

Лекция №9

Полевые транзисторы. Классификация полевых транзисторов. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим p-n переходом. Статические характеристики и параметры транзистора. МДП-транзисторы.

Field-effect transistors. Classification of field-effect transistors. Device and principle of operation of a field-effect transistor with a control p-n junction. Static characteristics and parameters of the transistor. TIR transistors.



Полевые транзисторы

Field Effect Transistors

- **Транзистор** – это электронный прибор с двумя электронными переходами и тремя выводами.
- **Униполярные транзисторы** – это транзисторы с одним типом носителей зарядов.
- *A transistor is an electronic device with two electronic junctions and three leads.*
- *Unipolar transistors are transistors with a single type of charge carrier.*



- **Полевые транзисторы** – это транзисторы с двумя электронными переходами, с одним типом носителей заряда, с тремя выводами и управляемый сопротивлением p - n перехода с помощью электрического поля.
- *Field* – effect transistors are transistors with two electronic junctions, with one type of charge carrier, with three leads, and controlled by the resistance of the p - n junction using an electric field.

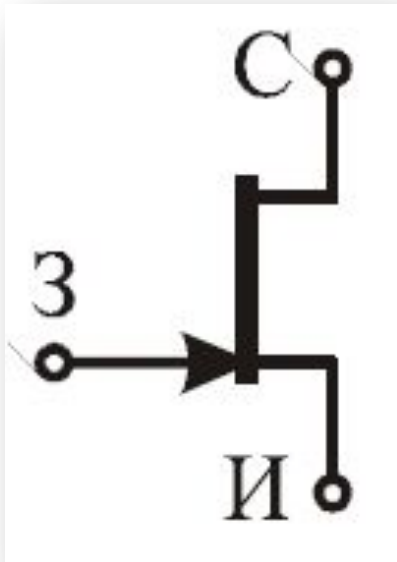


Электроды полевого транзистора:

- ***И*** – ***исток*** – электрод, от которого движутся носители заряда.
- ***С*** – ***сток*** – электрод, к которому движутся носители заряда.
- ***З*** – ***затвор*** – электрод, управляющий сечением канала.

Field FET Electrodes:

- ***И*** - **the source** - the electrode from which the charge carriers move.
- ***С*** - **drain** - electrode, to which the charge carriers move.
- ***З*** - **gate** - electrode, which controls the cross section of the channel.



Классификация полевых транзисторов

Classification of FETs

Полевые транзисторы

Field Effect Transistors

С управляющим p-n переходом
With the control p-n junction

С изолированным каналом (МДП-транзистор)
With an isolated channel (MIS transistor)

С каналом n-типа
With n-type channel

С каналом p-типа
With p-type channel

С встроенным каналом
With built-in channel

С индуцированным каналом
With induced channel



- **Принцип действия:** при изменении напряжения $U_{ЗИ}$ (обратного для p-n-переходов) меняется ширина p-n-переходов транзистора за счет изменения толщины запирающего слоя, следовательно изменяется поперечное сечение токопроводящего канала и его проводимость, и в конечном итоге, выходной ток стока I_C транзистора.
- *Principle of operation: when the voltage $U_{ЗИ}$ (reverse for p-n-transitions) changes the width of the p-n-transitions of the transistor due to changes in the thickness of the locking layer, therefore changes the cross-section of the conductive channel and its conductivity, and eventually, the output current flow I_C transistor.*



Статические характеристики

Static characteristics

- Основными статическими характеристиками транзистора с управляющим $p-n$ переходом являются выходные (стоковые) и стоково-затворные (проходные).
- The main static characteristics of a transistor with a control $p-n$ junction are output (stock) and drain-gate (pass-through).*

