

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава
Мудрого»

ПРИЕМ И ОБРАБОТКА РАДИОСИГНАЛОВ

Сборник заданий для практических занятий

Великий Новгород

2014

УДК 621.391.8 (075.8)
У82

Печатается по решению
РИС НовГУ

Р е ц е н з е н т

кандидат технических наук,
начальник отделения ОАО «НИИ ПТ Растр» **А. В. Кузнецов**

Прием и обработка радиосигналов: сб. заданий для практ. занятий / сост. А. В. Сочилин; НовГУ им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород, 2014. 85с.

В сборник включены задания по основным разделам курса «Прием и обработка радиосигналов» в рамках программ 11.03.01 (210400.62) – Радиотехника.

Сборник призван помочь студентам в активном использовании средств вычислительной техники в учебном процессе.

УДК 621.391.8(075.8)

© Новгородский
государственный
университет, 2014
© А. В. Сочилин, составление,
2014

Содержание

Введение

1 Эквиваленты приемных антенн и входные цепи РПУ

2 Усилители высокой частоты

3 Преобразователи частоты

4 Усилители промежуточной частоты

5 Детекторы радиосигналов

6 Автоматическая регулировка усиления в РПУ

7 Автоматическая подстройка частоты в РПУ

8 Шумовые параметры РПУ

Литература

Введение

В настоящий сборник включены расчетные задания по основным разделам курса «Прием и обработка радиосигналов» для направления 11.03.01 (210400.62) - Радиотехника. Каждое задание имеет 30 вариантов исходных данных, что позволяет обеспечить индивидуальной работой каждого студента. При выполнении заданий целесообразно использовать вычислительную технику с программами MATLAB, MathCAD или Comcal. Ряд заданий позволяют провести моделирование работы рассчитанного устройства. Это можно сделать при помощи программы Circuit Simulator (<http://www.falstad.com/mathphysics.html>).

1 Эквиваленты приемных антенн и входные цепи РПУ

Задание 1.1

Рассчитайте действующую высоту антенны h_d и ЭДС сигнала U на входе РПУ.

Исходные данные:

Таблица 1.1

№ варианта	Длина волны λ , м	Геометрическая высота антенны h , м	Напряженность поля в точке приема E , В/м
01	1.1	0.4	1e-5
02	15.2	6	1e-6
03	111	30	1e-3
04	31	6.5	3e-5
05	53	19	2e-5
06	4.7	0.4	4e-6
07	2.2	0.7	6e-6
08	23	5	2e-5
09	14.8	1.5	3e-5
10	12.4	0.7	5e-4
11	122	15	7e-5
12	214	35	9e-4
13	361	19	1e-5
14	452	30	1e-6
15	339	14	3e-4
16	247	15	2e-5
17	75.8	16	1e-6
18	31.2	7	1e-5
19	25.4	5	9e-6
20	12.3	1.4	8e-5
21	41.2	2.2	1e-6
22	39.1	1.7	5e-5
23	16.9	3.1	1e-5
24	57.7	11.4	7e-6
25	81.8	14	1e-5
26	44.4	9	4e-5
27	131.3	15	1e-6
28	492.2	25	5e-5
29	75.2	13	2e-3
30	13.7	3	1e-3

Примечание: символ «e» в таблицах означает 10 в указанной за символом «e» степени.

Задание 1.2

Рассчитайте значение активного сопротивления и емкости антенны, пользуясь схемой эквивалента антенны по ГОСТ 9783-61, на фиксированной частоте f .

Исходные данные:

Таблица 1.2

№ варианта	Частота f , кГц
01	153
02	211
03	253
04	295
05	332
06	375
07	428
08	469
09	541
10	645
11	734
12	876
13	915
14	1064
15	1276
16	1398
17	1471
18	1543
19	2765
20	3258
21	4562
22	5674
23	6634
24	7612
25	8792
26	9615
27	10319
28	10965
29	11287
30	12100

Задание 1.3

Рассчитайте значение модуля комплексного сопротивления антенны $|Z_A|$, пользуясь схемой эквивалента антенны по ГОСТ 9783-61, на фиксированной частоте f .

Необходимые для расчета значения исходных данных принять из таблицы 1.2

Задание 1.4

Для входной цепи с двойной автотрансформаторной связью рассчитайте:

Эквивалентную проводимость $G_{кэ}$;

Эквивалентную добротность $Q_{кэ}$;

Собственную добротность Q_K ;

Полосу пропускания Π .

Исходные данные:

Из результатов расчета задания 1.2 используются значения:

Активной составляющей сопротивления антенны R_A , Ом ;

Емкости антенны C_A , Ф;

Из таблицы 1.4 используются значения:

Резонансной частоты f , кГц;

Емкости контурного конденсатора C_K , Ф ;

Активного сопротивления контурной катушки r_K Ом ;

Активного сопротивления первого каскада R_2 , Ом;

Коэффициента включения со стороны антенны m_1 ;

Коэффициента включения со стороны 1-го каскада m_2 .

Принять значение входной емкости первого каскада $C_2 = 10n\Phi$.

Таблица 1.4

№ варианта	f , кГц	C_K , Ф	r_K , Ом	R_2 , Ом	m_1	m_2
01	153	300e-11	5	1e4	0.80	0.33
02	211	150e-11	5	1e5	0.92	1.00
03	253	950e-12	9	5e4	0.95	0.55
04	295	600e-12	9	1e5	0.82	0.67
05	332	450e-12	8	6e5	0.63	0.82
06	375	400e-12	9	7e5	0.61	0.52
07	428	352e-12	8	1e6	0.73	1.00
08	469	332e-12	9	6e4	0.63	0.36
09	541	350e-12	9	8e4	0.81	0.56
10	645	300e-12	8	9e4	0.55	0.41
11	734	354e-12	9	7e3	0.32	0.33
12	876	242e-12	9	1e5	0.35	0.65
13	915	205e-12	11	2e4	0.36	0.44
14	1064	188e-12	8	3e5	0.33	0.32
15	1276	150e-12	9	2e3	0.25	0.22
16	1398	145e-12	7	7e4	0.21	0.34
17	1471	133e-12	8	5e4	0.23	0.32
18	1543	127e-12	9	6e4	0.22	0.24
19	2765	130e-12	4	3e5	0.11	0.21
20	3258	125e-12	5	7e4	0.12	0.22
21	4562	122e-12	6	2e5	0.13	0.32
22	5674	98e-12	5	5e4	0.12	0.26
23	6634	87e-12	4	7e4	0.11	0.32
24	7612	64e-12	5	6e4	0.10	0.37
25	8792	55e-12	4	7e4	0.10	0.32
26	9615	62e-12	5	2e4	0.14	0.28
27	10319	46e-12	4	7e5	0.12	0.37
28	10965	34e-12	7	1e4	0.15	0.19
29	11287	50e-12	3	2e4	0.13	0.21
30	12100	39e-12	5	1e4	0.12	0.32

Задание 1.5

Рассчитайте коэффициент передачи входной цепи с внешнеемкостной связью с антенной на резонансной частоте.

Исходные данные:

Из результатов расчета задания 1.2 используются значения:

Активной составляющей сопротивления антенны R_A , Ом ;

Емкости антенны C_A , Ф;

Из таблицы 1.4 используются значения:

Резонансной частоты f , кГц;

Емкости контурного конденсатора C_K , Ф;

Активного сопротивления контурной катушки r_K Ом ;

Активного сопротивления первого каскада R_2 , Ом;

Коэффициента включения со стороны 1-го каскада m_2 ;

Принять значения:

Входной емкости первого каскада $C_2 = 10n\Phi$;

Емкости конденсатора связи $C_{CB} = 10n\Phi$.

Задание 1.6

Рассчитайте:

Коэффициент передачи K_0 входной цепи с индуктивной связью с антенной на резонансной частоте;

Резонансную частоту антенной цепи f_A ;

Коэффициент включения со стороны антенны m_1 .

Исходные данные:

Из результатов расчета задания 1.2 используются значения:

Активной составляющей сопротивления антенны R_A , Ом ;

Емкости антенны C_A , Ф;

Из таблицы 1.6 используются значения:

Резонансной частоты f , кГц;

Емкости контурного конденсатора C_K , Ф;

Активного сопротивления контурной катушки r_K Ом ;

Активного сопротивления первого каскада R_2 , Ом;

Активного сопротивления катушки связи r_S , Ом;

Коэффициент включения со стороны 1-го каскада m_2 ;

Коэффициент для расчета индуктивности катушки связи через значение L_K k_1 ;

Коэффициент связи k_S .

Принять значение входной емкости первого каскада $C_2 = 10n\Phi$.

Таблица 1.6

№ вар.	f , кГц	C_K , Ф	r_K , Ом	R_2 , Ом	m_2	k_S	k_1	r_S , Ом
01	153	300e-11	5	1e4	0.33	0.15	0.33	1
02	211	150e-11	5	1e5	1.00	0.25	0.21	1
03	253	950e-12	9	5e4	0.55	0.35	0.37	2
04	295	600e-12	9	1e5	0.67	0.15	0.53	2
05	332	450e-12	8	6e5	0.82	0.15	0.12	1
06	375	400e-12	9	7e5	0.52	0.25	0.21	2
07	428	352e-12	8	1e6	1.00	0.17	0.27	2
08	469	332e-12	9	6e4	0.36	0.22	0.14	1
09	541	350e-12	9	8e4	0.56	0.21	0.55	2
10	645	300e-12	8	9e4	0.41	0.13	0.63	1
11	734	354e-12	9	7e3	0.33	0.15	0.27	1
12	876	242e-12	9	1e5	0.65	0.25	0.35	1
13	915	205e-12	11	2e4	0.44	0.15	0.37	1
14	1064	188e-12	8	3e5	0.32	0.12	0.17	1
15	1276	150e-12	9	2e3	0.22	0.15	0.11	1
16	1398	145e-12	7	7e4	0.34	0.15	0.24	1
17	1471	133e-12	8	5e4	0.32	0.25	0.13	2
18	1543	127e-12	9	6e4	0.24	0.14	0.25	1
19	2765	130e-12	4	3e5	0.21	0.15	0.13	2
20	3258	125e-12	5	7e4	0.22	0.17	0.10	1
21	4562	122e-12	6	2e5	0.32	0.25	0.13	1
22	5674	98e-12	5	5e4	0.26	0.15	0.24	2
23	6634	87e-12	4	7e4	0.32	0.19	0.33	2
24	7612	64e-12	5	6e4	0.37	0.16	0.11	1
25	8792	55e-12	4	7e4	0.32	0.25	0.12	1
26	9615	62e-12	5	2e4	0.28	0.15	0.37	1
27	10319	46e-12	4	7e5	0.37	0.12	0.36	1
28	10965	34e-12	7	1e4	0.19	0.35	0.17	2
29	11287	50e-12	3	2e4	0.21	0.14	0.52	1
30	12100	39e-12	5	1e4	0.32	0.15	0.73	1

Задание 1.7

Рассчитайте максимальный коэффициент передачи K_{MAX} и коэффициенты включения m_1 , m_2 входной цепи с двойной автотрансформаторной связью в режиме согласования без ограничений на полосу пропускания.

Исходные данные:

Из результатов расчета задания 1.2 используются значения:

Активной составляющей сопротивления антенны R_A , Ом ;

Из таблицы 1.7 используются значения:

Резонансной частоты f , кГц;

Емкости контурного конденсатора C_K , Ф;

Активного сопротивления контурной катушки r_K Ом ;

Активного сопротивления первого каскада R_2 , Ом;

Коэффициента включения со стороны антенны m_1 ;

Коэффициента включения со стороны 1-го каскада m_2 .

Принять значение входной емкости первого каскада $C_2 = 10nФ$.

