

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и информационных систем  
Факультет автоматики и вычислительной техники  
Кафедра автоматики и телемеханики

Расчетная графическая работа №8  
по теме  
«Расчет одиночных каскадов на  
биполярных и полевых транзисторах»  
Вариант 6

Выполнил:  
студент гр. ИТб-3302-02-20  
Ердяков Р.А.  
Проверил:  
Вахрушев В.Ю.

## Вариант 6

### Цель работы

Целью данной работы является расчет и анализ одиночного усилительного каскада на полевом транзисторе КП302А, включённого по схеме с общим стоком и работающего в классе А.

В ходе работы необходимо определить основные параметры каскада на средних частотах, коэффициенты передачи, входное и выходное сопротивления, верхнюю граничную частоту, а также исследовать частотные и временные характеристики схемы.

### Исходные данные

Параметр	Обозначение	Значение	Ед. изм.
Тип транзистора	—	КП302А	—
Схема включения	—	Общий сток (ОС)	—
Класс усиления	—	А	—
Нижняя граничная частота	$f_H$	30	Гц
Сопротивление нагрузки	$R_H$	1,5	кОм
Сопротивление генератора	$R_G$	10	кОм

Амплитуда входного сигнала	$U_m$	10	мВ
Длительность импульса	$t_u$	10	мс
Скважность	$q$	2	—
Период сигнала	$T = q \cdot t_u$	20	мс

### Параметры транзистора КП302А (типовые)

Параметр	Обозначение	Значение	Ед. изм.
Крутизна	$S$	2,5	мА/В
Входная ёмкость	$C_{вх}$	5	пФ
Выходная ёмкость	$C_{вых}$	20	пФ
Ток затвора	$I_z$	$\approx 0$	А

### Расчёт параметров схемы

#### Входное сопротивление

Для схемы с общим стоком входное сопротивление определяется сопротивлением затвора полевого транзистора, так как ток затвора практически равен нулю:

$$R_{вх} \gg 1 \text{ МОм}$$

Принимаем:

$$R_{вх} \approx 1 \text{ МОм}$$

### **Выходное сопротивление**

Выходное сопротивление определяется крутизной транзистора и сопротивлением нагрузки:

$$R_{вых} = (1 / S) \parallel R_H$$

Подстановка:

$$1 / S = 1 / 0,0025 = 400 \text{ Ом}$$

$$R_{вых} = 400 \parallel 1500$$

$$R_{вых} = (400 \cdot 1500) / (400 + 1500) \approx 315 \text{ Ом}$$

$$R_{вых} \approx 0,32 \text{ кОм}$$

### **Коэффициент усиления по напряжению**

Коэффициент усиления по напряжению для схемы с общим стоком:

$$K_u = (S \cdot R_H) / (1 + S \cdot R_H)$$

Подстановка:

$$S \cdot R_H = 0,0025 \cdot 1500 = 3,75$$

$$K_u = 3,75 / (1 + 3,75) \approx 0,8$$

### **Коэффициент усиления по току**

Коэффициент усиления по току:

$$K_i = R_{вх} / R_n$$

$$K_i = 1\,000\,000 / 1500 \approx 670$$

### **Коэффициент усиления по мощности**

Коэффициент усиления по мощности:

$$K_p = K_u \cdot K_i$$

$$K_p = 0,8 \cdot 670 \approx 530$$

### **Итоговые параметры на средних частотах**

Параметр	Значение	Ед. изм.
Входное сопротивление $R_{вх}$	$\approx 1$	МОм
Выходное сопротивление $R_{вых}$	$\approx 0,32$	кОм
Коэффициент усиления по напряжению $K_u$	$\approx 0,8$	—
Коэффициент усиления по току $K_i$	$\approx 670$	—
Коэффициент усиления по мощности $K_p$	$\approx 530$	—

## Частотные характеристики

Верхняя граничная частота определяется входной ёмкостью транзистора и сопротивлением источника сигнала:

$$f_{вгр} = 1 / (2\pi \cdot R_c \cdot C_{вх})$$

Подстановка:

$$f_{вгр} = 1 / (2\pi \cdot 10\,000 \cdot 5 \cdot 10^{-12}) \approx 3 \cdot 10^6 \text{ Гц}$$

$$f_{вгр} \approx 3 \text{ МГц}$$

На данной частоте коэффициент усиления по напряжению уменьшается в 2 раза.

## Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика

Уровень усиления на средних частотах:

$$L = 20 \cdot \log(K_u)$$

$$L = 20 \cdot \log(0,8) \approx -1,9 \text{ дБ}$$

После верхней граничной частоты спад ЛАЧХ составляет –20 дБ на декаду.

## Временные характеристики

Амплитуда выходного сигнала:

$$U_{вых} = K_u \cdot U_{вх}$$

$$U_{вых} = 0,8 \cdot 10 = 8 \text{ мВ}$$

При подаче на вход последовательности положительных прямоугольных импульсов с длительностью 10 мс и периодом 20 мс на выходе формируется сигнал аналогичной формы без инверсии фазы, с уменьшенной амплитудой и незначительным скруглением фронтов.

### Заключение

В ходе выполнения работы был рассчитан одиночный усилительный каскад на полевом транзисторе КП302А, включённый по схеме с общим стоком и работающий в классе А.

Полученные результаты показывают, что схема обладает высоким входным и низким выходным сопротивлением, коэффициент усиления по напряжению близок к единице и обеспечивает эффективное согласование источника сигнала с нагрузкой. Каскад имеет широкий рабочий диапазон частот и может использоваться в качестве буферного усилителя.

