

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ

## **Методические указания**

к выполнению контрольной работы по дисциплине

**“ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОСХЕМОТЕХНИКА”**

для студентов специальности

«Электромеханические системы автоматизации и электропривод»

заочной формы обучения

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ

## **Методические указания**

к выполнению контрольной работы по дисциплине  
**“ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОСХЕМОТЕХНИКА”**

для студентов специальности

«Электромеханические системы автоматизации и электропривод»

заочной формы обучения

Утверждено на  
заседании кафедры ЭСА  
Протокол № от

Краматорск 2007

*Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине “Электроника и микросхемотехника” для студентов специальности “Электромеханические системы автоматизации и электропривод” заочной формы обучения / Сост. А.М. Наливайко, А.Н. Беш. – Краматорск: ДГМА, 2007. –*

*с.*

Содержит краткие теоретические сведения и указания по выполнению и оформлению контрольной работы.

Составители:

А.М. Наливайко, доцент.

А.Н. Беш, ст. преп.

Ответственный за выпуск

А.М. Наливайко, доцент.

## Введение

Целью контрольной работы является приобретение навыков расчета, анализа построения и принципов работы электронных устройств, определение режимов работы их элементов с использованием, при этом, справочных данных и технической информации.

Контрольная работа ориентирована на формирование представления схемотехнических решений электронных устройств на базе дискретных элементов и интегральных микросхем (ИМС).

Работа состоит из трех задач:

- расчет транзисторного каскада по схеме с общим эмиттером;
- расчет усилителя на операционном усилителе (ОУ);
- построение схемы усилителя мощности низкой частоты на базе ИМС.

Результатом выполнения каждой задачи является технический документ, который содержит в себе цель работы, задание на выполнение (согласно варианта), собственно расчет, и его графическую часть (электрическую принципиальную схему, графики и т.д, выполненные согласно ЕСКД). Каждая задача имеет сто вариантов заданий. Вариант определяется по двум последним цифрам зачетной книжки.

Контрольная работа должна содержать: титульный лист, лист с номером варианта и заданием к каждой задаче, расчетную часть каждой задачи с приведением электрических принципиальных схем, список использованной литературы и информационных источников, лист спецификации с выбранными электронными компонентами.

Полученные в ходе работы практические навыки должны стать основой приобретения умений обоснованного составления технических заданий на разработку несложных электронных устройств и систем, при этом грамотно использовать научно-техническую и справочную информацию, рационально выбирать схемы электронных устройств и их элементов при решении практических заданий по специальности.

# 1 Расчет каскада предварительного усиления УНЧ выполненного по схеме с ОЭ

## 1.1 Цель расчета

Целью данной задачи является получение навыков расчета транзисторных каскадов предварительного усиления низкочастотных сигналов переменного тока, в данном случае звуковых частот (УНЧ).

## 1.2 Теоретические сведения, необходимые для выполнения расчета

Для выполнения расчета необходимо знать основные характеристики усилителей переменного тока, принцип действия и методы расчета транзисторных каскадов предварительного усиления УНЧ, которые работают в классе А.

## 1.3 Исходные данные

Для окончательного расчета предварительного усилителя транзисторного УНЧ, который работает в классе А и выполненный по схеме с ОЭ исходными данными является:

- 1)  $U_{\text{вых}}$ , В – напряжение на выходе (на нагрузке) каскада;
- 2)  $R$ , Ом – сопротивление нагрузки (входное сопротивление следующего каскада);
- 3)  $E_k$ , В – напряжение источника питания;
- 4)  $f_n$ , Гц – нижняя граница диапазона частот усиления;
- 5)  $M_n$  – допустимое значение коэффициента частотных искажений в области низких частот.

Варианты исходных данных приведены в таблице 1.

Пример выбора варианта для номера зачетной книжки 77732: относительно колонки 3 имеем —  $f_n = 125$  Гц,  $M_n = 1,9$ ; относительно колонки 2 имеем  $U_{\text{вых}} = 3,5$  В,  $R = 240$  Ом,  $E = 14$  В.