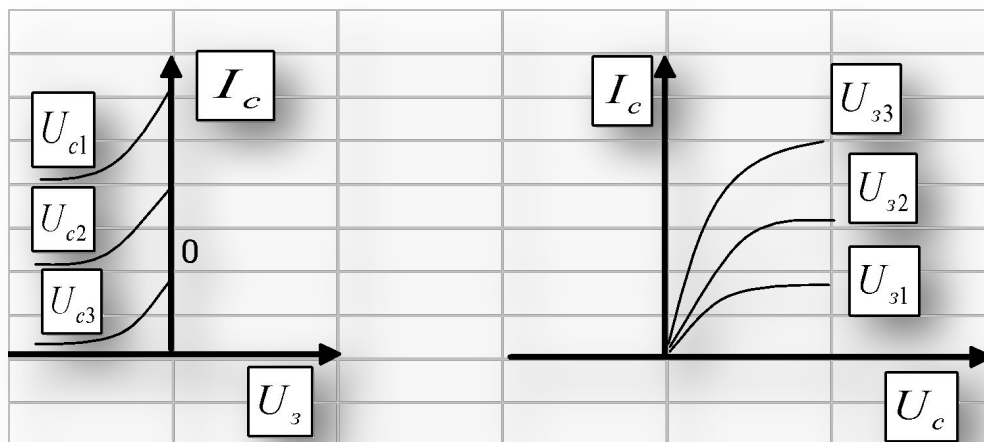
$$I_c = f(U_{zu}, U_{cu})$$

$$U_c = const$$

$$I_c = f(U_c)$$

$$U_3 = const$$

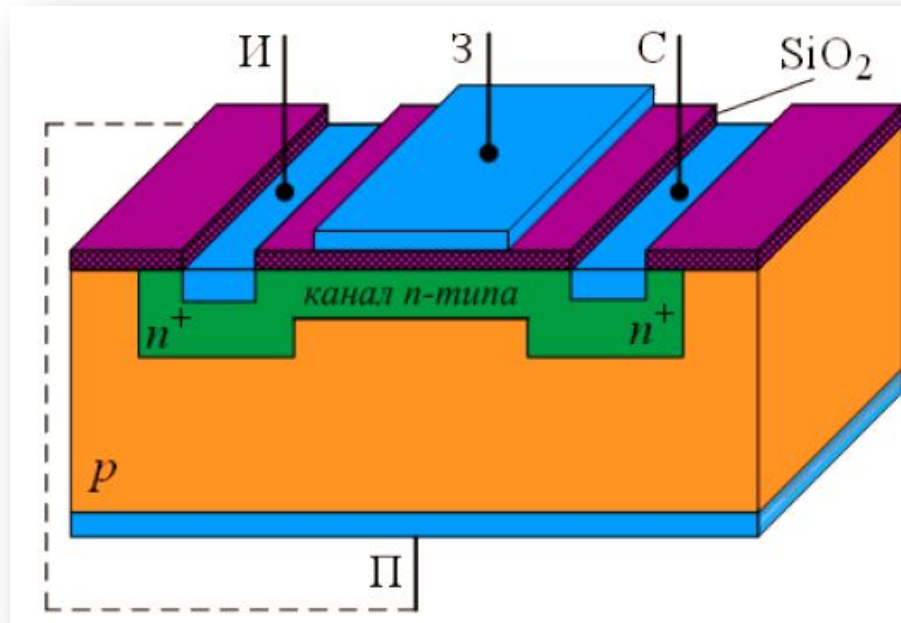
$$I_c = f(U_3)$$



МДП-транзисторы

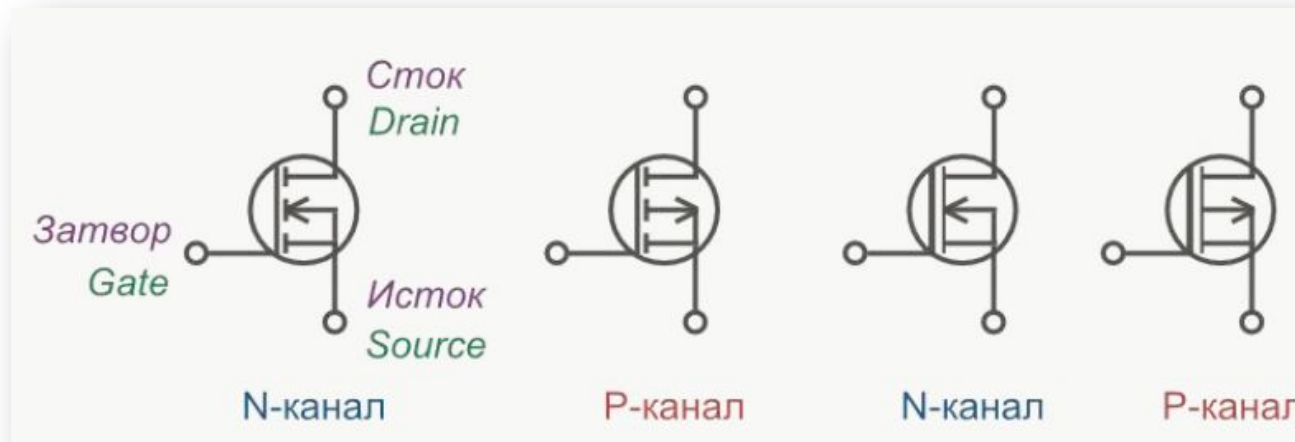
MDS-transistors

- Конструкция МДП транзистора с каналом n – типа
- *The construction of a MIS transistor with an n-type channel*



- МДП – Металл – диэлектрик – полупроводник
- *MDS – Metal – dielectric – semiconductor*

- Принцип работы:** при подаче на затвор отрицательного напряжения приповерхностный слой полупроводника n -типа обеднится электронами. При достижении некоторого порогового значения $U_{зи}$ этот слой настолько обеднится электронами, что происходит инверсия и образуется канал p -типа. Меняя $U_{зи}$, можно менять поперечное сечение канала.

