**Методика выполнения задачи № 2.**

В задаче рассматриваются вопросы расчета параметров усилительного каскада на полевых транзисторах на постоянном токе. Поэтому все параметры должны иметь индекс 0 ( UСИ0; Y220), но для облегчения записи расчетов можно индекс 0 опускать.

**Тип транзистора n- канал p- канал**

**Сс**

**И**

**З**

**+**

**−**

**Сс**

**И**

**З**

**+**

**−**

**Сс**

**И**

**З**

**−**

**−**

**Сс**

**И**

**З**

**+**

**+**

**Сс**

**И**

**З**

**+**

**±**

**Сс**

**И**

**З**

**−**

**+**

**−**

 1. С управляющим

обратно смещенным

**p-n**  переходом.

2. С изолированным

затвором и

индуцируемым

каналом.

 3. С изолированным

затвором и

встроенным каналом

 Рис.1. Графическое изображение основных типов ПТ.

**IC мА**

**2**

**4**

**1**

**UCИ=8 В**

**UЗИ**

**2**

**3**

-3 - 2 -1 1 2 3 **В**

**3**

**UЗИ В**

**IC мА**

**UCИ  В**

 3 6 9 12 15

20

15

10

 5

**0**

**-3**

а) б)

 Рис.2. Стоковая и выходная характеристики ПТ.

 **Вариант № 0**

**1. Найти параметр схемы.**

**Е1= ?**

**Е2= ?**

**R2=3k**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**UCИ=-12 В**

**РТ**

**-7**

**-3**

**6**

**3**

**IC мА**

**UЗИ ВмА**

**-6 -4 -2**

**R2**

**R1**

**V1**

**Е1=0,5 B**

**Е2= 12 В**

**R2=2kOm**

**Y21=4мА/В**

**Y22= ?**

 **Формулы для расчета.**

Входной контур E1, R1, Затвор ПТ

R1= 1 МОм во всех вариантах одинаково. Сопротивление перехода RЗИ→∞.  **Е1=UЗИ .**

Выходной контур переход сток- исток RСИ, R2, E2 по 2 закону Кирхгофа можно описать уравнением  **E2= UСИ+I2∙R2.** Ток во всех элементах контура течет в одном направлении, поэтому знаки у всех составляющих уравнения одинаковы. **UСИ=RСИ∙I2; RСИ=1/Y22; I2=E1∙Y21**

**2. Нарисовать схему и найти ее параметры по характеристике**

Рис.3. Вариант задания.

 На рис.1. приведены основные типы полевых транзисторов: их обозначения, полярность постоянного напряжения на выводах. Как видно для p-канала (основные носители дырки) на стоке требуется минус, чтобы положительные носители заряда к нему притягивались. Транзисторы с n-каналом требуют на стоке плюсовое напряжение.(+)На рис.2.а. приведены три стоковые ВАХ для трех типов ПТ с n-каналом, для транзисторов с p-каналом характеристики развернуться относительно оси тока. Там же рис.2.б. приведено семейство выходных ВАХ для ПТ с изолированным затвором и встроенным n-каналом.

Задача состоит из двух частей рис.3. В первой дана принципиальная электрическая схема каскада и даны параметры. Необходимо определить тип транзистора, если нужно дорисовать и поставить полярность источников напряжения относительно общей точки (земли, нижняя горизонтальная линия). Транзистор с управляющим p-n переходом и n-каналом, на затворе требуется (+), а на стоке (-) рис.4. а. Дальше необходимо подсчитать резистор R2, используя ниже приведенные формулы. В схеме два контура входной и выходной. Считаем источники напряжения идеальными, поэтому во входном контуре **Uзи=Е1.** Для второго контура можно написать **E2=Uси+R2∙I2.** Ток в контуре течет по всем элементам течет в одном направлении, поэтому знаки у всех напряжений контура вообще отрицательные, но минус сокращается. Это условие действует во всех вариантах несмотря на положительное или отрицательное Е2.

**Y21=I2/Uзи; Y22=I2/Uси;** тогда  **I2= Uзи∙Y21=**0,8∙3=2,4 mA**; R2=(E2-I2/Y22)/I2=**(15-2,4∙10-3/3∙10-4)/2,4= 2,92 кОм

**I2**

**+**

**−**

**R2**

**R1**

**V1**

**R2**

**R1**

**V1**

**−**

**−**

а). б).