Таблица 1- Исходные данные для расчета каскада предварительного усиления по схеме с ОЭ

Цифры номера зачетной книжки		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
десятки	единицы										
	$U_{\text{вых}}$ , В	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,7	6,5	7,2	8
	$R_n$ , Ом	13	180	240	330	43	51	620	82	100	130
	$E_k$ , В	10	12	14	16	18	20	23	26	29	32
$f_n$ , Гц		50	75	100	125	15	17	200	22	250	275
$M_n$		2,2	2,1	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3

## 1.4 Теоретические пояснения

Окончательный расчет является основной частью работы при проектировании УНЧ. При его выполнении рассчитывают параметры элементов каждого каскада, цепей межкаскадных связей, режимы работы транзисторов. Расчет обычно выполняют в последовательности, обратной прохождению сигнала в УНЧ: сначала рассчитывают элементы оконечного каскада, затем предоконечного, а далее - каскадов предварительного усиления. Такая последовательность обусловлена ориентацией расчета на обеспечение на нагрузке УНЧ заданной выходной мощности при допустимых значениях нелинейных и частотных искажений сигнала.

Элементы схемы выбирают с учетом требований стандартов к отдельным типам компонент. Так, резисторы выбирают по номинальным значениям, наиболее близким к расчетным величинам сопротивления и величиной рассеиваемой мощности в рабочем режиме, конденсаторы выбираются с по номинальным значения емкости, наиболее близким к расчетной величине и по величине рабочего напряжения.

## 1.5 Пример расчета предварительного каскада усиления на транзисторе включенного по схеме с общим эмиттером

### 1.5.1 Входные данные

Выполним расчет каскада, электрическая принципиальная схема которого представлена на рисунке 1 по следующим данным:

- 1) напряжение на выходе каскада  $U_{\text{вых}}=7,5$  В;
- 2) сопротивление нагрузки  $R_{\text{н}}=1200$  Ом;
- 3) напряжение источника питания  $U_{\text{пит}}=30$  В;
- 4) нижняя граничная частота  $f_{\text{н}}=75$  Гц;
- 5) допустимые значения коэффициента искажения в области низких частот  $M_{\text{н}}=2,15$ .

Будем считать, что усилитель будет работать в стационарных условиях.

### 1.5.2 Необходимо определить:

- 1) тип транзистора;
- 2) режим работы транзистора;
- 3) величины сопротивлений делителя  $R_1, R_2$ ;
- 4) величину сопротивления коллекторной нагрузки  $R_3$ ;
- 5) величину сопротивления в цепи эмиттера;
- 6) емкости разделительных конденсаторов  $C_1, C_3$ ;
- 7) емкость конденсатора в цепи эмиттера  $C_2$ ;
- 8) гарантированное значение коэффициентов усиления каскада по току  $K_I$ , по напряжению  $K_U$ , по мощности  $K_P$ .

При построении схемы будем использовать элементы с допустимым отклонениями от номинальных величин  $\pm 5\%$  (исходя из того, что при расчете можно будет оставлять не более трех значащих цифр).

### 1.5.3 Порядок расчета

Определим условия предварительного выбора транзистора. Допустимая величина напряжения между эмиттером и коллектором должна превышать напряжение источника питания

$$U_{Kmax} > E_K,$$

величина допустимого коллекторного тока должна превышать максимальное значение тока в цепи коллектора расчетной схемы

$$I_{Kmax} > I_{OK} + I_{Km},$$

где  $I_{OK}$  – ток покоя в цепи коллектора;

$I_{Km}$  – амплитуда переменной составляющей в цепи коллектора;

$$I_{Km} = U_{выхм} / R_{H=},$$

где  $R_{H=} = (R_3 R_H) / (R_3 + R_H)$  – эквивалентное сопротивление нагрузки каскада по переменному току. При этом  $R_3$  является нагрузкой по постоянному току.

Исходя из того, что данный каскад является усилителем мощности, для обеспечения максимальной передачи мощности зададим  $R_3 = R_H$ , и принимаем  $R_3 = 1200$  Ом (для усиления напряжения задаются  $R_3 \ll R_H$ , а для усиления тока задаются  $R_3 \gg R_H$ ), тогда:

$$R_{H=} = (1200 \cdot 1200) / (1200 + 1200) = 600 \text{ Ом};$$

$$I_{Km} = 7,5 / 600 = 12,5 \text{ мА}.$$

Для обеспечения экономичности каскада с минимальными нелинейными искажениями выбирают

$$I_{OK} = (1,05 \dots 1,1) \cdot I_{Km} = 1,1 \cdot 12,5 = 13,8 \text{ мА}.$$

На основании вышеприведенных требований выбираем транзистор, который бы обеспечивал:

$$U_{Kmax} > 30 \text{ В};$$

$$I_{Kmax} > 13,8 + 12,8 = 26,3 \text{ мА}.$$

По справочнику выбираем транзистор типа КТ315Г, который имеет следующие характеристики:  $U_{Kmax} = 35$  В,  $I_{Kmax} = 100$  мА,  $h_{21D} = 50 \dots 350$ ,  $P_{Kmax} = 150$  мВт.