Таблица 1.7

№ варианта	f , кГц	C_K , Ф	r_K Ом	R_2 , Ом
01	153	300e-11	3	1e4
02	211	150e-11	5	1e5
03	253	950e-12	4	5e4
04	295	600e-12	3	1e5
05	332	450e-12	6	6e5
06	375	400e-12	5	7e5
07	428	352e-12	4	1e6
08	469	332e-12	3	6e4
09	541	350e-12	4	8e4
10	645	300e-12	5	9e4
11	734	354e-12	3	7e3
12	876	242e-12	3	1e5
13	915	205e-12	2	2e4
14	1064	188e-12	3	3e5
15	1276	150e-12	4	2e3
16	1398	145e-12	2	7e4
17	1471	133e-12	4	5e4
18	1543	127e-12	3	6e4
19	2765	130e-12	4	3e5
20	3258	125e-12	3	7e4
21	4562	122e-12	3	2e5
22	5674	98e-12	2	5e4
23	6634	87e-12	4	7e4
24	7612	64e-12	3	6e4
25	8792	55e-12	4	7e4
26	9615	62e-12	3	2e4
27	10319	46e-12	4	7e5
28	10965	34e-12	2	1e4
29	11287	50e-12	3	2e4
30	12100	39e-12	2	1e4

Задание 1.8

Рассчитайте максимальный коэффициент передачи K_{MAX} и коэффициенты включения m_1 , m_2 входной цепи с двойной автотрансформаторной связью в режиме согласования при заданной полосе пропускания.

Исходные данные:

Из результатов расчета задания 1.2 используются значения:

Активной составляющей сопротивления антенны R_A , Ом ;

Из таблицы 1.8 используются значения:

Резонансной частоты f , кГц;

Индуктивность контурной катушки L_K , Гн;

Активного сопротивления контурной катушки r_K Ом ;

Активного сопротивления первого каскада R_2 , Ом;

Коэффициента включения со стороны антенны m_1 ;

Коэффициента включения со стороны 1-го каскада m_2 ;

Коэффициент расширения полосы пропускания γ .

Принять значение входной емкости первого каскада $C_2 = 10nФ$.

Таблица 1.8

№	f , кГц	L_K , Гн	r_K Ом	R_2 , Ом	γ
01	153	3.6e-4	3	1e4	2.3
02	211	3.8e-4	5	1e5	2.1
03	253	4.1e-4	4	5e4	4.2
04	295	4.9e-4	3	1e5	2.2
05	332	5.1e-4	6	6e5	2.4
06	375	4.5e-4	5	7e5	2.3
07	428	3.5e-4	4	1e6	2.1
08	469	3.5e-4	3	6e4	3.0
09	541	2.5e-4	4	8e4	2.5
10	645	2.0e-4	5	9e4	2.7
11	734	1.3e-4	3	7e3	2.3
12	876	1.4e-4	3	1e5	2.1
13	915	1.5e-4	2	2e4	2.6
14	1064	1.1e-4	3	3e5	2.7
15	1276	1.0e-4	4	2e3	3.0
16	1398	8.9e-5	2	7e4	3.1
17	1471	8.8e-5	4	5e4	2.7
18	1543	8.3e-5	3	6e4	3.2
19	2765	2.5e-5	4	3e5	2.2
20	3258	1.9e-5	3	7e4	2.4
21	4562	9.9e-6	3	2e5	2.1
22	5674	8.0e-6	2	5e4	2.1
23	6634	6.0e-6	4	7e4	2.3
24	7612	7.0e-6	3	6e4	2.2
25	8792	6.0e-6	4	7e4	2.1
26	9615	4.4e-6	3	2e4	2.2
27	10319	5.1e-6	4	7e5	2.0
28	10965	6.0e-6	2	1e4	2.9
29	11287	4.0e-6	3	2e4	2.7
30	12100	4.4e-6	2	1e4	2.8

Задание 1.9

В ходе экспериментов установлено, что радиоприемное устройство, настроенное на некоторую частоту, способно принимать сигналы на частотах f_1 с чувствительностью E_1 , f_2 с чувствительностью E_2 , f_3 с чувствительностью E_3 . Определите частоту основного и избирательность по побочным каналам приема.

Таблица 1.9

№ вар.	f_1 , Гц	E_1 , В	f_2 , Гц	E_2 , В	f_3 , Гц	E_3 , В
01	500e3	1.1e-3	10.4e6	2e-6	11.40e6	300e-6
02	500e3	2.3e-3	11.6e6	1e-6	12.60e6	250e-6
03	500e3	3.4e-3	11.8e6	2e-6	12.80e6	400e-6
04	500e3	5.5e-3	13.5e6	4e-6	14.50e6	330e-6
05	500e3	6.1e-3	14.7e6	2e-6	15.70e6	320e-6
06	455e3	5.2e-3	15.3e6	3e-6	16.21e6	500e-6
07	455e3	2.3e-3	16.5e6	4e-6	17.41e6	300e-6
08	455e3	4.1e-3	17.9e6	2e-6	18.81e6	450e-6
09	455e3	6.6e-3	18.2e6	1e-6	19.11e6	350e-6
10	455e3	6.2e-3	19.3e6	2e-6	20.21e6	300e-6
11	465e3	3.4e-3	10.3e6	2e-6	11.23e6	100e-6
12	465e3	2.5e-3	14.2e6	3e-6	15.13e6	300e-6
13	465e3	4.7e-3	31.0e6	4e-6	31.93e6	250e-6
14	465e3	5.2e-3	13.3e6	2e-6	14.23e6	330e-6
15	465e3	2.1e-3	21.0e6	1e-6	21.93e6	350e-6
16	6.5e6	2.4e-3	11.4e6	3e-6	24.40e6	550e-6
17	6.5e6	5.8e-3	12.3e6	2e-6	25.30e6	340e-6
18	6.5e6	4.0e-3	14.5e6	1e-6	27.50e6	350e-6
19	6.5e6	2.3e-3	16.7e6	2e-6	29.70e6	200e-6
20	6.5e6	2.4e-3	13.4e6	3e-6	26.40e6	150e-6
21	200e4	2.4e-3	10.5e6	2e-6	14.50e6	300e-6
22	200e4	5.7e-3	21.0e6	5e-6	25.00e6	300e-6
23	200e4	2.5e-3	12.2e6	7e-6	16.20e6	500e-6
24	200e4	2.4e-3	13.1e6	8e-6	17.10e6	400e-6
25	200e4	1.2e-3	15.3e6	3e-6	19.30e6	350e-6
26	110e3	2.3e-3	13.4e6	3e-6	13.62e6	200e-6
27	110e3	3.1e-3	33.0e6	2e-6	33.22e6	320e-6
28	110e3	4.4e-3	15.4e6	3e-6	15.62e6	350e-6
29	110e3	6.2e-3	13.1e6	4e-6	13.32e6	200e-6
30	110e3	2.4e-3	16.9e6	5e-6	17.12e6	100e-6

2 Усилители высокой частоты

Задание 2.1

Рассчитайте элементы термостабилизации усилителя высокой частоты. Электрическая принципиальная схема и методика решения находятся в [9, с.21, с.22, с.40].

Исходные данные:

Ток коллектора I_{0K} , А ;

Напряжение коллектор – эмиттер $U_{0KЭ}$, В;

Напряжение база – эмиттер $U_{0БЭ}$, В;

Напряжение источника питания E , В;

Минимальная температура T_{MIN} , °С ;

Максимальная температура T_{MAX} , °С;

Комнатная температура $T = 293K$;

Обратный ток коллектора при $T = 293K$ I_{K0} , А ;

Нестабильность тока коллектора в диапазоне температур от T_{MIN} до T_{MAX} $|\Delta I_K / I_K|$;

Низкочастотные параметры транзистора g_{11} , См; g_{21} , См;

Частота f , Гц;

Константы: $E_0 = 1.1В$ для кремния ;

$E_0 = 0.72 В$ для германия ;

$\gamma_1 = 0.12 \frac{1}{K}$ для кремния ;

$\gamma_1 = 0.08 \frac{1}{K}$ для германия ;

$\gamma_2 = 0.003...0.015 \frac{1}{K}$,

γ_2 имеет среднее значение $0.01 \frac{1}{K}$.

В ходе расчетов должны быть получены следующие величины:

1. Коэффициент передачи тока базы при $T = 293K$ $h_{21Э0}$.
2. Сопротивление резистора в цепи эмиттера $R_Э$, Ом.
3. Сопротивление фильтра $R_Ф$, Ом .
4. Ток базы в рабочей точке $I_{0Б}$, А .

Для максимальной температуры T_{MAX}

5. Изменение обратного тока коллектора dI_{K0} , А.
6. Тепловое смещение тока базы $dU_{БЭ}$, В.
7. Изменение коэффициента передачи тока базы $dh_{21Э}$.

8. Эквивалентное сопротивление делителя R_d , Ом.

Для минимальной температуры T_{MIN}

9. Изменение обратного тока коллектора dI_{K0} , А.

10. Тепловое смещение тока базы $dU_{БЭ}$, В.

11. Изменение коэффициента передачи тока базы $dh_{21Э}$.

12. Полное приращение тока коллектора, вызванное изменением температуры dI_K , А.

13. Сравнение dI_K с допустимым значением $dI_{K_доп}$.

14. Эквивалентное сопротивление делителя R_d , Ом.

Для принятого значения сопротивления делителя R_d

15. Значение сопротивления 1-го резистора делителя R_{d1} , Ом.

16. Значение сопротивления 2-го резистора делителя R_{d2} , Ом.

17. Значение емкости конденсатора в цепи эмиттера $C_Э$, Ф.

18. Значение емкости конденсатора фильтра $C_Ф$, Ф.

19. Значение емкости блокировочного конденсатора $C_{БЛ}$, Ф.

Нумерация параметров исходных данных представлена в таблице 2.1

Таблица 2.1

Номер параметра	Параметры
1	I_{0K} , А
2	$U_{0KЭ}$, В
3	$U_{0БЭ}$, В
4	E , В
5	T_{MIN} , °С
6	T_{MAX} , °С
7	g_{11} , См
8	g_{21} , См
9	I_{K0} , А ;
10	$\gamma_1, 1/K$
11	$\gamma_2, 1/K$
12	E_0 , В
13	$ \Delta I_K / I_K $
14	f , Гц

Численные значения исходные данные по вариантам представлены в таблицах 2.1а-2.1е

Таблица 2.1а

Номер параметра	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
1	4e-3	6e-3	7e-3	7e-3	6e-3
2	5	5	6	6	5
3	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
4	12	13	11	180	11
5	-25	-45	-40	-30	-35
6	50	50	50	60	55
7	2.2e-3	3.2e-3	3.5e-3	3.8e-3	3.1e-3
8	150e-3	100e-3	180e-3	170e-3	150e-3
9	0.02e-6	0.01e-6	0.01e-6	0.03e-6	0.02e-6
10	0.12;	0.12	0.12	0.12	0.12
11	0.01;	0.01	0.01	0.01	0.01
12	1.1;	1.1	1.1	1.1	1.1
13	0.08;	0.08	0.11	0.11	0.09
14	7e6;	9e6	12e6	15e6	12e6

Таблица 2.1б

Номер параметра	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9	Вариант 10
1	9e-3	5e-3	6e-3	6.2e-3	7.2e-3
2	5.5	4	4.5	5.1	5.3
3	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
4	15	12	13	12	10
5	-50	-40	-45	-45	-35
6	55	50	50	50	55
7	3.1e-3	2.1e-3	2.5e-3	2.7e-3	2.8e-3
8	190e-3	190e-3	195e-3	175e-3	165e-3
9	0.01e-6	0.01e-6	0.02e-6	0.015e-6	0.012e-6
10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
13	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09
14	14e6	12e6	9e6	9.5e6	14e6

Таблиця 2.1в

Номер параметра	Вариант 11	Вариант 12	Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15
1	8.3e-3	9.5e-3	5.5e-3	6.5e-3	7.5e-3
2	5.5	6.5	5.5	4.7	5.7
3	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
4	17	15	14	12	15
5	-45	-45	-35	-40	-35
6	55	50	55	60	55
7	1.8e-3	1.9e-3	2.1e-3	2.2e-3	2.0e-3
8	155e-3	175e-3	275e-3	320e-3	170e-3
9	0.011e-6	.02e-6	0.01e-6	0.01e-6	0.01e-6
10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
13	0.09	0.09	0.09	0.1	0.1
14	12e6	18e6	20e6	15e6	16e6

