

### Задачи из билетов по курсу «Схемотехника ЭУ» за 2020 г.

1. На вход резисторного каскада усиления через разделительный конденсатор  $C_p$  поступает идеальный прямоугольный импульс длительностью  $T_{\text{и}}=100$  мкс. Определить емкость конденсатора  $C_p$ , если после него спад вершины импульса составил  $\Delta=5\%$ . Входное сопротивление каскада  $R_{\text{вх}}=10$  кОм.  
(Билет № 1)    Ответ:  $C_p=200$  нФ или  $0,2$  мкФ
  
2. На вход резисторного каскада усиления через разделительный конденсатор  $C_p$  поступает идеальный прямоугольный импульс длительностью  $T_{\text{и}}=100$  мкс. Определить нижнюю граничную частоту  $F_{\text{н гр}}$  усиления каскада, если на выходе каскада спад вершины импульса составил  $\Delta=5\%$ .  
(Билет № 2)    Ответ:  $F_{\text{н гр}}=79,6$  Гц  $\approx 80$  Гц
  
3. В резисторном каскаде усиления на полевом транзисторе с помощью индуктивной ВЧ коррекции необходимо получить оптимальную форму переходной характеристики. Рассчитайте индуктивность катушки, если резистор в цепи стока транзистора  $R_c=3,3$  кОм, а суммарная емкость выходной цепи  $C_o=100$  пФ.  
(Билет № 3)    Ответ:  $L_k=272,2$  мкГн
  
4. В каскаде на полевом транзисторе с p-n переходом и схемой автосмещения  $E_{\text{п}}=18$  В, ток стока  $I_c=1$  мА, резистор в цепи стока  $R_c=7$  кОм, резистор в цепи истока  $R_{\text{и}}=5$  кОм. Затвор соединен с землей резистором  $R_z=100$  кОм. Найти напряжение между стоком и истоком  $U_{\text{си}}$  и напряжение смещения на затворе  $U_{\text{зи}}$ .  
(Билет № 4)    Ответ:  $U_{\text{си}}=6$  В     $U_{\text{зи}}=-5$  В.
  
5. На вход резисторного каскада усиления поступает идеальный прямоугольный импульс длительностью  $T_{\text{и}}=150$  мкс. Определить время установления  $t_{\text{уст}}$  фронта импульса на выходе резисторного каскада усиления, если верхняя граничная частота усилительного каскада по его АЧХ  $f_{\text{в гр}}=350$  кГц.  
(Билет № 5)    Ответ:  $t_{\text{уст}}=1$  мкс
  
6. Рассчитать отнесенное к входу напряжение собственных шумов усилителя, имеющего  $K_{\text{ш}}=10$ , если источник сигнала создает на входе усилителя напряжение шумов  $U_{\text{ш вх}}=3$  мкВ.  
(Билет № 6)    Ответ:  $U_{\text{ш вх ус}}=9$  мкВ.
  
7. В резисторном каскаде усиления на БП транзисторе с ОЭ смещение  $U_{\text{бэ о}}=0,7$  В задается фиксированным током базы через резистор  $R_6=315$  кОм от источника питания каскада  $E_{\text{п}}=+9$  В. Коэффициент передачи тока базы  $\beta=50$ , резистор в цепи коллектора  $R_k=3$  кОм, резистор в цепи эмиттера  $R_3=2$  кОм зашунтирован конденсатором  $C_{\text{бл}}=50$  мкФ. Найти  $R_{\text{вх} \sim}$  каскада без ООС и  $R_{\text{вх} \sim \text{оc}}$  каскада при  $C_{\text{бл}}=0$  пФ.  
(Билет № 7)    Ответ:  $R_{\text{вх} \sim}=1250$  Ом;     $R_{\text{вх} \sim \text{оc}}=101,25$  кОм.

