **Миль** и **Камов**



Ми-28 « **Ночной охотник** »



Ка-52 « **Аллигатор** »

ТВ7-117С

Владимир Климов ВК-2500



ТВ7-117С — турбовинтовой двигатель (ТВД)

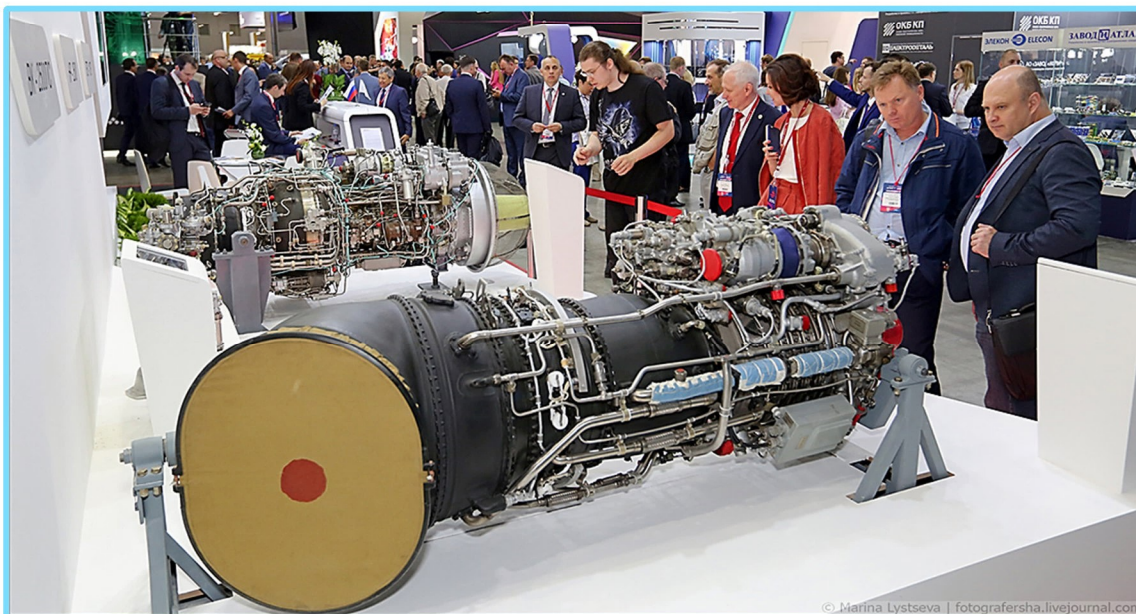
Разработчик: ОКБ имени **В.Я. Климова**
г. Санкт-Петербург 1980-е годы
существенная модернизация **2015** г.

Руководитель проекта: **А.А. Саркисов**

ТВ7-117 СТ-01 для самолёта **Ил-114-300**



Владимир Климов ВК-2500 В для замены украинского ТВ3-117



ВК-2500 В — турбовальный двигатель (ТВЛД)

Мощность взлётная... **2500** л.с.

Разработчик: ОКБ имени **В.Я.Климова**
г. Санкт-Петербург **2015** г.

Производство: « **Петербургские моторы** »

ВК-2500В для вертолётов **Миль** и **Камов**



Ми-28 « **Ночной охотник** »

Владимир Климов ВК-2500 С ТВ7-117С



ТВ7-117С — турбовинтовой двигатель (ТВД)

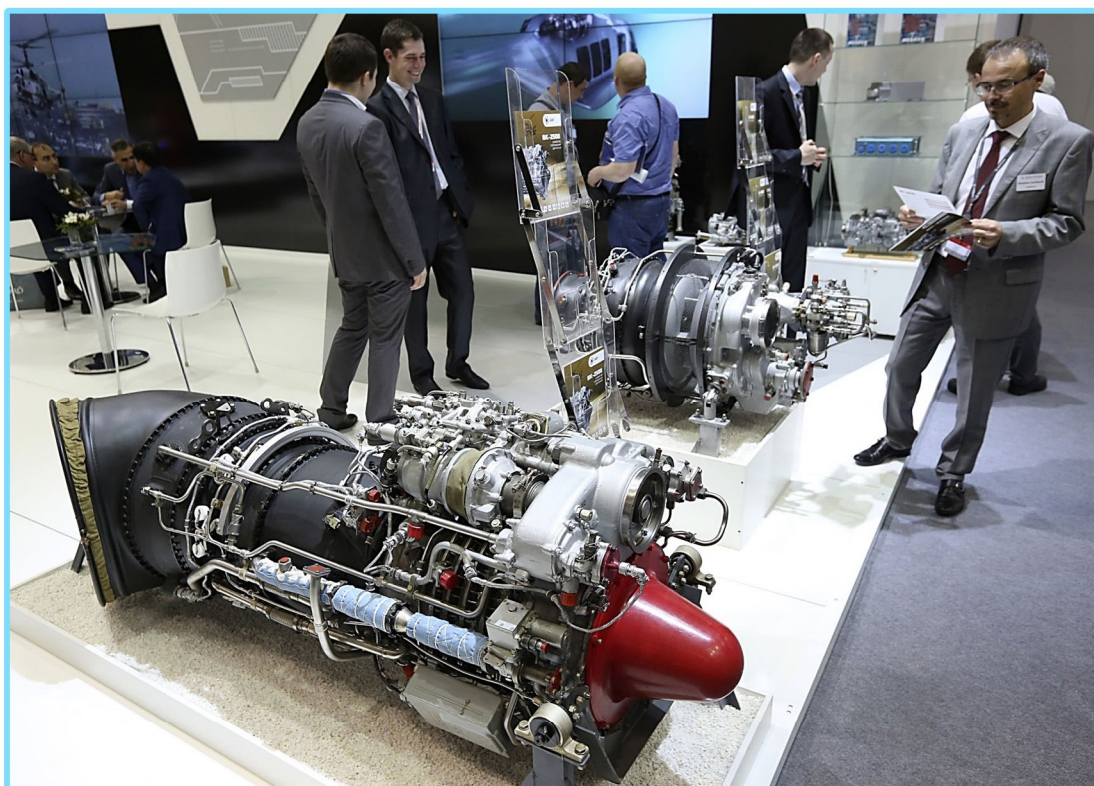
Разработчик: ОКБ имени **В.Я. Климова**
г. Санкт-Петербург 1980-е годы
существенная модернизация **2015** г.

Руководитель проекта: **А.А. Саркисов**

ТВ7-117 СТ-01 для самолёта **Ил-114-300**



Владимир Климов ВК-800 В



ВК-800 В — турбовальный двигатель (ТВЛД)

Мощность взлётная... **800** л.с.

Разработчик: ОКБ имени **В.Я.Климова**
г. Санкт-Петербург **2018** г.

Производство: « **Петербургские моторы** »

ВК-800 В для лёгких вертолётов **Миль** и **Камов**



« **Ансат** » (с татарского «простой», «несложный») разработан ОКБ «Казанского вертолётного завода»

Владимир Климов ВК-800 С



ВК-800 С — турбовинтовой двигатель (ТВД)

Мощность взлётная... **800** л.с.

Разработчик: ОКБ имени **В.Я.Климова**
г. Санкт-Петербург **2018** г.

Производство:

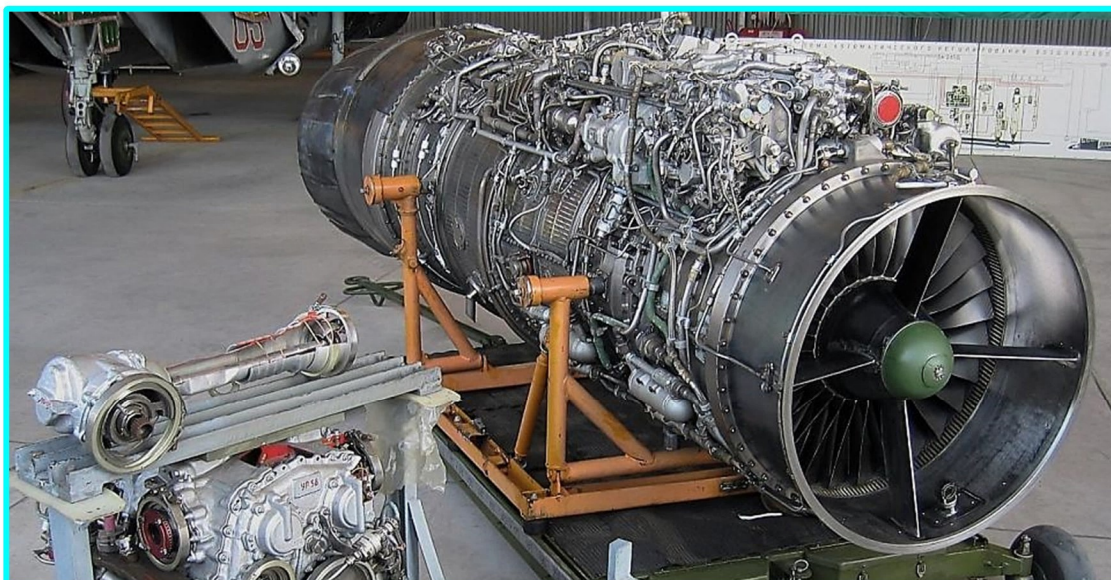
« **Уфимский моторостроительный завод** »

ВК-800 С для лёгких самолётов типа **Ан-2**



Л-410

РД-33



РД-33 — турбореактивный двигатель двухконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

Разработчик: ОКБ имени **В.Я. Климова**
г. Санкт-Петербург **1981** г.

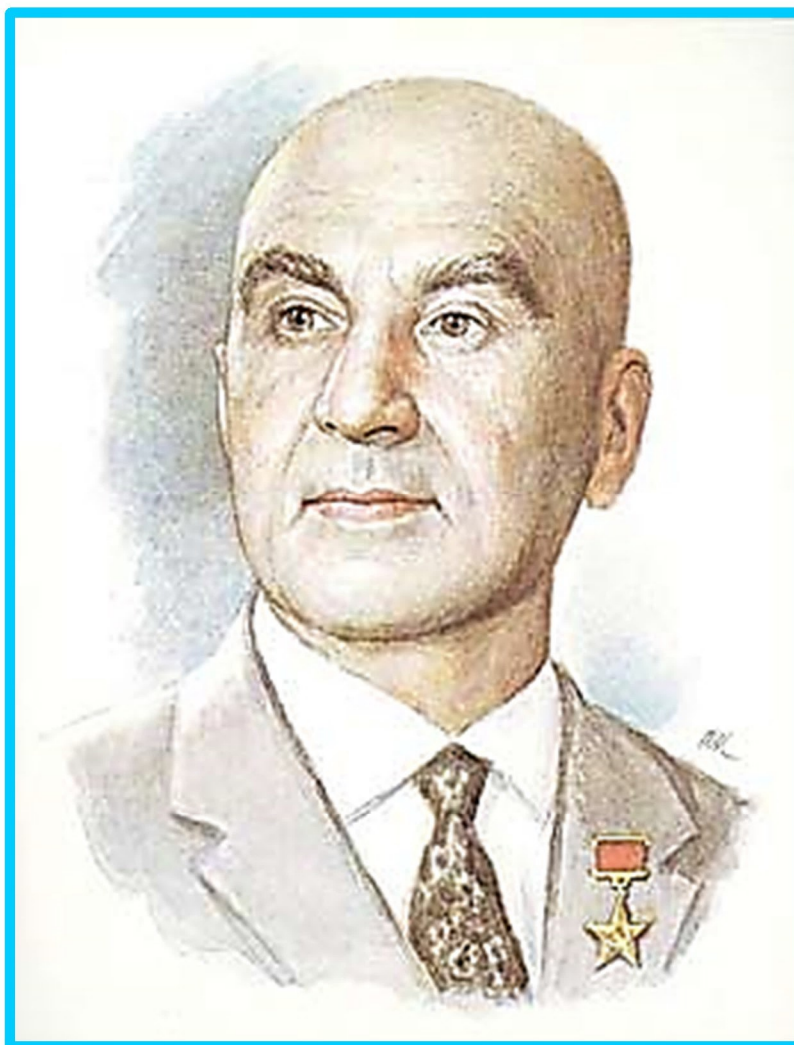
Руководители проекта:

С.П. Изотов и **В.В. Старовойтенков**

Степень повышения давления воздуха.....**22**
Температура газов на турбине.....**1550** К
Расход воздуха.....**77** кг/с
Тяга.....**5400** кгс
Тяга на форсаже.....**8800** кгс
Удельный расход топлива.....**0,77** кг топл./кгс тяги в час

РД-33 для самолёта **МиГ-29**





Александр Александрович Микулин

(1895 – 1985)

Создатель турбореактивного двигателя **АМ-3**
для первого советского пассажирского самолёта **Ту-104**

В 1959 году из-за проблем со здоровьем оставил работу и занимался вопросами альтернативной медицины. Затем окончил медицинский институт и в 1976 году получил степень кандидата медицинских наук.

После перенесённого инфаркта разработал оригинальную систему оздоровления, которую описал в книге **Активное долголетие. Моя система борьбы со старостью**. В этой системе проводятся инженерные аналогии между строением человеческого тела и технических устройств. Предложены остроумные способы ионизации воздуха и виброГимнастики



Александр Александрович Микулин
(1895 – 1985)

Создал первый авиационный поршневой двигатель
с водяным охлаждением **Микулин М-34**

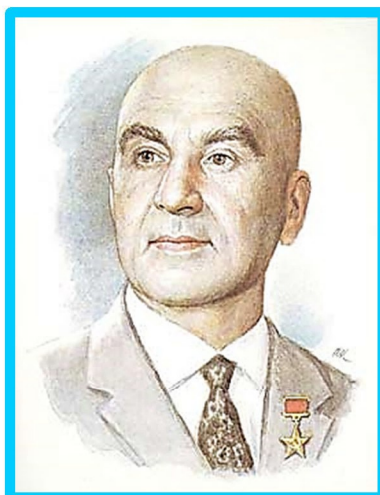


М-34 для рекордного самолёта Туполева **АНТ-25**



АНТ-25

« А.А. МИКУЛИН »



Александр Александрович Микулин
(1895 – 1985)



г. Монино. Центральный Музей ВВС

Александр Микулин AM-3

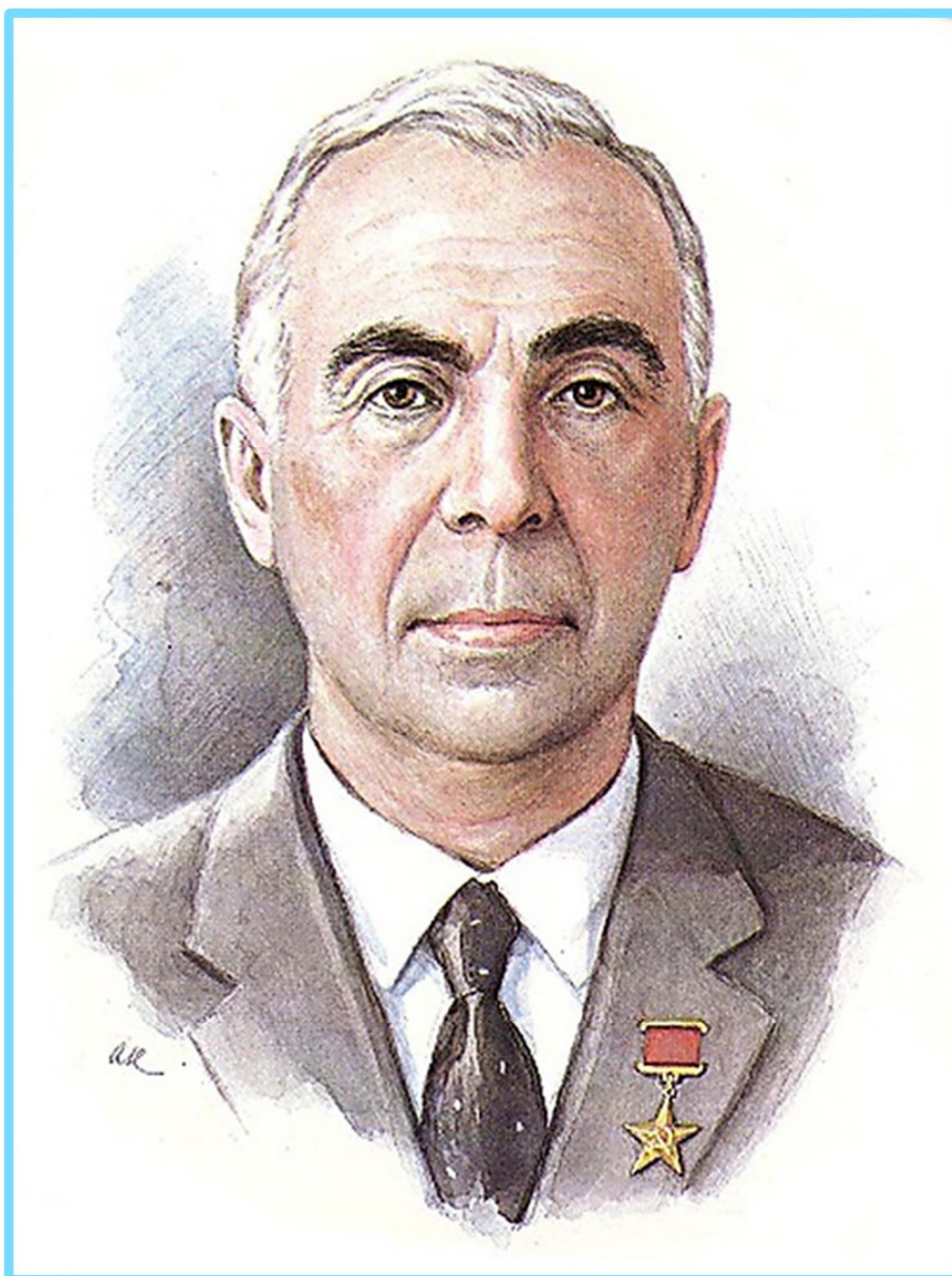
ТРД - турбореактивный одноконтурный двигатель (1949)
устанавливался на бомбардировщике **Ту-16** (1953)
стратегическом ракетоносце **Мясищев М-4** (1957)
на пассажирском самолёте **Ту-104** (1956)