Определим напряжение между эмиттером и коллектором в режиме покоя

$$U_{OK} = U_{выхм} + U_{ост},$$

где  $U_{ост}$  – напряжение ниже которого при работе каскада появляются большие нелинейные искажения, вследствие того, что в рабочую зону попадают участки характеристик транзистора имеющие большую кривизну.

Для маломощных транзисторов, как правило, задают  $U_{ост} = 1$  В. Тогда

$$U_{OK} = 7,5 + 1 = 8,5 \text{ В}.$$

При этом необходимо выполнить условие:

$$P_K < P_{Kmax};$$

$$P_K = 13,8 \cdot 8,5 = 117 < P_{Kmax} = 150 \text{ мВт}.$$

Таким образом, выбранный тип транзистора отвечает требованиям по мощности.

Сопротивление нагрузки в цепи коллектора  $R_3 = 1200$  Ом. Мощность рассеиваемая на резисторе  $P = I^2 \cdot R$ , или

$$P_{R3} = I_{0K}^2 R_3 = (13.8 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1200 = 0.227 \text{ Вт.}$$

По справочнику выбираем резистор типа С2-33 мощностью 0,25 Вт и сопротивлением 1200 Ом.

Определяем значение сопротивления  $R_4$  в цепи термостабилизации:

$$R_4 = \frac{E_K - U_{0K}}{I_{0K}} - R_3, \quad \text{при этом необходимо чтобы}$$

выполнялось соотношение  $R_4/R_3 = (0,1 \dots 0,4)$ , которое обеспечивает незначительное снижение динамического диапазона каскада и падение напряжения на  $R_4$ , которое превышает значение контактного потенциала р-п перехода транзистора (для обеспечения условий температурной стабильности режима покоя каскада). Тогда:

$$R_4 = \frac{30 - 8,5}{13,8 \cdot 10^{-3}} - 1200 = 358 \text{ Ом;}$$

$$\frac{R_4}{R_3} = \frac{358}{1200} = 0,3, \text{ видно, что заданное условие выполняется.}$$

Мощность рассеивания на сопротивлении  $R_4$

$$P_{R4} = I_{0K}^2 R_4 = (13,8 \cdot 10^{-3}) \cdot 358 = 0,068 \text{ Вт.}$$

По справочнику выбираем резистор типа С2-33 мощностью 0,25 Вт и сопротивлением 360 Ом.

Определим емкость конденсатора  $C_3$ , который шунтирует  $R_4$  из условия, что его сопротивление на частоте  $f_H$  должен быть в 10 раз меньше чем сопротивление резистора  $R_4$ :

$$C_3 \geq \frac{10^6}{2 \cdot \pi \cdot f_H \cdot 0,1 \cdot R_H},$$

где множитель  $10^6$  позволяет получить значение емкости в микрофарадах.

$$C_3 \geq \frac{10^6}{2 \cdot \pi \cdot 75 \cdot 0,1 \cdot 360} = 58,9 \text{ мкФ.}$$

Рабочее напряжение на конденсаторе  $C_3$

$$U_{C3} = I_{0K} \cdot R_4 = 13.8 \cdot 10^{-3} \cdot 360 = 4.97 \text{ В.}$$

По справочнику выбираем конденсатор типа К50-35 емкостью 100 мкФ, напряжение 6,3 В.

Находим величину тока покоя базы транзистора

$$I_{0B} = I_{0K} / h_{21Э\text{min}} = 13.8 / 50 = 0.276 \text{ мА.}$$

Поскольку в открытом состоянии транзистора напряжение между его базой и эмиттером составляет приблизительно 0,6 В, то напряжение покоя базы  $U_{0B} = 0,6$  В и можно найти ориентировочно значение входного сопротивления транзистора  $R_{вх} = U_{0B} / I_{0B}$ :

$$R_{вх} = \frac{0,6}{0,276 \cdot 10^{-3}} = 2170 \text{ Ом.}$$

Определим значение сопротивлений делителя  $R_1, R_2$ . Делитель подключен к напряжению  $U_D = E_K = 30$  В. Величина тока выбирается в пределах  $I_D = (2 \dots 5) I_{0B}$ , что обеспечивает независимость задания тока покоя транзистора при изменении его параметров под действием температуры, замене на другой и т.д.

$$I_D = 5 \cdot 0,276 = 1,38 \text{ мА.}$$



Падение напряжения на резисторе  $R_4$  составляет  $U_{R4}=(I_{0K}+I_{0B})R_4$ ,  
или  $U_{R4}=(13,8+0,276) \cdot 0,276=5,07$  В.

