

Розвиток радіотехніки і
електроніки

**Development of Radio
Engineering and Electronics**

Development of Radio Engineering and Electronics

- Теорія поширення радіохвиль – EM wave propagation theory
- Теорія і техніка антен – Antenna Theory and Technique
- Підсилювальні пристрої – Amplification Devices
- Генератори ЕМ коливань – Generators of EM oscillations
- Чутливі приймачі – Sensitive Receivers
- Теорія виявлення сигналів – Theory of Signal Detection
- Компоненти електронних схем – Components of Electronic Circuits
- Електронні системи різного призначення – Electronic Systems
- Системотехніка - Systems Engineering
- Технологія - Technology
- Виробництво - Producing
- Експлуатація – Maintenance

«Доламповий» період
“before valve” period
(1895 – 1918)

Етап лампової електроніки
Stage of valve electronics
(1919 – середина 1950-х років)

Напівпровідникова та інтегральна
електроніка
Semiconductor and Integral Circuit
Electronics

Етап напівпровідникової електроніки

- У 1873 році було виявлено, що опір селену (Se) змінюється залежно від освітлення. Це було використано у різних оптичних приладах. Фоторезистор став першим напівпровідниковим приладом; його електричний опір у темряві є нижчим, ніж при освітленні.
- Швидкий розвиток напівпровідникової електроніки почався з винаходу спочатку точкового (1948), а згодом і площинного (1951) транзистора – основи будь-якої сучасної мікросхеми.

Stage of Semiconductor Electronics

- In 1873 it was found that the resistance of selenium (Se) varies depending on the lighting. It has been used in various optical devices.
- Photoresistor became the first semiconductor device; its electrical resistance is lower in the dark than light. [Photoresistor=Photoconductor]
- The rapid development of semiconductor electronics began from the invention of transistor: firstly point transistor (1948) and later plane transistor (1951).
- Transistor is the basis of any modern chip (integral circuit).

Внесок України в розвиток радіотехніки та електроніки



Transnational News

Microwaves in Ukraine

■ A.L. Nosich, Y.M. Poplavko, D.M. Vavriv, and F.J. Yanovsky

■ A.I. Nosich, Y.M. Poplavko, D.M. Vavriv, and F.J. Yanovsky

The Jubilee Issue of *MTT Transactions* (March 2002) contains no information on microwaves in Ukraine. This was a great misunderstanding. The representatives of the Ukrainian microwave community prepared an article, "Microwaves in Ukraine," that will fill this gap here. I kindly encourage you to get acquainted with this interesting and important material.

Jozef Modelski

There are several milestones in Ukrainian microwave research. The Ukrainian microwave community is comparable to that in such nations as France, Germany, Italy, and the United Kingdom in number and potential, although today it is scarcely funded. This article sheds light on the history and present state of microwave research, industry, and education in Ukraine.

A.I. Nosich is with the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU), Kharkov, Ukraine. Y.M. Poplavko is with the National Technical University—Kiev Polytechnic Institute, Kiev, Ukraine. D.M. Vavriv is at the Institute of Radio Astronomy NASU, Kharkov, Ukraine. F.J. Yanovsky is at the National Aviation University, Kiev, Ukraine.

Background

In 2000, Yevgeny M. Kuleshov, a Ukrainian scientist, was awarded the IEEE MTT-S Microwave Pioneer Award for



the development (in 1964-1972) of hollow dielectric beamguide (HDB) technology and measuring circuits of the near- and sub-millimeter wavelength ranges

[1]. He is the only European to be awarded this prestigious international prize, after 11 Americans and three Japanese, since 1990. This recognized the outstanding contribution of his team to this area of engineering science, made more than 30 years before today's interest in the terahertz range. This is but the tip of the iceberg of dozens of years of microwave R&D in dozens of laboratories in Ukraine.

However, the invited paper on microwaves in Europe, in the Jubilee Issue of the *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques* [2], did not mention Ukraine at all. In part, this may be explained by the fact that the history of Ukraine as an independent nation only started on 24 August 1991. It is still overshadowed by its greater eastern neighbor. Therefore, we believe that our article will be of interest for the international microwave community.

