

Ж.И. Алфёров

Прорывные технологии второй половины XX века и их современная роль

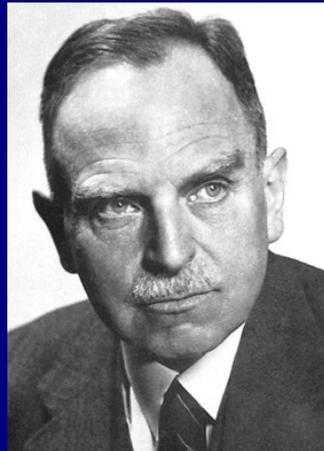


Санкт-Петербургский академический университет —
научно-образовательный центр нанотехнологий РАН

1. Атомное оружие и атомная энергия
2. Реактивные двигатели
и космические технологии
3. Создание ЭВМ —
электронно-вычислительных машин
4. Открытие транзистора
5. Открытие лазера
6. Основы современных информационных
технологий:
открытие кремниевых чипов
и гетероструктур

Атомное оружие и атомная энергия

Открытие деления урана



Отто
Ган
1879–1968



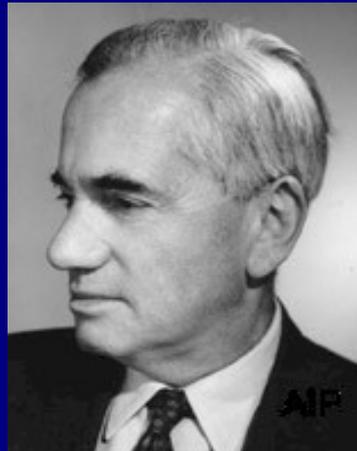
Фриц
Штрассман
1902–1980

Атомное оружие и атомная энергия

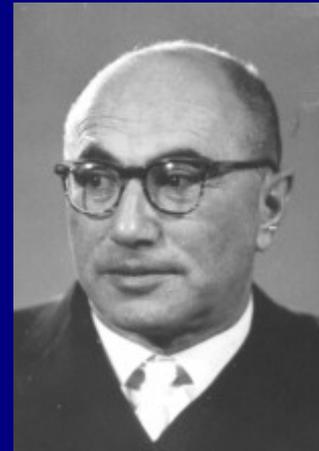
Теория цепных реакций



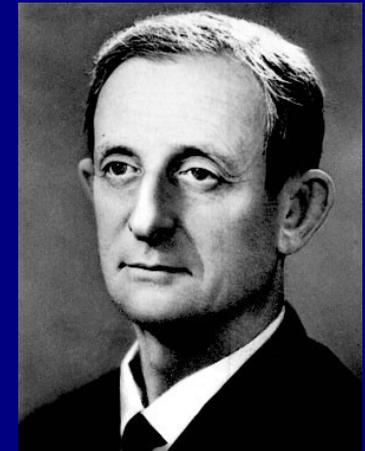
**Рудольф
Пайерлс**
1907–1995



**Отто
Фриш**
1904–1979



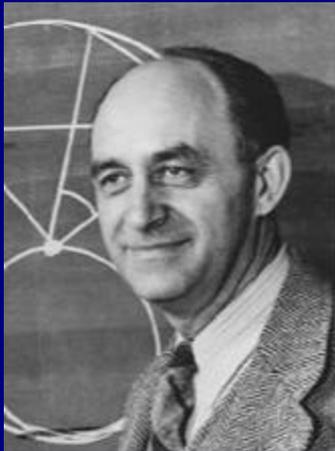
**Яков
Зельдович**
1914–1987



**Юлий
Харитон**
1904–1996

Атомное оружие и атомная энергия

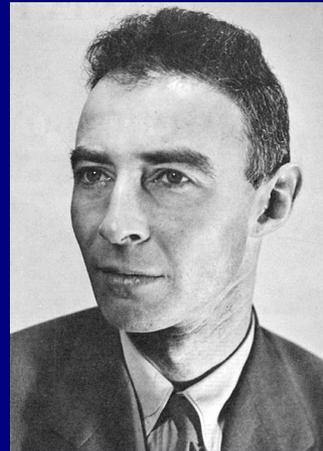
Первый ядерный
реактор,
открытие плутония