Тогда

$$R_1 = \frac{U_D - U_{R4} - U_{0B}}{I_{0B} + I_D},$$

$$R_2 = \frac{U_{R4} + U_{0B}}{I_D}.$$

Откуда

$$R_1 = \frac{30 - 5,07 - 0,6}{(0,276 + 1,38) \cdot 10^{-3}} = 14700 \text{ Ом},$$

$$R_2 = \frac{5,07 + 0,6}{1,38 \cdot 10^{-3}} = 4110 \text{ Ом}.$$

По справочнику выбираем  $R_1=15$  кОм,  $R_2=4,3$  кОм.

Определяем мощность рассеяния на этих сопротивлениях

$$P_{R1} = (I_{0B} + I_D)^2 \cdot R_1,$$

$$P_{R2} = I_{0B} \cdot R_2, \text{ или}$$

$$P_{R1} = [(0,276 + 1,38) \cdot 10^{-3}]^2 \cdot 15 \cdot 10^3 = 0,041 \text{ Вт},$$

$$P_{R2} = (1,38 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 4,3 \cdot 10^3 = 0,008 \text{ Вт}.$$

Выбираем резисторы типа С2-33 мощностью 0,25 Вт.

Определяем емкость конденсатора  $C_2$  из условия обеспечения допустимого значения коэффициента частотных искажений  $M_H$ :

$$C_2 \geq \frac{10^6}{2\pi \cdot f_H \cdot (R_{H=} + R_H) \cdot \sqrt{M_H^2 - 1}},$$

значения будут получены в мкФ, рабочее напряжение  $C_2$  принимаем как

$$U_{C2} = 1,5 \cdot E_K.$$

Тогда

$$C_2 \geq \frac{10^6}{2\pi \cdot 75 \cdot (600 + 1200) \cdot \sqrt{2,15^2 - 1}} = 0,62 \text{ мкФ},$$

$$U_{C2} = 1,5 \cdot 30 = 45 \text{ В}.$$

По справочнику выбираем конденсатор типа К73-17 емкостью 0,68 мкФ, напряжение 63 В.

Определяем амплитудное значение тока и напряжения на выходе каскада:

$$I_{вхм} = I_{Kм} / h_{21Э\min} = 12,5 / 50 = 0,25 \text{ мА},$$

$$U_{вхм} = I_{вхм} \cdot R_{вх} = 0,25 \cdot 10^{-3} \cdot 2182 = 0,5455 \text{ В}.$$

Необходимая мощность входного сигнала

$$P_{вх} = \frac{I_{вхм} \cdot U_{вхм}}{2} = \frac{0,25 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5455}{2} = 6,819 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}.$$

Определяем расчетные коэффициенты усиления каскада по току, напряжению и мощности:

$$K_I = h_{21Э\min} \frac{R_{H=}}{R_H} = 50 \cdot \frac{600}{1200} = 25,$$

$$K_U = h_{21Э\min} \frac{R_{H=}}{R_{вх}} = 50 \cdot \frac{600}{2170} = 13,8,$$

$$K_p = K_I \cdot K_U = 25,8 \cdot 13,8 = 345,$$

$$[K_p]_{дБ} = 10 \lg K_p = 10 \lg 345 = 23,9 \text{ дБ.}$$

Для подобных каскадов среднее значение коэффициента усиления по мощности должно составлять не менее 20 дБ. Как видно расчет верный. Кроме этого при минимальном значении коэффициента усиления транзистора  $h_{21Э_{\min}} = 50$  имеем запас по усилению.

Электрическая принципиальная схема расчетного каскада представлена на рисунке 1.