R&D in Ukraine is concentrated in three traditional branches inherited from the Soviet Union. Originally, fundamental sciences were studied in the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU). Applications were developed in the laboratories of the ministries. Universities combined science and education. Although today the pattern

Основні досягнення, задачі та
застосування електроніки

**Major achievements, Tasks, and
Applications of Electronics**

Вплив розвитку науки і техніки на схемотехнічні рішення

- Первым электронным переключающим прибором был вакуумный диод, запатентованный в 1904 году англичанином Д.А. Флемингом.
- Изобретение и практическое освоение вакуумного триода (1906 год, Л. Де Форест и Р. Либен)
- Полупроводниковый транзистор (1947 год, У. Браттейн, Дж. Бардин, У. Шокли),
- Интегральные микросхемы на кремнии (1958-1959 годы), положившие начало новому направлению в электронике - микроэлектронике. Главной тенденцией этого развития является уменьшение размеров приборных структур. В современных интегральных микросхемах они составляют единицы и десятые доли микрона ($1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$).
- По мере приближения размеров твердотельных структур к нанометровой области ($1 \text{ нм} = 0,001 \text{ мкм} = 10^{-9} \text{ м}$), а это образования из единиц и десятков атомов, все больше проявляются квантовые свойства электрона. В его поведении преобладающими становятся волновые закономерности, характерные для квантовых частиц.
- Это приводит к нарушению работоспособности классических транзисторов, использующих закономерности поведения электрона как классической частицы, а с другой - открывает перспективы создания новых переключающих, запоминающих и усиливающих элементов для информационных систем (наноэлектроника).

The influence of the development of science and technology on circuit solutions

- Vacuum diode, patented in 1904 by D. A. Fleming (England) was the first electronic switching device.
- The invention and the development of the vacuum triode (1906, Lee de Forest, USA and Robert von Lieben, Austria).
- Semiconductor transistor (1947, Walter Brattain & John Bardeen). Point-contact.
- William Shockley developed the theory of transistor (1948-50). Junction transistor.

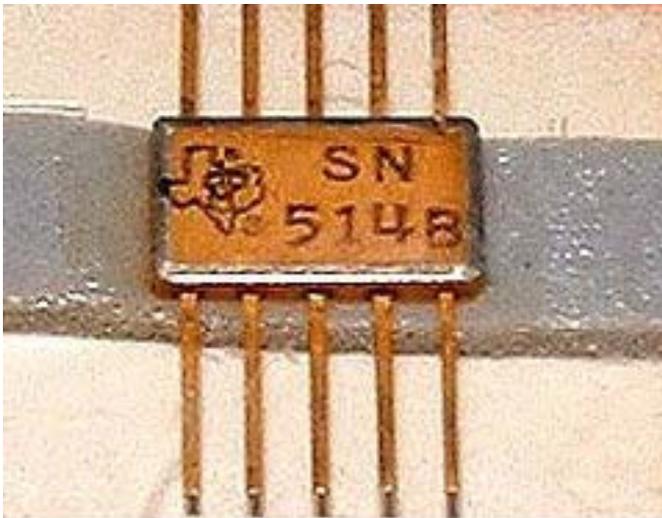


Макет точечного транзистора Бардина и Браттейна. Треугольник в центре — прозрачная призма, по рёбрам которой приклеены полоски фольги — выводы коллектора и эмиттера. Базой служит металлическое основание, на котором закреплён германиевый кристалл



Первые отечественные транзисторы.
П1А и П3А (с радиатором). 1957 год.

- Integrated circuits on silicon (1958-1959) was a new line of electronics - microelectronics. The main trend of this development is to reduce the size of device structures. In modern integrated circuits, they are units of microns and the tenth of a micron ($1 \text{ micron} = 10^{-6} \text{ m}$).



