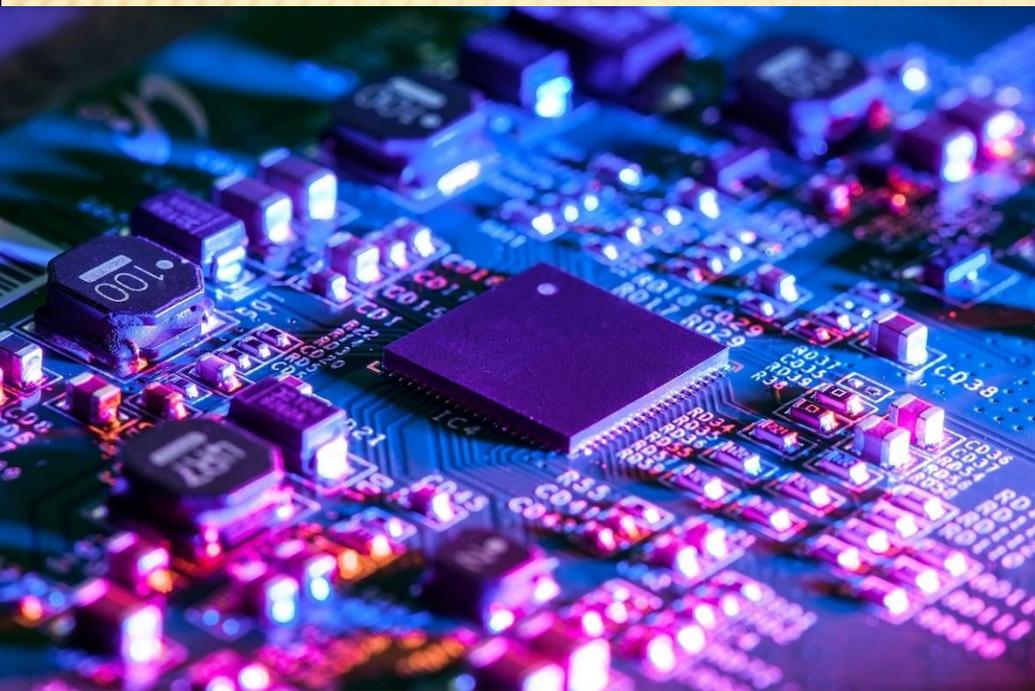


# *История развития электроники*



ВЫПОЛНИЛ: СТУДЕНТ ГР.АММ-16  
ЗАРИПОВА А.И  
ПРОВЕРИЛ: НИКОЛАЕВ А.А.

# ***ВВЕДЕНИЕ***

---

Любое сложное электронное устройство состоит из более простых активных и пассивных компонентов. К активным элементам относят транзисторы, диоды, электронные лампы, микросхемы, способные усиливать электрические сигналы по мощности; пассивными радиокомпонентами считаются резисторы, конденсаторы, трансформаторы.

# *ВВЕДЕНИЕ В ИСТОРИЮ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ*

---

Историю развития электроники можно условно разделить на четыре периода. Первый период относится к концу 19 века. В этот период были открыты или расшифрованы из источников древних основные физические закономерности работы электронных приборов и открыты различные явления, стимулирующие их развитие и использование.

Началом развития ламповой техники принято считать открытие русским ученым электротехником А. Н. Лодыгиным обычной лампы накаливания.

# *ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ А.Н. ЛОДЫГИНА*

---

Первые лампы накаливания Лодыгина представляли собой стеклянный шарообразный сосуд, внутри которого на двух медных стержнях диаметром в 6 миллиметров был укреплен стерженок из ретортного угля (уголь, получающийся на внутренней стороне стенок реторты при сухой перегонке каменного угля, отличается значительной твердостью, хорошо проводит ток) диаметром около 2 миллиметров. Ток подавался по проводам, проходившим через оправу, которая прикрывала отверстие шарового сосуда.

# ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ А.Н.ЛОДЫГИНА



# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

---

На ее базе уже 1883 г. американский инженер Т. А. Эдисон открыл и описал явление термоэлектронной эмиссии и прохождения электрического тока через вакуум. Русский физик А. Г. Столетов в 1888 г. открыл основные законы фотоэффекта. Важнейшую роль в развитии электроники сыграло открытие русским ученым в 1895 г. А. С. Поповым возможности передачи радиоволн на расстояние.

Это открытие дало огромный импульс развития и внедрения различных электронных приборов в практику; так появился спрос на устройства для генерации, усиления и детектирования электрических сигналов.

# ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ

---

Термоэлектронная эмиссия (эффект Ричардсона, эффект Эдисона)-явление выбивания электронов из металла при высокой температуре. Концентрация свободных электронов в металлах достаточно высока, поэтому даже при средних температурах вследствие распределения электронов по скоростям (по энергии) некоторые электроны обладают энергией, достаточной для преодоления потенциального барьера

Термоэлектронная эмиссия (эффект Ричардсона, эффект Эдисона)-явление выбивания электронов из металла при высокой температуре. Концентрация свободных электронов в металлах достаточно высока, поэтому даже при средних температурах вследствие распределения электронов по скоростям (по энергии) некоторые электроны обладают энергией, достаточной для преодоления потенциального барьера на границе металла.