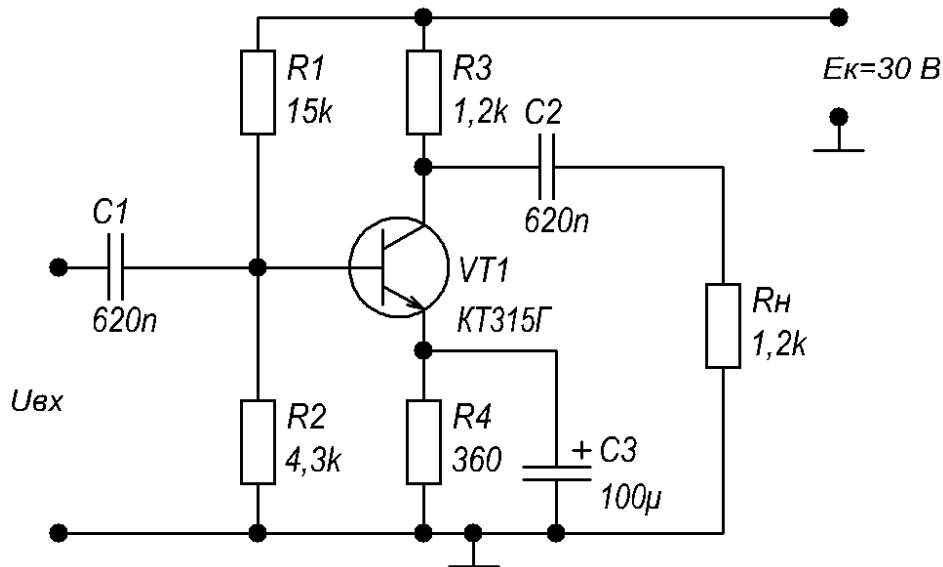


Рисунок 1 – Каскад усиления

## 2 Расчет и анализ работы усилительных каскадов на операционных усилителях

### 2.1 Цель расчета

Целью данной работы является приобретение навыков расчета и анализа усилительных устройств на ОУ.

### 2.2 Входные данные

Входными данными для расчета являются:

- 1) тип и схема усилительного каскада – в данном случае это инвертирующий усилитель (двухвходовый сумматор), схема которого представлена на рисунке 2 или не инвертирующий усилитель, схема которого представлена на рисунке 3.
- 2) Величины сопротивлений некоторых резисторов схемы каскада.
- 3) Направления протекания токов в ветвях каскада и величины некоторых из них.
- 4) Величины некоторых напряжений на входах и выходе каскада или его коэффициент усиления.
- 5) Тип ОУ выбирается из таблицы 2, варианты заданий в таблицах 3 и 4. Напряжения питания ОУ – номинальное, по справочнику.

Таблица 2 Данные для выбора ОУ (по списку академического журнала)

№	ОУ	№	ОУ	№	ОУ
1	К140УД1А	11	К153УД1	21	КР1409УД1
2	К140УД2	12	К153УД2	22	К157УД1
3	К140УД5	13	К553УД1	23	К157УД2
4	К140УД6	14	К553УД2	24	КР574УД1
5	К140УД7	15	КР544УД1	25	КР574УД2
6	К140УД8	16	КР544УД2	26	К140УД14
7	К140УД9	17	К1407УД1	27	К140УД17
8	К140УД10	18	К1407УД3	28	К140УД20
9	К140УД11	19	КМ551УД2	29	К1407УД1
10	К140УД12	20	К1401УД2	30	К1408УД1