Ту-104



Ту-16



Сергей Константинович Туманский

(1901–1973)

ОКБ ТУМАНСКИЙ

г. Москва

« С.К. ТУМАНСКИЙ »



Сергей Константинович Туманский
(1901 – 1973)

Конструктор авиационных двигателей

ТРИ самолётных КБ устанавливали двигатели **Туманского**



Як-28

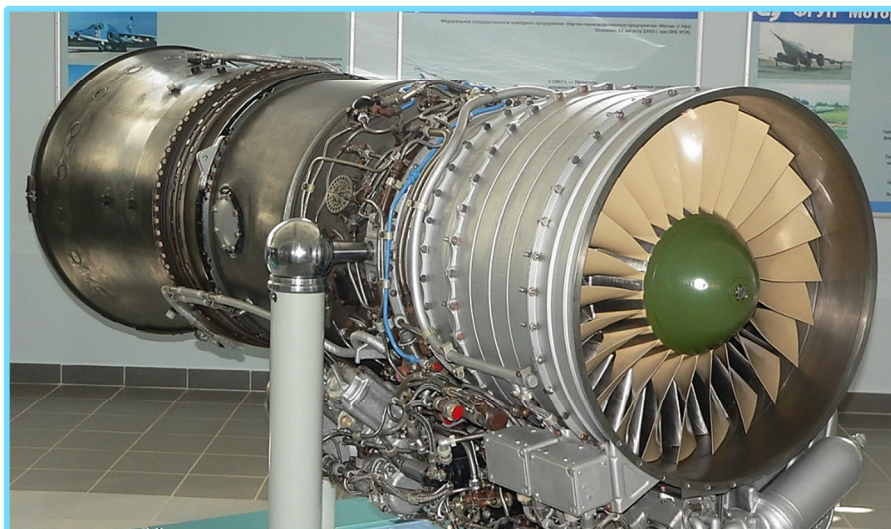


МиГ-21



Су-15

Р-11Ф-300



Р-11Ф-300 — турбореактивный одноконтурный двухвальный двигатель с форсажной камерой сгорания
МПП им. Чернышёва г. Москва. НПП «Мотор» г. Уфа **1958** г.

Автор проекта: **А.А. Микулин**

Руководитель проекта: **С.К. Туманский**

Заводская доработка: **Н.Г. Мецхерашвили**

Степень повышения давления воздуха.....**9**
Температура газов на турбине.....**1180** К
Расход воздуха.....**65** кг/с
Тяга.....**3800** кгс
Тяга на форсаже.....**5700** кгс
Удельный расход топлива.....**1,0** кг топл./кгс тяги в час

Р-11Ф-300 для самолёта **Су-15**



P-25-300



P-25-300 — турбореактивный одноконтурный двухвальный двигатель с форсажной камерой сгорания

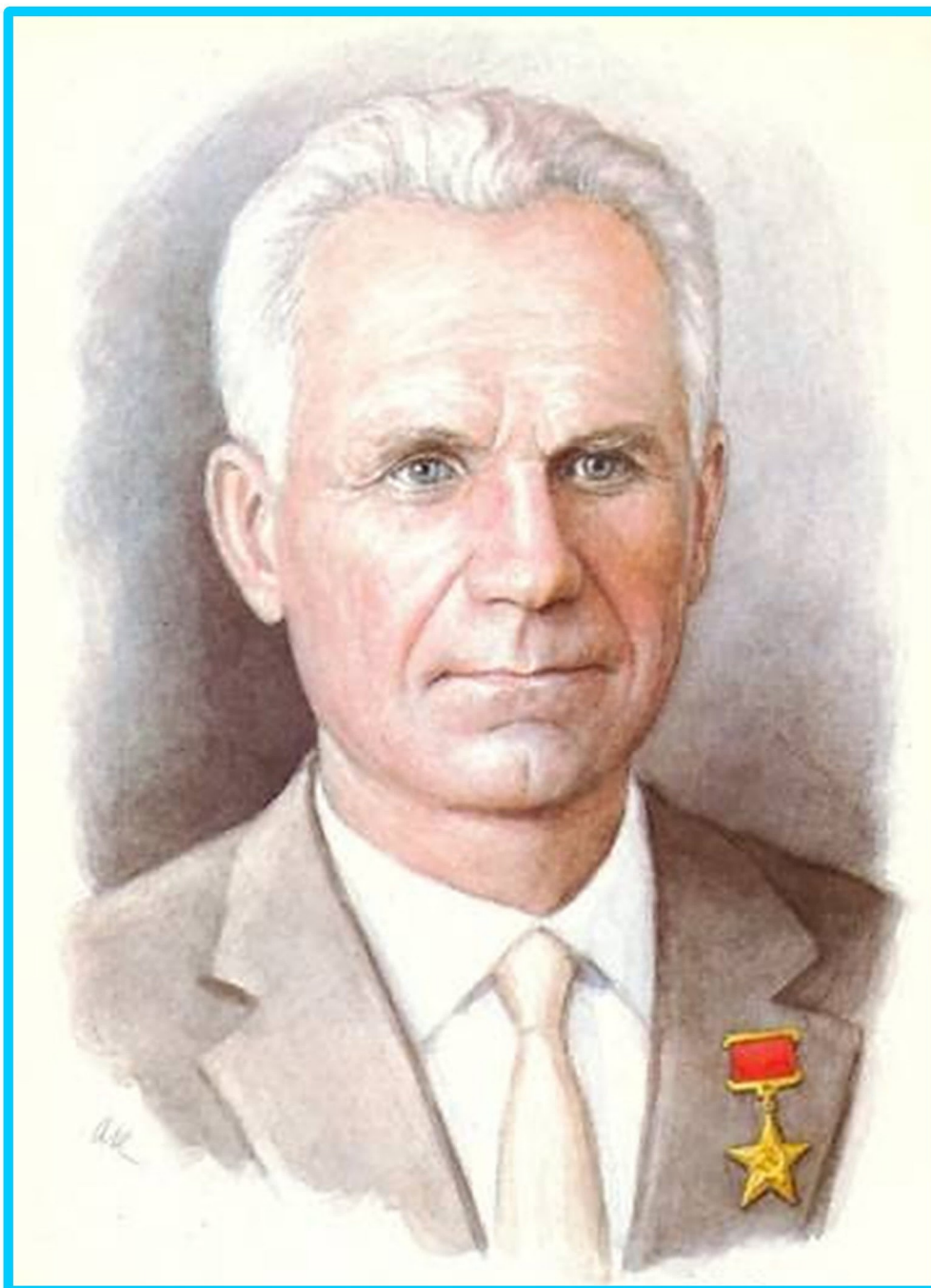
Разработчик: ОКБ имени **С.К. Туманского**
НПП «Мотор» г. Уфа 1970 г.

Главный конструктор **С.А. Гаврилов**

Степень повышения давления воздуха.....	9,55
Температура газов на турбине.....	1050 К
Расход воздуха.....	68 кг/с
Тяга.....	4100 кгс
Тяга на форсаже.....	7100 кгс
С _{уд} номинал.....	0,96 кг топл./кгс тяги в час
С _{уд} форсаж.....	2,25 кг топл./кгс тяги в час

P-25-300 для самолёта **МиГ-21**





Архип Михайлович Люлька

(1908–1984)

ОКБ ЛЮЛЬКА

г. Москва

« А.М. ЛЮЛЬКА »

самолеты **СУХОГО** с двигателями **ЛЮЛЬКИ**
лучшие в мире



Архип Михайлович Люлька
(1908 – 1984)



АЛ-31Ф для самолёта **Су-27**

ТРДДФ — турбореактивный двигатель двухконтурный
с форсажной камерой сгорания

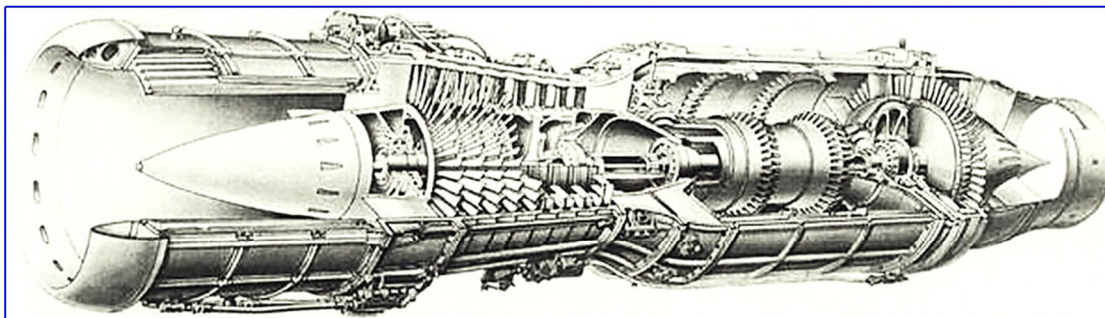
ЛЮЛЬКА — украинец

СУХОЙ — белорус

САМОЛЁТ и **ДВИГАТЕЛЬ** — **российские**

« ОКБ имени А.М. ЛЮЛЬКИ »

в 1941 году А.М. Люлька
получил авторское свидетельство на изобретение
« Двухконтурный турбореактивный двигатель »



А.М. Люлька с группой работников ОКБ и завода
у макета первого отечественного ТРД **ТР-1**

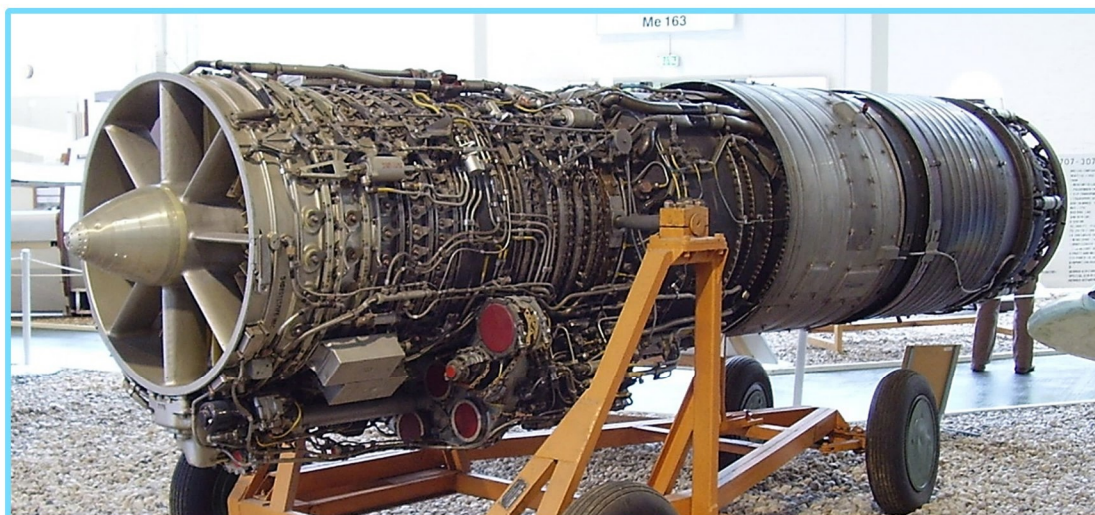
Конструктор смог заглянуть в будущее. Ведь в 1941 году, когда он получил патент на свое изобретение, даже одноконтурные ТРД ставились под сомнение. Это достижение не зафиксировано в своде патентов, но оно бесспорно принадлежит **Архипу Люльке**

Первый отечественный ТРД **ТР-1** Люлька построил в 1947 году.

Только в середине **1970-х** годов Люлька наконец подошел к реализации своего давнего изобретения – он начал строить уникальный двухконтурный двигатель **АЛ-31**

Сейчас по схеме Люльки создается абсолютное большинство турбореактивных двухконтурных двигателей (ТРДД) в мире

Архип Люлька АЛ-21Ф



АЛ-21Ф – турбореактивный двигатель одноконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДФ)

Разработчик: ОКБ имени **А.М. Люльки** (г. Москва **1967** г.)

Компрессор – осевой (14 ступеней)

Камера сгорания – трубчато-кольцевая, прямоточная

Газовая турбина – осевая 3-х ступенчатая

Степень повышения давления воздуха.....**15**

Температура газов на турбине.....**1370** К

Расход воздуха.....**90** кг/с

Тяга.....**7800** кгс

Тяга на форсаже.....**11250** кгс

Удельный расход топлива.....**0,76** кг топл./кгс тяги в час

АЛ-21Ф-3А для самолёта **Су-24М**



Архип Люлька АЛ-31Ф



Коробка агрегатов
сверху

АЛ-31Ф – турбореактивный двигатель двухконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

Разработчик: ОКБ имени **А.М. Люльки** (г. Москва **1981** г.)

Компрессор – осевой, двухвальный (13 ступеней):

КНД – 4 ступеней, КВД – 9 ступеней

Камера сгорания – кольцевая, прямоточная

Газовая турбина – осевая 2-х ступенчатая

ТВД – 1 ступень, ТНД – 1 ступень

Степень повышения давления воздуха.....**23**

Температура газов на турбине.....**1650** К

Расход воздуха.....**112** кг/с

Тяга.....**7700** кгс

Тяга на форсаже.....**12500** кгс

Удельный расход топлива.....**0,67** кг топл./кгс тяги в час

АЛ-31Ф для самолёта **Су-27**



Архип Люлька АЛ-31Ф-М1



АЛ-31Ф-М1 – турбореактивный двигатель двухконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

Разработчик: ОКБ имени **А.М. Люльки** (г. Москва **2007** г.)

