

§ΔМосковский государственный технический университет им. Н.Э.  
Баумана

Факультет «Радиоэлектроника и лазерная техника»

Кафедра «Радиоэлектронные системы и устройства»

---

Лабораторная работа №1

«Исследование полевого транзистора»

по дисциплине

«Электроника»

Вариант № 12

Выполнил ст. группы РЛ6-41

Мухин Г.А.

Филимонов С.В.

Фамилия И.О.

Проверил доцент

Крайний В.И.

Оценка в баллах \_\_\_\_\_

Москва, 2022

**Цель работы:** исследование характеристик и параметров полевого транзистора, изучение методики измерения характеристик полевого транзистора, расчет параметров эквивалентной схемы.

**Приборы и измерительные устройства:** Два источника питания “Марс”, два мультиметра М3900 (один, работающий в режиме миллиамперметра, другой, работающий в режиме вольтметра), вольтметр В7-58/2, резистор сопротивлением 2 кОм, полевой транзистор.

### **СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ КП302АМ**

Транзисторы кремниевые планарные полевые с затвором на основе р-п-перехода с каналом n-типа. Предназначены для применения в широкополосных усилителях и переключающих устройствах. Выпускаются в пластмассовом корпусе с гибкими выводами.

Крутизна характеристики при  $U_{си}=7\text{ В}$ ,  $U_{зи}=0\text{ В}$  - не менее 5 мА/В.

Начальный ток стока при  $U_{зи}=0\text{ В}$  - 3 – 24 мА.

Напряжение отсечки при  $U_{си}=7\text{ В}$  – не более 5 В.

Входная ёмкость при  $U_{си}=10\text{ В}$ ,  $I_c=3\text{ мА}$  - не более 20 пФ.

Проходная ёмкость при  $U_{си}=10\text{ В}$ ,  $I_c=3\text{ мА}$  - не более 8 пФ.

Предельное напряжение затвор-исток – 10 В.

Предельное напряжение сток-исток – 20 В.

Предельный постоянный ток стока – 24 мА.

Предельная постоянная рассеиваемая мощность – 300 мВт.

Начертим принципиальную схему для измерения ВАХ полевого транзистора в схеме с общим истоком с указанием полярности измерительных приборов и источников питания. Выпишем из приложения 4 тип и основные параметры исследуемого транзистора.

Снимем семейство выходных характеристик полевого транзистора.

Соберем схему измерения (рис. 1). На графике-заготовке для выходных характеристик построим кривую допустимой мощности. Экспериментально определим напряжение отсечки  $U_{отс}$  т.е. такое напряжение на затворе, при котором  $I_c = 0$ ; напряжение сток-исток выставим равным 10 В. Снимем семейство выходных характеристик для значений  $U_{зи}=0$ ;  $0,2U_{отс}$ ;  $0,4U_{отс}$ ;  $0,6U_{отс}$ ;  $0,8U_{отс}$ .

$U_{отс}=2,1\text{ В}$ .

$U_{си}, В$	$I_c, мА$
0,1	1,28
0,3	3,53
0,7	7,35
1	10,1
3	14,71
7	15,71
10	15,72

Таблица 1 - Зависимость тока стока от напряжения стока-истока при постоянном напряжении затвор-исток  $U_{зи}=0$ .

$U_{си}, В$	$I_c, мА$
0,1	1,31
0,3	2,57
0,7	5,45
1	6,7
3	9,16
7	9,96
10	10,18

Таблица 2 - Зависимость тока стока от напряжения стока-истока при постоянном напряжении затвор-исток  $U_{зи}=0,2U_{отс}$ .

$U_{си}, В$	$I_c, мА$
0,1	0,69
0,3	2,1
0,7	3,18
1	4,37
3	5,51

7	6,1
10	6,12

Таблица 3 - Зависимость тока стока от напряжения стока-истока при постоянном напряжении затвор-исток  $U_{зи}=0,4U_{отс}$ .

$U_{си}, В$	$I_c, мА$
0,1	0,47
0,3	0,94
0,7	1,59
1	1,38
3	1,53
7	2,21
10	2,36

Таблица 4 - Зависимость тока стока от напряжения стока-истока при постоянном напряжении затвор-исток  $U_{зи}=0,6U_{отс}$ .

$U_{си}, В$	$I_c, мА$
0,1	0,09
0,3	0,18
0,7	0,23
1	0,25
3	0,33
7	0,41
10	0,46

Таблица 5 - Зависимость тока стока от напряжения стока-истока при постоянном напряжении затвор-исток  $U_{зи}=0,8U_{отс}$ .

На основе полученных в ходе экспериментальных измерений таблиц для силы тока стока построим графики зависимости тока стока от напряжения стока-истока для определенных напряжений затвор-исток.