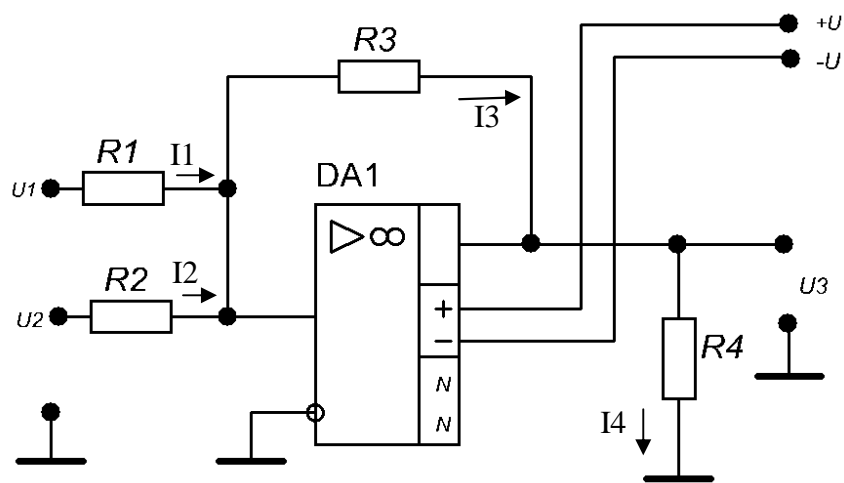


Рисунок 2 – Двухвходовый инвертирующий сумматор

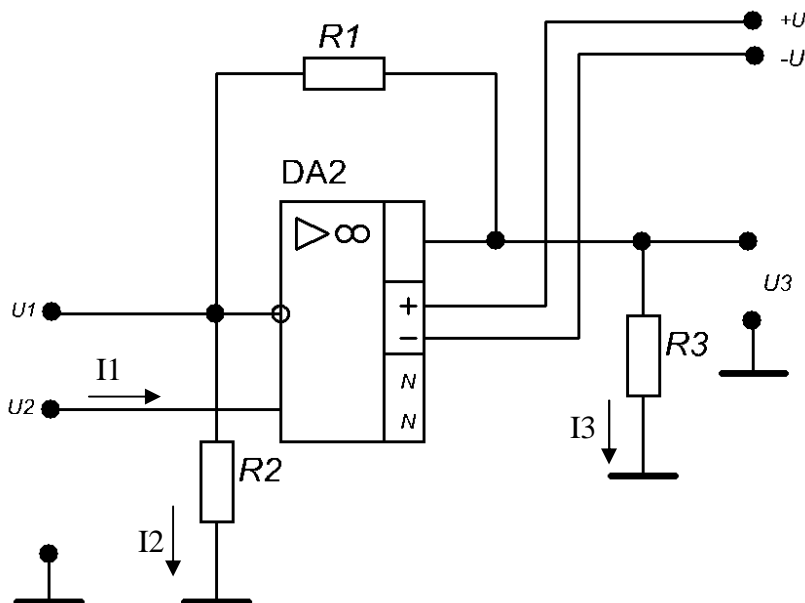


Рисунок 3 – Неинвертирующий усилитель

Таблица 3 Данные для инвертирующего сумматора или усилителя на ОУ

Десятки номера зач.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Параметр	Ед. измер.										
R1	кОм	1	X	X	1,1	-	-	X	-	2	1,1
R2		1,5	3	-	-	1,2	X	-	1	-	1,5
R3		X	30	75	33	X	X	240	X	X	33
R4		2	1	6,2	2,2	X	2,4	X	X	X	2,2
U1	В	1,5	0,15	X	X	-	-	X	-	-0,05	X
U2		-2,5	-0,25	-	-	X	0,01	-	X	-	0
U3		2,5	X	X	X	-5	X	1,2	-2,2	X	X
I1	мА	X	X	X	0,2	-	-	0,005	-	X	0,2
I2		X	X	-	-	X	X	-	X	-	-
I3		X	X	X	X	X	0,05	X	0,02	X	X
I4		X	0,25	1	X	2,5	X	1	0,01	0,55	X
K <sub>УЗЗ</sub>		-	-	-50	X	-100	-120	X	X	-110	X

Таблица 4 Данные для инвертирующего сумматора или усилителя на ОУ

Единицы номера зач.		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Параметр	Ед. измер.										
R1	кОм	18	X	220	X	75	X	24	15	X	36
R2		X	1,2	X	3	X	1	X	X	2,4	X
R3		10	6,2	3,9	X	2	2	X	X	10	X
U1	В	-0,3	X	0,044	X	0,15	X	0,3	X	X	X
U2		X	0,6	X	од	X	X	X	X	0,2	0,25
U3		-4,8	-9,6	X	5,1	X	-1,25	X	9	3,2	X
I1	мА	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
I2		X	X	0,002	X	0,15	X	0,3	0,5	X	X
I3		X	X	X	1	X	X	3,75	3,75	X	2
K <sub>УЗЗ</sub>		X	X	X	X	51	25	X	6	X	16

Знаком «—» в таблице обозначены отсутствующие для данного варианта параметры.

Пример выбора варианта для номера зачетной книжки 77732:

Из столбца 3 таблицы 3 имеем – R<sub>1</sub>=1,1 кОм, R<sub>2</sub>=отсутствует,

R<sub>3</sub>=33 кОм, R<sub>4</sub>=2,2 кОм, U<sub>2</sub>=отсутствует, I<sub>1</sub>=0,2 мА, I<sub>2</sub>= отсутствует;

из столбца 2 таблицы 4 имеем – R<sub>1</sub>=220 кОм, R<sub>3</sub>=3,9 кОм, U<sub>1</sub>=0,044 В, I<sub>2</sub>=0,022 мА.