Компрессор – осевой, двухвальный (13 ступеней):

КНД – 4 ступеней, КВД – 9 ступеней

Камера сгорания – кольцевая, прямоточная

Газовая турбина – осевая 2-х ступенчатая

ТВД – 1 ступень, ТНД – 1 ступень

Степень повышения давления воздуха.....**24**

Температура газов на турбине.....**1675** К

Расход воздуха.....**116** кг/с

Тяга.....**8250** кгс

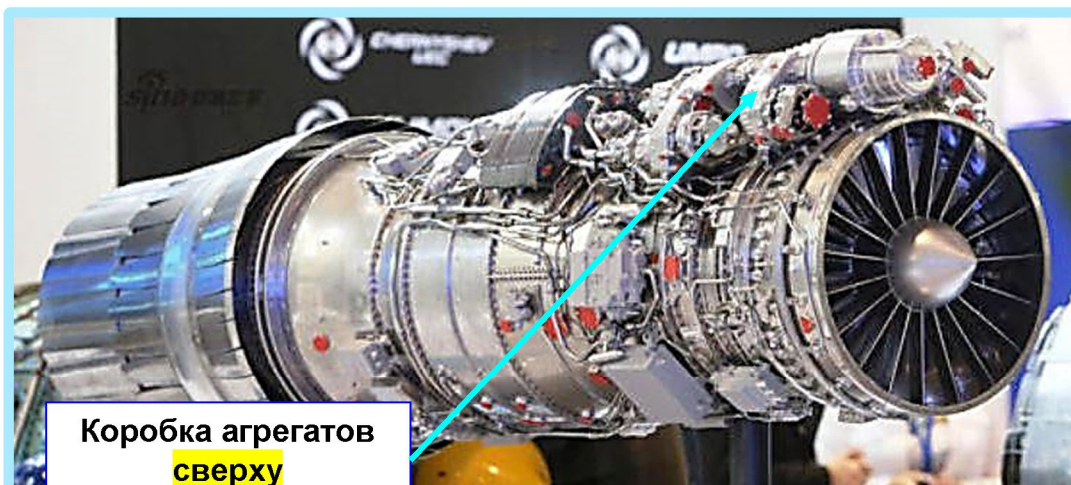
Тяга на форсаже.....**13500** кгс

Удельный расход топлива.....**0,7** кг топл./кгс тяги в час

АЛ-31Ф-М1 для самолёта **Су-34**



Архип Люлька АЛ-41Ф



Коробка агрегатов
сверху

АЛ-41Ф – турбореактивный двигатель двухконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ) с отклоняемыми створкам реактивного сопла

Разработчик: ОКБ имени **А.М. Люльки** (г. Москва **2010** г.)

Компрессор – осевой, двухвальный (13 ступеней):

КНД – 4 ступеней, КВД – 9 ступеней

Камера сгорания – кольцевая, прямоточная

Газовая турбина – осевая 2-х ступенчатая

ТВД – 1 ступень, ТНД – 1 ступень

Степень повышения давления воздуха.....**26**

Температура газов на турбине.....**1750** К

Расход воздуха.....**120** кг/с

Тяга.....**8800** кгс

Тяга на форсаже.....**14000** кгс

Удельный расход топлива.....**0,77** кг топл./кгс тяги в час

АЛ-41Ф для самолёта **Су-57**



« Салют » для « Грома »



AI-222-25 — Турбо-реактивный Двигатель Двухконтурный **ТРДД**
Производственный Комплекс « **Салют** » г. Москва **2015** г.

« **Салют** » — производственная база ОКБ им. **А.М. Люльки**

Изначально двигатель **AI-222-25** был разработан:
Запорожское машиностроительное конструкторское бюро
«**Прогресс**» имени академика **А.Г. Ивченко**
Производство: «**Мотор Сич**» г. Запорожье **2008** г.

Тяга.....**2500** кгс

Удельный расход топлива.....**0,64** кг топл./кгс тяги в час

AI-222-25 для БПЛА « **Гром** »



Взлетная масса — 7 тонн
Полезная нагрузка — 2 тонны
Крейсерская скорость — 800 км/час
Практический потолок — 12 000 км
Дальность — 800 км



Павел Александрович Соловьёв

(1917–1996)

ОКБ СОЛОВЬЁВ

г. Пермь

« П.А. СОЛОВЬЁВ »



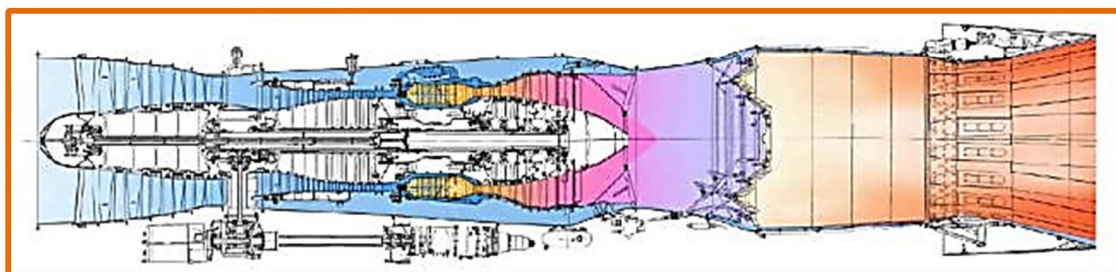
Павел Александрович Соловьёв
(1917–1996)



Д-30Ф6 — турбореактивный двигатель двухконтурный
с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

Д-30Ф6 для самолёта **МиГ-31**

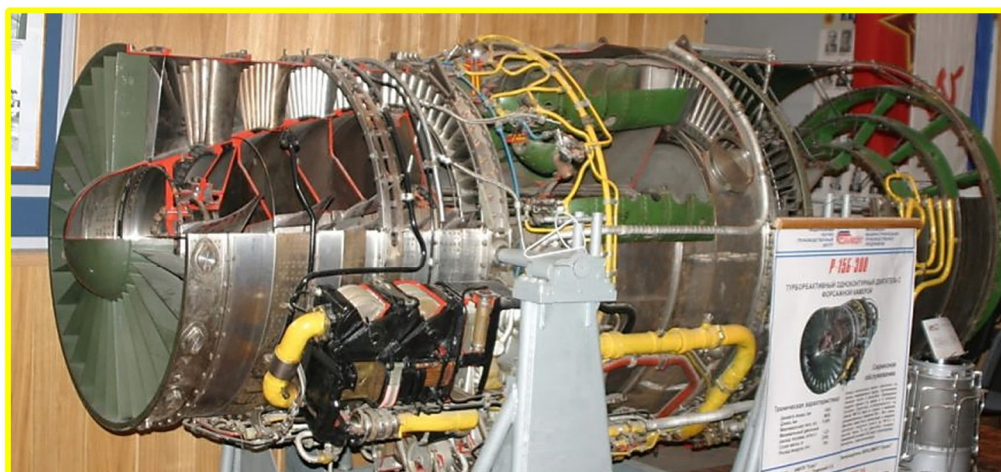
Д-30Ф6 для замены Р-15Б-300



Д-30Ф6 для самолёта **МиГ-31**



МиГ-31



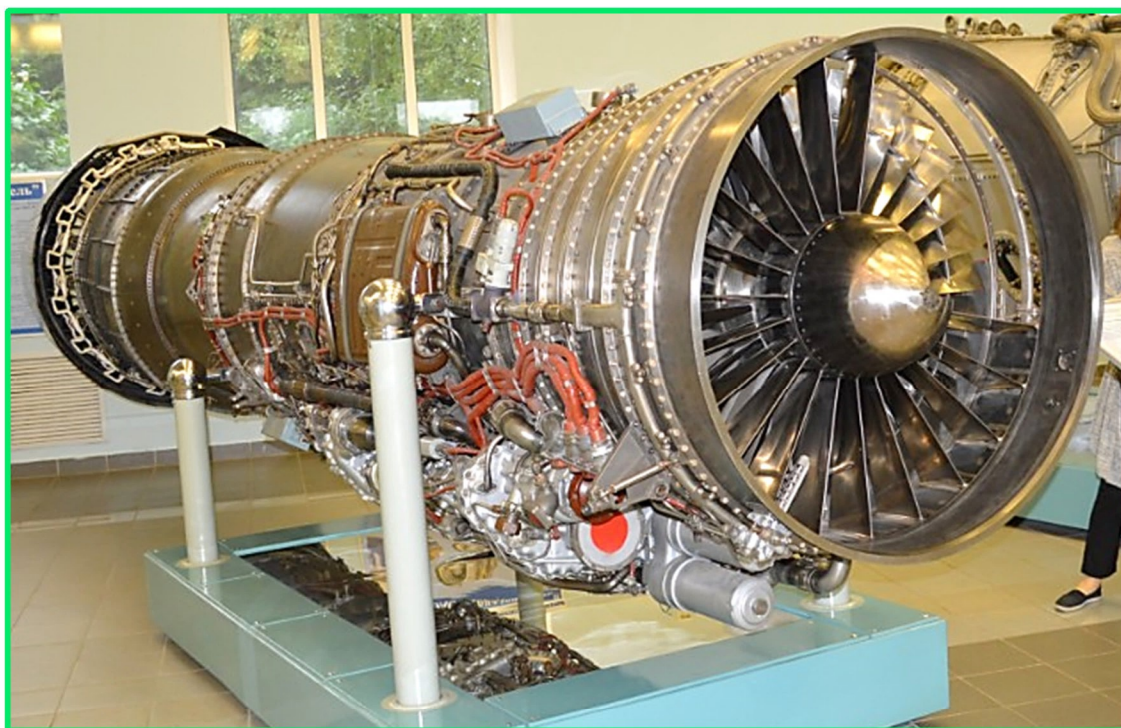
Р-15Б-300 для самолёта **МиГ-25**

Р-15Б-300 – прост, как все «одноразовые» двигатели для крылатых ракет. Расход топлива на «Максимал» почти как на «Форсаж» **Д-30Ф6**



МиГ-25

Павел Соловьёв Д-30Ф6



Д-30Ф6 — турбореактивный двигатель двухконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

Генеральный конструктор: **П.А. Соловьёв**

Серийно производился: НПО «**Сатурн**» (1974 г.)
Ярославская область г. Рыбинск

Тяга.....**9500** кгс
Тяга на форсаже.....**15500** кгс
 $C_{уд}$ номинал.....**0,72** кг топл./кгс тяги в час
 $C_{уд}$ форсаж.....**1,9** кг топл./кгс тяги в час

Д-30Ф6 для самолёта **МиГ-31**



Павел Соловьёв Д-30КУ



Д-30КУ — турбореактивный двухконтурный двигатель (ТРДД)

Генеральный конструктор: **П.А. Соловьёв**

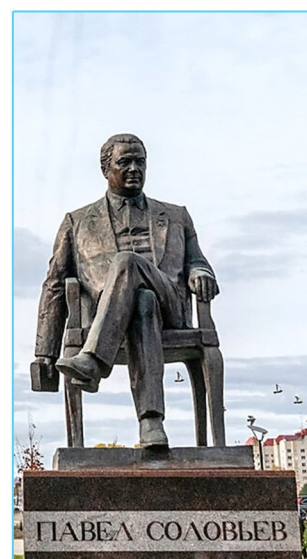
Серийно производился: НПО «**Сатурн**» (**1970** г.)
Ярославская область г. Рыбинск на берегу реки Волги

Тяга взлётный режим..... **10700** кгс
Тяга крейсерская..... **2850** кгс
Удельный расход топлива..... **0,71** кг топл./кгс тяги в час

Д-30КУ-154 2-ой серии для самолёта **Ту-154М**



Павел Соловьёв Д-30КП



Аллея имени **Павла Соловьёва** у проходных завода

Д-30КП — турбореактивный двухконтурный двигатель

Генеральный конструктор: **П.А. Соловьёв**

Серийно производился: НПО «**Сатурн**» (**1974 г.**)
Ярославская область г. Рыбинск на берегу реки Волги

Тяга взлётный режим.....**12000** кгс
Тяга крейсерская.....**2290** кгс
Удельный расход топлива.....**0,705** кг топл./кгс тяги в час

Д-30КП 2-ой серии для самолёта **Ил-76**

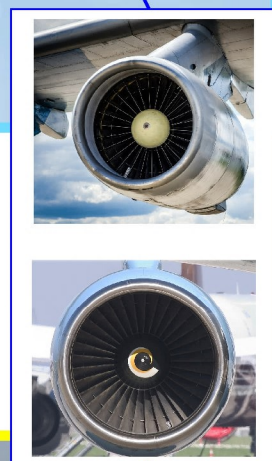




Ил-76 МД

двигатели **Павел Соловьёв Д-30КП**

Тяга взлётный режим..... **12 000** кгс

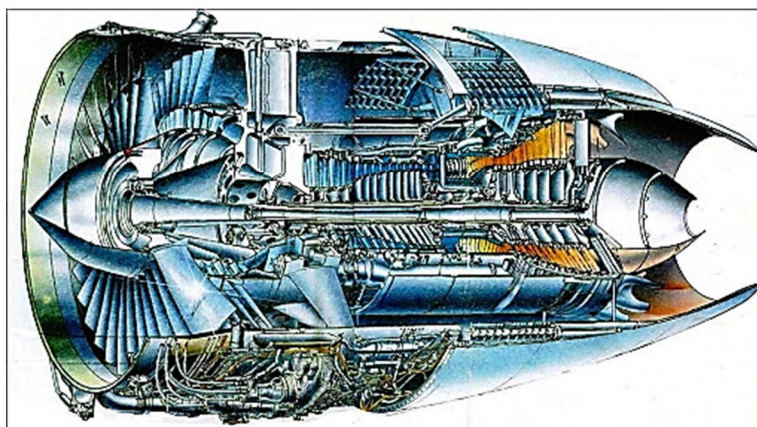
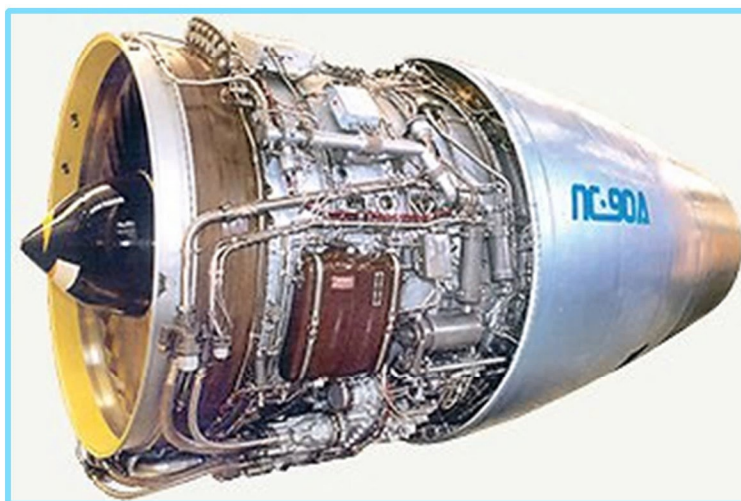


Ил-76 МД – 90А

двигатели **Павел Соловьёв ПС-90А – 76**

Тяга взлётный режим..... **16 000** кгс

Павел Соловьёв ПС-90



ПС-90 —турбо-вентиляторный двигатель (ТВДД)

Разработчик: АО «Авиадвигатель» (г. Пермь 1980-е годы)

Производство: АО «Пермские моторы» (с 1990-х годов)

ПС-90А для самолётов **Ил-96** и **Ил-76**



Павел Соловьёв ПС-90А-76



ПС-90 —турбо-вентиляторный двигатель (ТВДД)

Разработчик: АО «Авиадвигатель» (г. Пермь 1980-е годы)

Производство: АО «Пермские моторы» (с 1990-х годов)

Степень двухконтурности..... $G_2/G_1 = 4,5$

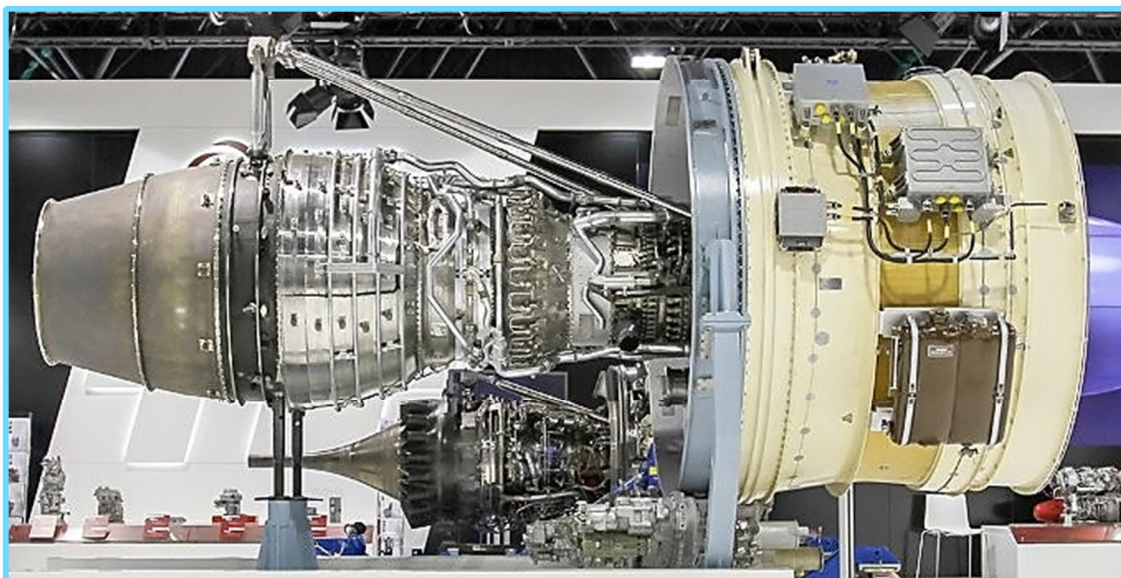
Тяга..... **16 000** кгс

Удельный расход топлива..... **0,6** кг топл/кгс тяги в час

ПС-90А-76 для самолёта **Ил-76МД**



Пермский Двигатель ПД-14



ПД-14 — турбо-вентиляторный двигатель (ТВРД)