С повышением температуры число электронов, кинетическая энергия С повышением

# ОТКРЫТИЕ ФОТОЭФФЕКТА А.Г. СТОЛЕТОВА

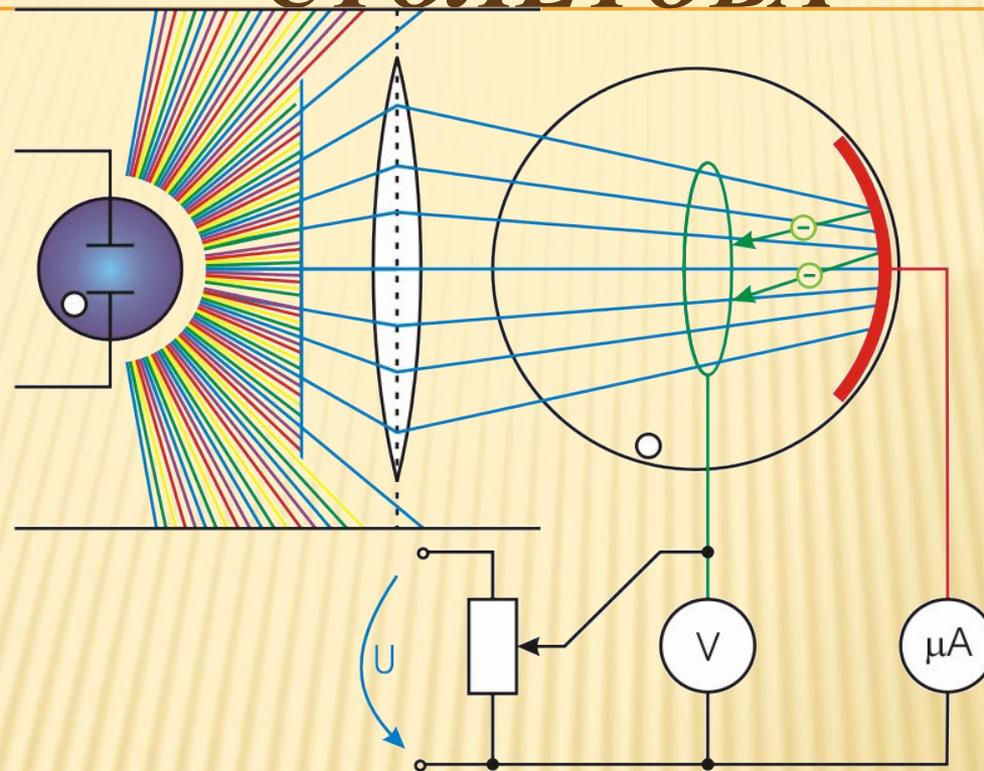


Схема эксперимента по исследованию фотоэффекта. Из света берётся узкий диапазон частот и направляется на **катод** внутри вакуумного прибора. Напряжением между катодом и анодом устанавливается энергетический порог между ними. По току судят о достижении электронами анода.

# *ОТКРЫТИЕ РАДИОВОЛН А.С.ПОПОВА*

---

Первым корреспондентом А. С. Попова в его опытах по осуществлению радиосвязи была сама природа-разряды молний. Первый радиоприемник А. С. Попова, а также изготовленный им летом 1895 года «грозоотметчик» могли обнаруживать очень дальние грозы. Это обстоятельство и навело А. С. Попова на мысль, что электромагнитные волны можно обнаружить при любой дальности источника их возбуждения, если источник обладает достаточной мощностью. Такое заключение дало Попову право говорить о передаче сигналов на дальнее расстояние без проводов.



# А.С. Попов - изобретатель радио

Заслуга русского ученого А.С.Попова состоит в том, что он применил электромагнитные волны для практических целей. 7 мая 1895г. он впервые зарегистрировал электромагнитные волны в атмосфере с помощью грозоотметчика.

Спустя 2 года он продемонстрировал свой радиоприемник, снабженный телеграфным аппаратом и принял первую в мире радиограмму: «Генрих Герц»



Радиоприемник Попова

# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

---

Второй этап истории развития электроники охватывает первую половину 20-го века. Этот период характеризуется разработкой и совершенствованием электровакуумных приборов и систематизированным изучением их физических свойств. В 1904 г. была сделана простейшая двухэлектродная электронная лампа-диод, нашедший широчайшее применение в радиотехнике для детектирования электрических колебаний. Спустя всего несколько лет в 1907 г. изготовлена трехэлектродная лампа - триод, усиления электрических сигналов. В России первые образцы ламп были изготовлены в 1914-1915 гг. под руководством Н. Д. Папалекси и М. А. Бонч-Бруевича.

# *ДВУХЭЛЕКТРОДНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ЛАМПА*

---

Двухэлектродные электронные лампы — диоды применяются для выпрямления переменных токов. При этом более мощные лампы, используемые в качестве силовых выпрямителей, называют обычно кенотронами, а название «диод» сохраняют за детекторными лампами, применяемыми для выпрямления высокочастотных сигналов. Диод, как и всякая электронная лампа, представляет собой стеклянный или металлический баллон. Внутри баллона помещаются электроды -катод, нагреваемый протекающим по нему током и испускающий электроны, и анод. Катод имеет обычно форму тонкой нити (лампы прямого накала) или металлической трубочки, внутри которой проходит изолированная фарфоровой «рубашкой» нить накала (лампы косвенного накала или подогревные).

## Электровакuumный диод (двухэлектродная электронная лампа)

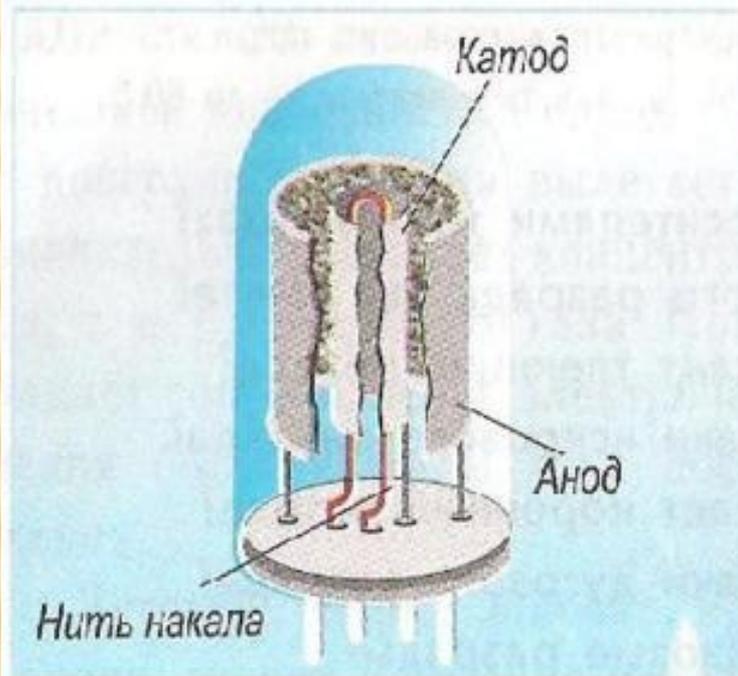


Рис. 1 Вакуумный диод



Рис. 2 Условное обозначение вакуумного диода



---

Электронная лампа, имеющая три электрода, называется триодом.

Триод отличается от диода тем, что между его катодом и анодом находится третий электрод, выполненный в виде проволочной спирали, который называется сеткой. Анод, сетка и катод присоединяются, как и у диода, к штырькам цоколя лампы.

По своему расположению сетка мешает или помогает электронам, вылетевшим с катода, достигнуть анода. Между сеткой и катодом включается напряжение, которое называется сеточным напряжением  $U_c$ . Когда напряжение на сетке триода равно нулю лампа работает как диод. Приложенное между сеткой и катодом напряжение  $U_c$  создает дополнительное электрическое поле, воздействующее на летящие от катода к аноду электроны. Если это напряжение отрицательно, то вылетающие из катода электроны оказываются под действием притягивающей силы положительно заряженного анода и отталкивающей силы отрицательно заряженной сетки.

# ТРЕХЭЛЕКТРОДНАЯ ЛАМПА-ТРИОД

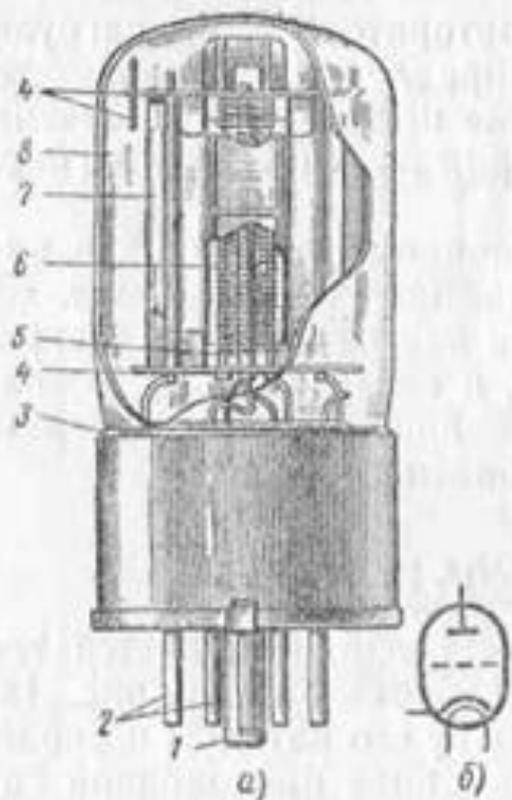


Рис. 180. Триод:  
 а -- устройство, б -- условное обозначение; 1 -- ключ, 2 -- штырьки, 3 -- доколь, 4 -- слюдяные изоляторы, 5 -- катод, 6 -- сетка, 7 -- анод, 8 -- баллон