### 2.3 Необходимо определить:

- 1) величины параметров, обозначенных в таблицах 3 и 4 знаком «X»;
- 2) указать – правильно ли указаны на рисунках 2 и 3 направления протекания токов;
- 3) тип и мощность рассеивания резисторов устройства;

Так же необходимо привести электрическую принципиальную схему каскада усиления с указанием заданных и полученных по результатам расчета номинальным значениям резисторов, величин напряжений и токов, направлений протекания токов.

## 2.4 Пример предварительного расчета инвертирующего усилителя на ОУ

### 2.4.1 Входные данные

- 1)  $R_1=1,1 \text{ кОм}$ ;
- 2)  $R_3=$  отсутствует;
- 3)  $R_4=2 \text{ кОм}$ ;
- 4)  $U_1=0,044 \text{ В}$ ;
- 5)  $U_3=-3 \text{ В}$ .

Из анализа входных данных видно, что мы имеем дело с инвертирующим усилителем, расчетная схема которого представлена на рисунке 4.

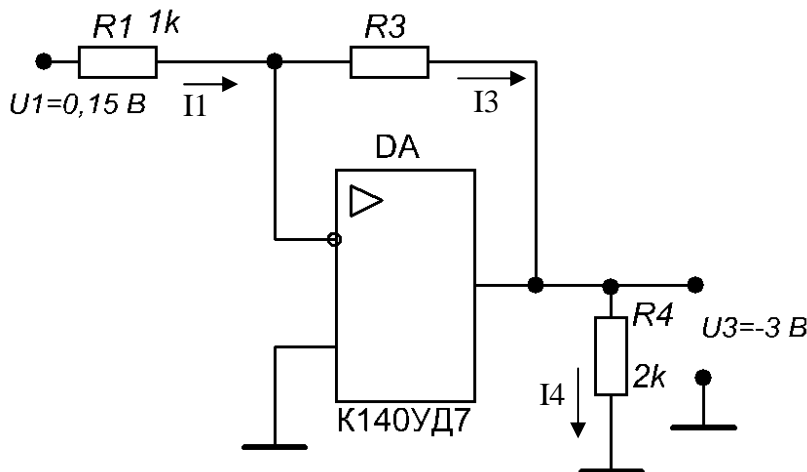


Рисунок 4 – Расчетная схема инвертирующего усилителя

### 2.4.2 Необходимо определить:

- 1) сопротивление резистора  $R_3$ ;
- 2) величины токов  $I_1$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ ;
- 3) коэффициент усиления  $K_{U33}$ ;
- 4) правильность постановки токов на расчетной схеме;
- 5) тип и мощность резисторов каскада усиления.

### 2.4.3 Порядок расчета

Коэффициент усиления определяется как:

$$K_{U33} = \frac{U_3}{U_1} = -\frac{R_3}{R_1}.$$

Или 
$$K_{U33} = \frac{-3}{0,15} = -20.$$

Тогда  $R_3 = -K_{U33} \cdot R_1 = -(-20) \cdot 1 = 20 \text{ кОм}$ , в данном случае получилось стандартное значение. Поскольку потенциал инвертирующего входа ОУ для схемы инвертирующего усилителя равняется нулю, имеем:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{0,15}{1 \cdot 10^3} = 0,15 \text{ мА}, \text{ и направление протекания тока}$$

указано верно. По первому закону Кирхгофа можем записать:  $I_3 = I_1 = 0,15 \text{ мА}$ , и направление его также указано верно. Очевидно, что

$$I_4 = \frac{U_3}{R_4} = \frac{-3}{2} = -1,5 \text{ мА} \text{ и направление его протекания меняем на}$$

противоположное.

Электрическая принципиальная схема инвертирующего усилителя построенного на базе ОУ К140УД7 представлена на рисунке 5.