ПД-14 – базовый двигатель

с тягой: **8000** кгс **14000** кгс **35000** кгс

Генеральный конструктор **Александр Иноземцев**
Ученик **П.А. Соловьёва**

Головной разработчик: АО «Авиадвигатель» (г. Пермь)
Серийно производится АО «Пермские моторы» (2015 г)

Степень двухконтурности..... **$G_{B2} / G_{B1} = 8,5$**

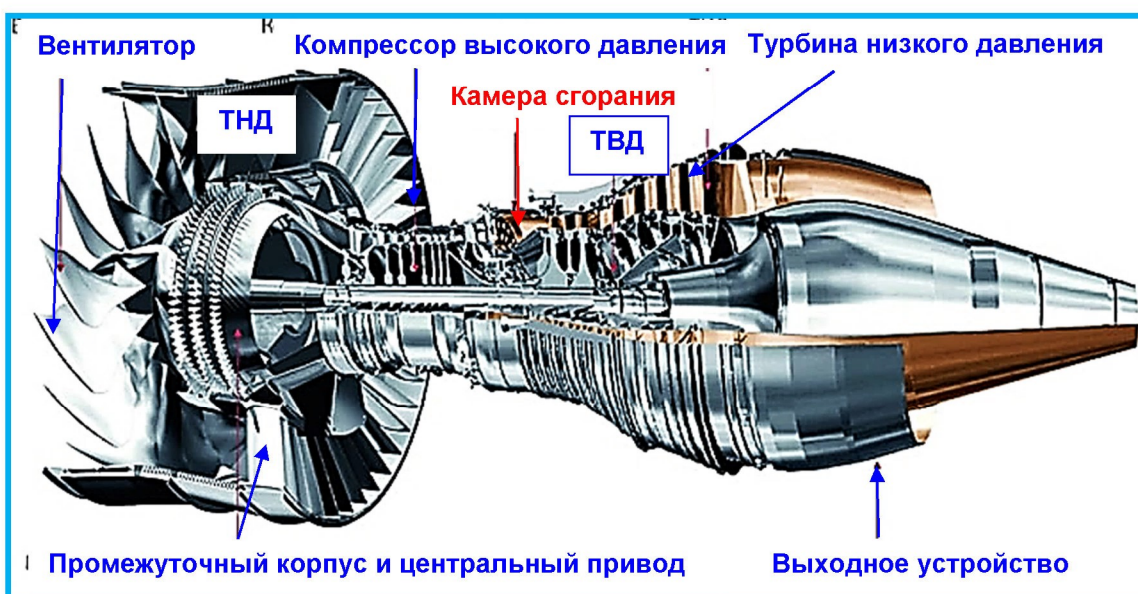
Тяга..... **14 000** кгс

Удельный расход топлива..... **0,53** кг топл./кгс тяги в час

ПД-14 для самолёта **МС-21**



Пермский Двигатель ПД-8



ПД-8 — турбо-вентиляторный двигатель
ТВРД на базе **ПД-14**

Головной разработчик: АО «Авиадвигатель» (г. Пермь)
Производитель АО «Пермские моторы» (2018 г)

Тяга (заявленная).....**8000** кгс
Удельный расход топлива.....**0,51** кг топл./кгс тяги в час

ПД-8 для самолёта **SSJ-100**



Пермский Двигатель ПД-35



ПД-35 — турбо-вентиляторный двигатель
ТВРД на базе **ПД-14**

Головной разработчик: АО «Авиадвигатель» (г. Пермь)
Производитель АО «Пермские моторы» (с 2016 г)

Тяга (заявленная).....**35 000** кгс
Удельный расход топлива.....**0,55** кг топл./кгс тяги в час
Диаметр на входе.....**3,1** м

ПД-35 для самолёта **CR-929**



CR-929 С – China, R – Russia
Совместный проект Россия – Китай

« А.А. ИНОЗЕМЦЕВ »

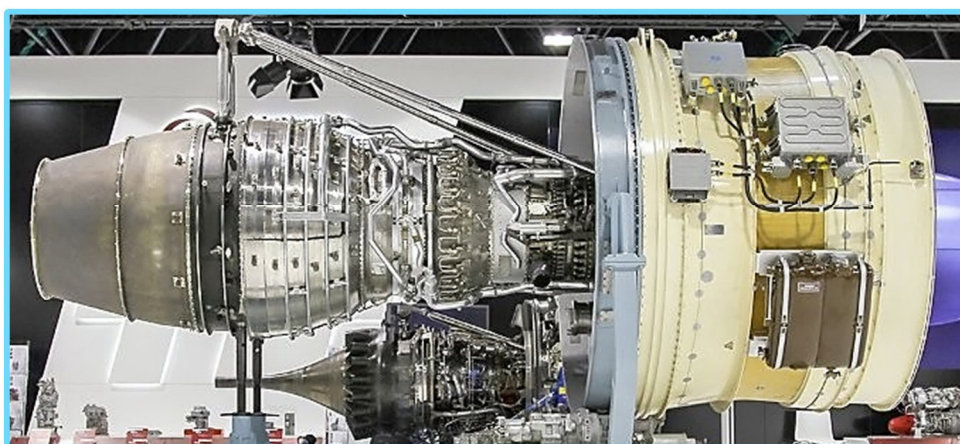


Александр Александрович Иноземцев
род. 1951 год

и Герой России 2023 г.

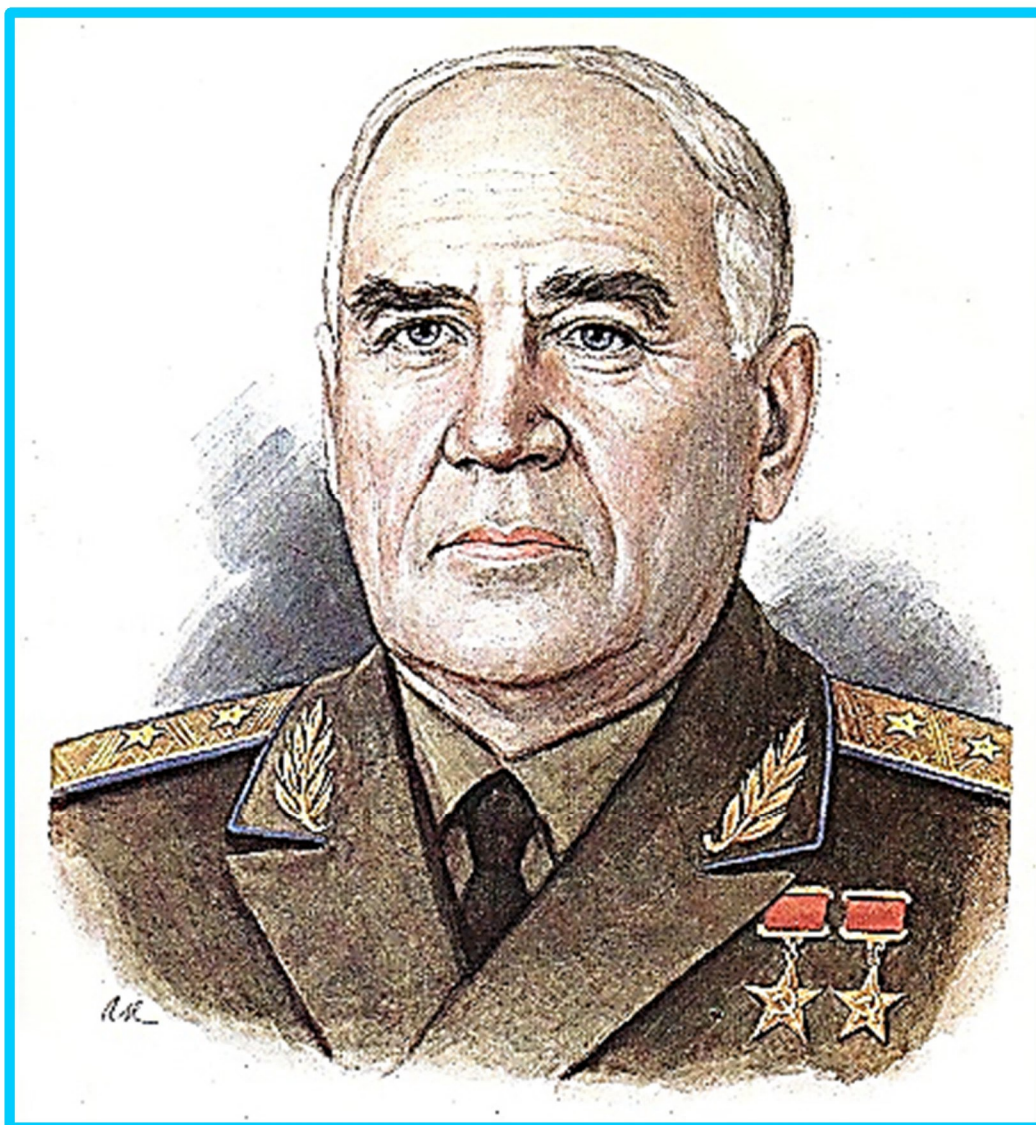
Генеральный конструктор АО «**Авиадвигатель**» (г. Пермь)

Ученик П.А. Соловьёва



ПД-14 — турбо-вентиляторный двигатель
для самолёта **МС-21-300**





Николай Дмитриевич Кузнецов

(1911–1995)

ОКБ КУЗНЕЦОВ

г. Самара

**Конструктор авиационных двигателей
и
ракетных космических двигателей**

« Н.Д. КУЗНЕЦОВ »



Николай Дмитриевич Кузнецов
(1911 – 1995)

Конструктор **авиационных** и **ракетных** двигателей

Кузнецов добился того, что **ракетный двигатель НК-33** без съема со стенда проработал в общей сложности более **четырёх (!) часов**. Для сравнения, расчетное время работы первой ступени американской ракеты Antares, на которой сейчас стоят **НК-33**, составляет **230 секунд**



НК-32 — турбореактивный двигатель двухконтурный трёхвальный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

НК-32 для стратегического ракетоносца **Ту-160**

Николай Кузнецов НК-32



НК-32 — турбореактивный двигатель двухконтурный трёхвальный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

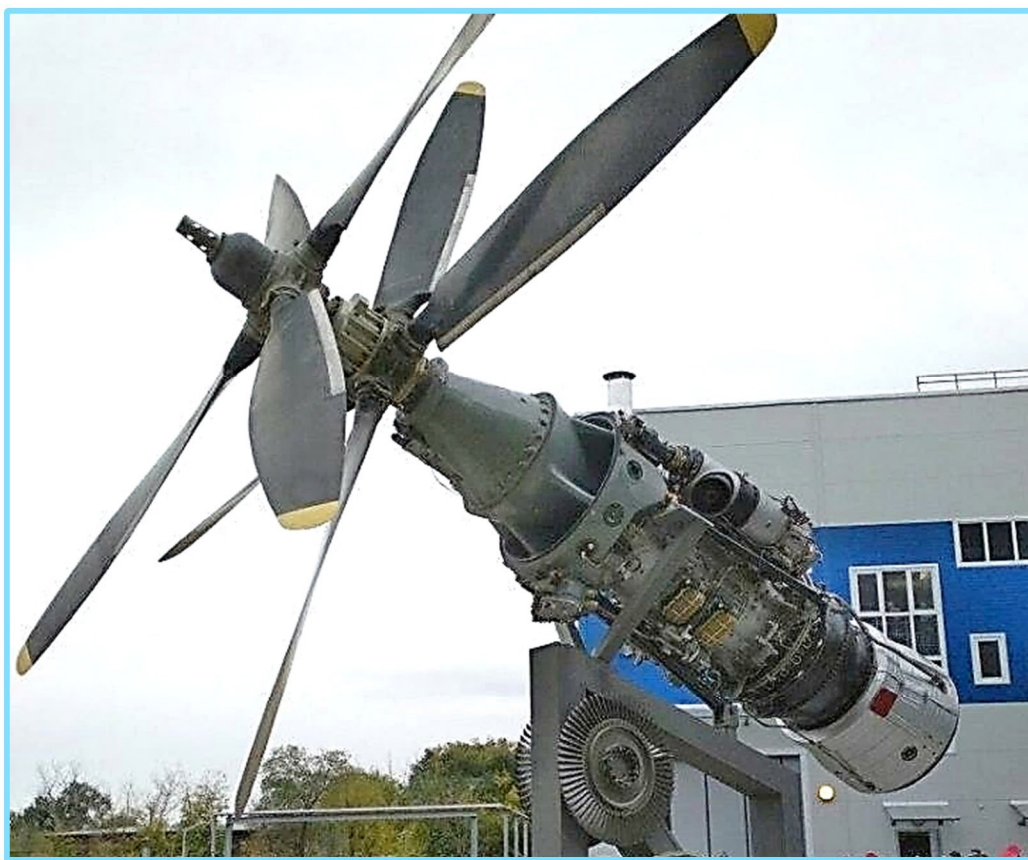
Создан в ОКБ «Кузнецов» (г. Самара 1983 г.)
существенная модернизация в 2016 году

Тяга.....14000 кгс
Тяга на форсаже.....25000 кгс
Удельный расход топлива.....0,72 кг топл./кгс тяги в час

НК-32-02 для стратегического ракетоносца **Ту-160М**



Николай Кузнецов НК-12



НК-12 — турбовинтовой двигатель (ТВД)

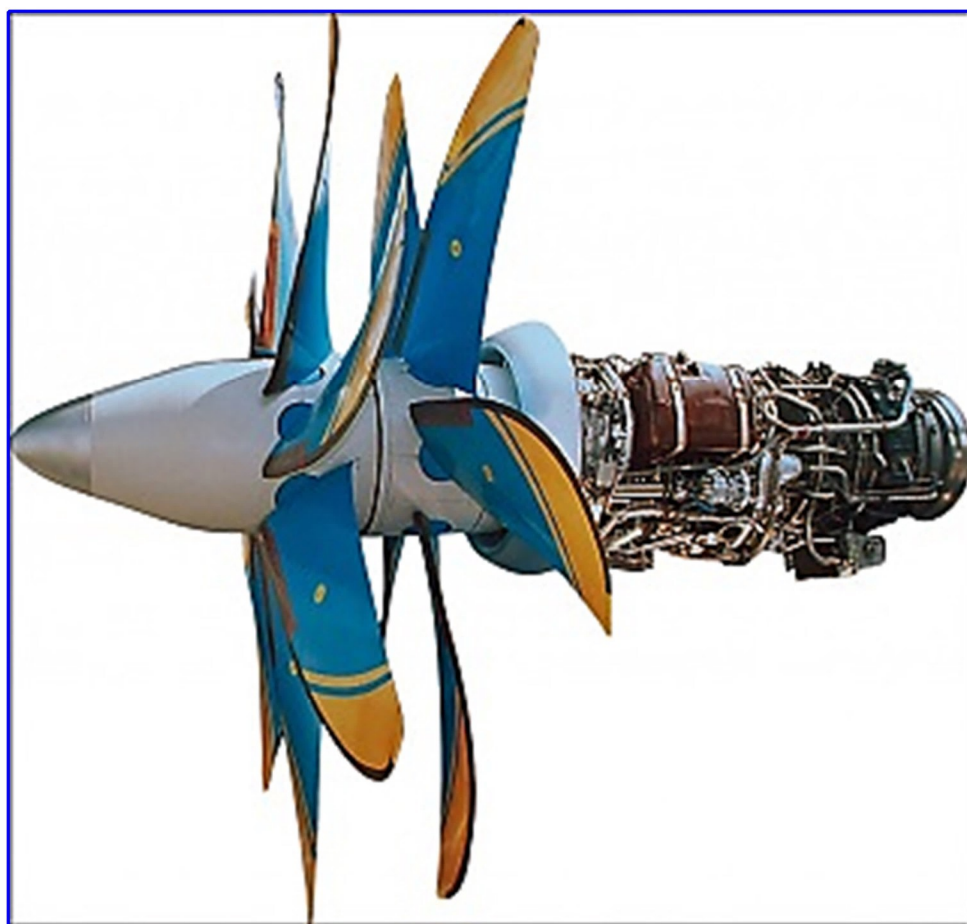
Создан в ОКБ «Кузнецов» (г. Самара 1952 г.)