**Энрико
Ферми**

1901–1954

Атомная
бомба



**Роберт
Оппенгеймер**

1904–1967



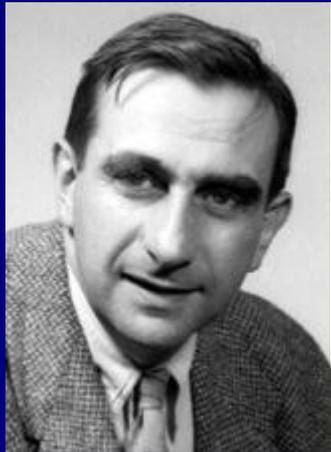
**Игорь
Курчатов**

1903–1960

Атомное оружие и атомная энергия

Водородная бомба

Радиационная
имплозия

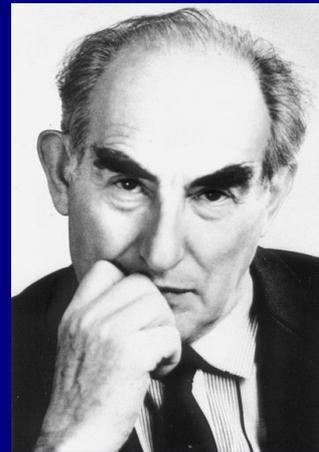


**Эдвард
Теллер**
1908–2003



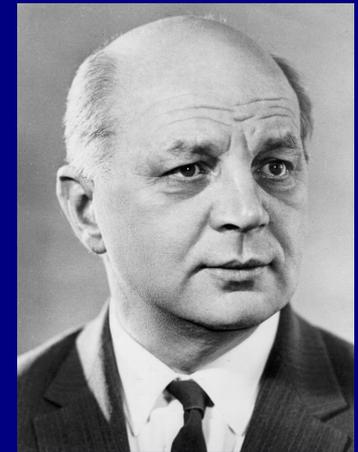
**Станислав
Улам**
1909–1994

Дейтерид
лития



**Виталий
Гинзбург**
1916–2009

Разделение
изотопов Li-6



**Борис
Константинов**
1910–1969

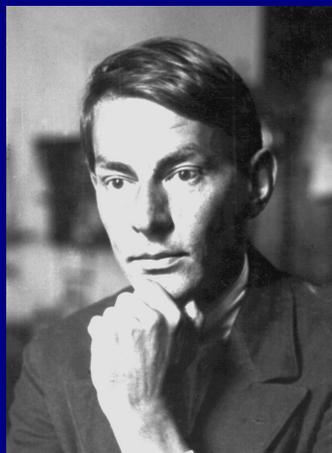
Атомное оружие и атомная энергия

Водородная
бомба
«слойка»



Андрей
Сахаров
1921–1989

Атомный
флот



Анатолий
Александров
1903–1994

Атомная
энергия



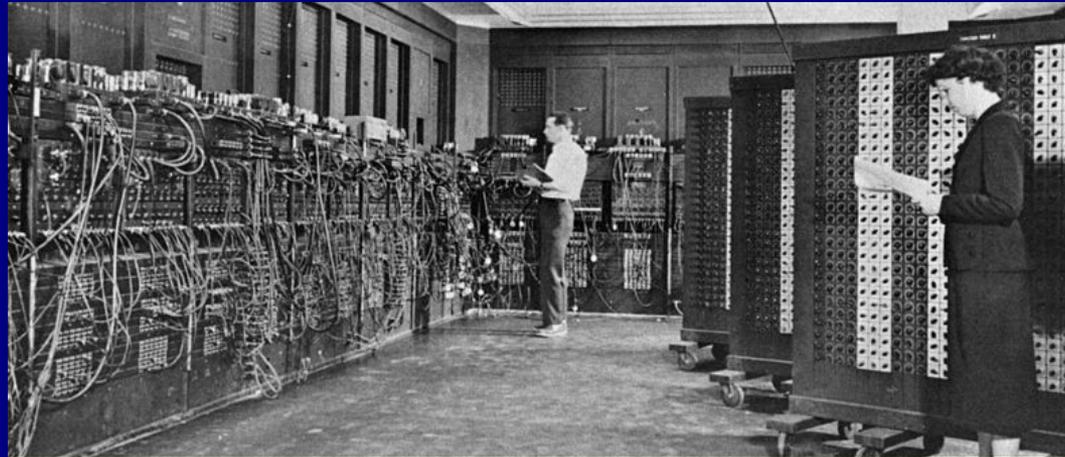
Игорь
Курчатов
1903–1960

Создание ЭВМ



Джон фон Нейман

1903–1957



ENIAC



**Сергей
Лебедев**

1902–1974



БЭСМ-6

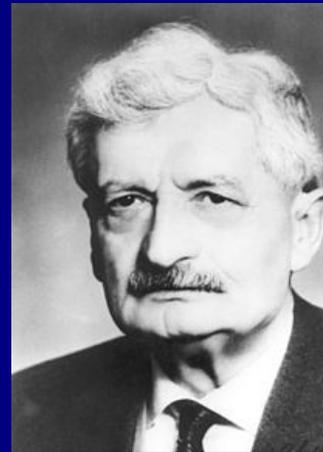
Реактивные двигатели и космические технологии

Принципы космических полетов



Константин
Циолковский

1857–1935



Герман
Оберт

1894–1989

Реактивные двигатели и космические технологии

Реактивные двигатели и самолеты



Первый в мире ракетоплан РП-318

28 февраля 1940 года произвёл первый полёт
ракетоплан РП-318.