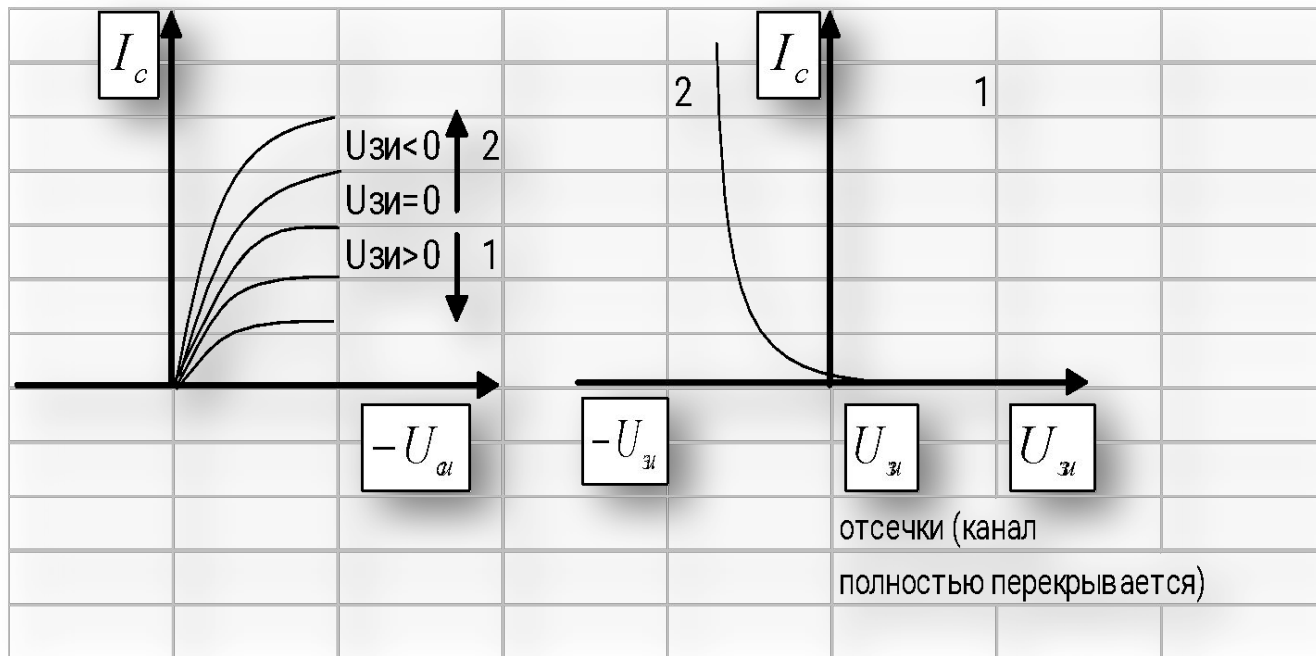


- Principle of operation:** when a negative voltage is applied to the gate, the surface layer of an n -type semiconductor is depleted of electrons. When a certain threshold value of U_{SI} is Reached, this layer is so depleted of electrons that an inversion occurs and a p -type channel is formed. By changing the U_{SI} , you can change the cross-section of the channel.



Статические характеристики МДП транзисторов со встроенным каналом р-типа.

Static characteristics of MDS transistors with a built-in p-type channel.