Самый мощный ТВД в мире: **N = 16 000 л/с**

НК-12 для стратегического ракетоносца **Ту-95**



Николай Кузнецов НК-12



НК-12 — турбовинтовой двигатель (ТВД)

Создан в ОКБ «Кузнецов» (г. Самара 1952 г.)

Самый мощный ТВД в мире: **N = 16 000 л/с**

НК-12 для военно-транспортного **Ан-22 « Антей »**



Николай Кузнецов НК-93

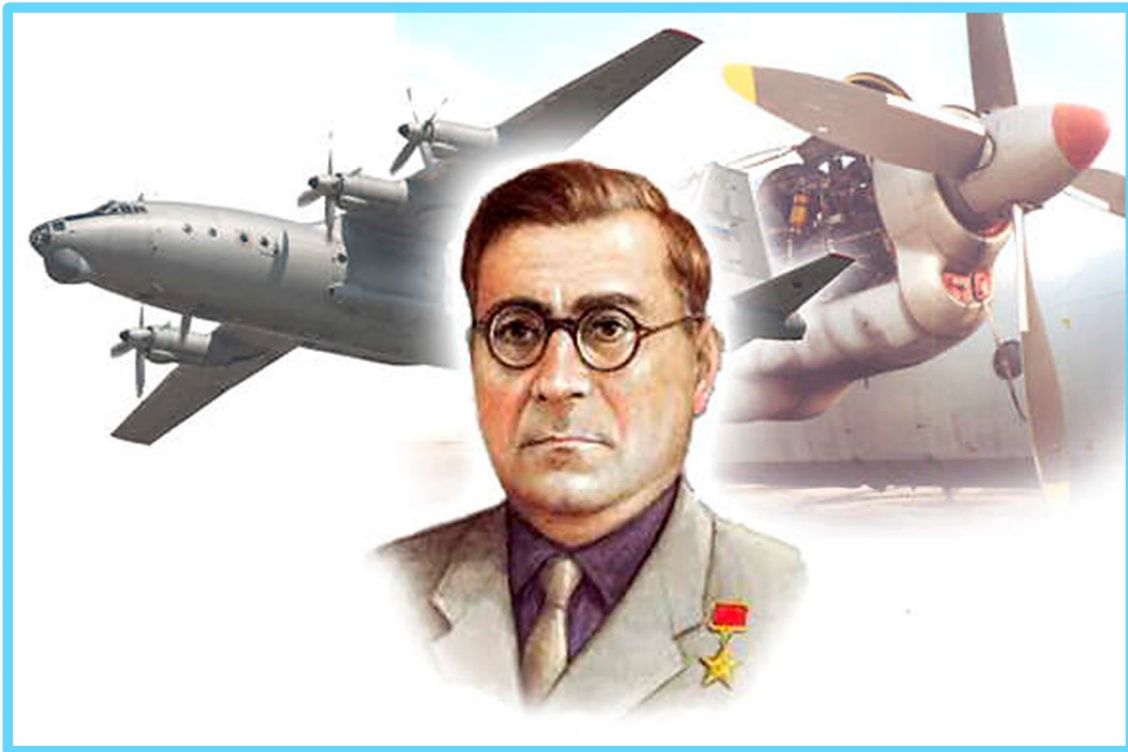


НК-93 — турбо-винто-вентиляторный двигатель (ТВВД) вентилятор закапотирован

Создан в ОКБ «**Кузнецов**» (г. Самара в **2000-х** годах)
модернизация в 2019 году

Степень двухконтурности..... $G_{B2} / G_{B1} = 16,7$
Тяга (заявленная)..... **23 000** кгс
Удельный расход топлива..... **0,49** кг топл./кгс тяги в час
Диаметр на входе..... **2,9** м





Александр Георгиевич Ивченко

(1903–1968)

**Основатель Запорожского
ОКБ « Прогресс »**

г. Запорожье (**Украина 1945** г.)

на Украине было два авиационных Корифея
Олег Антонов и **Александр Ивченко**

Первый создавал Самолёты

Второй Двигатели для них

Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О. Г. Івченка



Основано 5 мая 1945 года

Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» имени академика А. Г. Ивченко



МОТОР СІЧ

Название Завода « **Мотор Сич** » укр. « **Мотор Січ** »
происходит от слова « **Січ** » (**округ, вотчина**)
по исторической аналогии, т.е. « **Запорожская Сечь** »

Запорожская Сечь (укр. **Запорізька Січ**) — название военных и административных центров днепровского казачества с XVI по XVIII век

« **Сечь** » — наименование главного военного лагеря
« **Запорожская** » — по месту их расположения
в низовьях Днепра
южнее труднопроходимых днепровских порогов

« А.Г. ИВЧЕНКО »



Александр Георгиевич Ивченко
(1903 – 1968)

Создатель турбовинтовых двигателей (ТВД)
большого ресурса **АИ-20** и их модификаций



для пассажирских и военно-транспортных самолётов

Ан-8, Ан-12, Ан-24, Ил-18, гидросамолёта **Бе-12** и др.



Ан-12



Ил-18

Александр Ивченко АИ-20



АИ-20 — турбовинтовой двигатель (ТВД)

Разработчик: Запорожское ОКБ «Прогресс»
г. Запорожье (Украина 1961 г.)

АИ-20 для пассажирских **Ан-24** **Ил-18**
и самолётов ВВС: **Ан-8** **Ан-12** **Ил-38** **Бе-12**



Ан-12 «Антон»

« В.А. ЛОТАРЁВ »



Владимир Алексеевич Лотарёв
(1914 – 1994)

Генеральный конструктор ОКБ имени **А.Г. Ивченко**

Под руководством **В.А. Лотарева** разработана концепция советских **трёхвальных** турбореактивных двигателей **большой двухконтурности** серии **Д-36**

ТРДД – турбо-**Реактивный** двигатель Двухконтурный
если степень двухконтурности **$G_2 / G_1 > 2$** называют

ТВРД – турбо-**Вентиляторный** реактивный двигатель



Д-36 – первый отечественный **ТВРД** (1975 г.)

Турбо-Вентиляторные двигатели ЛОТАРЁВА



Д-436-148



Ан-148



Д-436-ТП



Бе-200



Д-18-Т



Ан-124 « Руслан »

Владимир Лотарёв Д-36



Д-36 – первый отечественный **ТВРД**
турбо-вентиляторный реактивный двигатель

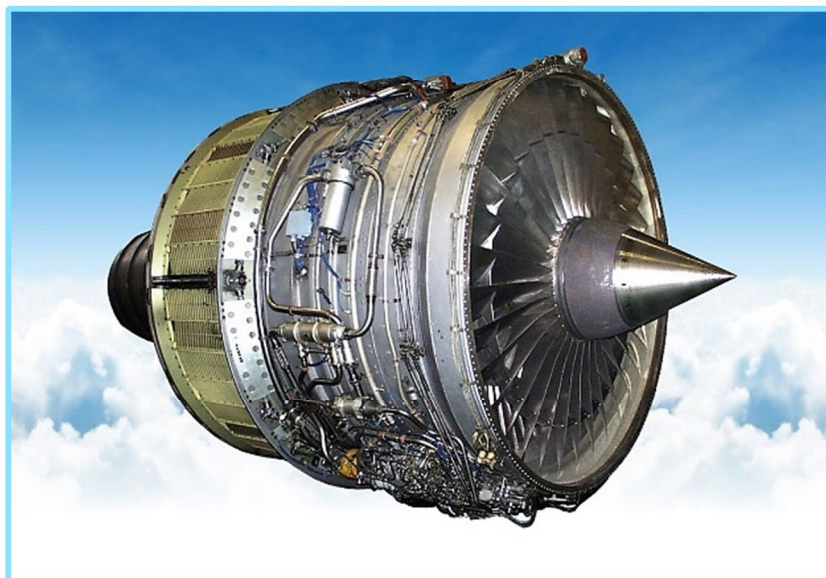
Генеральный конструктор **В.А. Лотарёв**

Запорожское машиностроительное конструкторское бюро
«**Прогресс**» имени академика А. Г. Ивченко
Производство: «**Мотор Сич**» г. Запорожье (**Украина**)
Двигатель создан в **1975** году

Д-36 для самолёта **Як-42**



Владимир Лотарёв Д-18-Т



Д-18-Т — турбо-вентиляторный реактивный двигатель (ТВРД)

Разработчик Запорожское ОКБ «**Прогресс**»
г. Запорожье (**Украина**) в **1980-х** годах

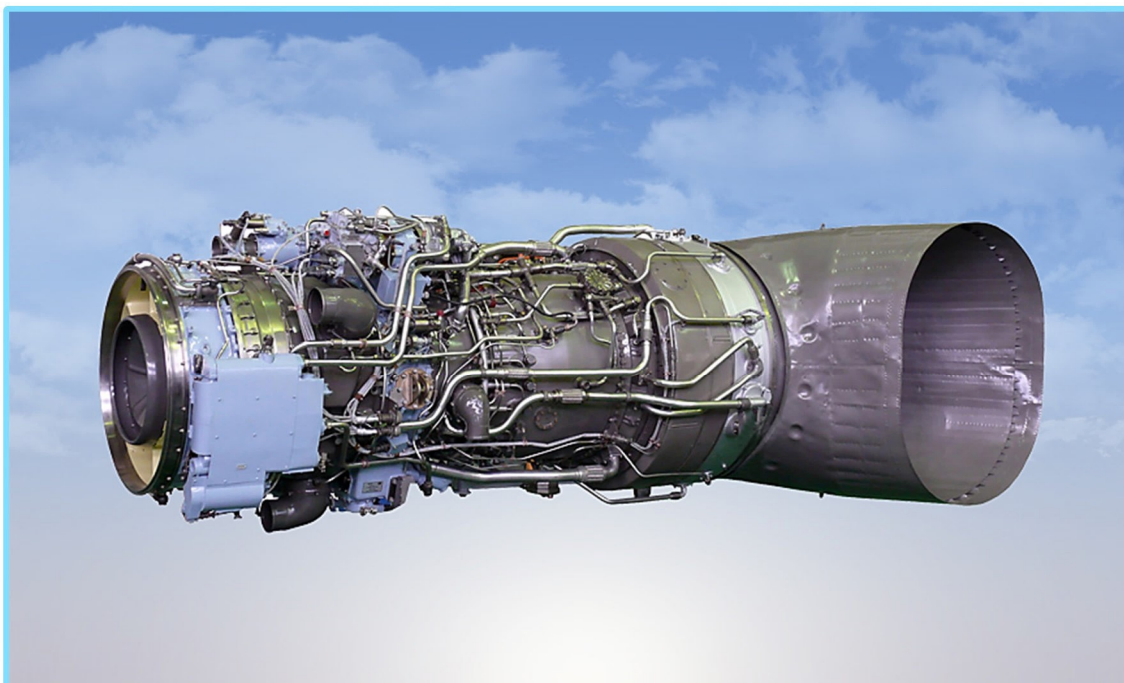


Два x 2 **Д-18-Т** для **Ан-124 «Руслан»**



Три x 2 **Д-18-Т** для **Ан-225 «Мрия»**

Александр Ивченко АИ-136



АИ-136 — турбовальный двигатель (ТВд)

Разработчик Запорожское ОКБ «Прогресс»
г. Запорожье (Украина) 1980-е годы

АИ-136 для вертолётa **Ми-26**



Владимир Лотарёв Д-27



Д-27 — турбо-винто-вентиляторный двигатель (ТВВД) для самолёта **Ан-70**

Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» имени академика А. Г. Ивченко
Производство «Мотор Сич» г. Запорожье (Украина)
Двигатель создан в 2000-х годах

Степень двухконтурности..... $G_2 / G_1 = 30$
Мощность (взлётная)..... 14 000 л.с.
Удельный расход топлива..... 0,170 кг топл./л.с. в час
Диаметр винтовентилятора..... 4,5 м

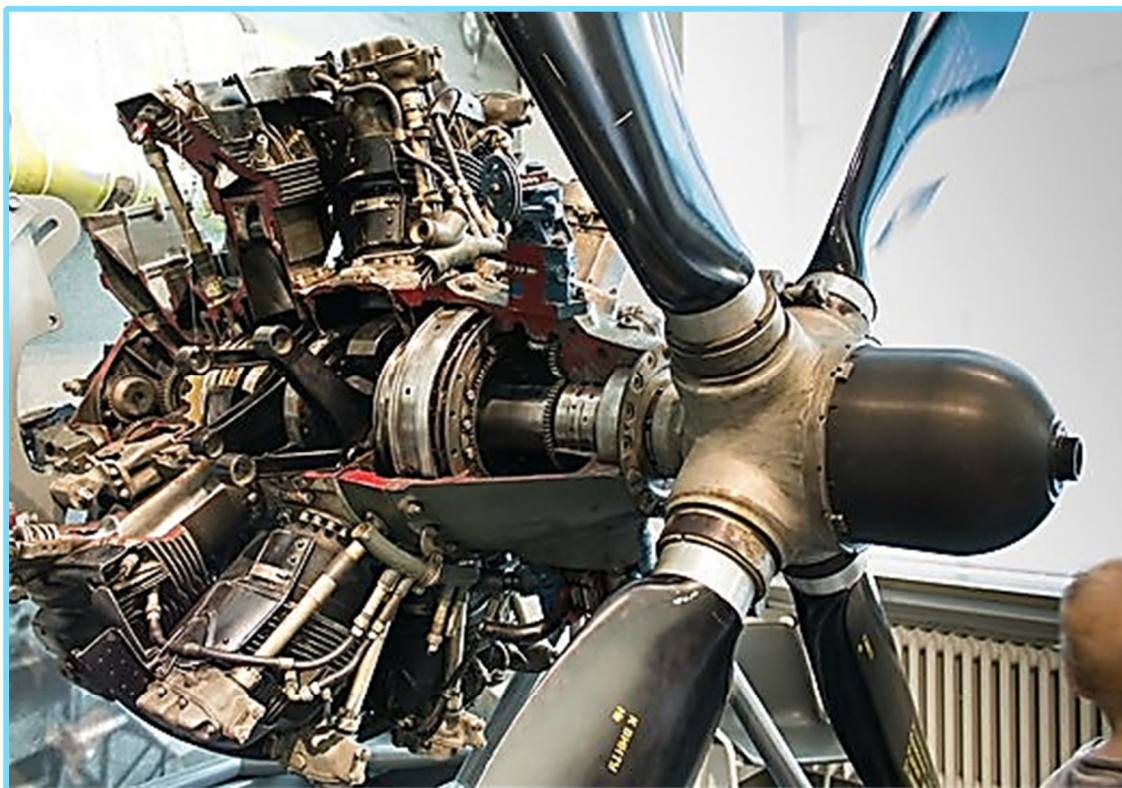
Д-27 для самолёта **Ан-70**



ПЕСНЯ ТУРБИН

ПОРШНЕВЫЕ авиационные двигатели

Аркадий Швецов АШ-62



звёздообразный **9** цилиндровый поршневой двигатель
Разработан в **1938** году

Устанавливается на самолёте **Ан-2** с **1947** года

Объём цилиндров.....**29,87** л

Мощность....**1000** л.с..

АШ-62 для самолёта **Ан-2**





Ан-2 « Аннушка »

Первый полёт 31 августа 1947 г. (НАЗ г. Новосибирск)

Производство: серийный завод «Антонов» (г. Киев)

Конструкция: расчалочный биплан, трёхопорное шасси

Двигатель: **АШ-62** – поршневой винтовой бензиновый
с воздушным охлаждением
Мощность **1000** л/с

Экипаж.....**2** человека

Пассажиров...**12** человек

Максимальная коммерческая нагрузка.....**1500** кг

Летные данные:

Максимальная скорость...**250** км/ч

Посадочная скорость.....**80** км/ч

Длина разбега.....**150** м

Практический потолок...**4500** м

Дальность полета.....**900** км

Ан-2 – используется:

- **ВВС России:** военно-транспортный, десантный
- **Авиакомпаний:** грузовой, пассажирский
- **ДОСААФ:** учебный, спортивный
- **МЧС России:** санитарный, лесоохрана,

Песенка про Ан-2 или Марш Кукурузника

Среди летающих по небу железяк,
Есть в мире друг, надежный и не грустный,
Способный невозможное в реальность превращать,
Забавно прозванный народом – «Кукурузник».