8. Определить напряжение источника питания  $E_p$  в каскаде на полевом транзисторе с р-п переходом и схемой автосмещения, если ток стока  $I_c=1$  мА, напряжение между стоком и истоком  $U_{си}=6$  В, резистор в цепи стока  $R_c=4$  кОм, резистор в цепи истока  $R_{и}=2$  кОм. Показать рабочую точку на проходной характеристике. (Билет № 8)                      Ответ:  $E_p=+12$  В.
9. Нарисовать схему ФНЧ 1-го порядка на ОУ с параллельной ООС по напряжению и определить его элементы, если устройство должно иметь входное сопротивление  $R_{вх}=1$  кОм, частоту среза  $f_{ср}=15$  кГц и усиление в полосе пропускания  $K_{о\ oc}=-5$ .  
(Билет № 9)                      Ответ:  $R_2=5$  кОм;  $C_{\phi}=2,12$  нФ.
10. Определить входное сопротивление усилителя с последовательной ООС по напряжению, выполненном на ОУ с входным сопротивлением  $R_{вх}=300$  кОм и собственным дифференциальным коэффициентом усиления  $K_o=2 \times 10^4$ , если сопротивление резисторов обратной связи  $R_1=1$  кОм,  $R_2=99$  кОм. Найти коэффициент усиления по напряжению  $K_{у\ oc}$  этого усилителя.  
(Билет № 10)                      Ответ:  $R_{вх}=60$  МОм;  $K_{у\ oc}=100$ .
11. В резисторном каскаде усиления на БП транзисторе с ОЭ смещение  $U_{бэ\ o}=0,7$  В задается фиксированным током базы через резистор  $R_b=215$  кОм от источника питания каскада  $E_{п}=+5$ В. Коэффициент передачи тока базы  $\beta=100$ . Резистор в коллекторной цепи  $R_k=2$  кОм. Найти токи  $I_b$ ,  $I_k$ ,  $I_э$ , и напряжение  $U_{кэ}$ .  
(Билет № 11)                      Ответ:  $I_b=20$  мкА;  $I_k=2$  мА;  $I_э=2,020$  мА;  $U_{кэ}=1$  В.
12. Рассчитайте навесные элементы усилителя на операционном усилителе (ОУ) с параллельной ООС по напряжению, имеющего входное сопротивление  $R_{вх\ oc}=5$  кОм, для обеспечения коэффициента передачи  $K_{у\ oc}=-20$ . Принять, что собственный дифференциальный коэффициент усиления ОУ  $K_o=10^5$ . Привести схему усилителя напряжения на ОУ.  
(Билет № 12)                      Ответ:  $R_1=5$  кОм;  $R_2=100$  кОм.
13. Рассчитайте навесные элементы неинвертирующего усилителя на ОУ с последовательной ООС по напряжению для обеспечения коэффициента передачи  $K_{ос}=50$ . Привести принципиальную электрическую схему устройства с ООС. Рассчитать  $R_{вх\ oc}$  усилителя, если без ООС  $R_{вх\ оу}=100$  кОм и собственный дифференциальный коэффициент усиления ОУ  $K_o=10^5$ .  
(Билет № 13)                      Ответ:  $R_{вх\ oc}=200$  МОм.
14. Рассчитать коэффициент шума усилителя, согласованного на входе, если температура  $T=292$  К, шумовая полоса усилителя  $\Pi_{ш}=1$  МГц, коэффициент усиления усилителя по мощности  $K_p=10^6$  и мощность собственных шумов усилителя на выходе  $P_{ш\ yc}=0,036$  мкВт.  
(Билет № 14)                      Ответ:  $K_{ш}=10$ .
15. В резисторном каскаде усиления на полевом транзисторе с помощью индуктивной ВЧ коррекции необходимо  $f_{в\ гр}$  увеличить в 1,7 раза. Рассчитайте

необходимую индуктивность катушки, если сопротивление резистора в цепи стока  $R_c=3,3$  кОм, а суммарная выходная емкость  $C_o=100$  пФ.

(Билет № 15)

Ответ:  $L_k=451$  мкГ

16. Нарисовать схему неинвертирующего ФНЧ звена 1-го порядка на основе ОУ с ООС и рассчитать его навесные элементы, если известно, что на частоте среза  $f_{cp}=15$  кГц коэффициент линейных частотных искажений  $M=3$  дБ. Принять коэффициент усиления ФНЧ  $K_{oc}=2$  на нулевой частоте.

(Билет № 16)

Ответ:  $R_1=R_2=10$  кОм; при  $C_\phi=510$  нФ  $R_H=20,8$  Ом.

17. Рассчитать коэффициент усиления усилителя по мощности в области средних частот, если коэффициент усиления по напряжению  $K_{u\text{ ср}}=10$ , входное сопротивление усилителя  $R_{вх}=10$  кОм, а сопротивление нагрузки  $R_H=100$  Ом.

(Билет № 17)

Ответ:  $K_p=10^4$  или  $K_p=40$  дБ.

18. Усилитель усиливает сигнал с 2 мВ до 5 В с искажениями 10%. С помощью ООС уменьшают искажения до 1%. Какое напряжение следует подать на вход усилителя с ООС, чтобы получить на выходе те же 5 В?

(Билет № 18)

Ответ:  $U_{вх}=20$  мВ для усилителя с ООС.