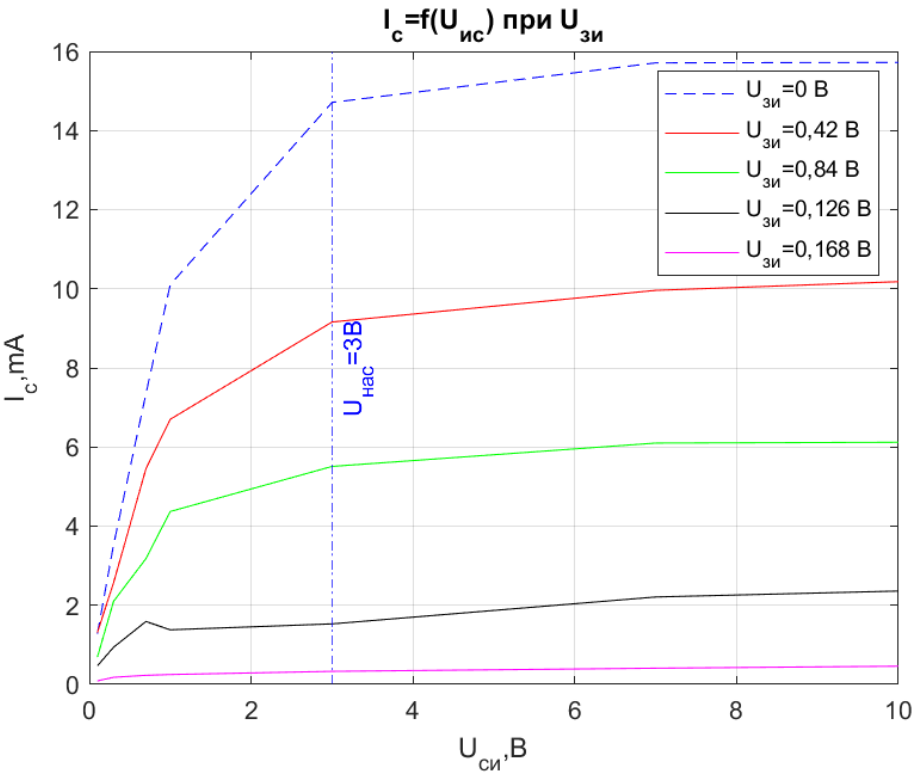


Рисунок 1 - Зависимость тока стока от напряжения стока-истока.

На рисунке 1 мы видим, что значение тока насыщения  $I_{c,нас}=14,71$  мА, напряжение насыщения  $U_{си,нас}=3$  В.

Снимем семейство проходных статистических характеристик для  $U_{си}=0,5$  В;  $1$  В;  $2$  В;  $U_{си,нас}$ ;  $U_{си}>U_{си,нас}$ .

$U_{зи}, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$
0	5,5
0,42	4
0,84	2,7
1,26	1,29
1,68	0,19
2,1	0

Таблица 6 - зависимость тока стока от напряжения затвор-истока для напряжения стока-истока 0,5 В.

$U_{зи}, \text{В}$	$I_c, \text{мА}$
0	10,1
0,42	6,7
0,84	4,37
1,26	1,38
1,68	0,25
2,1	0

Таблица 7 - зависимость тока стока от напряжения затвор-истока для напряжения стока-истока 1 В.

$U_{зи}, \text{В}$	$I_c, \text{мА}$
0	12,2
0,42	7,95
0,84	5,1
1,26	1,75
1,68	0,25
2,1	0

Таблица 8 - зависимость тока стока от напряжения затвор-истока для напряжения стока-истока 2 В.

$U_{зи}, \text{В}$	$I_c, \text{мА}$
0	14,71

0,42	9,16
0,84	5,51
1,26	1,53
1,68	0,33
2,1	0

Таблица 9 - зависимость тока стока от напряжения затвор-истока для напряжения стока-истока 3 В, что представляет собой напряжение стока-истока для тока насыщения.

$U_{зи}, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$
0	15,72
0,42	10,18
0,84	6,12
1,26	2,36
1,68	0,46
2,1	0

Таблица 10 - зависимость тока стока от напряжения затвор-истока для напряжения стока-истока 10 В, что представляет собой напряжение большее, чем напряжение стока-истока для тока насыщения.

На основе полученных таблиц 6-10 получим графики зависимости тока стока от напряжения затвора-истока.