Таблиця 2.1г

Номер параметра	Вариант 16	Вариант 17	Вариант 18	Вариант 19	Вариант 20
1	5.5e-3	6.5e-3	7.5e-3	7.2e-3	8.1e-3
2	3.7	4.9	5.5	5.5	4.2
3	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
4	9	9	12	13	15
5	-45	-40	-45	-35	-35
6	65	60	55	55	60
7	2.2e-3	2.1e-3	1.6e-3	1.8e-3	1.9e-3
8	270e-3	260e-3	185e-3	285e-3	211e-3
9	0.01e-6	0.01e-6	0.012e-6	0.011e-6	0.012e-6
10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
13	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09
14	12e6	10e6	18e6	15e6	17e6

Таблиця 2.1d

Номер параметра	Вариант 21	Вариант 22	Вариант 23	Вариант 24	Вариант 25
1	7.9e-3	6.7e-3	7.3e-3	6.0e-3	7.0e-3
2	5.1	5.0	5.5	5.7	6.0
3	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
4	12	15	12	12	12
5	-30	-35	-40	-40	-35
6	50	55	60	60	60
7	1.7e-3	1.9e-3	1.7e-3	2.7e-3	2.3e-3
8	310e-3	210e-3	230e-3	230e-3	250e-3
9	0.011e-6	0.01e-6	0.01e-6	0.015e-6	0.012e-6
10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
13	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09
14	15e6	15e6	12e6	10e6	12e6

Таблиця 2.1e

Номер параметра	Вариант 26	Вариант 27	Вариант 28	Вариант 29	Вариант 30
1	7.0e-3	7.5e-3	8.2e-3	6.1e-3	7.1e-3
2	5.0	5.5	5.4	4.2	4.3
3	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
4	15	18	12	14	15
5	-35	-40	-40	-40	-45
6	55	55	60	60	55
7	2.1e-3	2.2e-3	1.7e-3	1.9e-3	1.7e-3
8	167e-3	235e-3	250e-3	230e-3	211e-3
9	0.015e-6	0.012e-6	0.013e-6	0.011e-6	0.012e-6
10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
13	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
14	16e6	17e6	18e6	14e6	11e6

Задание 2.2

Рассчитайте коэффициент шума каскада усилителя высокой частоты на полевом транзисторе по схеме с общим истоком в режиме:

1. Оптимального согласования с источником сигнала;
2. Оптимального рассогласования.

Исходные данные:

Центральная частота f , Гц,

Проводимость источника сигнала G_1 , См;

Проводимость контура G_{K1} , См;

Y - параметры транзистора g_{11} , См;

g_{21} , См,

Y_{21} , См;

Шумовая температура затвора T_3 , К;

Шумовая температура стока T_C , К.

Таблица 2.2

№ вар.	f , Гц	G_1 , См	G_{K1} , См	T_3 , К	T_C , К	g_{11} , См	Y_{21} , См
1	160e6	4.1e-3	.28e-3	380	273	2.1e-3	5.3e-3
2	165e6	5.3e-3	.18e-3	360	265	2.2e-3	5.2e-3
3	170e6	4.7e-3	.23e-3	350	270	2.3e-3	5.3e-3
4	175e6	4.9e-3	.21e-3	340	200	2.4e-3	5.2e-3
5	180e6	3.8e-3	.25e-3	330	221	2.5e-3	5.1e-3
6	185e6	6.6e-3	.18e-3	300	263	2.6e-3	5.2e-3
7	190e6	5.1e-3	.31e-3	340	242	2.7e-3	5.2e-3
8	195e6	5.7e-3	.27e-3	350	161	2.8e-3	5.2e-3
9	200e6	4.9e-3	.56e-3	360	263	2.9e-3	5.2e-3
10	205e6	3.7e-3	.32e-3	370	231	3.0e-3	5.2e-3
11	210e6	6.1e-3	.42e-3	380	260	3.1e-3	5.2e-3
12	215e6	2.9e-3	.12e-3	370	260	3.2e-3	5.2e-3
13	220e6	3.5e-3	.14e-3	360	273	3.3e-3	5.2e-3
14	225e6	4.5e-3	.15e-3	350	264	3.4e-3	5.2e-3
15	230e6	5.3e-3	.19e-3	340	165	3.5e-3	5.2e-3
16	235e6	4.7e-3	.22e-3	330	245	3.6e-3	5.2e-3
17	240e6	4.6e-3	.13e-3	320	290	3.7e-3	5.2e-3
18	245e6	4.4e-3	.16e-3	310	178	3.8e-3	5.2e-3
19	250e6	3.2e-3	.17e-3	300	241	3.9e-3	5.2e-3
20	255e6	2.1e-3	.19e-3	290	200	4.0e-3	5.2e-3
21	260e6	3.2e-3	.41e-3	280	210	4.1e-3	5.2e-3
22	265e6	3.8e-3	.34e-3	270	233	4.2e-3	5.2e-3
23	270e6	4.6e-3	.22e-3	260	255	4.3e-3	5.2e-3
24	275e6	4.2e-3	.25e-3	300	265	4.4e-3	5.2e-3
25	280e6	5.0e-3	.12e-3	310	267	4.5e-3	5.2e-3
26	285e6	4.3e-3	.23e-3	300	240	4.6e-3	5.2e-3
27	290e6	2.9e-3	.32e-3	300	156	4.7e-3	5.2e-3
28	295e6	3.1e-3	.37e-3	300	189	4.8e-3	5.2e-3
29	300e6	3.3e-3	.14e-3	300	230	4.9e-3	5.2e-3
30	305e6	5.0e-3	.15e-3	300	234	5.0e-3	5.2e-3

Задание 2.3

Радиоприемное устройство содержит N_1 одиночных, развязанных между собой контуров во входной цепи и N_2 резонансных каскадов усиления высокой частоты. Приемник настроен на частоту f . Рассчитайте избирательность по соседнему, зеркальному и прямому каналам приема для входной цепи и преселектора в целом, если считать, что все контура имеют одинаковую эквивалентную добротность - $Q_{кэ}$.

Исходные данные:

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц;

Частота настройки f , Гц;

Соседние каналы разнесены на $f_c = 10$ кГц

Таблица 2.3

№ варианта	N_1	N_2	$f_{ПЧ}$, Гц;	f , Гц;	$Q_{КЭ}$
1	1	2	500e3	10.4e6	100
2	2	1	500e3	11.6e6	120
3	1	1	500e3	11.8e6	130
4	2	1	500e3	13.5e6	140
5	2	1	500e3	14.7e6	150
6	2	1	455e3	15.3e6	110
7	1	2	455e3	16.5e6	115
8	1	2	455e3	17.9e6	123
9	2	1	455e3	18.2e6	140
10	1	1	455e3	19.3e6	110
11	1	1	465e3	10.3e6	110
12	2	1	465e3	14.2e6	130
13	1	1	465e3	31.0e6	140
14	1	2	465e3	13.3e6	150
15	1	2	465e3	21.0e6	110
16	1	2	6.5e6	11.4e6	100
17	1	1	6.5e6	12.3e6	100
18	2	1	6.5e6	14.5e6	120
19	1	2	6.5e6	16.7e6	100
20	1	2	6.5e6	13.4e6	110
21	1	2	200e4	10.5e6	100
22	1	2	200e4	21.0e6	120
23	2	1	200e4	12.2e6	130
24	1	1	200e4	13.1e6	100
25	1	1	200e4	15.3e6	110
26	1	1	110e3	13.4e6	110
27	1	2	110e3	33.0e6	100
28	1	1	110e3	15.4e6	110
29	1	2	110e3	13.1e6	120
30	1	1	110e3	16.9e6	100

3 Преобразователи частоты

Задание 3.1

Определите зависимость крутизны преобразования по гармонике N напряжения гетеродина U_r от напряжения на затворе U_3 преобразователя на полевом транзисторе, если зависимость тока стока I_c от напряжения на затворе определяется выражением: $I_c = bU_3^2$.

Исходные данные:

Напряжение гетеродина U_r , В;

Напряжение на затворе U_3 , В;

Значения U_3 для расчета U_{31} , В; U_{32} , В; U_{33} , В;

Коэффициент b , $\frac{A}{B^2}$;

Номер гармоники $N=1$.

Таблица 3.1

№ варианта	$U_{\Gamma},$ В	$U_{31},$ В	$U_{32},$ В	$U_{33},$ В	$b,$ $\frac{A}{B^2}$
1	1.0	0.00	0.50	1.00	2.1e-3
2	1.1	0.01	0.55	1.10	1.5e-3
3	0.4	0.00	0.20	0.40	1.6e-3
4	0.9	0.00	0.45	0.90	1.1e-3
5	1.2	0.01	0.62	1.20	3.2e-3
6	1.0	0.00	0.51	1.00	2.5e-3
7	1.4	0.05	0.70	1.40	3.2e-3
8	1.5	0.00	0.75	1.50	0.6e-3
9	1.0	0.05	0.50	1.00	3.5e-3
10	1.2	0.00	0.61	1.20	2.3e-3
11	1.0	0.01	0.48	1.00	2.6e-3
12	1.2	0.00	0.58	1.20	3.3e-3
13	1.3	0.02	0.65	1.30	2.1e-3
14	1.1	0.00	0.52	1.10	3.2e-3
15	1.5	0.05	0.75	1.50	3.2e-3
16	1.4	0.00	0.72	1.40	1.7e-3
17	1.3	0.03	0.65	1.30	2.1e-3
18	1.0	0.00	0.51	1.00	1.9e-3
19	1.1	0.01	0.56	1.10	1.8e-3
20	1.4	0.00	0.69	1.40	1.2e-3
21	1.3	0.00	0.65	1.30	2.1e-3
22	1.4	0.05	0.70	1.40	1.8e-3
23	1.6	0.05	0.80	1.60	1.2e-3
24	1.1	0.00	0.55	1.10	1.6e-3
25	1.0	0.00	0.50	1.00	1.7e-3
26	1.0	0.00	0.50	1.00	1.3e-3
27	1.1	0.00	0.55	1.10	1.1e-3
28	1.2	0.01	0.60	1.20	2.9e-3
29	1.5	0.02	0.75	1.50	3.5e-3
30	1.0	0.01	0.50	1.00	3.2e-3

Задание 3.2

Диодный преобразователь частоты работает при напряжении гетеродина $U_{\Gamma}=0.75$ В.

Определите:

1. Крутизну преобразования по гармонике колебания гетеродина с номером N $S_{\text{пр}}$, мА/В;
2. Проводимость преобразования $G_{\text{пр}}$, См;
3. Внутренний коэффициент усиления $\mu_{\text{пр}}$.

Вольт-амперную характеристику диода считать кусочно-линейной. Внутреннее сопротивление диода $R_{\text{ид}}$, Ом. Постоянное смещение на диоде обеспечивает угол отсечки Θ .

Численные значения исходных данных приведены в таблице 3.2.

Задание 3.3

Диодный преобразователь частоты работает при напряжении гетеродина $U_{\Gamma}=0.6$ В в режиме согласования.

Определите:

1. Входное сопротивление R , Ом;
2. Коэффициент передачи напряжения K ;
3. Потери преобразования $L_{\text{д}}$, дБ.

Вольт-амперную характеристику диода считать кусочно-линейной. Внутреннее сопротивление диода $R_{\text{ид}}$, Ом. Постоянное смещение на диоде обеспечивает угол отсечки Θ . Преобразование производится по первой гармонике напряжения гетеродина.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

№ варианта	$R_{ид}$, Ом	N	Θ , градус
1	123	1	90
2	115	1	60
3	147	2	50
4	92	1	90
5	115	3	70
6	139	3	80
7	154	4	75
8	80	5	85
9	144	3	75
10	172	1	90
11	71	1	60
12	184	3	90
13	113	3	75
14	126	1	90
15	147	3	75
16	138	5	80
17	123	4	85
18	151	1	75
19	126	3	90
20	105	2	85
21	75	2	75
22	93	1	60
23	128	3	80
24	117	1	70
25	132	2	90
26	132	2	85
27	124	1	75
28	131	5	80
29	115	2	85
30	125	2	90

Задание 3.4

Диодный преобразователь частоты работает при напряжении гетеродина U_r .