Одна из первых микросхем
Texas Instruments 1960 год

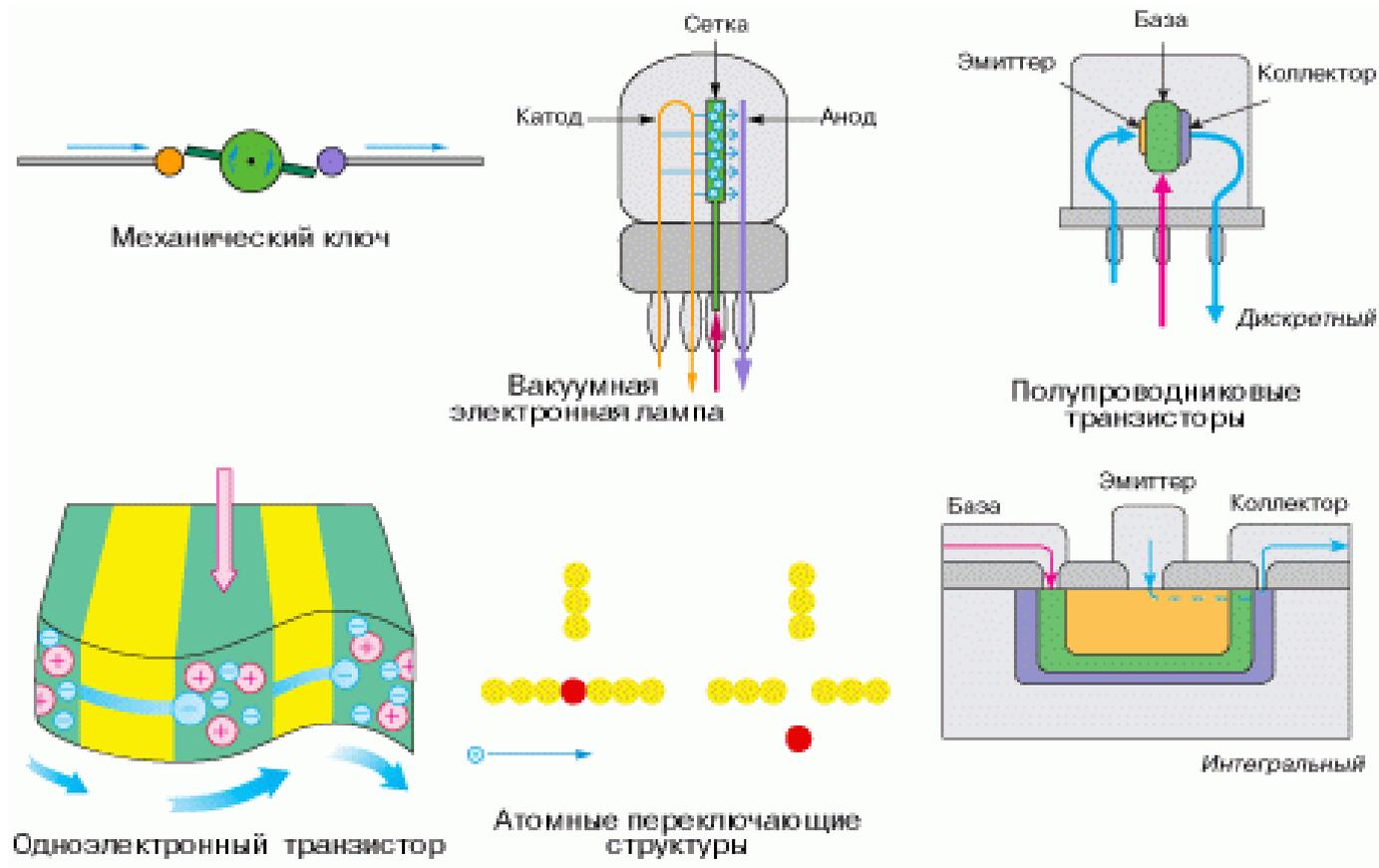


Производство Motorola
1962 год

- Step by step, the size of solid-state structures are approaching to the nanometer range ($1 \text{ nm} = 0.001 \text{ }\mu\text{m} = 10^{-9} \text{ m}$). That means that we deal with the formation of units and tens of atoms. In this case, the quantum properties of the electron manifest more and more. In the behavior of electron, the wave properties become dominant over properties of quantum particles.
- This leads to a malfunction of classical transistors using the behavior of the electron as a classical particle. But! On the other hand, this offers the prospect of new switching, storage and amplification components for information systems. (Nanoelectronics).

Malfunction = нарушение нормальной работы

Технічний рівень і схемо-технічні рішення



Элементы информационных систем

Миниатюаризация

- 1959 Американский физик Ричард Фейнман впервые опубликовал работу, где оценивались перспективы миниатюризации. Основные положения нанотехнологий были намечены в его легендарной лекции “Там внизу – много места” (“There’s Plenty of Room at the Bottom”), произнесенной им в Калифорнийском Технологическом Институте. Фейнман научно доказал, что с точки зрения фундаментальных законов физики нет никаких препятствий к тому, чтобы создавать вещи прямо из атомов. Тогда его слова казались фантастикой только лишь по одной причине: еще не существовало технологии, позволяющей оперировать отдельными атомами (то есть опознать атом, взять его и поставить на другое место). Чтобы стимулировать интерес к этой области, Фейнман назначил приз в \$1000, тому, кто впервые запишет страницу из книги на булавочной головке, что, кстати, осуществилось уже в 1964 году.