Реактивные двигатели и космические технологии

Реактивные двигатели и самолеты



Андрей
Туполев

1888–1972



TU-104

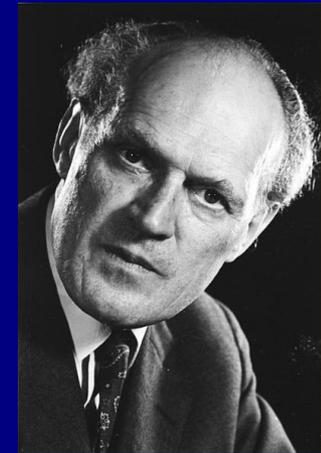


Сергей
Ильюшин

1894–1977



ИЛ-86



Вилли
Мессершмидт

1898–1978



Me-262

Реактивные двигатели и космические технологии

Реактивные двигатели и самолеты

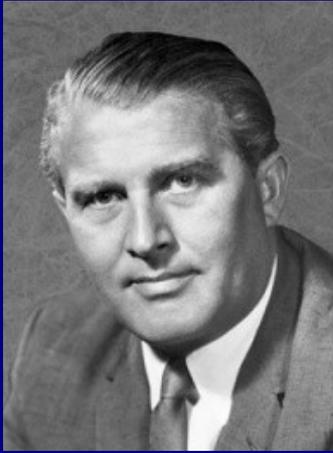


**Иосиф
Фридляндер**
1913–2009

Он был признанным лидером и создателем отечественного металлостроения алюминиевых сплавов. Из разработанных им алюминиевых сплавов построены все советские и российские пассажирские и военно-транспортные самолеты Ил-86, Ил-96-300, Ан-22, Ан-124 («Руслан»), стратегические бомбардировщики Ту-160, Ту-95, истребители МиГ-23, Су-30, Су-35, Су-37, твердотопливные и жидкостные ракеты ближнего радиуса действия и межконтинентальные. И.Н. Фридляндер был в числе создателей промышленной центрифужной технологии обогащения ^{235}U .

Реактивные двигатели и космические технологии

Ракеты



**Вернер
фон Браун**
1912–1977



V-2



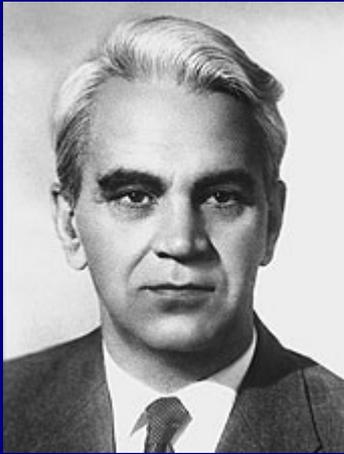
**Сергей
Королев**
1907–1966



R-7

Реактивные двигатели и космические технологии

Космические технологии



**Мстислав
Келдыш**
1911–1978



**Юрий
Гагарин**
1934–1968



**Валентин
Глушко**
1908–1989



Первый
спутник



Корабль
Гагарина

Реактивные двигатели и космические технологии

Космические технологии: солнечная энергетика



Станция Салют-7



Станция Мир

The Nobel Prize in Physics 1956

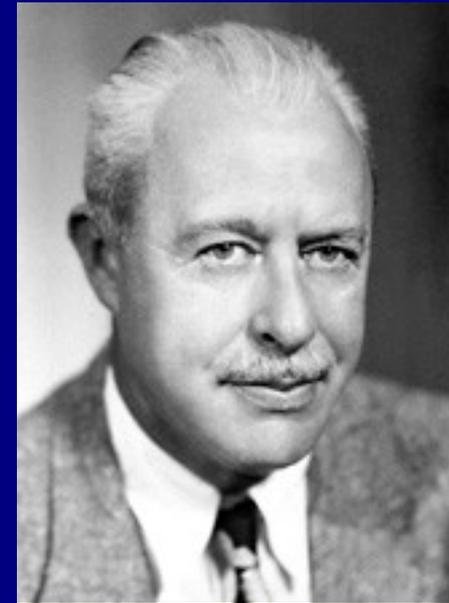
"for their researches on semiconductors and their discovery of the transistor effect"



**William
Shockley**
1910–1989



**John
Bardeen**
1908–1991



**Walter
Brattain**
1902–1987

JOHN BARDEEN

Semiconductor research leading to the point contact transistor

Nobel Lecture, December 11, 1956

- (1) Wilson's quantum mechanical theory', . . .
- (2) Frenkel's theories of certain photoconductive phenomena . . .
- (3) Independent and parallel developments of theories of contact rectification by Mott³, Schottky⁴ and Davydov⁵. . . .

Жузе В.П., Курчатова Б.В. К вопросу об электропроводимости закиси меди

// ЖЭТФ. 1932. Т. 2, № 5/6. С. 309;

Zhuze V.P., Kurchatov B.V. Zur elektrischen Leitfähigkeit von Kupferoxydul // Phys.Z.

Sowjetunion. 1932. Vol. 2, N6. P. 453;

Frenkel Ya.I., Ioffe A. On the electrical and photoelectric properties of contacts between a metal and semiconductor // Phys.Z. Sowjetunion. 1932. Vol. 1, N1. P. 60.