Определите:

1. Крутизну преобразования по гармонике колебания гетеродина с номером $N=1$ $S_{пр}$, мА/В;
2. Проводимость преобразования $G_{пр}$, См;

Вольт-амперную характеристику диода считать экспоненциальной.

$$i = i_0 (\exp(aU_r) - 1)$$

где i_0 — обратный ток диода, А ; $a = 30 \frac{1}{В}$.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 3.4.

Задание 3.5

Диодный преобразователь частоты работает при напряжении гетеродина U_r .

Определите:

1. Входную проводимость G , См;
2. Коэффициент передачи напряжения K ;
3. Потери преобразования $L_{пр}$, дБ;
4. Внутренний коэффициент усиления $\mu_{пр}$.

Вольт-амперную характеристику диода считать экспоненциальной

$$i = i_0 (\exp(aU_r) - 1),$$

где i_0 — обратный ток диода, А ; $a = 30 \frac{1}{В}$.

При выполнении задания воспользуйтесь исходными данными и результатами выполнения задания 3.4.

Таблица 3.4

№ варианта	i_0 , А	U_r , В
1	1.00e-6	0.17
2	2.00e-6	0.14
3	1.30e-6	0.13
4	1.50e-6	0.16
5	1.30e-6	0.09
6	1.20e-6	0.09
7	1.10e-6	0.12
8	1.20e-6	0.11
9	1.30e-6	0.12
10	1.10e-6	0.15
11	1.10e-6	0.17
12	1.30e-6	0.08
13	1.20e-6	0.09
14	1.50e-6	0.11
15	1.60e-6	0.14
16	1.70e-6	0.15
17	1.80e-6	0.14
18	1.90e-6	0.13
19	1.60e-6	0.12
20	1.10e-6	0.11
21	1.20e-6	0.11
22	1.40e-6	0.07
23	1.20e-6	0.09
24	1.20e-6	0.08
25	1.00e-6	0.13
26	1.24e-6	0.12
27	1.00e-6	0.12
28	1.20e-6	0.11
29	1.30e-6	0.13
30	1.60e-6	0.12

Задание 3.6

Определите частоты, на которых возможно возникновение комбинационного свиста в преобразователе частоты.

Исходные данные:

Промежуточная частота f , Гц;

Номер гармоники частоты сигнала m ;

Номер гармоники частоты гетеродина n ;

Частота напряжения, которое может пройти через УНЧ и создать мешающий эффект F , Гц.

Таблица 3.6

№	f , Гц;	F , Гц	m	n
1	500e3	6.50e3	1	3
2	500e3	3.40e3	3	2
3	500e3	12.0e3	3	2
4	500e3	2.20e3	1	2
5	500e3	1.00e3	2	3
6	200e4	3.50e3	3	2
7	200e4	1.00e3	1	3
8	200e4	7.50e3	3	2
9	200e4	10.0e3	2	3
10	200e4	9.00e3	3	2
11	465e3	10.0e3	4	2
12	465e3	9.00e3	3	2
13	465e3	3.50e3	1	3
14	465e3	1.00e3	3	2
15	465e3	4.50e3	3	2
16	110e3	1.00e3	2	3
17	110e3	2.50e3	2	3
18	110e3	3.50e3	3	4
19	110e3	10.0e3	1	2
20	110e3	9.00e3	1	3
21	6.5e6	1.00e3	2	3
22	6.5e6	3.50e3	1	2
23	6.5e6	10.0e3	1	3
24	6.5e6	9.00e3	2	3
25	6.5e6	4.50e3	3	2
26	10.7e6	2.50e3	3	2
27	10.7e6	1.00e3	2	3
28	10.7e6	10.0e3	4	3
29	10.7e6	9.00e3	3	2
30	10.7e6	3.50e3	2	3

Задание 3.7

Первым каскадом радиоприемного устройства является диодный преобразователь частоты, который работает при напряжении гетеродина U_{Γ} . Определите коэффициент шума преобразователя $K_{ш_пр}$ и приемника $K_{ш_ппу}$.

Вольт-амперную характеристику диода считать экспоненциальной

$$i = i_0(\exp(aU_{\Gamma}) - 1),$$

где i_0 – обратный ток диода, А ; $a = 30 \frac{1}{B}$.

Исходные данные:

Коэффициент шума УПЧ $K_{ш_упч}$;

Шумовое отношение диода t_d .

При выполнении задания можно воспользоваться результатами выполнения задания 3.5.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7

№ варианта	i_0 , А	U_Γ , В	$K_{ш_упч}$	t_d
1	1.00e-6	0.17	1.7	2.0
2	2.00e-6	0.14	1.6	2.1
3	1.30e-6	0.13	1.4	2.5
4	1.50e-6	0.16	2.7	2.7
5	1.30e-6	0.09	1.6	3.0
6	1.20e-6	0.09	1.8	2.1
7	1.10e-6	0.12	1.9	2.2
8	1.20e-6	0.11	1.7	2.3
9	1.30e-6	0.12	2.5	2.9
10	1.10e-6	0.15	2.0	3.1
11	1.10e-6	0.17	1.7	2.3
12	1.30e-6	0.08	1.4	2.6
13	1.20e-6	0.09	1.6	2.5
14	1.50e-6	0.11	2.3	2.7
15	1.60e-6	0.14	1.7	3.0
16	1.70e-6	0.15	2.3	2.8
17	1.80e-6	0.14	1.6	2.9
18	1.90e-6	0.13	1.8	2.6
19	1.60e-6	0.12	1.4	2.0
20	1.10e-6	0.11	1.5	2.2
21	1.20e-6	0.11	1.6	2.4
22	1.40e-6	0.07	3.2	2.2
23	1.20e-6	0.09	4.1	2.1
24	1.20e-6	0.08	3.3	2.7
25	1.00e-6	0.13	1.7	2.3
26	1.24e-6	0.12	1.5	2.0
27	1.00e-6	0.12	2.2	2.7
28	1.20e-6	0.11	1.8	2.6
29	1.30e-6	0.13	2.6	2.2
30	1.60e-6	0.12	1.7	2.3

Задание 3.8

Первым каскадом радиоприемного устройства является диодный преобразователь частоты, который работает при напряжении гетеродина $U_r=0.6\text{В}$ в режиме согласования. Определите коэффициент шума преобразователя $K_{ш_пр}$ и приемника $K_{ш_ппу}$.

Вольт-амперную характеристику диода считать кусочно-линейной. Постоянное смещение на диоде обеспечивает угол отсечки Θ . Преобразование производится по первой гармонике напряжения гетеродина.

Исходные данные:

Коэффициент шума УПЧ $K_{ш_упч}$;

Шумовое отношение диода t_d ;

Внутреннее сопротивление диода $R_{ид}$, Ом.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8

№ варианта	$K_{ш_упч}$	t_d	$R_{ид}$, Ом.	Θ , градус
1	1.7	2.0	123	90
2	1.6	2.1	115	60
3	1.4	2.5	147	50
4	2.7	2.7	92	90
5	1.6	3.0	115	70
6	1.8	2.1	139	80
7	1.9	2.2	154	75
8	1.7	2.3	80	85
9	2.5	2.9	144	75
10	2.0	3.1	172	90
11	1.7	2.3	71	60
12	1.4	2.6	184	90
13	1.6	2.5	113	75
14	2.3	2.7	126	90
15	1.7	3.0	147	75
16	2.3	2.8	138	80
17	1.6	2.9	123	85
18	1.8	2.6	151	75
19	1.4	2.0	126	90
20	1.5	2.2	105	85
21	1.6	2.4	75	75
22	3.2	2.2	93	60
23	4.1	2.1	128	80
24	3.3	2.7	117	70
25	1.7	2.3	132	90
26	1.5	2.0	132	85
27	2.2	2.7	124	75
28	1.8	2.6	131	80
29	2.6	2.2	115	85
30	1.7	2.3	125	90

4 Усилители промежуточной частоты

Задание 4.1

Определите полосу пропускания Π , усилителя промежуточной частоты с амплитудно-частотной характеристикой формы "А".

Исходные данные:

Эквивалентная добротность контуров $Q_{кэ}$;

Число каскадов n ;

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц.

Численные значения исходных данных представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

№ варианта	$f_{пч}$, Гц	$Q_{кэ}$	n
1	465e3	43	2
2	465e3	56	1
3	465e3	87	3
4	465e3	83	6
5	465e3	52	4
6	455e3	93	5
7	455e3	55	6
8	455e3	35	3
9	455e3	65	2
10	455e3	57	1
11	500e3	75	3
12	500e3	45	2
13	500e3	52	4
14	500e3	88	6
15	500e3	96	5
16	10.6e6	76	7
17	10.6e6	57	4
18	10.6e6	66	5
19	10.6e6	44	3
20	10.6e6	52	2
21	110e3	43	1
22	110e3	34	3
23	110e3	22	2
24	110e3	36	5
25	110e3	22	4
26	6.5e6	45	2
27	6.5e6	90	4
28	6.5e6	75	2
29	6.5e6	53	3
30	6.5e6	70	2

Задание 4.2

Определите полосу пропускания Π , усилителя промежуточной частоты с амплитудно-частотной характеристикой формы "В" с двухконтурными полосовыми фильтрами.

Исходные данные:

Эквивалентная добротность контуров $Q_{кэ}$;

Число каскадов n ;

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц.

Численные значения исходных данных представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

№ варианта	$f_{пч}$, Гц	$Q_{кэ}$	n
1	465e3	53	2
2	465e3	36	1
3	465e3	84	3
4	465e3	53	6
5	465e3	32	4
6	455e3	43	5
7	455e3	63	6
8	455e3	82	3
9	455e3	68	2
10	455e3	47	1
11	500e3	43	3
12	500e3	65	2
13	500e3	77	4
14	500e3	82	6
15	500e3	91	5
16	10.6e6	72	7
17	10.6e6	37	4
18	10.6e6	46	5
19	10.6e6	48	3
20	10.6e6	45	2
21	110e3	67	1
22	110e3	44	3
23	110e3	24	2
24	110e3	31	5
25	110e3	28	4
26	6.5e6	65	2
27	6.5e6	70	4
28	6.5e6	76	2
29	6.5e6	44	3
30	6.5e6	60	2

Задание 4.3

Определите избирательность по соседнему каналу $\sigma_{СК}$ усилителя промежуточной частоты с амплитудно-частотной характеристикой формы "А".

Исходные данные:

Эквивалентная добротность контуров $Q_{кэ}$;

Число каскадов n ;

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц.

Частоты соседних каналов разнесены на $\Delta f_{СК}$, Гц.

При решении можно воспользоваться результатами выполнения задания 4.1. Численные значения исходных данных представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

№ варианта	$f_{пч}$, Гц	$Q_{кэ}$	n	$\Delta f_{ск}$, Гц
1	465e3	43	2	10e3
2	465e3	56	1	10e3
3	465e3	87	3	3e3
4	465e3	83	6	3e3
5	465e3	52	4	5e3
6	455e3	93	5	5e3
7	455e3	55	6	5e3
8	455e3	35	3	10e3
9	455e3	65	2	10e3
10	455e3	57	1	10e3
11	500e3	75	3	5e3
12	500e3	45	2	10e3
13	500e3	52	4	5e3
14	500e3	88	6	5e3
15	500e3	96	5	5e3
16	10.6e6	76	7	10e4
17	10.6e6	57	4	20e4
18	10.6e6	66	5	20e4
19	10.6e6	44	3	20e4
20	10.6e6	52	2	20e4
21	110e3	43	1	5e3
22	110e3	34	3	5e3
23	110e3	22	2	5e3
24	110e3	36	5	3e3
25	110e3	22	4	5e3
26	6.5e6	45	2	15e4
27	6.5e6	90	4	50e3
28	6.5e6	75	2	15e4
29	6.5e6	53	3	15e4
30	6.5e6	70	2	15e4

Задание 4.4

Определите избирательность по соседнему каналу $\sigma_{СК}$ усилителя промежуточной частоты с амплитудно-частотной характеристикой формы "В" с двухконтурными полосовыми фильтрами.