Хоть все давно летают на слонах,
И переводят мили в километры,
Затяжелите винт ✈️ хвостом летим вперед,
С обратной путевоЙ, при встречном ветре.

А за пятнадцатым шпангоутом ждет маленький секрет,
С лекарством от тоски, хандры и гриппа,
А под капотом притаилась ровно **ТЫЩА** лошадей,
И карбюратор «перевёрнутого типа».

Бипланчик маленький над городом с утра,
Летит и тарыхтит, как та лошадка,
Но, если дать ему команду: «**От винта!**»,
Так это - правая боксёрская перчатка.

Летать на метре, опылять и истреблять,
По шестьдесят полетов - успевай заправить:
«Простите, если на восходе разбудят –
На истребители глушители - не ставят».

Виват! Всем тем, кто вылетал и кто с утра...
Виват! Всем тем, кто знал команду « **от ВИНТА** »,
За карбюратор «перевёрнутого типа!»,
«За истребителей!» Ура! Ура! Ура!

Автор: Антуан Брей ✈️ род. 26 июня. Выпускник МГТУ ГА



« ОТ ВИНТА »



Аркадий Швецов АШ-82



звёздообразный **7** цилиндровый поршневой двигатель

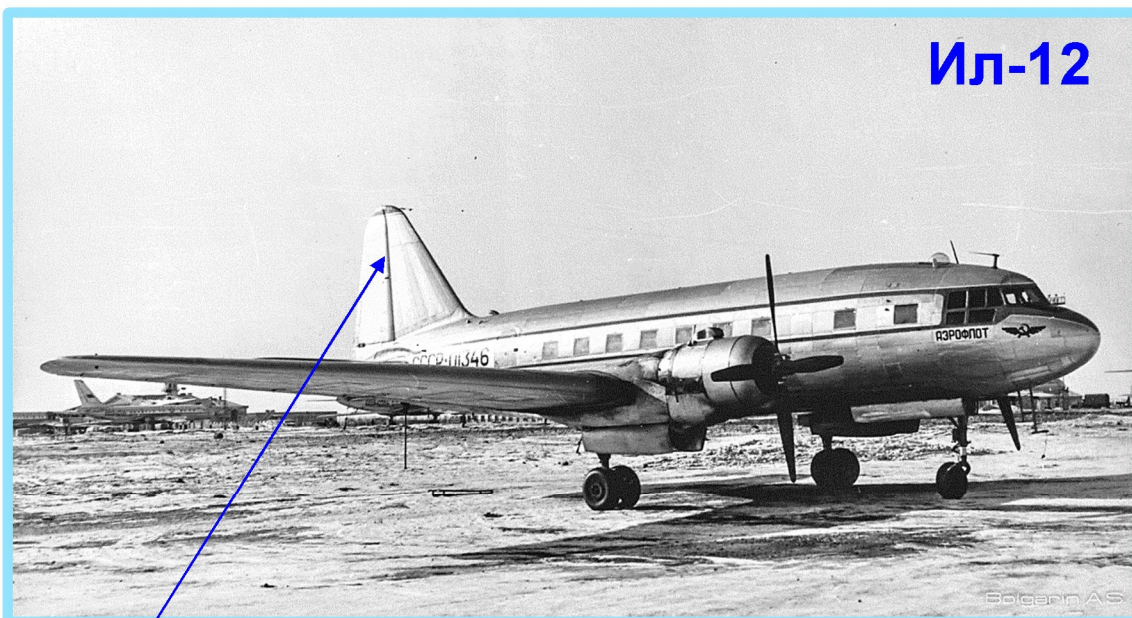
Устанавливался на самолёте **Ил-14** (**1947** – **2005** г.г)

Объём цилиндров.....**41,2** л

Мощность....**1700** л.с..

АШ-82 для самолёта **Ил-14**





Ил-12

**Разные
кили**

Два поршневых двигателя **АШ-82ФН**
Мощность 2 × **1850** л.с.

Первый полёт **15 августа 1945 г.**
Экспл. **1947....1968 г.**



Ил-14

Два поршневых двигателя **АШ-82Т**
Мощность 2 × **1950** л.с.

Первый полёт **13 июля 1950 г.**
Экспл. **1954.....2005 г.**

ТРД
Турбо-Реактивные Двигатели
(одноконтурные)

Владимир Климов ВК-1Ф



ВК-1Ф – первый советский турбореактивный двигатель

Компрессор – центробежный

Камера сгорания – 9 индивидуальных жаровых труб

Газовая турбина – осевая одноступенчатая

Форсажная камера сгорания

Реактивное сопло

Степень повышения давления воздуха.....**4,5**

Расход воздуха.....**48,2** кг/с

Тяга.....**2650** кгс

Удельный расход топлива.....**1,091** кг топл./кгс тяги в час

Первый реактивный самолёт **МиГ-15** с ТРД **ВК-1Ф**

принят на вооружение в **1949** году



Архип Люлька АЛ-7Ф



АЛ-7Ф — турбореактивный двигатель одноконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДФ)

Разработчик: ОКБ имени **А.М. Люльки** (г. Москва **1953** г.)

Компрессор – осевой (9 ступеней)

Камера сгорания – трубчато-кольцевая, прямоточная

Газовая турбина – осевая 2-х ступенчатая

Степень повышения давления воздуха.....**9,5**

Температура газов на турбине.....**1170** К

Расход воздуха.....**115** кг/с

Тяга.....**6700** кгс

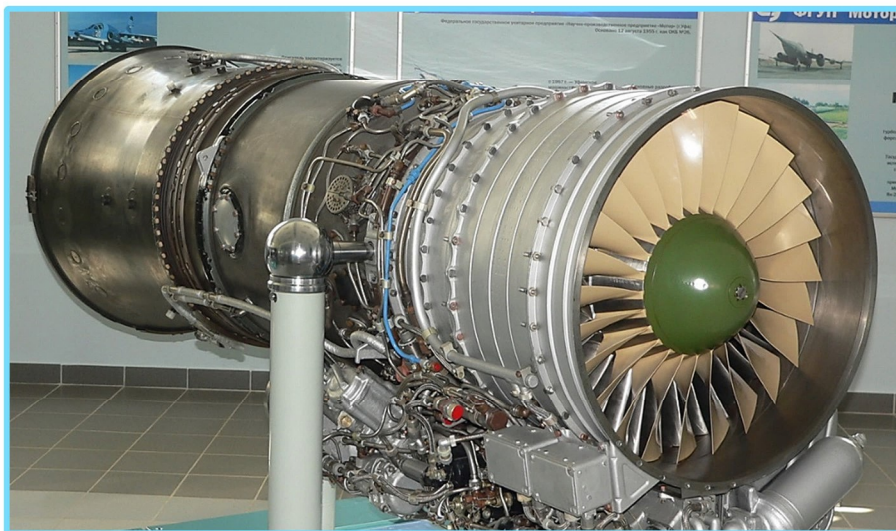
Тяга на форсаже.....**9800** кгс

Удельный расход топлива.....**0,99** кг топл./кгс тяги в час

АЛ-7Ф-2 для самолёта **Ту-128**



Р-11Ф-300



Р-11Ф-300 — турбореактивный одноконтурный
двухвальный двигатель с форсажной камерой сгорания
(ТРДФ) (г. Москва **1958** г.)

Автор проекта: **А.А. Микулин**

Руководитель проекта: **С.К. Туманский**

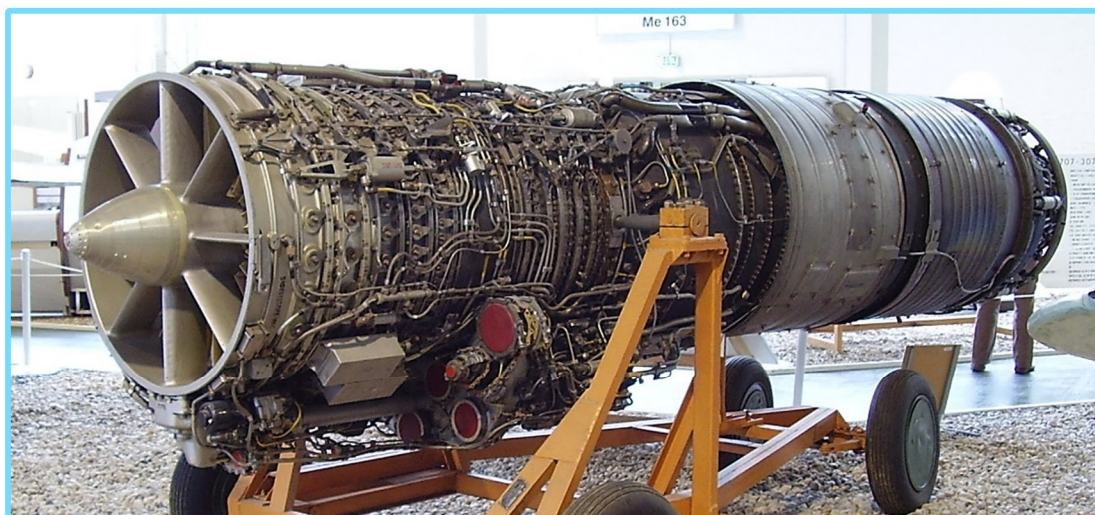
Заводская доработка: **Н.Г. Мецхерашвили**

Степень повышения давления воздуха.....**9**
Температура газов на турбине.....**1180** К
Расход воздуха.....**65** кг/с
Тяга.....**3800** кгс
Тяга на форсаже.....**5700** кгс
Удельный расход топлива.....**1,0** кг топл./кгс тяги в час

Р-11Ф-300 для истребителя-перехватчика **Су-15**



Архип Люлька АЛ-21Ф



АЛ-21Ф – турбореактивный двигатель одноконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДФ)

Разработчик: ОКБ имени **А.М. Люльки** (г. Москва **1967** г.)

Компрессор – осевой (14 ступеней)

Камера сгорания – трубчато-кольцевая, прямоточная

Газовая турбина – осевая 3-х ступенчатая

Степень повышения давления воздуха.....**15**

Температура газов на турбине.....**1370** К

Расход воздуха.....**90** кг/с

Тяга.....**7800** кгс

Тяга на форсаже.....**11250** кгс

Удельный расход топлива.....**0,76** кг топл./кгс тяги в час

АЛ-21Ф-3А для самолёта **Су-24М**



ТРДД
Турбо-Реактивные Двигатели
Двухконтурные

Архип Люлька АЛ-31Ф



Коробка агрегатов
вверху

АЛ-31Ф – турбореактивный двигатель двухконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

Разработчик: ОКБ имени **А.М. Люльки** (г. Москва **1981** г.)

Компрессор – осевой, двухвальный (13 ступеней):

КНД – 4 ступеней, КВД – 9 ступеней

Камера сгорания – кольцевая, прямоточная

Газовая турбина – осевая 2-х ступенчатая

ТВД – 1 ступень, ТНД – 1 ступень

Степень повышения давления воздуха.....**23**

Температура газов на турбине.....**1650** К

Расход воздуха.....**112** кг/с

Тяга.....**7700** кгс

Тяга на форсаже.....**12500** кгс

Удельный расход топлива.....**0,67** кг топл./кгс тяги в час

АЛ-31Ф для самолёта **Су-27**



Архип Люлька АЛ-31Ф-М1



АЛ-31Ф-М1 – турбореактивный двигатель двухконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

Разработчик: ОКБ имени **А.М. Люльки** (г. Москва **2007** г.)

Компрессор – осевой, двухвальный (13 ступеней):
КНД – 4 ступеней, КВД – 9 ступеней

Камера сгорания – кольцевая, прямоточная

Газовая турбина – осевая 2-х ступенчатая

ТВД – 1 ступень, ТНД – 1 ступень

Степень повышения давления воздуха.....**24**

Температура газов на турбине.....**1675** К

Расход воздуха.....**116** кг/с

Тяга.....**8250** кгс

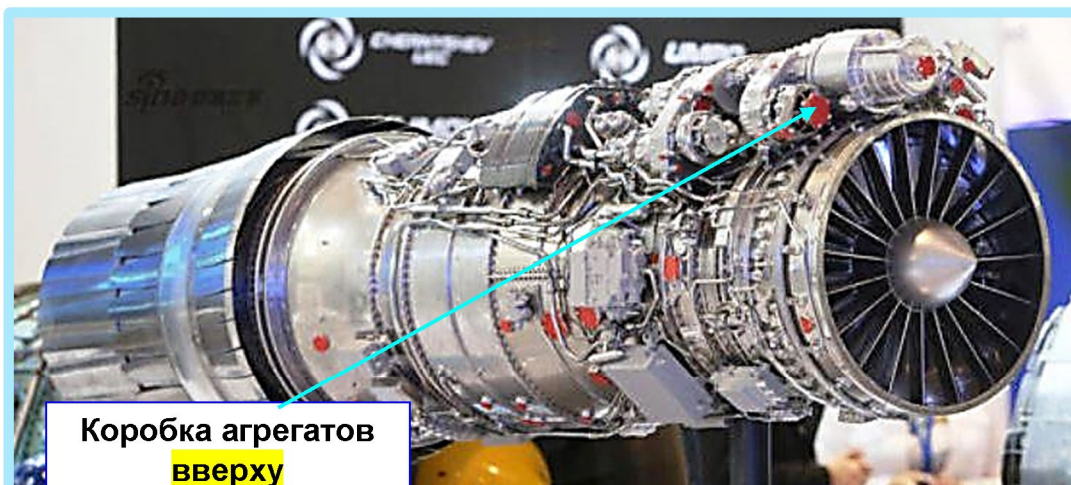
Тяга на форсаже.....**13500** кгс

Удельный расход топлива.....**0,7** кг топл./кгс тяги в час

АЛ-31Ф-М1 для самолёта **Су-34**



Архип Люлька АЛ-41Ф



Коробка агрегатов
вверху

АЛ-41Ф – турбореактивный двигатель двухконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

Разработчик: ОКБ имени **А.М. Люльки** (г. Москва **2010** г.)

Компрессор – осевой, двухвальный (13 ступеней):
КНД – 4 ступеней, КВД – 9 ступеней

Камера сгорания – кольцевая, прямоточная

Газовая турбина – осевая 2-х ступенчатая

ТВД – 1 ступень, ТНД – 1 ступень

Степень повышения давления воздуха.....**26**

Температура газов на турбине.....**1750** К

Расход воздуха.....**120** кг/с

Тяга.....**8800** кгс

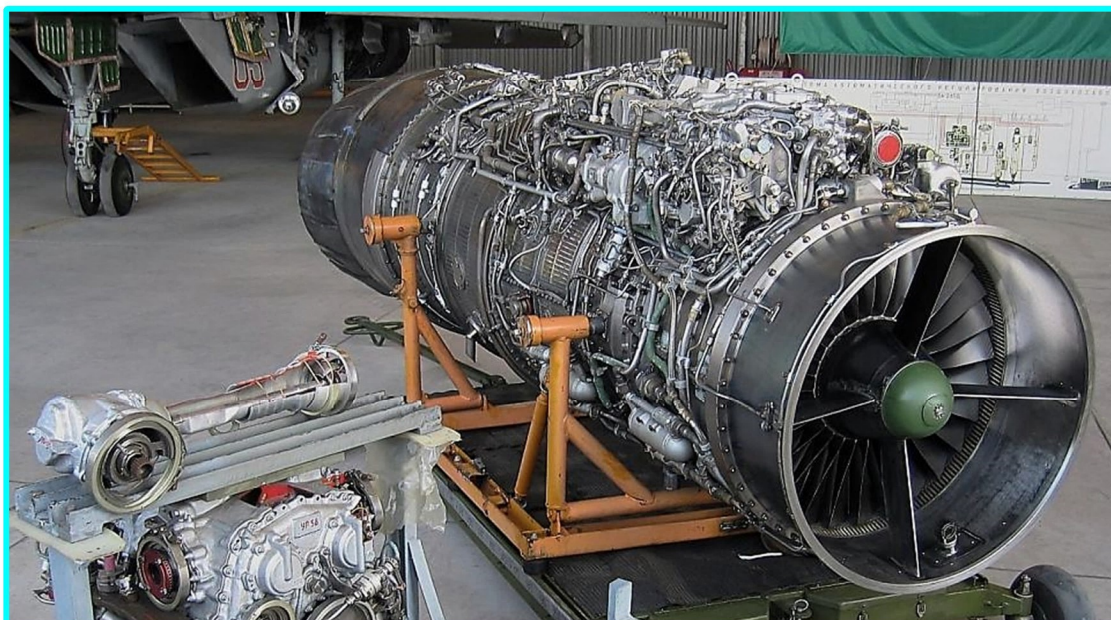
Тяга на форсаже.....**14000** кгс

Удельный расход топлива.....**0,77** кг топл./кгс тяги в час

АЛ-41Ф для самолёта **Су-57**



РД-33



РД-33 — турбореактивный двигатель двухконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

Разработчик: ОКБ имени **В.Я. Климова**
г. Санкт-Петербург (**1981** г.)