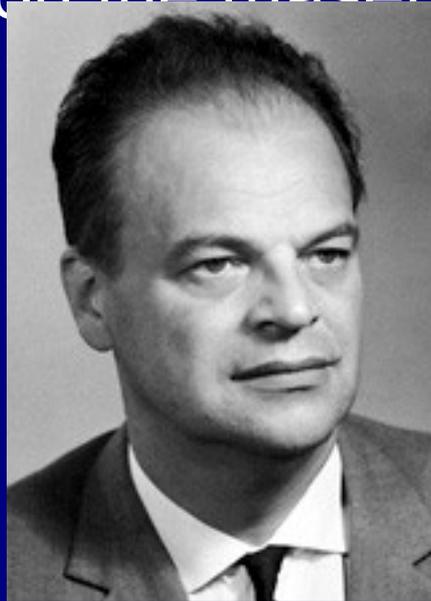
The Nobel Prize in Physics 1964

"for fundamental work in the field of quantum electronics,
which has led to the construction of oscillators
and amplifiers based on the maser-laser principle"



**Charles
Townes**

b. 1915



**Nicolay
Basov**

1922–2001



**Aleksandr
Prokhorov**

1916–2002

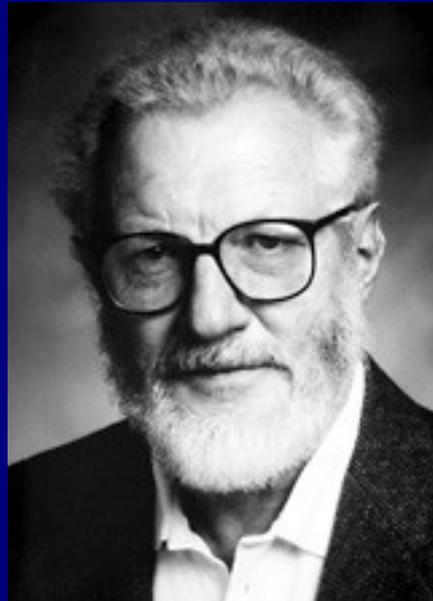
The Nobel Prize in Physics 2000

"for basic work on information and communication technology"

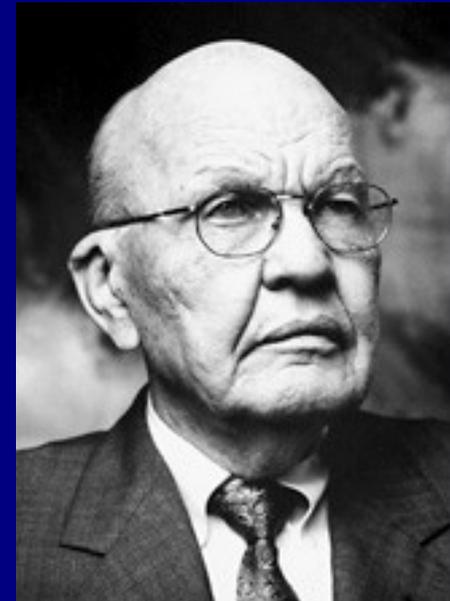
"for developing semiconductor heterostructures used in high-speed- and opto-electronics"