Исходные данные:

Эквивалентная добротность контуров $Q_{кэ}$;

Число каскадов n ;

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц.

Частоты соседних каналов разнесены на $\Delta f_{СК}$, Гц.

Численные значения исходных данных представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4

№ варианта	$f_{пч}$, Гц	$Q_{кэ}$	n	$\Delta f_{ск}$, Гц
1	465e3	53	2	15e3
2	465e3	36	1	25e3
3	465e3	84	3	10e3
4	465e3	53	6	10e3
5	465e3	32	4	20e3
6	455e3	43	5	10e3
7	455e3	63	6	8e3
8	455e3	82	3	10e3
9	455e3	68	2	10e3
10	455e3	47	1	20e3
11	500e3	43	3	15e3
12	500e3	65	2	15e3
13	500e3	77	4	10e3
14	500e3	82	6	7e3
15	500e3	91	5	7e3
16	10.6e6	72	7	15e4
17	10.6e6	37	4	30e4
18	10.6e6	46	5	30e4
19	10.6e6	48	3	30e4
20	10.6e6	45	2	30e4
21	110e3	67	1	5e3
22	110e3	44	3	5e3
23	110e3	24	2	10e3
24	110e3	31	5	4e3
25	110e3	28	4	5e3
26	6.5e6	65	2	15e4
27	6.5e6	70	4	15e4
28	6.5e6	76	2	15e4
29	6.5e6	44	3	20e4
30	6.5e6	60	2	15e4

Задание 4.5

Определите частоты настройки f_1 , f_2 контуров в УПЧ с попарно расстроенными контурами с АЧХ формы "В".

Исходные данные:

Эквивалентная добротность контуров $Q_{кэ}$;

Число каскадов n ;

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц.

Численные значения исходных данных представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5

№	$f_{пч}$, Гц	$Q_{кэ}$	n
1	465e3	53	2
2	465e3	36	2
3	465e3	84	4
4	465e3	53	6
5	465e3	32	4
6	455e3	43	4
7	455e3	63	6
8	455e3	82	4
9	455e3	68	2
10	455e3	47	8
11	500e3	43	2
12	500e3	65	8
13	500e3	77	4
14	500e3	82	6
15	500e3	91	4
16	10.6e6	72	6
17	10.6e6	37	4
18	10.6e6	46	4
19	10.6e6	48	4
20	10.6e6	45	2
21	110e3	67	4
22	110e3	44	2
23	110e3	24	2
24	110e3	31	6
25	110e3	28	4
26	6.5e6	65	2
27	6.5e6	70	4
28	6.5e6	76	2
29	6.5e6	44	6
30	6.5e6	60	2

Задание 4.6

Определите частоты настройки f_1 , f_2 контуров в УПЧ с попарно расстроенными контурами с АЧХ формы "С".

Исходные данные:

Эквивалентная добротность контуров $Q_{кэ}$;

Число каскадов n ;

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц.

Численные значения исходных данных представлены в таблице 4.5.

Задание 4.7

Определите избирательность по соседнему каналу $\sigma_{ск}$ УПЧ с попарно расстроенными контурами с АЧХ формы "С".

Исходные данные:

Полоса пропускания Π , Гц;

Число каскадов n ;

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц.

Частоты соседних каналов разнесены на $\Delta f_{ск}$, Гц.

Численные значения исходных данных представлены в таблице 4.7.

Задание 4.8

Определите избирательность по соседнему каналу $\sigma_{ск}$ полюсу пропускания Π и коэффициент связи $k_{св}$ контуров УПЧ с двухконтурными полосовыми фильтрами с АЧХ формы "С" с провалом до уровня 0.707 на промежуточной частоте.

Исходные данные:

Эквивалентная добротность контуров $Q_{кэ}$;

Число каскадов n ;

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц.

Частоты соседних каналов разнесены на $\Delta f_{ск}$, Гц.

Численные значения исходных данных представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.7

№ варианта	$f_{пч}$, Гц	n	Π , Гц;	$\Delta f_{ск}$, Гц
1	465e3	2	11e3	12e3
2	465e3	2	21e3	22e3
3	465e3	4	6.5e3	7e3
4	465e3	4	9.5e3	10e3
5	465e3	4	15e3	16e3
6	455e3	4	9e3	10e3
7	455e3	6	7.7e3	8e3
8	455e3	4	8.3e3	10e3
9	455e3	2	8.5e3	10e3
10	455e3	4	15.5e	16e3
11	500e3	2	13.5e	14e3
12	500e3	4	13e3	14e3
13	500e3	4	7.9e3	9e3
14	500e3	2	5.5e3	6e3
15	500e3	4	6.5e3	7e3
16	10.6e6	2	14e4	15e4
17	10.6e6	4	28e4	30e4
18	10.6e6	4	24e4	25e4
19	10.6e6	4	25e4	26e4
20	10.6e6	2	27e4	28e4
21	110e3	4	3.8e3	4e3
22	110e3	2	3.7e3	4e3
23	110e3	2	8.8e3	10e3
24	110e3	4	3.7e3	4e3
25	110e3	4	4.2e3	5e3
26	6.5e6	2	12.5e4	14e4
27	6.5e6	4	12.5e4	13e4
28	6.5e6	2	89e3	10e4
29	6.5e6	4	14.3e4	15e4
30	6.5e6	2	11.3e4	12e4

Таблица 4.8

№ варианта	$f_{пч}$, Гц	$Q_{кэ}$	n	$\Delta f_{ск}$, Гц
1	465e3	53	2	23e3
2	465e3	36	1	48e3
3	465e3	84	3	13e3
4	465e3	53	2	15e3
5	465e3	32	4	28e3
6	455e3	43	5	20e3
7	455e3	63	3	11.5e3
8	455e3	82	3	12e3
9	455e3	68	2	20e3
10	455e3	47	1	59e3
11	500e3	43	3	25e3
12	500e3	65	2	20e3
13	500e3	77	4	12e3
14	500e3	82	3	10e3
15	500e3	91	5	10e3
16	10.6e6	72	3	25e4
17	10.6e6	37	4	55e4
18	10.6e6	46	5	40e4
19	10.6e6	48	3	50e4
20	10.6e6	45	2	60e4
21	110e3	67	1	7e3
22	110e3	44	3	7e3
23	110e3	24	2	12e3
24	110e3	31	5	6e3
25	110e3	28	4	8e3
26	6.5e6	65	2	27e4
27	6.5e6	70	4	20e4
28	6.5e6	76	2	25e4
29	6.5e6	44	3	32e4
30	6.5e6	60	2	30e4

5 Детекторы радиосигналов

Задание 5.1

Определите коэффициент передачи последовательного амплитудного диодного детектора, работающего в режиме сильных сигналов.

Исходные данные:

Сопротивление нагрузки R_H , Ом;

Внутреннее сопротивление диода R_i , Ом;

Обратное сопротивление диода R_{OBR} , Ом.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

№ варианта	R_H , Ом	R_i , Ом	R_{OBR} , Ом
1	10.0e3	100	150e3
2	9.5e3	110	140e3
3	7.0e3	120	120e3
4	15.0e3	110	250e3
5	9.2e3	120	350e3
6	18.0e3	100	130e3
7	14.6e3	110	160e3
8	9.5e3	120	180e3
9	9.1e3	95	150e3
10	10.5e3	90	190e3
11	12.5e3	170	140e3
12	9.5e3	140	160e3
13	8.5e3	100	150e3
14	8.6e3	110	110e3
15	7.1e3	140	120e3
16	8.5e3	120	140e3
17	6.3e3	110	100e3
18	12.0e3	120	120e3
19	8.2e3	130	150e3
20	8.4e3	120	140e3
21	9.6e3	100	190e3
22	9.1e3	140	180e3
23	10.6e3	120	150e3
24	15.0e3	120	170e3
25	14.2e3	100	150e3
26	10.1e3	110	220e3
27	12.5e3	100	210e3
28	16.0e3	120	200e3
29	20.0e3	130	150e3
30	7.6e3	120	250e3

Задание 5.2

Определите угол отсечки тока Θ в градусах и входное сопротивление R_{BX} последовательного амплитудного диодного детектора. Детектор работает в режиме сильных сигналов. При выполнении задания воспользуйтесь исходными данными задания 5.1.

Задание 5.3

Определите внутренний коэффициент усиления μ последовательного амплитудного диодного детектора. Детектор работает в режиме сильных сигналов. При выполнении задания воспользуйтесь исходными данными задания 5.1.

Задание 5.4

Вольт-амперная характеристика диода последовательного амплитудного детектора аппроксимируется экспонентой. Определите коэффициент передачи K_d и входное сопротивление R_{BX} Детектора. Проверьте допустимость принятой аппроксимации, рассчитав $U_{РАБ}$.

Исходные данные:

Обратный ток диода I_{OBR} , А;

Коэффициент a , 1/В;

Сопротивление нагрузки R_H , Ом;

Амплитуда напряжения сигнала U , В.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4

№ варианта	$I_{обп}$, А	a , 1/В	R_H , Ом	U , В
1	5.0e-6	21	95e3	0.30
2	2.0e-6	20	110e3	0.35
3	2.0e-6	20	100e3	0.40
4	1.0e-6	23	50e3	0.30
5	2.0e-6	23	75e3	0.33
6	1.5e-6	20	85e3	0.40
7	2.0e-6	25	130e3	0.35
8	4.0e-6	20	130e3	0.35
9	2.5e-6	35	110e3	0.20
10	2.8e-6	25	120e3	0.30
11	2.5e-6	30	110e3	0.35
12	5.2e-6	20	95e3	0.25
13	4.0e-6	25	55e3	0.20
14	3.0e-6	25	100e3	0.20
15	2.4e-6	30	130e3	0.35
16	2.0e-6	20	25e3	0.35
17	1.0e-6	25	70e3	0.20
18	2.0e-6	30	40e3	0.20
19	4.0e-6	35	35e3	0.20
20	3.0e-6	20	45e3	0.30
21	2.5e-6	20	25e3	0.30
22	4.5e-6	25	20e3	0.20
23	5.0e-6	35	30e3	0.30
24	3.0e-6	25	75e3	0.20
25	2.0e-6	20	100e3	0.35
26	2.5e-6	27	130e3	0.31
27	3.5e-6	25	80e3	0.25
28	4.0e-6	20	50e3	0.33
29	2.0e-6	25	40e3	0.25
30	1.0e-6	25	100e3	0.30

Задание 5.5

Последовательный амплитудный диодный детектор работает в режиме сильных сигналов. Определите величину постоянной составляющей тока детектора за период напряжения высокой частоты I_{Π} и амплитуду 1-ой гармоники входного тока диода I_{m1} .

Исходные данные:

Сопротивление нагрузки R_H , Ом;

Внутреннее сопротивление диода R_i , Ом;

Обратное сопротивление диода $R_{обp}$, Ом;

Амплитуда напряжения ВЧ U_m , В.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 5.5.

При выполнении задания можно воспользоваться результатами выполнения заданий 5.1, 5.2, 5.3.