Руководители проекта:

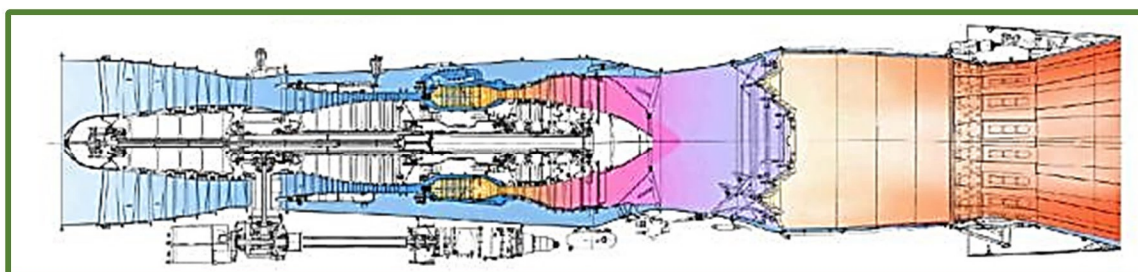
С.П. Изотов и **В.В. Старовойтенков**

Степень повышения давления воздуха.....**22**
Температура газов на турбине.....**1550** К
Расход воздуха.....**77** кг/с
Тяга.....**5400** кгс
Тяга на форсаже.....**8800** кгс
Удельный расход топлива.....**0,77** кг топл./кгс тяги в час

РД-33 для истребителя **МиГ-29**



Павел Соловьёв Д-30Ф6



Д-30Ф6 — турбореактивный двигатель двухконтурный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

Генеральный конструктор: **П.А. Соловьёв**

Серийно производился: НПО «**Сатурн**» (1974 г.)
Ярославская область г. Рыбинск на берегу реки Волги

Тяга.....**9500** кгс
Тяга на форсаже.....**15500** кгс
Удельный расход топлива.....**0,72** кг топл./кгс тяги в час

Д-30Ф6 для истребителя-перехватчика **МиГ-31**



Николай Кузнецов НК-32



НК-32 — турбореактивный двигатель двухконтурный трёхвальный с форсажной камерой сгорания (ТРДДФ)

Создан в ОКБ «Кузнецов» (г. Самара **1983** г.)
существенная модернизация в 2016 году

Тяга.....**14000** кгс
Тяга на форсаже.....**25000** кгс
Удельный расход топлива.....**0,72** кг топл./кгс тяги в час

НК-32-02 для стратегического ракетоносца **Ту-160М**



Павел Соловьёв Д-30КУ



Д-30КУ — турбореактивный двигатель двухконтурный
(ТРДД)

Генеральный конструктор: **П.А. Соловьёв**

Серийно производится: НПО «Сатурн» (1970 г.)
Ярославская область г. Рыбинск на берегу реки Волги

Тяга крейсерская.....**2865** кгс
Удельный расход топлива.....**0,71** кг топл./кгс тяги в час

Д-30КУ-154 2-ой серии для **Ту-154М**



ТВРД
Турбо-Вентиляторные
Реактивные Двигатели

Владимир Лотарёв Д-36



Д-36 – первый отечественный (**ТВРД**)
турбо-вентиляторный двигатель

Генеральный конструктор **В.А. Лотарёв**

Запорожское машиностроительное конструкторское бюро
«**Прогресс**» имени академика А. Г. Ивченко
Производство «**Мотор Сич**» г. Запорожье (**Украина**)
Двигатель создан в **1975** году

Д-36 – первый отечественный **ТВРД** для **Як-42**



Турбо-Вентиляторные двигатели ЛОТАРЁВА



Д-436-148



Ан-148



Д-436-ТП



Бе-200

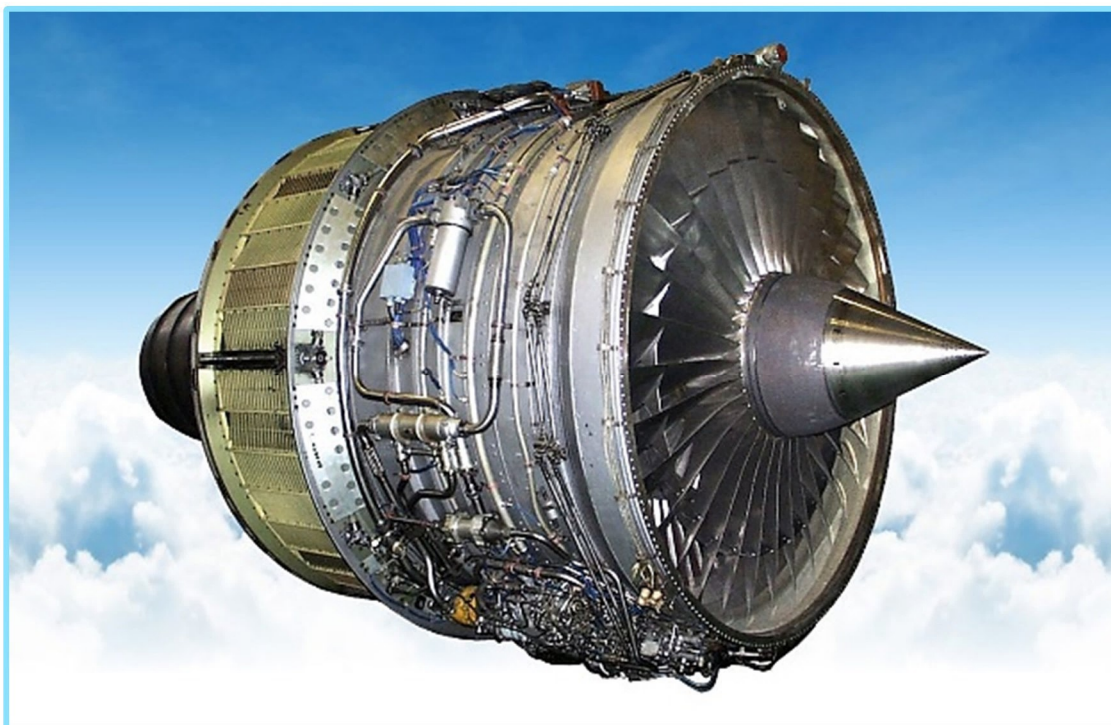


Д-18-Т



Ан-124 « Руслан »

Владимир Лотарёв Д-18-Т



Д-18-Т — турбо-вентиляторный двигатель

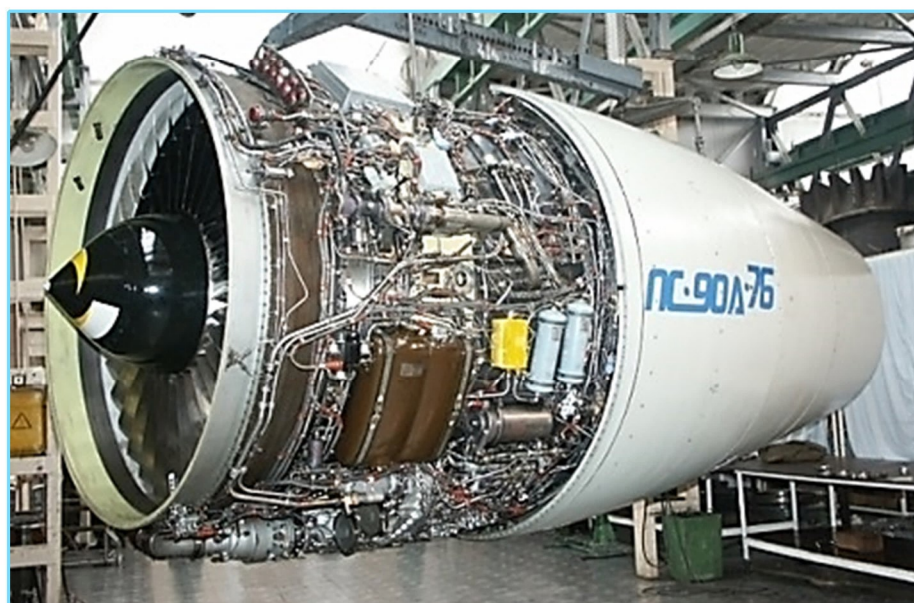
Разработчик Запорожское ОКБ «**Прогресс**»
г. Запорожье (Украина) **1980-е** годы

Д-18-Т для **Ан-124 « Руслан »** и **Ан-225 « Мрія »**



Ан-225 « Мрія »

Павел Соловьёв ПС-90Д-76



ПС-90 —турбо-вентиляторный двигатель

Разработчик: АО «**Авиадвигатель**» (г. Пермь 1980-е годы)
Производство: АО «**Пермские моторы**» (с 1990-х годов)

Степень двухконтурности..... **$G_2/G_1 = 4,5$**

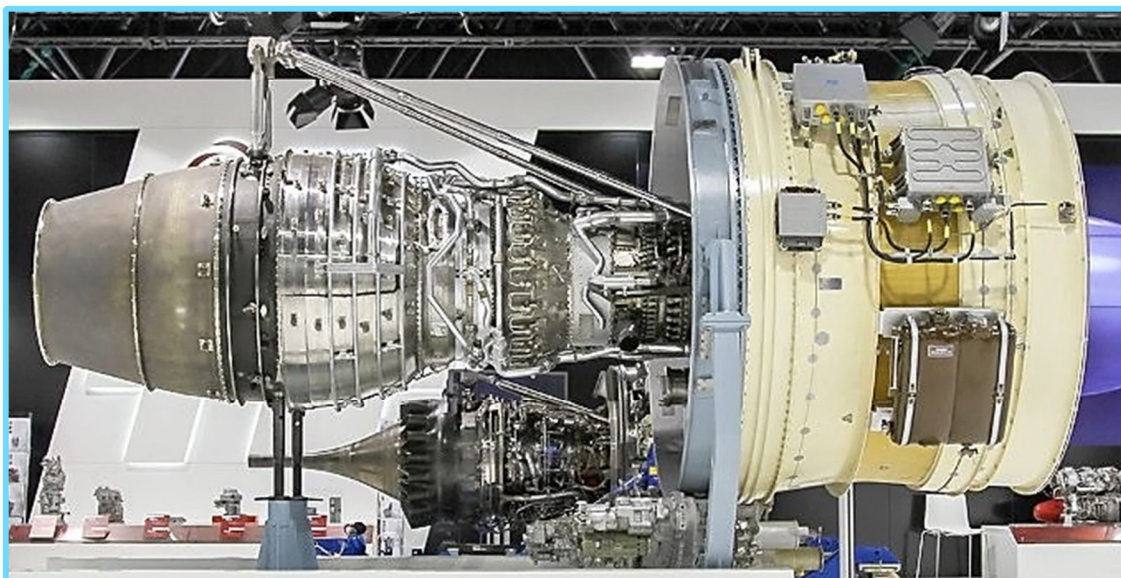
Тяга..... **16 000** кгс

Удельный расход топлива..... **0,6** кг топл/кгс тяги в час



Ил-76МД с двигателями **ПС-90А-76**

Пермский Двигатель ПД-14



ПД-14 — турбо-вентиляторный двигатель

ПД-14 – первый отечественный двигатель **5-го поколения**

ПД-14 – ТВРД - базовый двигатель для семейства ПД
с тягой **8000** кгс, **14000** кгс, **35000** кгс

Генеральный конструктор **Александр Иноземцев**
– ученик **П.А. Соловьёва**

Головной разработчик: АО «Авиадвигатель» (г. Пермь)
Серийно производится АО «Пермские моторы» (2015 г.)

Степень двухконтурности..... $G_{B2} / G_{B1} = 8,5$

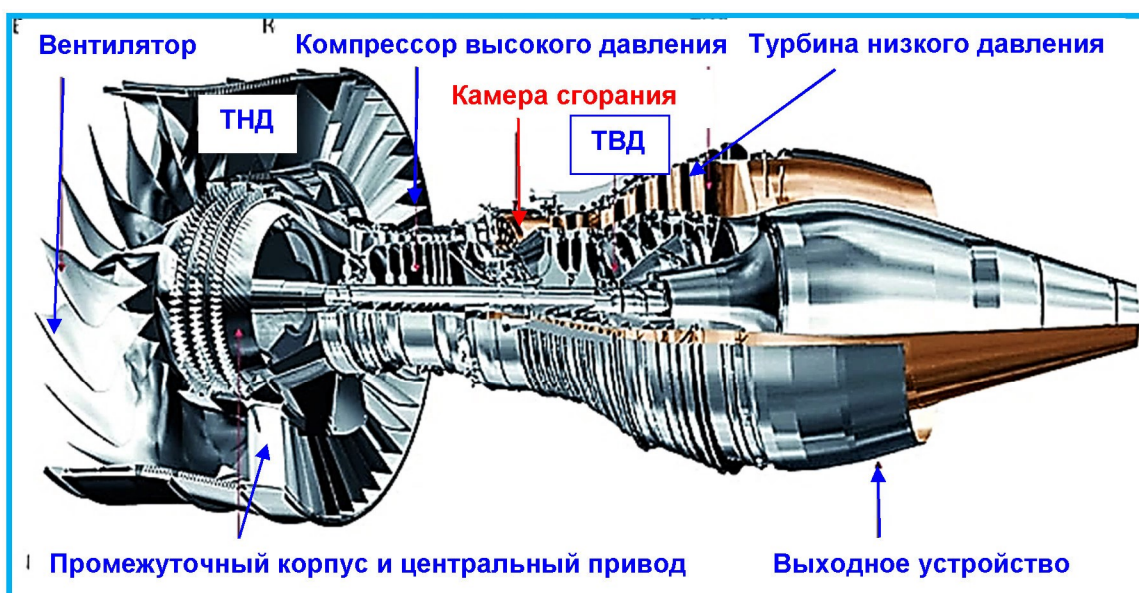
Тяга..... **14 000** кгс

Удельный расход топлива..... **0,53** кг топл./кгс тяги в час

ПД-14 для самолёта **МС-21-300**



Пермский Двигатель ПД-8



ПД-8 — турбо-вентиляторный реактивный двигатель (ТВРД) на базе **ПД-14**

Головной разработчик: АО «Авиадвигатель» (г. Пермь)
Производитель АО «Пермские моторы» (2018 г)

Тяга (заявленная).....**8000** кгс

Удельный расход топлива.....**0,51** кг топл./кгс тяги в час

Пермский Двигатель **ПД-8**
для самолёта **Sukhoi Superjet 100 SSJ-100**



Пермский Двигатель ПД-35



ПД-35 — турбо-вентиляторный реактивный двигатель (ТВРД) на базе **ПД-14**

Головной разработчик: АО «Авиадвигатель» (г. Пермь)
Производитель АО «Пермские моторы» (с 2016 г)

Тяга (заявленная).....**35 000** кгс
Удельный расход топлива.....**0,55** кг топл./кгс тяги в час
Диаметр на входе.....**3,1** м

Пермский Двигатель **ПД-35**
для (проект) самолёта **С – China, R – Russia CR-929**



ТВД

Турбо-Винтовые Двигатели

Александр Ивченко АИ-20



АИ-20 — турбовинтовой двигатель (ТВД)

Разработчик: Запорожское ОКБ «Прогресс»
г. Запорожье (Украина 1961 г.)

АИ-20 для пассажирских **Ан-24** **Ил-18**
и самолётов ВВС: **Ан-8** **Ан-12** **Ил-38** **Бе-12**



Ан-12 «Антон»

Николай Кузнецов НК-12



НК-12 — турбовинтовой двигатель (ТВД)
Создан в ОКБ «Кузнецов» (г. Самара 1952 г.)
Самый мощный ТВД в мире: **N = 16 000 л/с**

НК-12 для стратегического ракетоносца **Ту-95**



ТВ7-117С



ТВ7-117С — турбовинтовой двигатель (ТВД)

Разработчик: ОКБ имени **В.Я. Климова**
г. Санкт-Петербург 1980-е годы
существенная модернизация **2015** г.

Руководитель проекта: **А.А. Саркисов**

ТВ7-117 СТ-01 для самолёта **Ил-114-300**



Владимир Климов ВК-800 С



ВК-800 С — турбовинтовой двигатель (ТВД)

Мощность взлётная... **800** л.с.