Рис.4. Схемные решения по заданному варианту.

Во второй части задачи нужно построить схему каскада с ПТ, ВАХ которого задана вариантом. Получается ПТ с изолированным затвором индуцируемым p-каналом рис.4.б. По заданной на графике рабочей точке определяем ее параметры: Uзи=-5,5 В; Iс=3,8 мА; Uси=-9 В. По этим параметрам определяем: **Е1=** **Uзи**=-5,5 В; **I2=Iс=**3,8 мА; **Y21=I2/Uзи=** 3,8/5,5=0,69 мА/B; (знаки напряжений и токов можно не учитывать, нас интересует абсолютная величина параметра); **Y22=I2/ Uси**= 3,8∙10-3/9=4,2∙10-4 Сим. **Е2=Uси+I2∙R2**=-9-3,8∙10-3∙3∙103=-20,4 В.

Варианты задания 2, для группы **3270.**

**Вариант № 1. Вариант № 2.**

**1.Найти параметр схемы 1. Найти параметр схемы**

**R2**

**R1**

**V1**

**R2**

**R1**

**V1**

**+**

**−**

**Е1=1,5 B**

**Е2= 15 В**

**R2=2kOm**

**Y21=4мА/В**

**Y22= ?**

**Е1=3B**

**Е2= 50 B**

**R2=?**

**Y21=2мА/В**

**Y22=2/104Сим**

**2. Нарисовать схему и найти ее 2. Нарисовать схему и найти ее**

**параметры по характеристике параметры по характеристике**

**UCИ  В**

**РТ**

**IC мА**

**UЗИ**

**50 40 30 20 10**

**В -10 -8 -6 -4 -2 0**

**-6**

**-9**

**-12**

**4**

 **2 4 6 8 10 В**

**7**

**6**

**5 4 3 2 1**

**UCИ мА**

**IC мА**

**РТ**

**UЗИ В**

**6**

**2**

**Е1= ?**

**Е2=15В**

**R2= ?**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**Е1= ?**

**Е2= ?**

**R2=3k**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**UЗИ**

**UЗИ**

**Вариант № 3. Вариант № 4.**

**1. Найти параметр схемы. 1. Найти параметр схемы.**

**Е1= ?**

**Е2= 18 В**

**R2=3kOm**

**Y21=5 мА/В**

**Y22=3/104Сим**

**Е1=2 B**

**Е2=10 В**

**R2=2 kOm**

**Y21= ?**

**Y22=5/104Сим**

**R2**

**R1**

**V1**

**R2**

**R1**

**V1**

**2. Нарисовать схему и найти ее 2. Нарисовать схему и найти ее**

 **параметры по характеристике. параметры по характеристике.**

**-8**

**-5**

**-6 -4 -2 0 2 4 6**

**РТ**

**IC мА**

**8**

**4**

**UЗИ ВмА**

**UCИ  В**

**15**

**8**

**UЗИ**

**РТ**

**UCИ  В**

**IC мА**

**В -8 -6 -4 -2 0**

**706050 40 30 20 10**

**Е1= ?**

**Е2=10B**

**R2= ?**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**Е1= ?**

**Е2= ?**

**R2=2k**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**UCИ=-8В**

**IC мА**

**UЗИ**

**4**

**2**

**Вариант № 5. Вариант № 6.**

**1.Найти параметр схемы 1. Найти параметр схемы**

**R2**

**R1**

**V1**

**R2**

**R1**

**V1**

**Е1=0,5 B**

**Е2= 12 В**

**R2=2kOm**

**Y21=4мА/В**

**Y22= ?**

**Е1=3B**

**Е2= ?**

**R2=3kOm**

**Y21=1 мА/В**

**Y22=2/104Сим**

**2. Нарисовать схему и найти ее 2. Нарисовать схему и найти ее**

**параметры по характеристике параметры по характеристике**

**Е1= ?**

**Е2=17 В**

**R2= ?**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**РТ**

**16**

**10**

**6**

**4**

**-9 -6 -3 0 3 6 9**

**UЗИ ВмА**

**IC мА**

**UCИ В**

**-8**

**-12**

**UЗИ**

**РТ**

**UCИ  В**

 **1 2 3 4 В**

**353025 20 15 10 5**

**IC мА**

**Е1= ?