Таблица 5.5

№ варианта	R_H , Ом	R_i , Ом	R_{OBR} , Ом	U_m , В
1	10.0e3	100	150e3	0.85
2	9.5e3	110	140e3	0.90
3	7.0e3	120	120e3	1.25
4	15.0e3	110	250e3	1.10
5	9.2e3	120	350e3	0.75
6	18.0e3	100	130e3	0.80
7	14.6e3	110	160e3	1.30
8	9.5e3	120	180e3	1.05
9	9.1e3	95	150e3	1.00
10	10.5e3	90	190e3	0.90
11	12.5e3	170	140e3	0.85
12	9.5e3	140	160e3	0.75
13	8.5e3	100	150e3	0.95
14	8.6e3	110	110e3	1.35
15	7.1e3	140	120e3	0.70
16	8.5e3	120	140e3	0.75
17	6.3e3	110	100e3	0.85
18	12.0e3	120	120e3	1.25
19	8.2e3	130	150e3	1.35
20	8.4e3	120	140e3	1.10
21	9.6e3	100	190e3	1.00
22	9.1e3	140	180e3	0.85
23	10.6e3	120	150e3	0.95
24	15.0e3	120	170e3	1.05
25	14.2e3	100	150e3	1.00
26	10.1e3	110	220e3	1.15
27	12.5e3	100	210e3	1.25
28	16.0e3	120	200e3	0.75
29	20.0e3	130	150e3	0.85
30	7.6e3	120	250e3	0.95

Задание 5.6

Последовательный амплитудный диодный детектор работает в режиме сильных сигналов. Определите угол отсечки тока Θ в градусах и коэффициент передачи K_d . Расчет проведите по приближенным выражениям для условия $R_H \cdot S > 50$.

Исходные данные:

Сопротивление нагрузки R_H , Ом;

Внутреннее сопротивление диода R_i , Ом;

Численные значения исходных данных приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6

№ варианта	R_H , Ом	R_i , Ом
1	25e3	100
2	35e3	120
3	15e3	110
4	20e3	90
5	27e3	100
6	17e3	130
7	19e3	50
8	21e3	70
9	25e3	110
10	24e3	100
11	35e3	130
12	21e3	150
13	15e3	190
14	12e3	220
15	16e3	110
16	25e3	140
17	35e3	85
18	17e3	100
19	25e3	50
20	33e3	30
21	29e3	100
22	27e3	45
23	35e3	130
24	25e3	120
25	45e3	75
26	19e3	60
27	22e3	100
28	25e3	150
29	15e3	170
30	12e3	90

Задание 5.7

Определите внутреннее сопротивление детектора $R_{ид}$. Исходные данные приведены в таблице 5.6.

Задание 5.8

Последовательный амплитудный диодный детектор работает в режиме сильных сигналов. Определите коэффициент фильтрации напряжения высокой частоты K_ϕ . При расчете используйте приближенные выражения. Коэффициент фильтрации это отношение величины амплитуды первой гармоники переменной составляющей на нагрузке детектора к амплитуде входного напряжения. При выполнении задания можно воспользоваться результатами выполнения задания 5.1.

Исходные данные:

Сопротивление нагрузки R_H , Ом;

Внутреннее сопротивление диода R_i , Ом;

Обратное сопротивление диода $R_{обр}$, Ом;

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц;

Емкость конденсатора нагрузки C_H , Ф.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 5.8.

Таблица 5.8

№ вар.	R_H , Ом	R_i , Ом	$R_{OБP}$, Ом	$f_{ПЧ}$, Гц;	C_H , Ф
1	10.0e3	100	150e3	110e3	0.01e-6
2	9.5e3	110	140e3	465e3	3300e-12
3	7.0e3	120	120e3	500e3	4700e-12
4	15.0e3	110	250e3	2.0e6	0.01e-6
5	9.2e3	120	350e3	110e3	3300e-12
6	18.0e3	100	130e3	465e3	4700e-12
7	14.6e3	110	160e3	500e3	1000e-12
8	9.5e3	120	180e3	465e3	0.01e-6
9	9.1e3	95	150e3	500e3	3300e-12
10	10.5e3	90	190e3	110e3	4700e-12
11	12.5e3	170	140e3	500e3	3300e-12
12	9.5e3	140	160e3	465e3	1000e-12
13	8.5e3	100	150e3	500e3	0.01e-6
14	8.6e3	110	110e3	110e3	3300e-12
15	7.1e3	140	120e3	2.0e6	4700e-12
16	8.5e3	120	140e3	465e3	1000e-12
17	6.3e3	110	100e3	465e3	6800e-12
18	12.0e3	120	120e3	2.0e6	1000e-12
19	8.2e3	130	150e3	110e3	0.01e-6
20	8.4e3	120	140e3	500e3	3300e-12
21	9.6e3	100	190e3	465e3	0.01e-6
22	9.1e3	140	180e3	2.0e6	1000e-12
23	10.6e3	120	150e3	500e3	0.01e-6
24	15.0e3	120	170e3	110e3	3300e-12
25	14.2e3	100	150e3	500e3	6800e-12
26	10.1e3	110	220e3	465e3	3300e-12
27	12.5e3	100	210e3	2.0e6	1000e-12
28	16.0e3	120	200e3	500e3	6800e-12
29	20.0e3	130	150e3	110e3	3300e-12
30	7.6e3	120	250e3	465e3	1000e-12

Задание 5.9

Последовательный амплитудный диодный детектор работает в режиме сильных сигналов. Определите минимальную емкость конденсатора C_H в фильтре при котором не снижается коэффициент передачи и коэффициент фильтрации напряжения высокой частоты K_ϕ . При выполнении задания можно воспользоваться результатами выполнения задания 5.1.

Исходные данные:

Сопротивление нагрузки R_H , Ом;

Внутреннее сопротивление диода R_i , Ом;

Обратное сопротивление диода R_{OBR} , Ом;

Промежуточная частота $f_{ПЧ}$, Гц;

Численные значения исходных данных приведены в таблице 5.8.

Задание 5.10

Определите постоянную времени $C_H R_H$ нагрузки последовательного амплитудного диодного детектора, при которой практически отсутствуют нелинейные искажения, вызванные инерционностью нагрузки. Рассчитайте емкость конденсатора нагрузки C_H .

Исходные данные:

Сопротивление нагрузки R_H , Ом;

Внутреннее сопротивление диода R_i , Ом;

Обратное сопротивление диода R_{OBR} , Ом;

Максимальный коэффициент модуляции m ;

Максимальная частота модуляции F_B , Гц.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 5.10.

Таблица 5.10

№ вар.	R_H , Ом	R_i , Ом	$R_{OБP}$, Ом	F_B , Гц	m
1	10.0e3	100	150e3	10.0e3	0.91
2	9.5e3	110	140e3	12.0e3	0.92
3	7.0e3	120	120e3	6.5e3	0.90
4	15.0e3	110	250e3	3.4e3	0.91
5	9.2e3	120	350e3	1.0e3	0.95
6	18.0e3	100	130e3	8.5e3	0.92
7	14.6e3	110	160e3	10.0e3	0.91
8	9.5e3	120	180e3	12.0e3	0.93
9	9.1e3	95	150e3	1.0e3	0.90
10	10.5e3	90	190e3	6.5e3	0.91
11	12.5e3	170	140e3	8.5e3	0.88
12	9.5e3	140	160e3	1.0e3	0.90
13	8.5e3	100	150e3	10.0e3	0.85
14	8.6e3	110	110e3	12.0e3	0.90
15	7.1e3	140	120e3	8.5e3	0.92
16	8.5e3	120	140e3	10.0e3	0.91
17	6.3e3	110	100e3	6.5e3	0.95
18	12.0e3	120	120e3	12.0e3	0.92
19	8.2e3	130	150e3	8.5e3	0.89
20	8.4e3	120	140e3	1.0e3	0.91
21	9.6e3	100	190e3	10.0e3	0.90
22	9.1e3	140	180e3	12.0e3	0.90
23	10.6e3	120	150e3	6.5e3	0.88
24	15.0e3	120	170e3	8.5e3	0.94
25	14.2e3	100	150e3	10.0e3	0.95
26	10.1e3	110	220e3	1.0e3	0.96
27	12.5e3	100	210e3	12.0e3	0.98
28	16.0e3	120	200e3	6.5e3	0.90
29	20.0e3	130	150e3	10.0e3	0.97
30	7.6e3	120	250e3	1.0e3	0.90

Задание 5.11

Определите критический коэффициент модуляции $m_{кр}$ при превышении которого в последовательном амплитудном диодном детекторе возникают нелинейные искажения вызванные инерционностью нагрузки.

Исходные данные:

Сопротивление нагрузки R_H , Ом;

Максимальная частота модуляции F_B , Гц.

Емкость конденсатора нагрузки C_H , Ф.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 5.11.

Задание 5.12

Определите эквивалентную полосу пропускания контура промежуточной частоты, нагруженного последовательным амплитудным диодным детектором, по отношению к изолированному контуру $\frac{P_H}{P}$.

Исходные данные:

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц;

Емкость контурного конденсатора C_K , Ф;

Емкость конденсатора фильтра детектора C_H , Ф;

Сопротивление катушки контура r , Ом;

Сопротивление нагрузки детектора R_H , Ом.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 5.12.

Таблица 5.11

№ варианта	R_H , Ом	F_B , Гц	C_H , Ф
1	10.0e3	10.0e3	3300e-12
2	9.5e3	12.0e3	6800e-12
3	7.0e3	6.5e3	4700e-12
4	15.0e3	3.4e3	2000e-12
5	9.2e3	1.0e3	3300e-12
6	18.0e3	8.5e3	4700e-12
7	14.6e3	10.0e3	2000e-12
8	9.5e3	12.0e3	3300e-12
9	9.1e3	1.0e3	6800e-12
10	10.5e3	6.5e3	2000e-12
11	12.5e3	8.5e3	6800e-12
12	9.5e3	1.0e3	4700e-12
13	8.5e3	10.0e3	0.01e-06
14	8.6e3	12.0e3	3300e-12
15	7.1e3	8.5e3	2000e-12
16	8.5e3	10.0e3	0.01e-06
17	6.3e3	6.5e3	4700e-12
18	12.0e3	12.0e3	6800e-12
19	8.2e3	8.5e3	3300e-12
20	8.4e3	1.0e3	2000e-12
21	9.6e3	10.0e3	4700e-12
22	9.1e3	12.0e3	6800e-12
23	10.6e3	6.5e3	3300e-12
24	15.0e3	8.5e3	6800e-12
25	14.2e3	10.0e3	2000e-12
26	10.1e3	1.0e3	4700e-12
27	12.5e3	12.0e3	3300e-12
28	16.0e3	6.5e3	2000e-12
29	20.0e3	10.0e3	4700e-12
30	7.6e3	1.0e3	2000e-12

Таблица 5.12

№ вар.	C_K, Φ	C_H, Φ	$f_{пч}, \Gamma\text{Ц}$	$R_H, \text{Ом}$	$r, \text{Ом}$
1	2600e-12	1500e-12	465e3	8.50e3	2.5
2	2550e-12	5600e-12	455e3	6.50e3	3.2
3	2350e-12	0.01e-7	500e3	10.0e3	1.5
4	2120e-12	3300e-12	465e3	12.0e3	2.7
5	2100e-12	4700e-12	465e3	5.50e3	2.5
6	2175e-12	6800e-12	465e3	7.00e3	2.3
7	1120e-12	2000e-12	455e3	9.00e3	2.0
8	2250e-12	4700e-12	500e3	6.50e3	2.5
9	2150e-12	0.01e-7	465e3	10.0e3	1.2
10	2300e-12	1800e-12	465e3	8.50e3	1.6
11	2120e-12	0.01e-7	465e3	12.0e3	1.2
12	1100e-12	1000e-12	465e3	5.50e3	2.5
13	1250e-12	3300e-12	455e3	7.00e3	2.7
14	1120e-12	700e-12	500e3	8.50e3	2.5
15	1150e-12	1800e-12	465e3	12.0e3	2.3
16	1300e-12	0.01e-7	465e3	7.00e3	2.0
17	2150e-12	1800e-12	465e3	5.50e3	2.5
18	2120e-12	3300e-12	465e3	6.50e3	1.2
19	1250e-12	1000e-12	455e3	8.50e3	1.6
20	1100e-12	1000e-12	500e3	6.50e3	1.2
21	2150e-12	2300e-12	465e3	10.0e3	2.5
22	2300e-12	0.01e-6	500e5	5.50e3	2.7
23	2150e-12	4700e-12	455e3	6.50e3	2.5
24	2250e-12	0.01e-6	500e3	10.0e3	2.3
25	1120e-12	1000e-12	455e3	12.0e3	2.0
26	1150e-12	4700e-12	500e3	7.00e3	2.5
27	2300e-12	6800e-12	465e3	8.50e3	1.2
28	2250e-12	0.01e-6	500e3	7.00e3	1.6
29	2150e-12	4700e-12	465e3	5.50e3	1.2
30	2300e-12	2000e-12	465e3	8.50e3	2.5

6 Автоматическая регулировка усиления в РПУ

Задание 6.1

Амплитуда сигнала на входе РПУ изменяется от U_{BX_MIN} до U_{BX_MAX} . Диапазон изменения амплитуды сигнала на выходе линейной части приемника должен быть от $U_{ВЫХ_MIN}$ до $U_{ВЫХ_MAX}$. Определите:

1. Динамический диапазон регулировки усиления входного сигнала D_{BX} ;
2. Динамический диапазон регулировки усиления выходного сигнала $D_{ВЫХ}$;
3. Требуемый диапазон регулировки усиления D_{PY} ;
4. Коэффициент усиления линейной части при минимальном уровне входного сигнала K_{MIN} ;
5. Коэффициент усиления линейной части при максимальном уровне входного сигнала K_{MAX} .