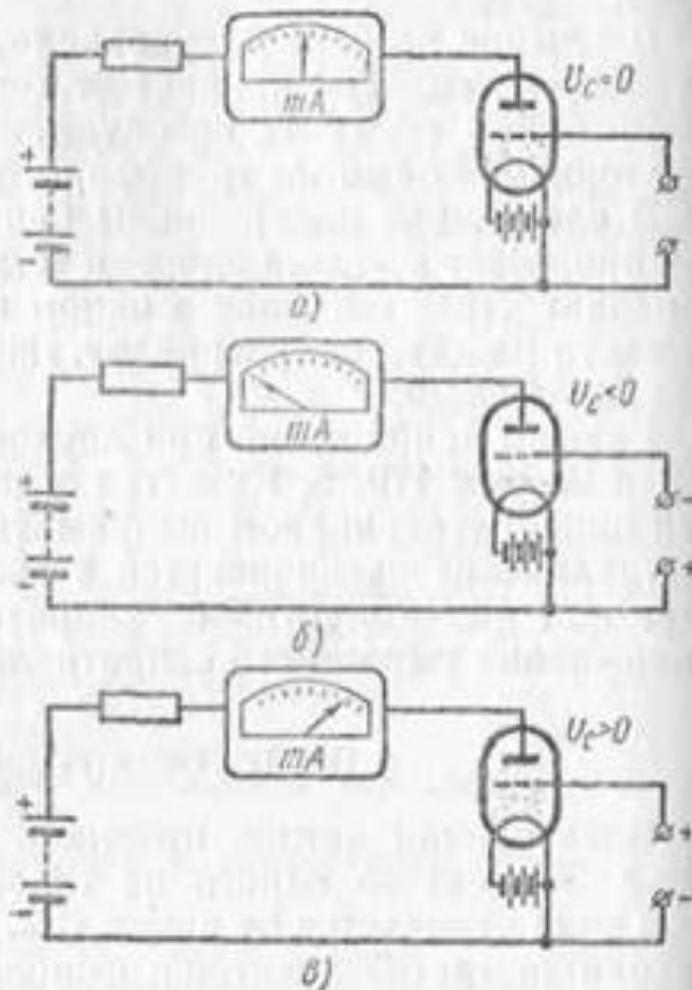


Рис. 181. Схема, поясняющая работу триода:  
 а -- напряжение на сетке равно нулю, б -- напряжение на сетке отрицательное, в -- напряжение на сетке положительное

# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

---

Но развязанная англичанами и немцами первая мировая война, препятствовала работе по созданию новых типов электронных ламп. После государственного переворота проплаченного англосаксами 1917 года несмотря на сложнейшее финансовое состояние начала создаваться отечественная радиотехническая промышленность.

В 1918 г. начинает работать Нижегородская радиолaborатория под руководством М. А. Бонч-Бруевича-первое научно-исследовательское учреждение по вопросам радио и электровакуумной техники.

# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

---

В 1919 году лаборатории были изготовлены первые образцы отечественные приемно-усилительных радиолампы, а в 1921 г. разработаны первые мощные электронные лампы с водяным охлаждением.

В дальнейшем развитие электровакуумных приборов для усиления и генерирования электрических колебаний шло семимильными шагами. В 1924 г. были изобретены четырехэлектродные лампы (тетроды), в 1930г.- пятиэлектродные (пентоды), в 1935г.-многосеточные частотно-преобразовательные лампы (гептоды).

РАДИОЛАМПА КОРОТКОВОЛНОВАЯ  
С ВОДЯНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

*Разработка Нижегородской радиолaborатории,  
1920-е годы. Мощность 1 квт.*



Первые генераторные лампы, названные «пустотными реле» (ПР), в Нижегородской Радиолaborатории (НРЛ) были созданы в 1919 году, и в декабре того же года сотрудники

# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

---

История развития электроники. Третий период относится к концу 40-х и началу 50-х годов, характеризующихся бурным развитием дискретных полупроводниковых приборов. Развитию полупроводниковой электроники предшествовали работы в области физики твердого тела. Большие заслуги изучения физики полупроводников принадлежат школе советских физиков, длительное время возглавляемой академиком А. Ф. Иоффе. Теоретические и экспериментальные исследования электрических свойств полупроводников, выполненные советскими учеными А. Ф. Иоффе, И. В. Курчатовым, В. П. Жузе, В. Г. Лошкаревым и другими, позволили создать стройную теорию полупроводников и определить пути их применения.

# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

---

Начало кремниевого века В 1947 году, положили в недрах лабораторий телефонной компании Bell где «родился» первый в текущем цикле транзистор – полупроводниковый усилительный элемент. Событие ознаменовало собой переход электроники из громоздких вакуумных труб на более компактные и экономичные полупроводники. Начался новый виток цивилизации, получивший название «кремниевый век». Предполагается, что как раз знания от полупроводников смогли расшифровать от предыдущего цикла развития цивилизации на Земле.

# ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ

---

Транзистор является трехэлектродным полупроводниковым прибором. Его основой (базой), как и у полупроводникового диода, которому был посвящен третий практикум, служит пластинка полупроводника, но в объеме этого полупроводника искусственно созданы две противоположные ему по электропроводности области. Пластинка полупроводника и две области в ней образуют два р-п перехода. Если две крайние области обладают электропроводностью Р-типа, а пластинка электропроводностью n-типа, такой транзистор имеет структуру р-п-р . Если, наоборот, электропроводность крайних областей «-типа, а пластинки-р-типа, такой транзистор имеет структуру n-р-п

## Принцип действия биполярных транзисторов.

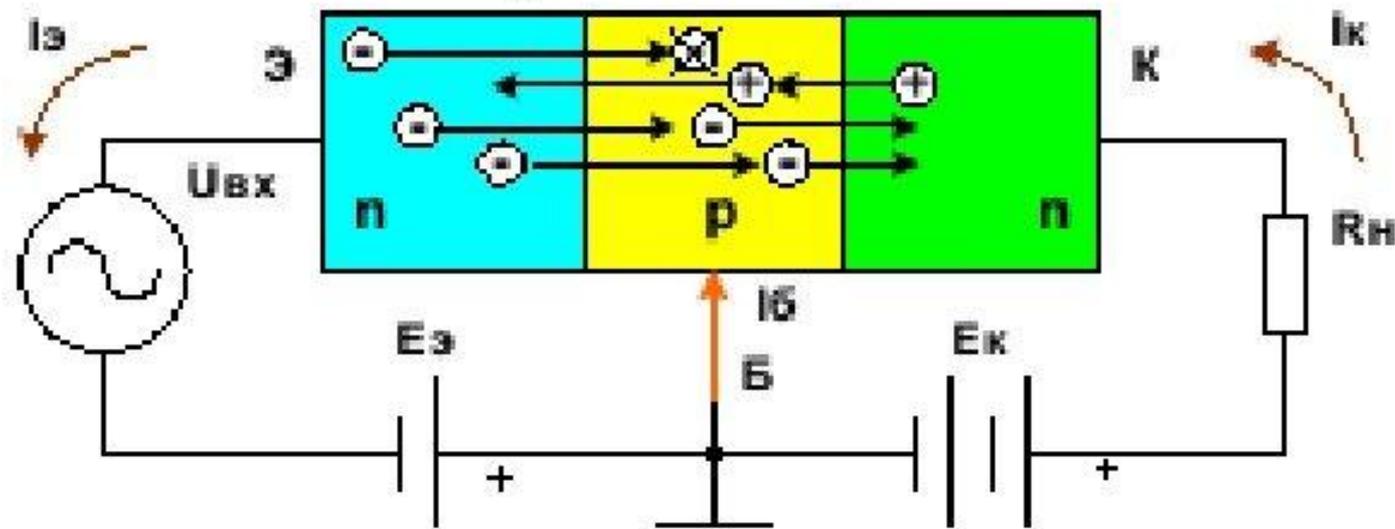


Рис. 63

Так как эмиттерный переход открыт, то через него будет протекать ток эмиттера, вызванный переходом электронов из эмиттера в базу и переходом дырок из базы в эмиттер. Следовательно, ток эмиттера будет иметь две составляющие – электронную и дырочную.

# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

---

Первые промышленные образцы полупроводниковых приборов-транзисторов, способных усиливать и генерировать электрические колебания, были предложены в 1948 г. С появлением транзисторов начинается период покорения электроники полупроводниками. Способность транзисторов работать при низких напряжениях и токах позволила уменьшить размеры всех элементов в схемах, открыла возможность миниатюризации радиоэлектронной аппаратуры. Одновременно с разработкой новых типов приборов велись работы по совершенствованию технологических методов их изготовления.

# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

---

Четвертый период развития электроники берет начало в 60-е годы прошлого века.

Он характеризуется разработкой и практическим освоением интегральных микросхем, совместивших в едином технологическом цикле производство активных и пассивных элементов функциональных устройств. Уровень интеграции БИС достигает тысяч элементов в одном кристалле. Освоение выпуска больших и сверхбольших интегральных схем позволило перейти к созданию функционально законченных цифровых устройств-микропроцессоров, рассчитанных на совместную работу с устройствами памяти и обеспечивающих обработку информации и управление по заданной программе.

# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

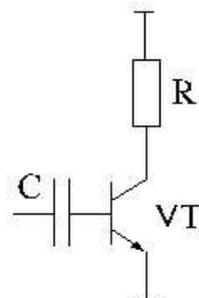
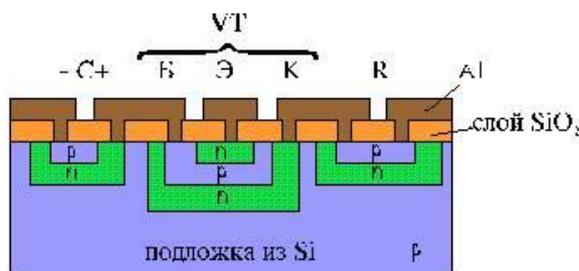
---

Интегральная микросхема - это миниатюрный электронный блок, содержащий в общем корпусе транзисторы, диоды, резисторы и другие активные и пассивные - элементы, число которых может достигать нескольких десятков тысяч. По своему функциональному назначению интегральные микросхемы делятся на две основные группы: аналоговые, или линейно-импульсные, и логические, или цифровые, микросхемы.

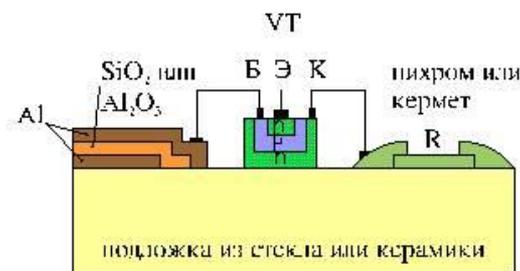
Аналоговые микросхемы предназначены для усиления, генерирования и преобразования электрических колебаний разных частот, например, для приемников, усилителей, а логические - для использования в устройствах автоматики, в приборах с цифровым отсчетом времени, в ЭВМ.

# ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

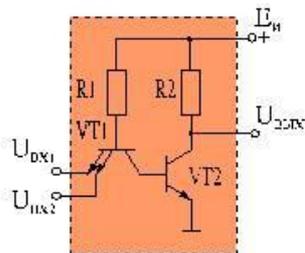
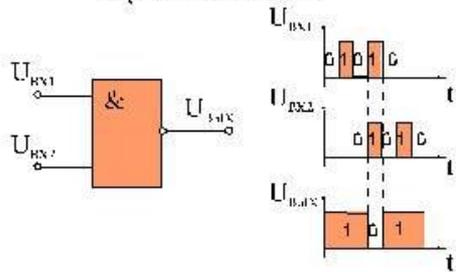
## ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ



## ГИБРИДНЫЕ



## ЦИФРОВЫЕ



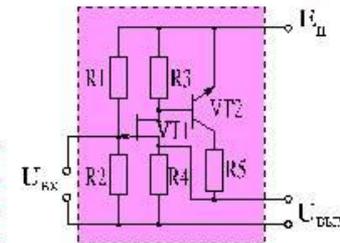
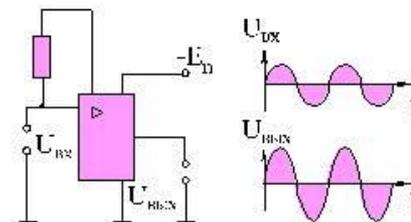
## СТЕПЕНЬ ИНТЕГРАЦИИ

$$K = \lg N$$

$N$  - число элементов и компонентов, входящих в ИС

- $N < 100$  ~ МИС (малая ИС)
- $N = 100 - 1000$  ~ СИС (средняя ИС)
- $N > 1000$  ~ БИС (большая ИС)
- $N > 10000$  ~ СВИС (сверхбольшая ИС)

## АНАЛОГОВЫЕ



## СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ ИС ГОСТ 18682-73

### СЕРИЯ ИС

**1 533 ЛА 3**

- 1 - номер разработки ис в функциональном ряду
- 533 - функциональное наименование ис
- Л - порядковый номер разработки серий ис
- А - группа ис по конструктивно-технологическому исполнению
- 3 - (1, 5, 7 - полупроводниковые; 2, 4, 6, 8 - гибридные; 3 - прочие)

# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

---

Далее развитие электроники идет по пути микроминиатюризации электронных устройств, повышения надежности, экономичности электронных приборов и интегральных микросхем ИМС, улучшения их качественных показателей, уменьшения разброса параметров, расширения частотного и температурного диапазонов. Начатая в 50-е годы «транзисторизация» электронного оборудования и на ближайшие годы останется символом полупроводниковой электроники в ее качественно новом виде - интегральной электронике. Важное значение приобретает развитие нового направления электроники - оптоэлектроники, сочетающей электрические и оптические способы преобразования и обработки сигнала (преобразование электрического сигнала в оптический, а затем оптического снова в электрический).

# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

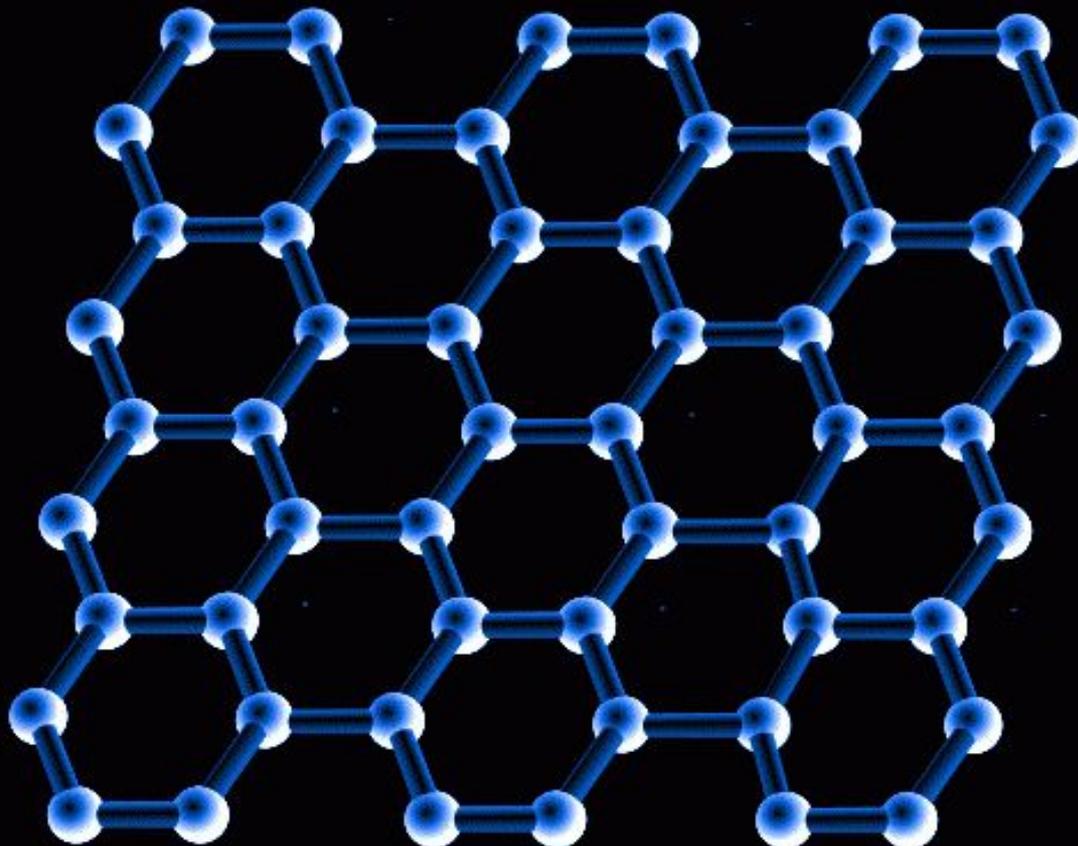
---

Пятым этапом можно назвать полупроводники в процессорах. Или закат эпохи кремния. В передовых областях современной электроники, как разработка и производство процессоров, где размер и скорость полупроводниковых элементов стали играть решающую роль, развитие технологий использования кремния практически подошло к своему физическому пределу. В последние годы улучшение производительности интегральных схем, достигающееся путем наращивания рабочей тактовой частоты и увеличения количества транзисторов. С увеличением скорости переключения транзисторов, их тепловыделение усиливается по экспоненте. Это остановило в 2005 году максимальную тактовую частоту процессоров где-то в районе 3 ГГц и с тех пор увеличивается лишь «многоядерность», что собственно по сути является топтанием на месте.

# ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ

В ближайшее десятилетие должны быть обнародованы графеновые разработки, особенно в этом продвинулись некоторые российские институты благодаря расшифровке информации от предыдущего цикла, названия которых я пока указать не могу.

Графен - это полупроводниковый материал, повторно открытый лишь 2004 году. В нескольких лабораториях уже синтезирован транзистор на базе графена, который может работать в трех устойчивых состояниях. Для аналогичного решения в кремниевом исполнении, потребовалось бы три отдельных полупроводниковых транзистора. Это позволит в недалеком будущем создавать интегральные схемы из меньшего количества транзисторов, которые будут выполнять те же функции, что и их устаревшие кремниевые аналоги.



графен состоит из одиночного  
слоя атомов углерода, собранных  
в гексагональную решетку

# *ПОЭТАПНОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ*

---

Еще одним важным преимуществом графеновых полупроводников является их способность работать на высоких частотах.