1- режим обеднения
2- режим обогащения

*1 - depletion mode
2 - enrichment mode*



Схемы включения полевого транзистора

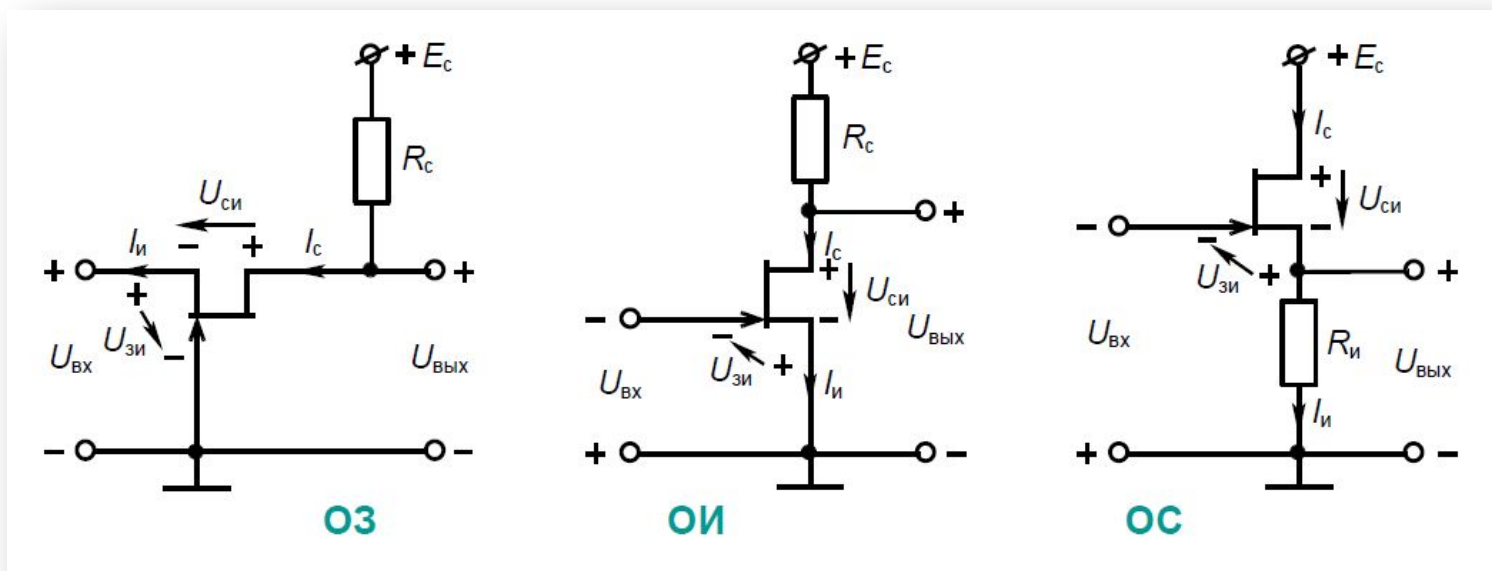
Schemes of inclusion of the field transistor

Полевые транзисторы имеют три схемы включения:

- общий исток (ОИ);
- общий сток (ОС);
- общий затвор (ОЗ).

Field-effect transistors have three switching circuits:

- *common source (CS);*
- *common stock (CS);*
- *shared shutter (SS).*



Особенности полевых транзисторов

Features of field-effect transistors

1. Возрастает входное сопротивление, т. е. снижается потребления тока.
 2. Слабая зависимость параметров транзистора от температуры.
 3. Безотказная работа при снижении температуры.
 4. Повышается радиационная устойчивость.
 5. Простота изготовления.
 6. Широкое применение в интегральных схемах за счет увеличения
- Однако имеет два недостатка:
7. Малый коэффициент усиления.
 8. Малый диапазон рабочих частот.

- 1. The input resistance increases, i.e. the current consumption decreases.*
 - 2. A weak dependence of transistor parameters on temperature.*
 - 3. Trouble-free operation when the temperature decreases.*
 - 4. Increases radiation resistance.*
 - 5. Easy to manufacture.*
 - 6. Wide application in integrated circuits due to increased mounting.*
- However, it has two disadvantages:*
- 7. Low gain.*
 - 8. Small operating frequency range.*



Слово	Транскрипция	Перевод
переход	'dʒʌŋkʃn	junction
полупроводник	'semɪkəndʌktər	semiconductor
проводимость	kən'dʌkʃn	conduction
вольт-амперная характеристика	vəʊlt-'am,pɪr ,kærəktə'rɪstɪk	volt-ampere characteristic
электрон	ɪ'lektrɔ:n	electron
запирающий слой	'bærɪər 'leɪər	barrier layer
область	fi:ld	field
обратное напряжение	rɪ'vɜ:rs 'vəʊltɪdʒ	reverse voltage
прямое напряжение	'fɔ:rwərd 'vəʊltɪdʒ	forward voltage
дырки	həʊls	holes
направление	ru:t	route
замыкание	'lɑ:kɪŋ	locking
интегральная микросхема	'ɪntɪgreɪtɪd 'sɜ:rkit	integrated circuit
цепь транзистора	træn'zɪstər tʃeɪn	transistor chain
концентрация	,kɑ:nsn'treɪʃn	concentration