Численные значения исходных данных о входных и выходных напряжениях приведены в таблице 6.1.

Задание 6.2

В системе АРУ приемника используется линейная регулировочная характеристика регулируемых каскадов. Рассчитайте:

1. Контрольную глубину обратной связи, создаваемую одним регулируемым каскадом $N_{1_Л}$;
2. Глубину обратной связи при n регулируемых каскадах N ;
3. Контрольную глубину обратной связи, создаваемую всеми регулируемыми каскадами $N_{n_Л}$;
4. Уравнение амплитудной характеристики усилителя с АРУ $D_{BX_У} = f(D_{ВЫХ}, N_{1_Л}, n)$;
5. Нормированную глубину обратной связи $N_{НОРМ}$;
6. Выходное напряжение, при котором справедливы используемые выражения $U_{ВЫХ}$;

Численные значения исходных данных приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

№ вар.	U_{BX_MIN} , В	U_{BX_MAX} , В	U_{BbIX_MIN} , В	U_{BbIX_MAX} , В	n
1	12e-6	1.5e-3	0.25	0.53	2
2	15e-6	2.5e-3	0.42	0.75	2
3	6e-6	1.2e-3	0.35	0.65	2
4	2e-6	2.4e-3	0.25	0.60	3
5	25e-6	3.1e-3	0.54	0.95	3
6	30e-6	5.3e-3	0.30	0.75	3
7	10e-6	1.5e-3	0.25	0.63	3
8	5e-6	2.2e-3	0.42	0.70	2
9	3e-6	4.5e-3	0.55	0.97	2
10	1.5e-6	1.2e-3	0.30	0.55	2
11	2.5e-6	3.5e-3	0.33	0.60	3
12	7e-6	10e-3	0.35	0.80	3
13	20e-6	5.5e-3	0.42	0.85	3
14	50e-6	15e-3	0.25	0.56	2
15	3e-6	4.6e-3	0.55	0.75	3
16	3.5e-6	2.7e-3	0.30	0.50	3
17	8e-6	11e-3	0.35	0.60	2
18	10e-6	2.3e-3	0.25	0.55	2
19	15e-6	3.8e-3	0.42	0.80	2
20	5e-6	3.5e-3	0.55	0.85	2
21	2.5e-6	1.0e-3	0.30	0.70	2
22	15e-6	13e-3	0.25	0.65	2
23	30e-6	15e-3	0.45	0.80	3
24	20e-6	3.5e-3	0.35	0.60	3
25	10e-6	2.2e-3	0.30	0.50	3
26	5e-6	3.0e-3	0.55	0.95	2
27	1e-6	1.2e-3	0.30	0.55	2
28	3e-6	2.5e-3	0.25	0.45	2
29	15e-6	3.3e-3	0.50	0.80	3
30	10e-6	2.1e-3	0.35	0.65	3

Задание 6.3

В системе АРУ приемника используется экспоненциальная регулировочная характеристика регулируемых каскадов. Рассчитайте:

1. Контрольную глубину обратной связи, создаваемую одним регулируемым каскадом $N_{1_\text{э}}$;
2. Глубину обратной связи при n регулируемых каскадов N ;
3. Контрольную глубину обратной связи, создаваемую всеми регулируемыми каскадами $N_{n_\text{э}}$;
4. Уравнение амплитудной характеристики усилителя с АРУ $D_{\text{ВХ}_\text{У}} = f(D_{\text{ВЫХ}}, N_{1_\text{э}}, n, U_{\text{ВЫХ}})$ при минимальном и максимальном значениях выходного напряжения.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 6.1.

Задание 6.4

В состав радиоприемного устройства входит система автоматической регулировки усиления с линейной регулировочной характеристикой и инерционностью 0.1 с. Определите постоянную времени фильтра АРУ. Укажите примерные номинальные значения элементов фильтра.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 6.1.

Задание 6.5

В состав радиоприемного устройства входит система автоматической регулировки усиления с экспоненциальной регулировочной характеристикой и инерционностью 0.1 с. Определите постоянную времени фильтра АРУ. Укажите примерные номинальные значения элементов фильтра.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 6.1.

Задание 6.6

В радиоприемном устройстве применена система АРУ с обратной связью. Для этого использован амплитудный детектор, сигнал с которого подается на фильтр АРУ $R_\phi C_\phi$. Регулировка усиления происходит за счет изменения напряжения смещения в первом каскаде УВЧ. Определите постоянную времени фильтра и номинальные значения его элементов.

Исходные данные:

Нижняя частота модуляции F_H , Гц;

Активная входная проводимость транзистора, охваченного цепью АРУ g_{11} , См.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2

№ варианта	F_H , Гц	g_{11} , См
1	100	5.0e-4
2	200	4.5e-4
3	300	3.2e-4
4	220	6.1e-4
5	150	3.8e-4
6	170	4.7e-4
7	180	5.2e-4
8	200	5.0e-4
9	160	5.5e-4
10	250	5.0e-4
11	270	3.8e-4
12	100	3.2e-4
13	200	5.2e-4
14	300	4.5e-4
15	220	3.8e-4
16	150	5.2e-4
17	170	3.2e-4
18	180	4.5e-4
19	160	3.8e-4
20	250	3.2e-4
21	270	5.2e-4
22	100	6.1e-4
23	200	3.9e-4
24	150	3.2e-4
25	300	4.6e-6
26	100	4.5e-4
27	130	6.0e-4
28	260	5.2e-4
29	100	4.5e-4
30	300	3.8e-4

7 Автоматическая подстройка частоты в РПУ

Задание 7.1

В радиоприемном устройстве применена система частотной автоподстройки частоты (ЧАПЧ). Определите минимальное значение постоянной времени однозвенного фильтра нижних частот, входящего в состав системы автоподстройки и время запаздывания сигнала в УПЧ t_3 . Усилитель промежуточной частоты имеет АЧХ формы "А".

Исходные данные:

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц ;

Число каскадов в УПЧ n ;

Крутизна частотного детектора 0.05 В/кГц;

Крутизна управителя частоты 100 кГц/В;

Коэффициент усиления УПТ 25;

Эквивалентная добротность контуров УПЧ $Q_{кэ}$.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 7.1.

Задание 7.2

В радиоприемном устройстве применена система частотной автоподстройки частоты (ЧАПЧ). Определите минимальное значение постоянной времени однозвенного фильтра нижних частот, входящего в состав системы автоподстройки и время запаздывания сигнала в УПЧ t_3 . Усилитель промежуточной частоты имеет АЧХ формы "В".

Исходные данные:

Промежуточная частота $f_{пч}$, Гц ;

Число каскадов в УПЧ n ;

Крутизна частотного детектора 0.03 В/кГц;

Крутизна управителя частоты 75 кГц/В;

Коэффициент усиления УПТ 15;

Эквивалентная добротность контуров УПЧ $Q_{кэ}$.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

№ варианта	$f_{пч}$, Гц	$Q_{кэ}$	n
1	465e3	53	2
2	465e3	36	1
3	465e3	84	3
4	465e3	53	6
5	465e3	32	4
6	455e3	43	5
7	455e3	63	6
8	455e3	82	3
9	455e3	68	2
10	455e3	47	1
11	500e3	43	3
12	500e3	65	2
13	500e3	77	4
14	500e3	82	6
15	500e3	91	5
16	10.7e6	72	7
17	10.7e6	37	4
18	10.7e6	46	5
19	10.7e6	48	3
20	10.7e6	45	2
21	110e3	67	1
22	110e3	44	3
23	110e3	24	2
24	110e3	31	5
25	110e3	28	4
26	6.5e6	65	2
27	6.5e6	70	4
28	6.5e6	76	2
29	6.5e6	44	3
30	6.5e6	60	2

Задание 7.3

В состав РПУ входит система частотной автоподстройки частоты. Определите коэффициент автоподстройки $K_{АП}$ и постоянную времени системы автоподстройки. УПЧ имеет АЧХ формы "А", а постоянная времени ФНЧ в 5 раз больше минимального значения, рассчитанного из условия устойчивой работы системы.

Исходные данные:

Промежуточная частота $f_{ПЧ}$, Гц ;

Число каскадов в УПЧ n ;

Крутизна частотного детектора 0.01 В/кГц;

Крутизна управителя частоты 100 кГц/В;

Коэффициент усиления УПТ 15;

Коэффициент передачи фильтра $K_{ФЧ}$;

Эквивалентная добротность контуров УПЧ $Q_{КЭ}$;

Коэффициент передачи фильтра $K_{ФЧ}$.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 7.3.

Таблица 7.3

№ варианта	$f_{пч}$, Гц	$Q_{кэ}$	n	$K_{фнч}$
1	465e3	43	2	0.75
2	465e3	56	1	0.87
3	465e3	87	3	0.91
4	465e3	83	6	0.95
5	465e3	52	4	0.99
6	455e3	93	5	0.88
7	455e3	55	6	0.86
8	455e3	35	3	0.98
9	455e3	65	2	0.95
10	455e3	57	1	0.93
11	500e3	75	3	0.91
12	500e3	45	2	0.89
13	500e3	52	4	0.77
14	500e3	88	6	0.76
15	500e3	96	5	0.79
16	10.7e6	76	7	0.82
17	10.7e6	57	4	0.98
18	10.7e6	66	5	0.95
19	10.7e6	44	3	0.76
20	10.7e6	52	2	0.99
21	110e3	43	1	0.91
22	110e3	34	3	0.98
23	110e3	22	2	0.76
24	110e3	36	5	0.99
25	110e3	22	4	0.95
26	6.5e6	45	2	0.91
27	6.5e6	90	4	0.95
28	6.5e6	75	2	0.98
29	6.5e6	53	3	0.76
30	6.5e6	70	2	0.91

Задание 7.4

В радиоприемном устройстве установлена система фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). Определите полосу удержания $\Pi_{уд}$ Пуд и полосу захвата $\Pi_{зхв}$.

Исходные данные:

Крутизна фазового детектора $S_{фд}$, В/рад;

Крутизна управителя частоты $S_{уч}$, кГц/В;

Коэффициент усиления УПТ $K_{упт}$;

Коэффициент передачи фильтра $K_{фнч}$;

Номинальное значение сопротивления резистора фильтра. R_{ϕ} , Ом;

Номинальное значение емкости конденсатора фильтра C_{ϕ} , Ф.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 7.4.