**Zhores
Alferov**
b. 1930

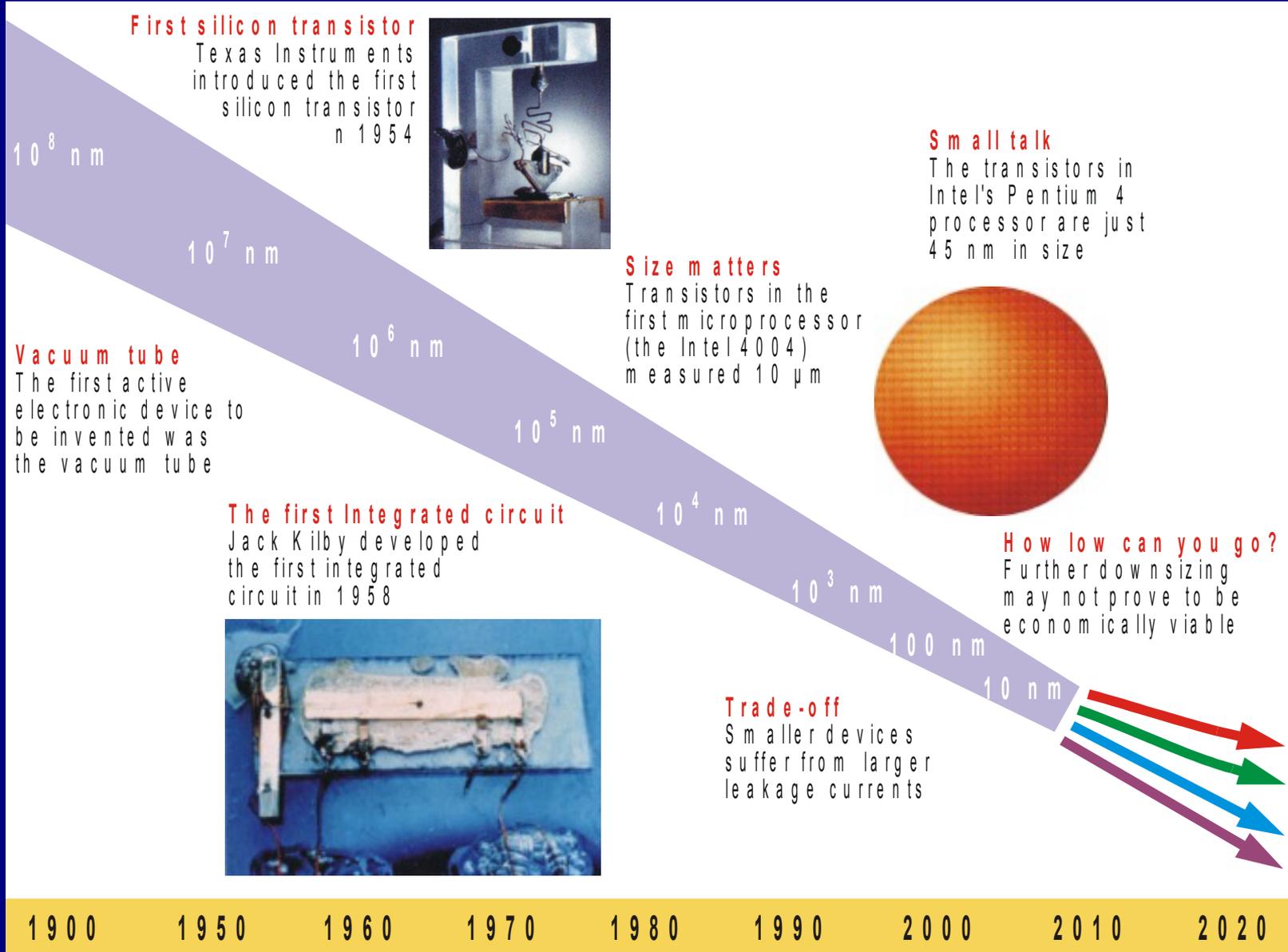


**Herbert
Kroemer**
b. 1928



**Jack
Kilby**
1923–2005

Moore's law I: device downsizing



Moore's law II: chip density



Intel Itanium

The world's most powerful chip can perform hundreds of millions of operations per second

The road ahead

Further increase in chip density relies on new technologies

Larger memory

Memory chips contain more transistors than processors



Gordon Moore

Co-founder of Intel, who identified the trend for chip density 40 years ago

First microprocessor

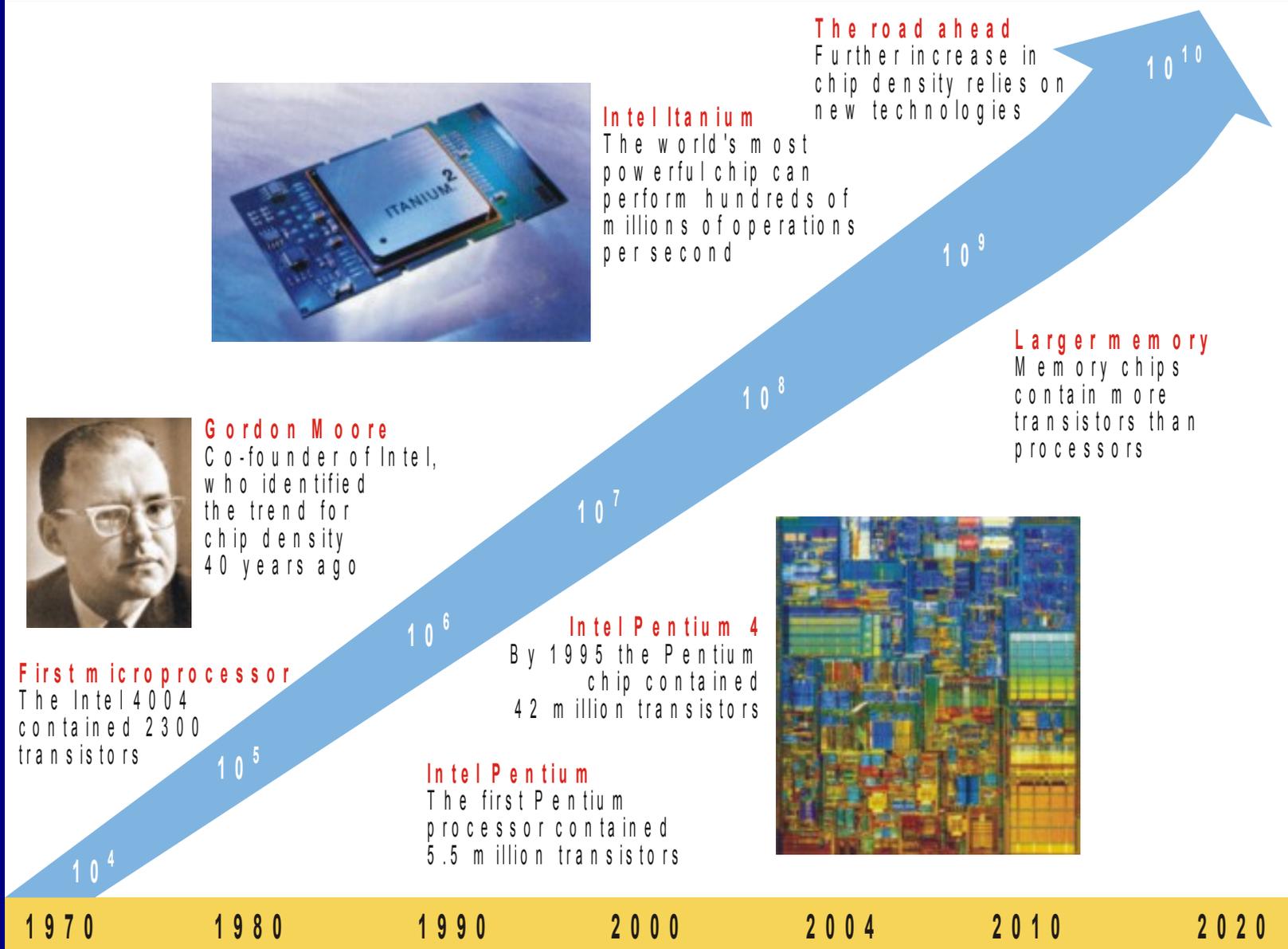
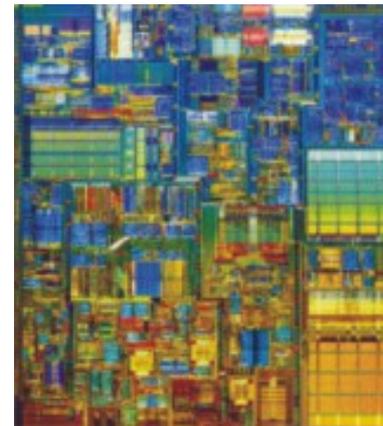
The Intel 4004 contained 2300 transistors