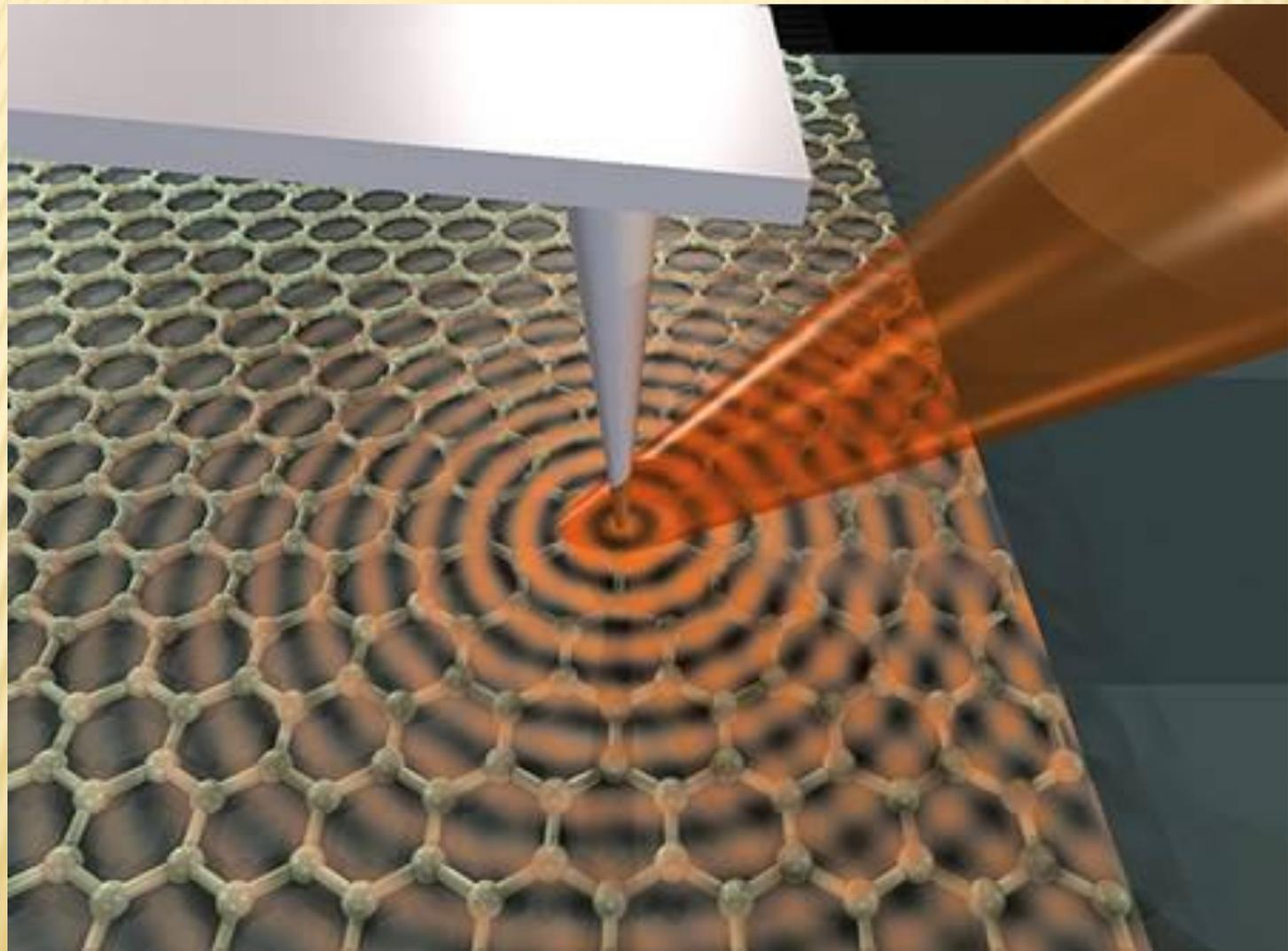
Причем, эти частоты могут достигать 500-1000 ГГц.

# ПОСЛЕДНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ГРАФЕНОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

Ученые из США продемонстрировали возможность создания контролируемых плазмонов в графене. Это открытие позволит создавать электронные цепи нового типа, микроскопы с очень большим разрешением и метаматериалы следующего поколения. Группа ученых из Университета Калифорнии под руководством Дмитрия Басова утверждает, что возможность распространения поверхностных плазмонов (квантов колебаний плотности электронной плазмы, сопровождающихся продольными колебаниями электрического поля) по графену – важный шаг на пути передачи информации в структурах, в которых недостаточно велико пространство для передачи света. Ученые также показали, что с помощью электрического тока можно управлять длиной и амплитудой этих электронных волн.

---

В экспериментах использовались плоскости графена, нанесенные на основу из диоксида кремния. Графен освещали инфракрасным лазером и производили измерения с применением сверхчувствительного атомно-силового микроскопа. Собственно электронные волны измерить не представлялось возможным, поэтому фиксировалась картина интерференции колебаний, порожденных светом лазера, и их отражения от краев графена. Оказалось, что интерференционный рисунок можно изменять, управляя электрической цепью из электродов, которые присоединялись к слою графена и слою чистого кремния под кристаллами.



---

Плазмоны, как и свет, который используется для переноса информации по оптоволокну, могут служить для передачи данных. Наилучшим материалом для создания плазмонов считаются металлы, однако эти квазичастицы очень трудно контролировать.

Басов утверждает, что наблюдавшиеся плазмоны имели одну из самых коротких длин волн среди измеренных до сих пор, но распространялись так же далеко, как и плазмоны в металлах. Однако, в отличие от последних, плазмонами в графене можно управлять.

---

*Благодарю за внимание*