19. Определить Y-параметры П-образной схемы из трех резисторов  $R_1=10$  Ом,  $R_2=20$  Ом,  $R_3=20$  Ом. Входное напряжение подается на выводы  $R_1$ , а выходное снимается с выводов  $R_3$ . Резистор  $R_2$  подключен между верхними выводами резисторов  $R_1$  и  $R_3$ , нижние выводы которых соединены с «землей».

(Билет № 19)

Ответ:  $Y_{11}=0,5$  См,  $Y_{21}=-0,05$  См,  $Y_{12}=-0,05$  См,  $Y_{22}=0,1$  См.

20. Дифференциальный каскад на биполярных транзисторах запитан от двух источников напряжения  $E_{п1,2}=\pm 12$  В. Величина коллекторных резисторов  $R_{к1,2}=4$  кОм, а резистор  $R_o=5,65$  кОм, соединяющий эмиттеры транзисторов с «-» источника  $E_{п2}$ , обеспечивает величину смещения  $U_{бэ о}=0,7$  В. Найти напряжения  $U_{к1,2}$  на коллекторах транзисторов относительно «земли».

(Билет № 20)

Ответ:  $I_3=2$  мА,  $U_{к1,2}=4$  В.

21. В каскаде на биполярном транзисторе n-p-n структуры, включенного по схеме с ОЭ применена схема эмиттерного смещения. База соединена с общим проводом резистором  $R_6=10$  кОм. Резистор в цепи коллектора  $R_k=2$  кОм, резистор в цепи эмиттера  $R_3=4,3$  кОм.  $E_{п1}=+9$  В,  $E_{п2}=-9$  В. Смещение в рабочей точке  $U_{бэ о}=0,7$  В. Определить ток эмиттера  $I_3$  и напряжение  $U_k$  относительно «земли».

(Билет № 21)

Ответ:  $I_3\approx 1,93$  мА,  $U_k\approx 5,14$  В.

22. Найти амплитуду напряжения на выходе усилителя  $U_{m\text{ вых}}$ , если на его входном сопротивлении  $R_{вх}=5$  кОм действует мощность  $P_{вх}=10^{-8}$  Вт, а коэффициент усиления усилителя по напряжению  $K_u=46$  дБ.

(Билет № 22)

Ответ:  $U_{m\text{ вых}}=1,99$  В  $\approx 2$  В.

23. В резисторном каскаде усиления на биполярном транзисторе в схеме с ОЭ крутизна транзистора на средних частотах  $S_o=30$  мА/В. Резистор в цепи коллектора  $R_k=5,1$  кОм. Определить коэффициент усиления по напряжению, если к выходу каскада через разделительный конденсатор  $C_p=50$  мкФ подключена нагрузка  $R_n=3,3$  кОм.  
(Билет № 23) Ответ:  $K_u=60$ .
24. В резисторном каскаде усиления на БП транзисторе с ОЭ смещение  $U_{бэ,о}=0,7$  В задается фиксированным током базы через резистор  $R_б=315$  кОм от источника питания каскада  $E_n=+9$  В. Коэффициент передачи тока базы  $\beta=50$ . Резистор в цепи коллектора  $R_k=3$  кОм. Резистор в цепи эмиттера  $R_э=2$  кОм зашунтирован конденсатором  $C_{бл}=50$  мкФ. Найти коэффициент усиления  $K_{u\sim}$  каскада без ООС и  $K_{u\text{ оос}\sim}$  при  $C_{бл}=0$  пФ.  
(Билет № 24) Ответ:  $K_{u\sim}=120$ ;  $K_{u\text{ оос}\sim}=1,48$ .
25. Определить форму и скорость изменения напряжения на выходе интегратора на ОУ, если на инвертирующий вход через резистор  $R=5$  кОм подан скачок напряжения  $U_0=+10$  В. Номинал конденсатора в цепи обратной связи  $C=1$  мкФ.  
(Билет № 25) Ответ:  $dU/dt = -2 \times 10^3$  В/с
26. Операционный усилитель (ОУ) имеет дифференциальный коэффициент усиления по напряжению  $K_o=10^5$ . Каким станет коэффициент усиления при реализации на основе ОУ усилителя с параллельной отрицательной обратной связью (ООС) по напряжению с коэффициентом передачи цепи ОС  $\beta_{oc}=0,01$ ? Привести схему такого усилителя напряжения с ООС.  
(Билет № 26) Ответ:  $K_{o\text{ оос}}=100$
27. Неинвертирующий усилитель напряжения на ОУ с резисторами в цепи обратной связи  $R_1=10$  кОм и  $R_2=190$  кОм имеет произведение дифференциального коэффициента усиления ОУ  $K_o$  без ООС на его полосу пропускания  $f_{0\text{ гр}}$ , равное  $2 \times 10^6$ . Определить полосу пропускания  $f_{0\text{ гр оос}}$  усилителя с ООС.  
(Билет № 27) Ответ:  $f_{0\text{ гр оос}}=100$  кГц.
28. Рассчитать, какой коэффициент частотных искажений  $M_n$  в дБ на частоте 100 Гц вносит разделительный конденсатор  $C_p=0,1$  мкФ, через который к выходу усилителя подключается нагрузка, если сопротивление нагрузки  $R_n=5,31$  кОм.  
(Билет № 28) Ответ:  $M_n=10$  дБ.
29. Определить минимальное значение коэффициента передачи тока базы  $\beta$ , чтобы транзистор в резисторном каскаде усиления с ОЭ и при смещении фиксированным током базы через резистор  $R_б=120$  кОм работал в режиме насыщения. При этом напряжение  $U_{кэ}=0,2$  В при смещении  $U_{бэ,о}=0,8$  В. Резистор в цепи коллектора  $R_k=2,4$  кОм, напряжение источника питания  $E_n=+9$  В.  
(Билет № 29) Ответ:  $\beta=53,7$ .