Intel Pentium 4

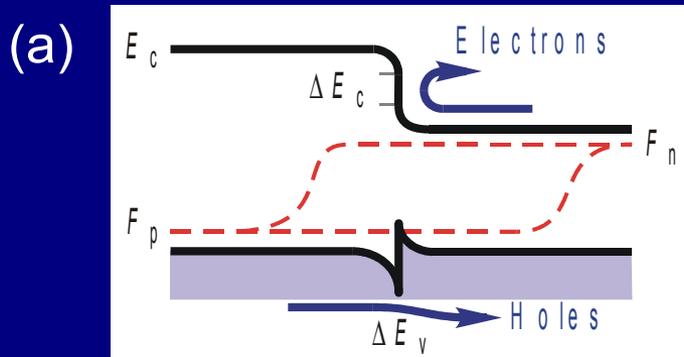
By 1995 the Pentium chip contained 42 million transistors

Intel Pentium

The first Pentium processor contained 5.5 million transistors



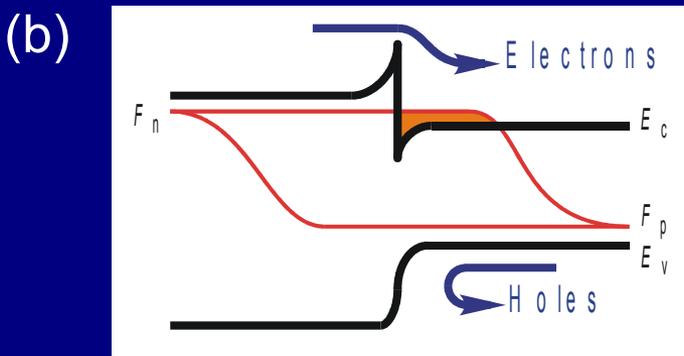
Основные физические явления в классических гетероструктурах



Односторонняя инжекция

Предложение — 1948 (W. Shockley)

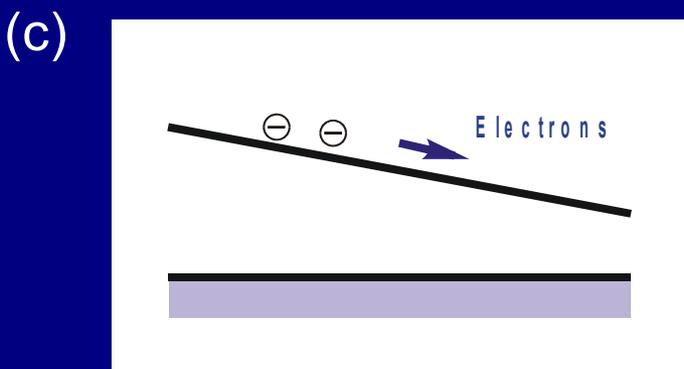
Эксперимент — 1965 (Ж.И. Алферов и др.)



Суперинжекция

Теория — 1966 (Ж.И. Алферов и др.)

Эксперимент — 1968 (Ж.И. Алферов и др.)