**

**Е2= ?**

**R2=2 k**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**UЗИ**

**UЗИ**

**Вариант № 7. Вариант № 8.**

**1. Найти параметр схемы. 1. Найти параметр схемы.**

**Е1= ?**

**Е2= 18 В**

**R2=3kOm**

**Y21=5 мА/В**

**Y22=3/104Сим**

**Е1=2 B**

**Е2=10 В**

**R2=5 kOm**

**Y21= ?**

**Y22=2/104Сим**

**R2**

**R1**

**V1**

**R2**

**R1**

**V1**

**−**

**+**

**2. Нарисовать схему и найти ее 2. Нарисовать схему и найти ее**

 **параметры по характеристике. параметры по характеристике.**

**Е1= ?**

**Е2= ?**

**R2=0,5k**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

 **3 6 9 12 15**

**2**

**4**

**РТ**

**IC мА**

**UCИ  ВмА**

**UЗИ В**

**4**

**2**

**6**

**UЗИ**

**UCИ  В**

**IC мА**

**353025 20 15 10 5**

 **В -14 -12 -10 -8 -6 -4 -2 0**

**РТ**

**-8**

**-12**

**Е1= ?**

**Е2=20B**

**R2= ?**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**UCИ=-8В**

**IC мА**

**UЗИ**

**4**

**2**

**Вариант № 9. Вариант № 10.**

**1.Найти параметр схемы 1. Найти параметр схемы**

**Е1=1,5 B**

**Е2= ?**

**R2=4 kOm**

**Y21=2мА/В**

**Y22=2/104Сим**

**R2**

**R1**

**V1**

**R2**

**R1**

**V1**

**Е1=0,5 B**

**Е2= 12 В**

**R2=2kOm**

**Y21=2 мА/В**

**Y22= ?**

**2. Нарисовать схему и найти ее 2. Нарисовать схему и найти ее**

**параметры по характеристике параметры по характеристике**

**-6**

**UЗИ**

**IC мА**

**UCИ  В**

**-12**

**РТ**

 **2 4 6 8 10 В В**

**7**

**6**

**5 4 3 2 1**

**Е1= ?**

**Е2=15В**

**R2= ?**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**Е1= ?**

**Е2= ?**

**R2=4k**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**РТ**

**IC мА**

**UCИ  ВмА**

**UЗИ В**

 **-15 -12 - 9 -6 -3**

**0**

**3**

**6**

**2**

**-2**

**UЗИ**

**UЗИ**

**Вариант № 11. Вариант № 12.**

**1. Найти параметр схемы. 1. Найти параметр схемы.**

**Е1= ?**

**Е2= 18 В**

**R2=3kOm**

**Y21=5 мА/В**

**Y22=3/104Сим**

**Е1=0,8 B**

**Е2=14 В**

**R2=2 kOm**

**Y21= ?**

**Y22=5/104Сим**

**R2**

**R1**

**V1**

**+**

**R2**

**R1**

**V1**

**2. Нарисовать схему и найти ее 2. Нарисовать схему и найти ее**

 **параметры по характеристике. параметры по характеристике.**

**UЗИ ВмА**

**IC мА**

**UCИ В**

**РТ**

**UCИ  В**

**UЗИ**

**IC мА**

**6**

**9**

 **2 4 6 8 10 В**

**25**

**15**

**5**

**Е1= ?**

**Е2=12B**

**R2= ?**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**Е1= ?**

**Е2= ?**

**R2=2k**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**6**

**4**

**-9 -6 -3 0 3 6 9**

**РТ**

**9**

**6**

**UCИ=-8В**

**IC мА**

**UЗИ**

**4**

**2**

**Вариант №13. Вариант № 14.**

**1.Найти параметр схемы 1. Найти параметр схемы**

**R2**

**R1**

**V1**

**R2**

**R1**

**V1**

**Е1=0,5 B**

**Е2= 12 В**

**R2=3 kOm**

**Y21=5 мА/В**

**Y22= ?**

**Е1=2 B**

**Е2= ?