- 1968 Альфред Чо и Джон Артур, сотрудники научного подразделения американской компании Bell, разработали теоретические основы нанообработки поверхностей.
- 1974 Японский физик Норио Танигучи ввел в научный оборот слово “нанотехника”, предложив называть так механизмы размером менее 1 микрона.
- 1981 Германские физики Герд Бинниг и Генрих Рорер создали сканирующий туннельный микроскоп прибор, позволяющий осуществлять воздействие на вещество на атомарном уровне. Через четыре года они получили Нобелевскую премию.
- 1985 Американский физики Роберт Керл, Хэрольд Кротои Ричард Смолли создали технологию, позволяющую точно измерять предметы диаметром в один нанометр.

- В 1985 году Роберт Керл, Гарольд Крото и Ричард Смолли совершенно неожиданно открыли принципиально новое углеродное соединение – *фуллерен, уникальные свойства которого* вызвали целый шквал исследований. В 1996 году первооткрывателям фуллеренов присуждена Нобелевская премия.
- 1986 Создан атомносиловой микроскоп, позволяющий, в отличие от туннельного микроскопа, осуществлять взаимодействие с любыми материалами, а не только с проводящими.
- 1986 Нанотехнология стала известна широкой публике. Американский футуролог Эрик Дрекслер опубликовал книгу, в которой предсказал, что нанотехнология в скором времени начнет активно развиваться.
- 1989 Дональд Эйглер, сотрудник компании IBM, выложил название своей фирмы атомами ксенона.
- 1998 Голландский физик Сеез Деккер создал нанотранзистор.

Елементна база електроніки та
діапазони електромагнітних
ХВИЛЬ

**Element Basis (Components) of
Electronics; Electromagnetic
Wave Bands**

Класифікація ЕМ випромінювання (1)

class		wavelength	frequency	
ultraviolet		100Å ~ 0.4 μm	750 ~ 3,000 THz	
visible		0.4 ~ 0.7 μm	430 ~ 750 THz	
infrared	near infrared	0.7 ~ 1.3 μm	230 ~ 430 THz	
	short wave infrared	1.3 ~ 3 μm	100 ~ 230 THz	
	intermediate infrared	3 ~ 8 μm	38 ~ 100 THz	
	thermal infrared	8 ~ 14 μm	22 ~ 38 THz	
	far infrared	14 μm ~ 1 mm	0.3 ~ 22 THz	
radio wave	submillimeter		0.1 ~ 1 mm	3 ~ 3 THz
	micro wave	millimeter (EHF)	1 ~ 10 mm	30 ~ 300 GHz
		centimeter (SHF)	1 ~ 10 cm	3 ~ 30 GHz
		decimeter (UHF)	0.1 ~ 1 m	0.3 ~ 3 GHz
		very short wave (VHF)	1 ~ 10 m	30 ~ 300 MHz
		short wave (HF)	10 ~ 100 m	3 ~ 30 MHz
		medium wave (MF)	0.1 ~ 1 km	0.3 ~ 3 MHz
	long wave (LF)	1 ~ 10 km	30 ~ 300 KHz	
	very long wave (VLF)	10 ~ 100 km	3 ~ 30 KHz	

Класифікація ЕМ випромінювання (2)

- Примітка: Класифікація інфрачервоних і радіохвиль може бути різною відповідно до традицій у різних наукових дисциплінах.

Таблиця на попередньому слайді показує лише приклад класифікації, яка зазвичай використовується у ДЗ.

- У ДЗ використовують наступні діапазони ЕМ випромінювання:
 - з ультрафіолетового випромінювання 0.3-0.4 мкм
 - з видимого світла 0.4-0.7 мкм
 - з короткого і теплого інфрачервоного 0.7-14 мкм
 - з мікрохвиль (НВЧ) 1 mm - 1 m

Діапазони хвиль у ДЗ (1)