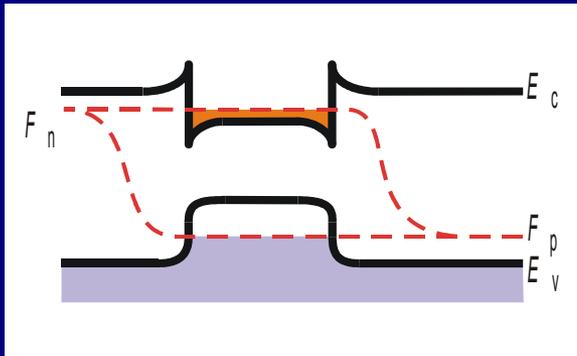
Диффузия во встроенном квазиэлектрическом поле

Теория — 1956 (H. Kroemer)

Эксперимент — 1967 (Ж.И. Алферов и др.)

Основные физические явления в классических гетероструктурах

(d)

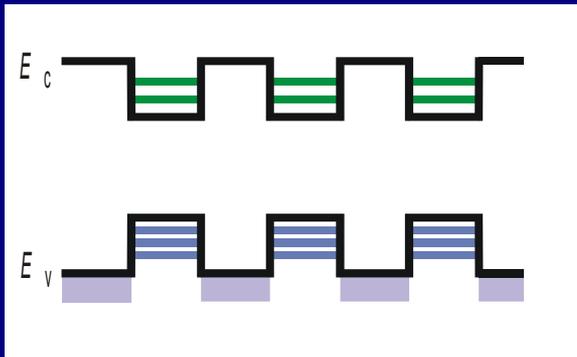


Электронное и оптическое ограничение

Предложение — 1963 (Ж.И. Алферов и Р.Ф. Казаринов; Н. Kroemer)

Эксперимент — 1968 (Ж.И. Алферов и др.)

(e)

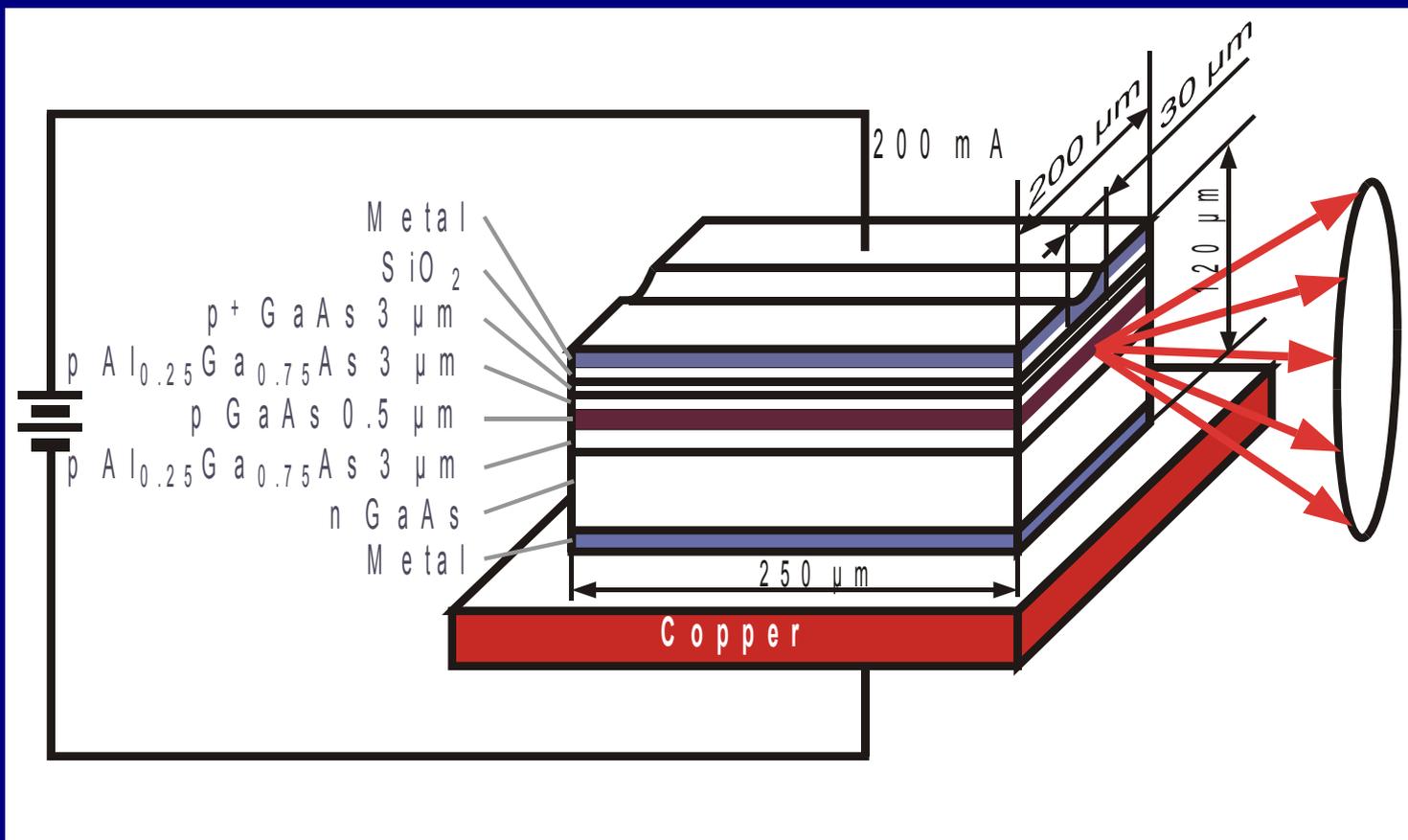


Сверхрешетки

Теория — 1962 (Л.В. Келдыш)