Разработчик: ОКБ имени **В.Я.Климова**
г. Санкт-Петербург **2018** г.

Производство:

« **Уфимский моторостроительный завод** »

ВК-800 С для лёгких самолётов типа **Ан-2**



Л-410

ТВВД
Турбо-ВинтоВентиляторные
Двигатели

Николай Кузнецов НК-93



НК-93 — турбо-винто-вентиляторный двигатель (ТВВД) вентилятор закапотирован

Создан в ПАО «Кузнецов» (г. Самара в 2000-х годах) модернизация в 2019 году

Степень двухконтурности..... $G_{B2} / G_{B1} = 16,7$
Тяга (заявленная)..... **23 000** кгс
Удельный расход топлива..... **0,49** кг топл./кгс тяги в час
Диаметр на входе..... **2,9** м



**Лётно-исследовательский институт
им. М.М. ГРОМОВА
летающая лаборатория**

ИЛ-76 ЛЛ



НК-93 — турбо-винто-вентиляторный двигатель
Создан в ПАО «Кузнецов» (г. Самара в 2000-х годах)
модернизация в 2019 году



Д-27 — турбо-винто-вентиляторный двигатель
Запорожское машиностроительное конструкторское бюро
«Прогресс» имени академика А. Г. Ивченко
Производство «Мотор Сич» г. Запорожье (Украина)
двигатель создан в 2000-х годах

Владимир Лотарёв Д-27



Д-27 — турбо-винто-вентиляторный двигатель (ТВВД) для самолёта **Ан-70**

Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «**Прогресс**» имени академика А. Г. Ивченко
Производство «**Мотор Сич**» г. Запорожье (**Украина**)
Двигатель создан в **2000-х** годах

Степень двухконтурности..... **$G_2 / G_1 = 30$**
Мощность (взлётная)..... **14 000** л.с.
Удельный расход топлива..... **0,170** кг топл./л.с. в час
Диаметр винтовентилятора..... **4,5** м

Д-27 для военно-транспортного самолёта **Ан-70**



Europrop International TP400



TP400 — турбо-винто-вентиляторный двигатель (ТВВД) для самолёта **Airbus A400**

Разработан и произведён: Europrop International (2005 г.)
Европроп Интернэшнл

Степень двухконтурности..... $G_2 / G_1 > 20$

Мощность (взлётная)..... **11 000** л.с.

Удельный расход топлива..... **0,160** кг топл./л.с. в час

Диаметр винтовентилятора..... **5,334** м

TP400 для военно-транспортного самолёта **A400**



Airbus A400 Atlas (ВВС Великобритании)

General Electric GE36



GE36 — турбо-винто-вентиляторный двигатель
(ТВВД) для самолёта **McDonnell Douglas MD-81**

Особенность конструкции:

Лопастни винта расположены не перед компрессором,
а в задней части двигателя

Разработан и произведён: General Electric Aircraft (**1989** г.)
Дженерал Электрик Аиркрафт

Степень двухконтурности..... **$G_2 / G_1 > 30$**
Мощность (взлётная)..... **11 100** л.с.
Удельный расход топлива..... **0,140** кг топл./л.с. в час
Диаметр винтовентилятора..... **3,250** м

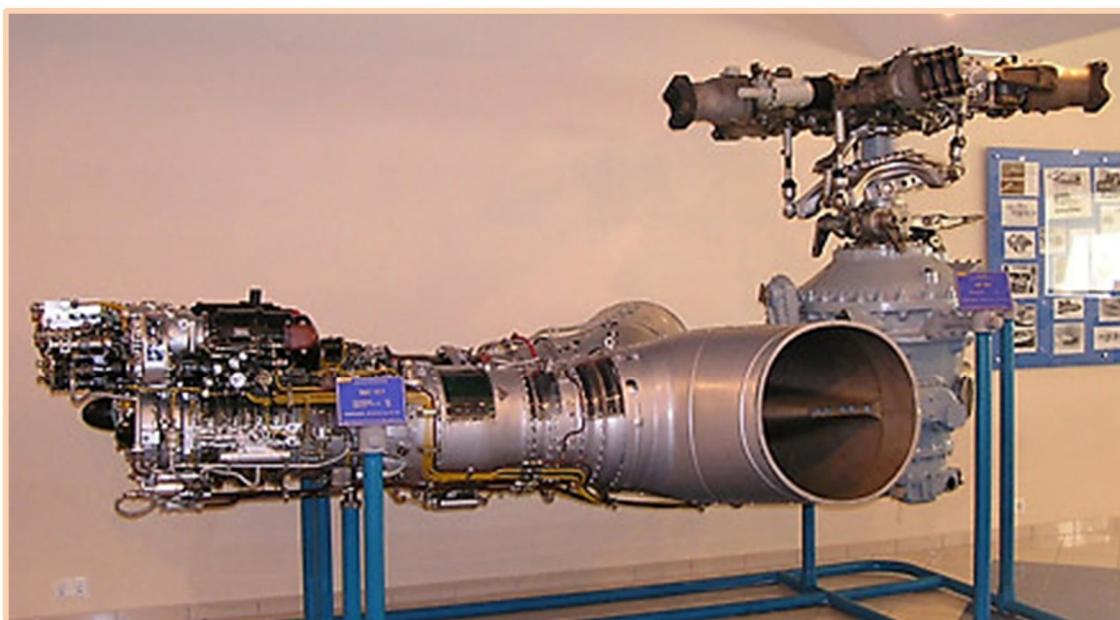
McDonnell Douglas была крупной аэрокосмической
компанией США, образованной в результате слияния
в 1967 году **McDonnell Aircraft** и **Douglas Aircraft Company**

в 1997 году в результате ещё одного слияния
— это всё фирма **Boeing**

ТВлД

Турбо-Вальные Двигатели

ТВ2-117



ТВ2-117 — турбовальный двигатель (ТВд)

Мощность взлётная.....**1500** л.с.

Главный конструктор **С.П. Изотов**

Разработчик: ОКБ имени **В.Я. Климова**
г. Ленинград **1960**-е годы

Производство: « **Мотор Сич** »
г. Запорожье (**Украина**)

ТВ2-117 для вертолётa **Ми-8**



ТВ3-117



ТВ3-117 — турбовальный двигатель (ТВд)

Мощность взлётная.....**2000** л.с.

Главный конструктор **С.П. Изотов**

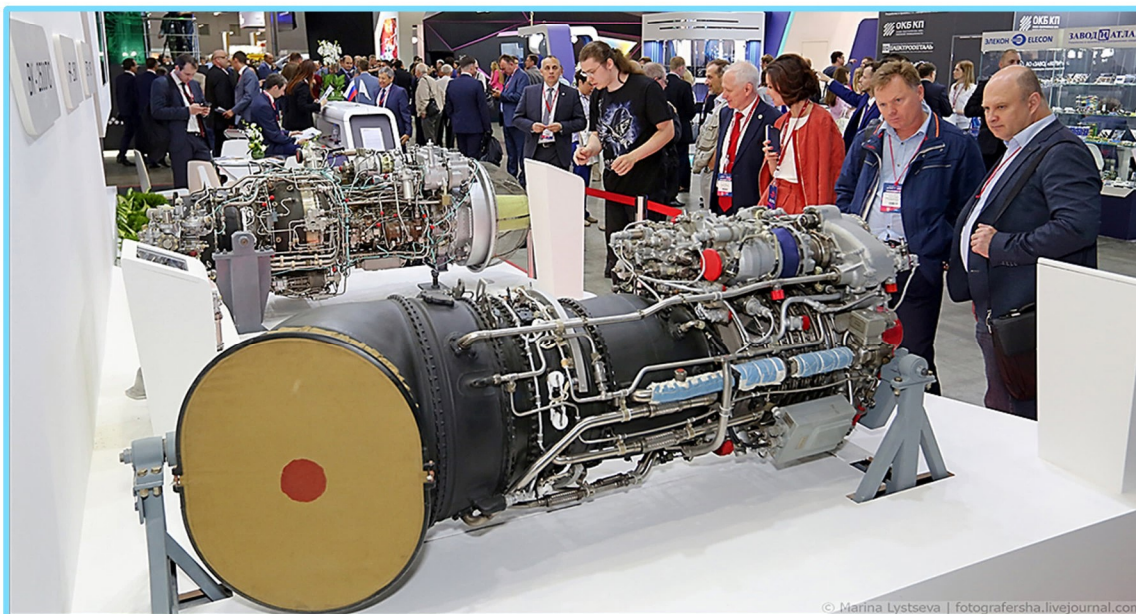
Разработчик: ОКБ имени **В.Я.Климова**
г. Ленинград **1970**-е годы

Производство: « **Мотор Сич** »
г. Запорожье (**Украина**)

ТВ3-117 для вертолётa **Ми-171**



Владимир Климов ВК-2500 В для замены украинского ТВ3-117



ВК-2500 В — турбовальный двигатель (ТВЛД)

Мощность взлётная...**2500** л.с.

Разработчик: ОКБ имени **В.Я.Климова**
г. Санкт-Петербург **2015** г.

Производство: « **Петербургские моторы** »

ВК-2500В для вертолётов **Миль** и **Камов**



Ми-28 « **Ночной охотник** » — ударный вертолёт

Владимир Климов ВК-2500 С ТВ7-117С



ТВ7-117С — турбовинтовой двигатель (ТВД)

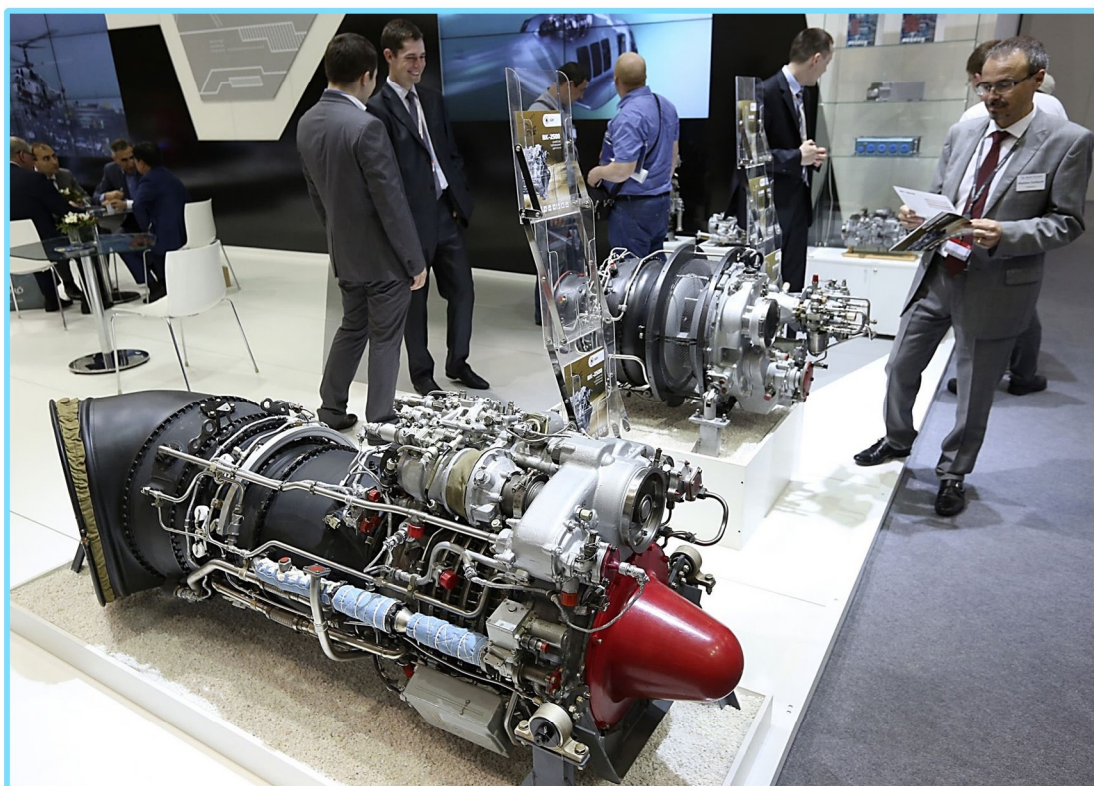
Разработчик: ОКБ имени **В.Я. Климова**
г. Санкт-Петербург 1980-е годы
существенная модернизация **2015** г.

Руководитель проекта: **А.А. Саркисов**

ТВ7-117 СТ-01 для самолёта **Ил-114-300**



Владимир Климов ВК-800 В



ВК-800 В — турбовальный двигатель (ТВЛД)

Мощность взлётная... **800** л.с.

Разработчик: ОКБ имени **В.Я.Климова**
г. Санкт-Петербург **2018** г.

Производство: « **Петербургские моторы** »

ВК-800 В для лёгких вертолётов **Миль** и **Камов**



« **Ансат** » (с татарского «простой», «несложный») разработан ОКБ «Казанского вертолётного завода»

Владимир Климов ВК-800 С



ВК-800 С — турбовинтовой двигатель (ТВД)

Мощность взлётная... **800** л.с.

Разработчик: ОКБ имени **В.Я.Климова**
г. Санкт-Петербург **2018** г.

Производство:

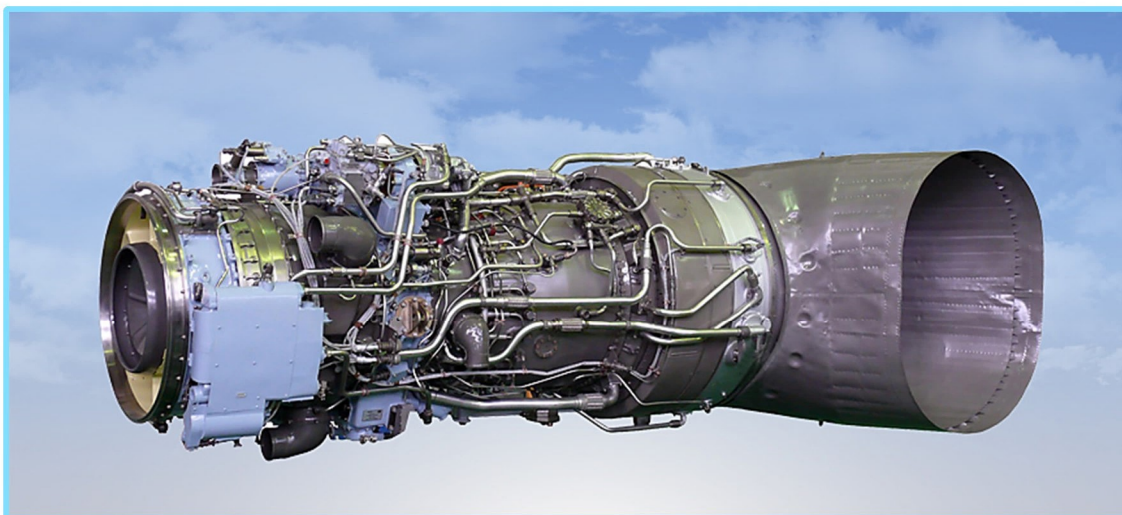
« **Уфимский моторостроительный завод** »

ВК-800 С для лёгких самолётов типа **Ан-2**



Л-410

Александр Ивченко **АИ-136**
на базе самолётного **Д-36** (**Д-136**)



АИ-136 — турбовальный двигатель (ТВЛД)

Мощность взлётная.....**10000** л.с.

Мощность крейсерский режим.....**6100** л.с.

Разработчик: ОКБ « **Прогресс** » имени **А.И. Ивченко**

Производство: « **Мотор Сич** »

г. Запорожье (Украина) **1980**-е годы

АИ-136 для вертолётa **Ми-26**





Зимняя газовка

Низкая температура и высокая относительная влажность воздуха привели к тому, что «точка росы» приблизилась к фактической температуре окружающего воздуха.

Благодаря горячему газу, выходящему из сопла двигателя, произошла мощная конденсация водяных паров, находящихся в воздухе. Возник конденсированный (*насыщенный*) ПАР.

Аналог → Инверсионный СЛЕД за самолётом на большой высоте





Снисаренко Сергей Иванович

**доктор технических наук, профессор
полковник в отставке**

**КРАТКИЙ КУРС
ИСТОРИИ АВИАЦИИ**

в десяти Частях

Часть 2

ПЕСНЯ ТУРБИН

В авторской редакции

Дизайн обложки

Отпечатано в типографии
Новосибирского государственного технического университета
630092, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20