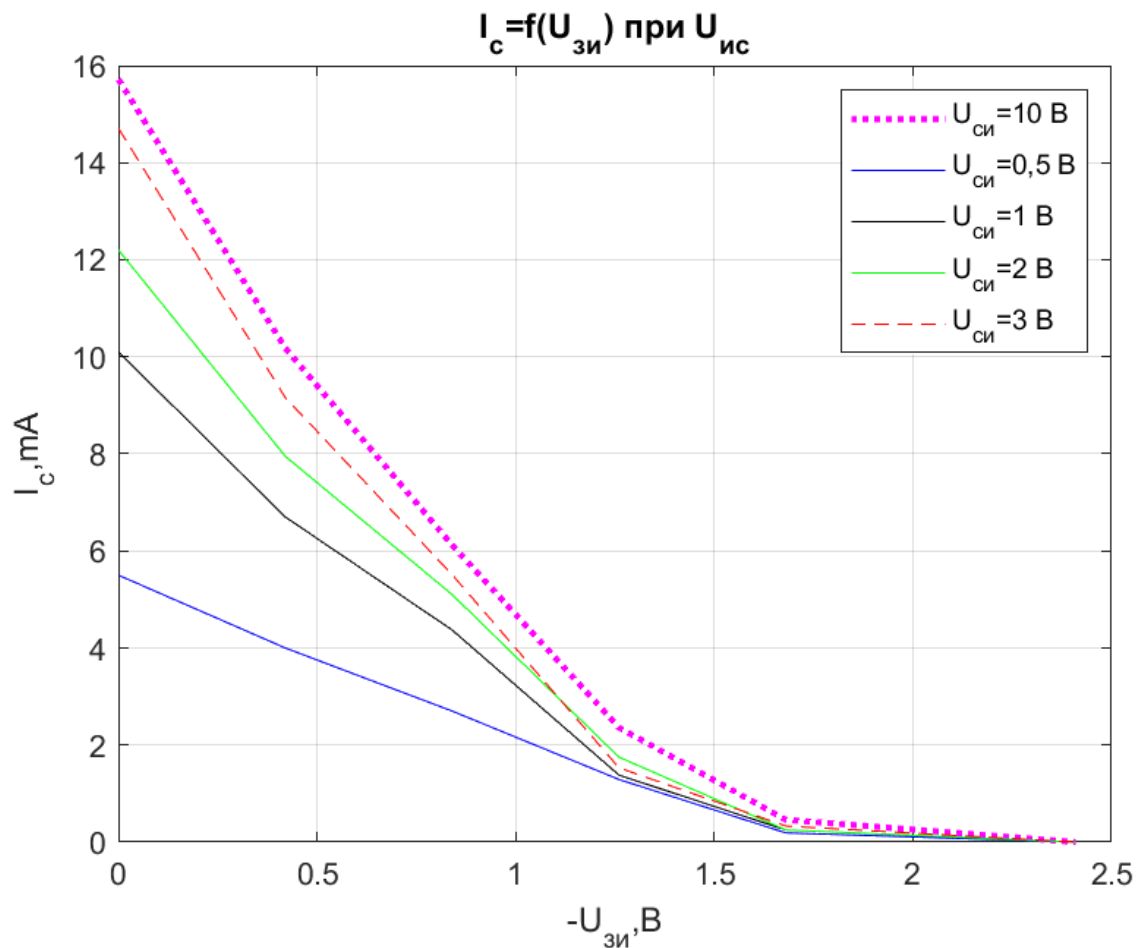


Рисунок 2 - Зависимость тока стока от напряжения затвора-истока.

### Обработка экспериментальных данных.

1. Определим крутизну  $S_{\max}$  характеристики, снятой для  $U_{си.нас}$  в точке  $U_{зи}=0$ .

$$S_{\max} = \Delta I_c / \Delta U_{си.нас}$$

$$S_{\max} = 0,006 / 0,425 = 14,11 \text{ мА/В ;}$$

2. Определим напряжение отсечки, используя соотношение

$$U_{отс} = 2I_{с.нас} / S_{\max}$$

$$U_{отс} = 2 \cdot 0,01471 / 0,01411 = 2,085 \text{ В.}$$

3. Определим крутизну и внутреннее сопротивление полевого транзистора при  $U_{си} > U_{си.нас}$  и  $U_{зи} = 0,4U_{отс} = 0,84 \text{ В.}$

$$r_c = \Delta U_{зи} / \Delta I_c = 0,02 / 0,195 \cdot 10^{-3} = 102 \text{ Ом.}$$

$$S = \Delta I_c / \Delta U_{зи} = 0,195 / 0,02 = 9,8 \text{ мА/В.}$$

при  $U_{си} > U_{си.нас}$  можем записать

$$S = S_{\max} (1 - U_{зи} / U_{зи \text{ отс}}) = 14,11 \cdot (1 - 0,84 / 2,1) = 8,466 \text{ мА/В.}$$



**Вывод:** мы экспериментально проверили ВАХ полевого транзистора, сравнив их с теоретическими данными. Мы получили графики, которые соответствуют с некоторой погрешностью теоретическим данным. Погрешность связана с качеством экспериментальной цепи, с погрешностью измерительных приборов и с количеством проводимых измерений. Несмотря на погрешность и некоторую неточность экспериментально установленная крутизна  $S$  соответствует заявленной крутизне в характеристиках исследуемого полевого транзистора  $U_{си}=7$  В,  $U_{зи}=0$  В - не менее 5 мА/В. Также мы получили с помощью теоретического расчета сопоставили расчетное напряжение отсечки 2,085 В и экспериментально полученное напряжение отсечки 2,1 В – они практически полностью совпадают. Также почти полностью совпадают экспериментально посчитанная крутизна при  $U_{зи}=0,4U_{отс.}=0,84$  В и теоретическая формула  $S = S_{\text{макс}}(1 - U_{зи}/U_{зи \text{ отс}})$ , что говорит о правильности выполненных измерений (погрешность связана с субъективными измерениями крутизны по графику ВАХ).