Первый эксперимент — 1970 (L. Esaki *et al.*)

Схематическое изображение структуры первого инжекционного ДГС-лазера, работающего в непрерывном режиме при комнатной температуре



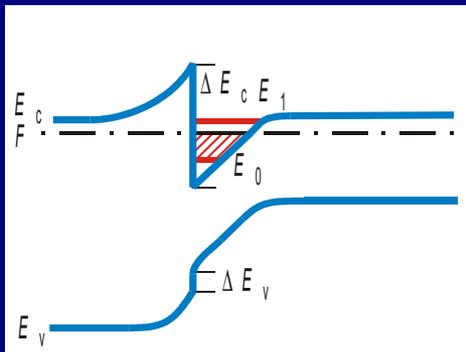
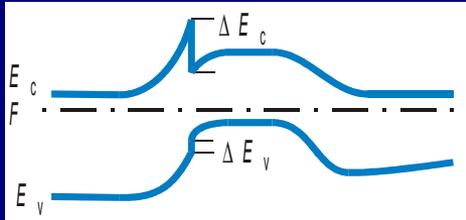
Первые AlGaAs/GaAs солнечные батареи были созданы в 1969–70 в ФТИ им. Иоффе



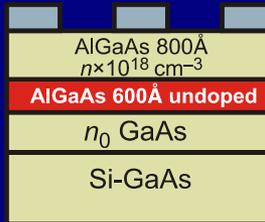
Созданная технология была использована в крупномасштабном производстве солнечных батарей для советских космических аппаратов в 1970–80-е гг. AlGaAs/GaAs солнечные батареи площадью 70 м² были установлены на космической станции «Мир» в 1986 г.

Heterostructure microelectronics

Heterojunction Bipolar Transistor

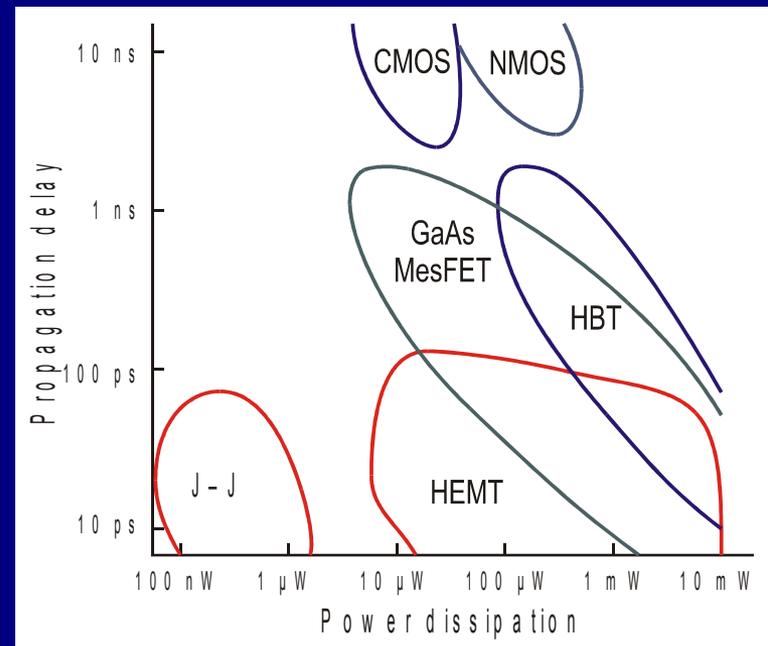


NAIGaAs-n GaAs Heterojunction



Suggestion—1948 (W.Shockley)
 Theory—1957 (H.Kroemer)
 Experiment—1972 (Zh.Alferov *et al.*)
 AlGaAs HBT

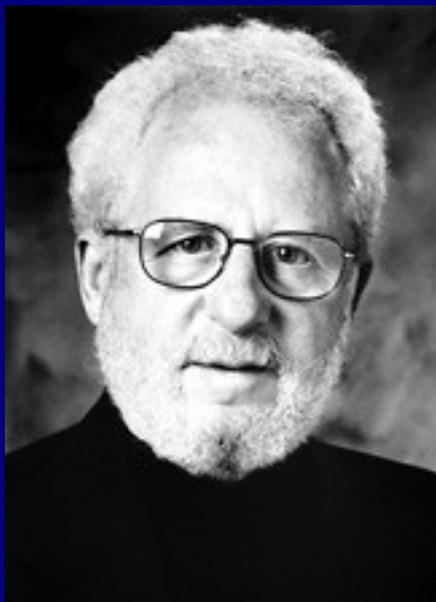
HEMT—1980 (T.Mimura *et al.*)



Speed-power performances

The Nobel Prize in Chemistry 2000

“for the discovery and development
of conductive polymers”



**Alan
Heeger**
b. 1936



**Alan
MacDiarmid**
1927–2007



**Hideki
Shirakawa**
b. 1936