30. Определите постоянное напряжение на выходе резисторного каскада усиления на биполярном транзисторе с ОЭ, если поступающее на его базу через резистор  $R_6=430$  кОм напряжение изменит своё значение с 0 В до 5 В. При этом коэффициент передачи тока базы  $\beta=120$ , смещение  $U_{бэ о}=0,7$  В, резистор в цепи коллектора  $R_k=4$  кОм, напряжение источника питания  $E_n=+5$  В.  
(Билет № 30)                      Ответ:  $U_k = +0,2$  В, режим насыщения.
31. Рассчитать величину спада  $\Delta$  в % вершины идеального прямоугольного импульса длительностью  $T_n=20$  мкс на входе резисторного каскада усиления, если импульс поступает на его вход с генератора через разделительный конденсатор емкостью  $C_p=39$  нФ, а входное сопротивление каскада усиления  $R_{вх}=6,4$  кОм.  
(Билет №    )                      Ответ:  $\Delta=8\%$
32. На вход резисторного каскада усиления поступает прямоугольный импульс длительностью  $T_n=150$  мкс. Определить спад  $\Delta$  в % вершины импульса на выходе резисторного каскада усиления, если нижняя граничная частота усилителя по его АЧХ  $F_{н гр}=100$  Гц.  
(Билет №    )                      Ответ:  $\Delta=9,4\%$ .
33. Вычислить динамический диапазон  $D_{yc}$  усилителя в децибелах (дБ), если его коэффициент усиления по напряжению  $K_u=1000$ . На сопротивлении нагрузки  $R_n=6$  Ом выделяется мощность  $P_{ном}=6$  Вт, а отнесенное к входу суммарное напряжение шумов  $U_{ш вх}=6$  мкВ.  
(Билет №    )                      Ответ:  $D_{yc}=60$  дБ.
34. Определить КПД транзисторного усилителя, если мощность, выделяемая в нагрузке  $P_{вых}=0,125$  Вт, мощность рассеяния на транзисторах  $P_T=0,06$  Вт, мощность тепловых потерь в резисторах базового делителя  $P_d=0,02$  Вт.  
(Билет №    )                      Ответ:  $\eta=94\%$ .
35. Определить порядок звена ФНЧ, если, начиная от частоты среза  $f_{ср}=10$  кГц до частоты задерживания  $f_3=100$  кГц, значение модуля коэффициента передачи уменьшилось в 1000 раз.  
(Билет №    )                      Ответ: 3-й порядок, поскольку наклон АЧХ 60дБ/дек
36. Чему равен коэффициент шума усилителя в дБ, если на его выходе суммарная мощность шумов  $P_{\Sigma ш. вых}=4 \cdot 10^{-10}$  Вт, а мощность шумов от источника сигнала  $P_{и. ш. вых}=10^{-10}$  Вт? Дайте определение коэффициента шума.  
(Билет №    )                      Ответ:  $K_{ш}=6$  дБ.
37. Найти коэффициент гармоник  $K_g$  в процентах, если на выходе усилителя амплитуда напряжения первой гармоники  $U_{m1}=10$  В, а амплитуды напряжений высших гармоник  $U_{m2}=1$  В,  $U_{m3}=0,5$  В и  $U_{m4}=0,2$  В.  
(Билет №    )                      Ответ:  $K_g=11,3\%$