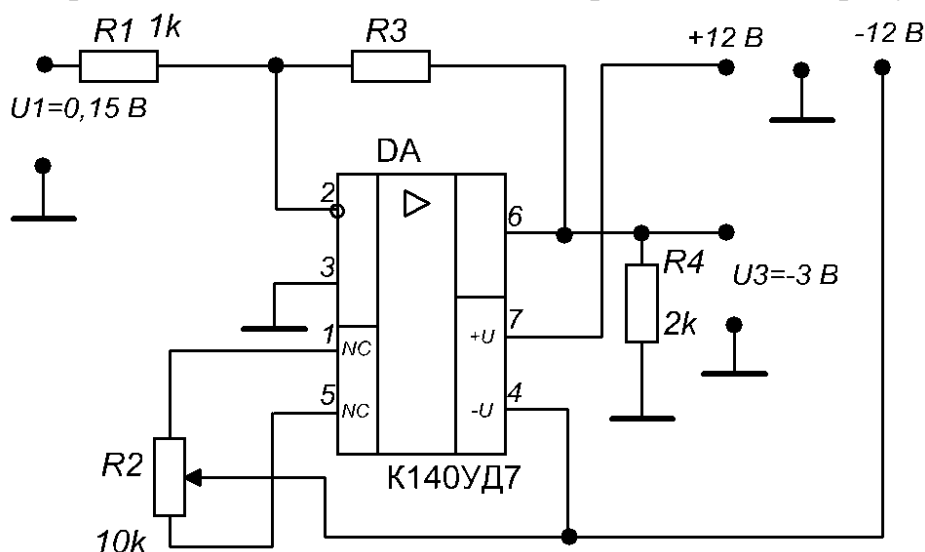


Рисунок 5 – Инвертирующий усилитель на ОУ. Схема электрическая принципиальная

Следует заметить, что поскольку усилитель предназначен для усиления сигналов напряжения постоянного тока, то разделительный конденсатор не ставим.

Мощность рассеиваемая на резисторах усилителя:

$$P_{R1} = 1 \cdot 10^3 \cdot (0,15 \cdot 10^{-3})^2 = 2,25 \cdot 10^{-5} \text{ Вт.}$$

$$P_{R3} = 20 \cdot 10^3 \cdot (0,15 \cdot 10^{-3})^2 = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ Вт.}$$

$$P_{R4} = 2 \cdot 10^3 \cdot (1,5 \cdot 10^{-3})^2 = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ Вт.}$$

По справочнику выбираем резисторы типа С2-33 мощностью 0,125 Вт.

Заметно, что в схемах на ОУ мощность рассеяния резисторов меньше, чем в схемах на транзисторах.

### 3 Схемотехника усилителей мощности звуковых частот

#### 3.1 Цель работы

Целью данной работы является приобретение навыков использования усилителей звуковых частот на интегральных микросхемах и приобретение навыков работы со справочной литературой.

#### 3.2 Исходные данные

Исходными данными для реализации устройства являются:

1)  $P_{ном}$  – номинальная мощность на нагрузке, Вт;

2)  $R_H$  – номинальное сопротивление нагрузки, Ом;

Варианты исходных данных представлены в таблице 5.

Таблица 5 Варианты задания

Цифры номера зачетной книжки		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
десятки	единицы										
	$P_{ном}, \text{Вт}$	0,25	0,5	1	2	5	10	20	50	75	100
$R_H$		2	4	6	8	2	4	6	8	4	8

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Завадский В.А. Компьютерная электроника. -К.: ВЕК,1996.-368стр.
2. Горбачов Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника: Учебник для вузов/Под ред. В.А.Лабунцова. – М.: Энергоатомиздат,1988.-320стр.
3. Основы промышленной электроники: Учебник для неэлектротехн. спец. вузов / В.Г. Герасимов, А.Е.Краснопольский и др.;Под ред. В.Г. Герасимова. – 3-е издание, переработка и дополнение – М.: Высшая школа, 1986.-336стр.
4. Расчет электронных схем. Примеры и задачи: Учеб. Пособие для вузов по спец. электрон. Техники / Г.И.Изьюрова, Г.В.Королев, В.А.Терехов и др. М.: Высшая школа, 1987.-335стр.
5. Скаржена В.А., Луценко А.Н. Электроника и микросхемотехника.- ч.1.Электронные устройства информационной автоматики: Учебник / под общ. ред.А.А.Краснопрошиной. -К.: Высшая школа, 1989.-431стр.
6. Справочник по схемотехнике для радиолюбителя / В.П.Боровский, В.И.Костенко и др. ;под ред. В.П.Боровского. - К.: Техника, 1987-432стр.
7. Транзисторы для аппаратуры широкого применения: Справочник / К.М.Брежного, Е.И.Гантман и др. ;Под ред. В.Л.Перельмана.- М.: Ридио и связь, 1982.-520стр.