**

**R2=2 kOm**

**Y21=3 мА/В**

**Y22=2/104Сим**

**−**

**2. Нарисовать схему и найти ее 2. Нарисовать схему и найти ее**

**параметры по характеристике параметры по характеристике**

**UCИ  В**

**IC мА**

**UЗИ В**

**РТ**

**50 40 30 20 10**

 **3 6 9 12 15**

**12**

**8**

**4**

**Е1= ?**

**Е2=18В**

**R2= ?**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**РТ**

**UCИ  В**

**IC мА**

**UЗИ  В**

**5 4 3 2 1**

 **2 4 6 8 10**

**−4**

**−6**

**−2**

**Е1= ?**

**Е2= ?**

**R2=4 k**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**UЗИ**

**UЗИ**

**Вариант № 15. Вариант № 16.**

**1. Найти параметр схемы. 1. Найти параметр схемы.**

**Е1= ?**

**Е2= 12 В**

**R2=3kOm**

**Y21=5 мА/В**

**Y22=3/104Сим**

**Е1=3 B**

**Е2=18 В**

**R2=3 kOm**

**Y21= ?**

**Y22=4/104Сим**

**R2**

**R1**

**V1**

**R2**

**R1**

**V1**

**2. Нарисовать схему и найти ее 2. Нарисовать схему и найти ее**

 **параметры по характеристике. параметры по характеристике.**

**IC мА**

**UCИ мА**

**UЗИ В**

**В -15 -12 -9 -6 -3 0**

**2**

**4**

**1**

**3**

**5**

**РТ**

**-8**

**-12**

**UЗИ**

**РТ**

**UCИ  В**

 **1 2 3 4 В**

**353025 20 15 10 5**

**IC мА**

**Е1= ?**

**Е2=15B**

**R2= ?**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**Е1= ?**

**Е2= ?**

**R2=2k**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**UCИ=-8В**

**IC мА**

**UЗИ**

**4**

**2**

**Вариант № 17. Вариант № 18.**

**1.Найти параметр схемы 1. Найти параметр схемы**

**R2**

**R1**

**V1**

**R2**

**R1**

**V1**

**Е1=1,2 B**

**Е2= 16 В**

**R2=4 kOm**

**Y21=2 мА/В**

**Y22= ?**

**Е1=5 B**

**Е2= ?**

**R2=1kOm**

**Y21=3 мА/В**

**Y22=5/104Сим**

**2. Нарисовать схему и найти ее 2. Нарисовать схему и найти ее**

**параметры по характеристике параметры по характеристике**

**12**

**6**

**UЗИ**

**РТ**

**UCИ  В**

**IC мА**

**В -4 -3 -2 -1 0**

**706050 40 30 20 10**

 **3 6 9 12 15 В**

**50**

**30**

**10**

**РТ**

**UCИ  В**

**UЗИ**

**IC мА**

**6**

**9**

**Е1= ?**

**Е2=15В**

**R2= ?**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**Е1= ?**

**Е2= ?**

**R2=2k**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**UЗИ**

**UЗИ**

**Вариант № 19. Вариант № 20.**

**1. Найти параметр схемы. 1. Найти параметр схемы.**

**Е1= ?**

**Е2= 18 В**

**R2=3kOm**

**Y21=2,5 мА/В**

**Y22=3/104Сим**

**R2**

**R1**

**V1**

**R2**

**R1**

**V1**

**Е1=2 B**

**Е2=15 В**

**R2=3 kOm**

**Y21= ?**

**Y22=5/104Сим**

**+**

**−**

**2. Нарисовать схему и найти ее 2. Нарисовать схему и найти ее**

 **параметры по характеристике. параметры по характеристике.**

**-6 -4 -2 0 2 4 6**

**РТ**

**IC мА**

**10**

**5**

**UЗИ ВмА**

**UCИ  В**

**-10**

**-7**

**Е1= ?**

**Е2=15B**

**R2= ?**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**Е1= ?**

**Е2= ?**

**R2=2k**

**Y21= ?**

**Y22= ?**

**РТ**

**UCИ  В**

**IC мА**

**UЗИ  В**

**5 4 3 2 1**

 **2 4 6 8 10**

**0**

**−6**

**2**

**UCИ=-8В**

**IC мА**

**UЗИ**

**4**

**2**