Таблица 7.4

№ вар.	$S_{\phi д}$, В/рад	$S_{у ч}$, кГц/В	$K_{\phi н ч}$	$K_{у п т}$	R_{ϕ} , Ом	C_{ϕ} , Ф
1	0.12	1.4	0.85	1.0	100e3	1.5e-6
2	0.15	1.1	0.96	2.0	130e3	1.0e-6
3	0.12	1.5	0.75	4.0	120e3	1.2e-6
4	0.17	1.3	0.87	3.5	110e3	2.2e-6
5	0.22	1.2	0.82	3.8	100e3	3.0e-6
6	0.12	1.0	0.95	1.5	150e3	5.1e-6
7	0.21	2.3	0.80	2.3	130e3	2.4e-6
8	0.10	1.1	0.92	1.2	250e3	4.7e-6
9	0.17	1.5	0.75	1.3	100e3	2.6e-6
10	0.12	1.0	0.87	4.0	120e3	3.3e-6
11	0.15	1.7	0.95	3.5	150e3	6.8e-6
12	0.12	1.5	0.55	3.8	200e3	2.4e-6
13	0.13	1.1	0.92	1.5	210e3	5.1e-6
14	0.10	1.3	0.87	2.3	130e3	1.5e-6
15	0.11	2.1	0.68	2.1	250e3	1.0e-6
16	0.12	1.1	0.92	1.0	100e3	1.2e-6
17	0.17	1.4	0.81	2.5	120e3	2.2e-6
18	0.15	1.0	0.87	4.0	150e3	3.0e-6
19	0.10	1.2	0.95	3.5	100e3	5.1e-6
20	0.25	1.3	0.99	3.8	140e3	2.4e-6
21	0.14	1.5	0.84	1.5	110e3	4.7e-6
22	0.17	1.6	0.87	2.3	130e3	2.6e-6
23	0.15	1.1	0.91	1.0	250e3	3.3e-6
24	0.12	1.5	0.92	1.2	100e3	6.8e-6
25	0.10	1.0	0.95	4.3	120e3	2.4e-6
26	0.15	1.3	0.65	2.0	150e3	5.1e-6
27	0.23	1.5	0.60	2.1	200e3	7.5e-6
28	0.14	1.0	0.92	4.0	220e3	6.8e-6
29	0.17	1.5	0.75	3.5	170e3	9.1e-6
30	0.15	1.3	0.95	3.8	130e3	2.2e-6

Задание 7.5

Контур гетеродина состоит из параллельно соединенных катушки индуктивности L , подстроечного конденсатора C_{Π} и варикапной матрицы КВС-111А. Зависимость емкости варикапа от приложенного управляющего напряжения U_v описывается выражением:

$$C = 33 \left[\frac{4.85}{U_v - 0.85} \right]^{0.43} ;$$

С – емкость в пикофарадах.

Определите емкость варикапной матрицы $C_{ВАР}$, частоту настройки гетеродина f_{Γ} и крутизну характеристики - $S_{\text{уч}}$ в кГц/В, от управляющего напряжения.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 7.5.

Таблица 7.5

№ варианта	L , Гн	C_{II} , Ф	U_y , В
1	1.2e-6	12e-12	7.5
2	1.5e-6	9.1e-12	8.0
3	2.1e-6	8.3e-12	11.0
4	1.1e-6	11e-12	20.4
5	1.8e-6	10e-12	17.2
6	2.5e-6	7.5e-12	12.1
7	2.0e-6	6.8e-12	18.7
8	1.4e-6	7.7e-12	14.5
9	1.7e-6	12e-12	5.2
10	1.2e-6	6.5e-12	9.3
11	2.1e-6	4.5e-12	10.0
12	1.7e-6	8.3e-12	14.2
13	1.2e-6	9.1e-12	17.7
14	1.7e-6	10e-12	28.0
15	1.5e-6	8.5e-12	13.9
16	2.1e-6	6.5e-12	24.5
17	1.7e-6	9.1e-12	16.3
18	1.4e-6	8.3e-12	11.6
19	1.8e-6	10e-12	12.9
20	1.5e-6	9.1e-12	15.1
21	1.2e-6	7.5e-12	17.0
22	2.1e-6	6.5e-12	19.8
23	1.8e-6	10e-12	23.5
24	1.5e-6	9.1e-12	14.7
25	1.2e-6	8.3e-12	21.4
26	1.4e-6	10e-12	19.0
27	1.8e-6	8.6e-12	15.4
28	2.1e-6	6.5e-12	13.2
29	1.9e-6	8.3e-12	9.6
30	1.7e-6	10e-12	6.5

Задание 7.6

Определите остаточную расстройку частоты $f_{ост}$ в РПУ с системой частотной АПЧ.

Исходные данные:

Начальная расстройка $f_{нач}$, кГц;

Крутизна дискриминатора 0.1 В/кГц;

Крутизна управителя частоты 200 кГц/В

Коэффициент усиления УПТ 12;

Коэффициент передачи ФНЧ $K_{ФНЧ}$.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 7.6.

Таблица 7.6

№ варианта	$f_{НАЧ}$, Гц	$K_{ФНЧ}$
1	150e3	0.89
2	200e3	0.92
3	300e3	0.91
4	120e3	0.85
5	220e3	0.54
6	100e3	0.65
7	130e3	0.73
8	300e3	0.93
9	230e3	0.87
10	140e3	0.61
11	330e3	0.45
12	100e3	0.36
13	220e3	0.98
14	140e3	0.94
15	200e3	0.62
16	140e3	0.56
17	120e3	0.71
18	220e3	0.84
19	100e3	0.86
20	210e3	0.99
21	140e3	0.80
22	110e3	0.77
23	200e3	0.96
24	190e3	0.62
25	140e3	0.53
26	100e3	0.58
27	160e3	0.53
28	220e3	0.44
29	175e3	0.49
30	200e3	0.91

8 Шумовые параметры РПУ

Задание 8.1

Рассчитайте чувствительность радиоприемного устройства E_A , принимающего сигналы с амплитудной модуляцией. Выражения для расчета приведены в [4, С.106]

Исходные данные:

Коэффициент модуляции 0.3;

Отношение $\left(\frac{U_c}{U_{ш}} \right)_{ВЫХ} \beta$;

Полоса низкочастотного тракта $dF_{НЧ}$, Гц;

Полоса частот радиотракта $dF_{ВЧ}$, Гц;

Коэффициент шума РПУ N ;

Сопротивление антенны или фидера R_A , Ом.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ вар.	β	$dF_{BЧ}, \Gamma_{Ц}$	$dF_{HЧ}, \Gamma_{Ц}$	$R_A, \text{Ом}$	N
1	3.5	10e3	3100	50	10
2	3.1	12e3	4200	75	12
3	3.0	15e3	6500	100	15
4	3.3	20e3	7500	150	17
5	3.4	25e3	5500	100	9
6	3.2	14e3	3100	75	11
7	3.6	11e3	3500	75	14
8	3.5	18e3	7500	100	8
9	3.1	16e3	4300	150	15
10	3.0	19e3	7100	50	12
11	3.3	10e3	2500	50	11
12	3.4	12e3	4500	75	13
13	3.2	15e3	3100	50	10
14	3.6	20e3	4200	75	12
15	3.0	25e3	6500	100	15
16	3.1	14e3	5500	150	17
17	3.5	11e3	3500	100	9
18	3.1	18e3	3100	75	11
19	3.0	16e3	3500	75	14
20	3.3	19e3	7500	100	8
21	3.4	10e3	4300	150	15
22	3.2	12e3	4100	50	12
23	3.6	15e3	2500	50	11
24	3.5	20e3	4500	75	13
25	3.1	25e3	3100	50	10
26	3.0	14e3	4200	75	12
27	3.3	11e3	2500	100	15
28	3.4	18e3	5500	150	17
29	3.2	16e3	3500	100	9
30	3.6	19e3	3100	75	11

Задание 8.2

Рассчитайте допустимый коэффициент шума радиоприемного устройства, принимающего АМ сигналы. Выражения для расчета приведены в [3, С.13, С.38].

Исходные данные:

Максимальный коэффициент модуляции m_{MAX} ;

Отношение $\left(\frac{U_c}{U_{ш}} \right)_{ВЫХ} \gamma_{ВЫХ}$;

Полоса низкочастотного тракта $dF_{НЧ}$, Гц;

Полоса частот радиотракта $dF_{ВЧ}$, Гц;

Сопротивление антенны или фидера R_A , Ом.

ЭДС сигнала в антенне 2.0мкВ;

Напряженность поля помехи в полосе 1 кГц 0.1мкВ/м;

Отношение максимального напряжения управляющего сигнала к действующему β ;

Действующая высота антенны h_d , м.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№ вар.	$\gamma_{\text{ВЫХ}}$	$dF_{\text{ВЧ}}, \Gamma\text{Ц};$	$dF_{\text{НЧ}}, \Gamma\text{Ц};$	$R_A, \text{Ом}$	$h_d, \text{м}$
1	3.5	10e3	3100	50	10
2	3.1	12e3	4200	75	12
3	3.0	15e3	6500	100	11
4	3.3	20e3	7500	150	5.5
5	3.4	25e3	5500	100	9.6
6	3.2	14e3	3100	75	11
7	3.6	11e3	3500	75	13
8	3.5	18e3	7500	100	8.9
9	3.1	16e3	4300	150	12
10	3.0	19e3	7100	50	13
11	3.3	10e3	2500	50	11
12	3.4	12e3	4500	75	13
13	3.2	15e3	3100	50	10
14	3.6	20e3	4200	75	11
15	3.0	25e3	6500	100	9.5
16	3.1	14e3	5500	150	8.7
17	3.5	11e3	3500	100	9.0
18	3.1	18e3	3100	75	11
19	3.0	16e3	3500	75	9.4
20	3.3	19e3	7500	100	5.8
21	3.4	10e3	4300	150	7.5
22	3.2	12e3	4100	50	5.2
23	3.6	15e3	2500	50	6.5
24	3.5	20e3	4500	75	8.4
25	3.1	25e3	3100	50	10
26	3.0	14e3	4200	75	10
27	3.3	11e3	2500	100	11
28	3.4	18e3	5500	150	12
29	3.2	16e3	3500	100	9.5
30	3.6	19e3	3100	75	11

Задание 8.3

Рассчитайте допустимый коэффициент шума радиоприемного устройства, принимающего АМ сигналы. Выражения для расчета приведены в [4, С.106].

Исходные данные:

Коэффициент модуляции 0.3 ;

Отношение $\left(\frac{U_c}{U_{ш}} \right)_{ВЫХ}$ β ;

Полоса низкочастотного тракта $dF_{НЧ}$, Гц;

Полоса частот радиотракта $dF_{БЧ}$, Гц;

Сопротивление антенны или фидера R_A , Ом;

Чувствительность РПУ 2 мкВ.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 8.3.

Таблица 8.3

№ варианта	β	$dF_{BЧ}$, Гц	$dF_{HЧ}$, Гц	R_A , Ом
1	3.5	10e3	3100	50
2	3.1	12e3	4200	75
3	3.0	15e3	6500	100
4	3.3	15e3	7500	50
5	3.4	12e3	5500	100
6	3.2	7e3	3100	75
7	3.6	11e3	3500	75
8	3.5	15e3	7500	50
9	3.1	9e3	4300	50
10	3.0	16e3	7100	50
11	3.3	10e3	2500	50
12	3.4	12e3	4500	75
13	3.2	15e3	3100	50
14	3.6	10e3	4200	75
15	3.0	15e3	6500	50
16	3.1	14e3	5500	50
17	3.5	8e3	3500	75
18	3.1	8e3	3100	75
19	3.0	8e3	3500	75
20	3.3	15e3	7500	100
21	3.4	10e3	4300	75
22	3.2	12e3	4100	50
23	3.6	5e3	2500	50
24	3.5	10e3	4500	75
25	3.1	7e3	3100	50
26	3.0	14e3	4200	75
27	3.3	6e3	2500	50
28	3.4	18e3	5500	50
29	3.2	8e3	3500	100
30	3.6	9e3	3100	75

Задание 8.4

Блок высокой частоты РПУ включает в себя усилитель высокой частоты (УВЧ), преобразователь частоты (ПрЧ) и усилитель промежуточной частоты. Определите коэффициент шума и шумовую температуру блока при комнатной температуре $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Исходные данные:

Коэффициент шума УВЧ $K_{ш_УВЧ}$;

Коэффициент шума ПрЧ $K_{ш_ПрЧ}$;

Коэффициент шума УПЧ $K_{ш_УПЧ}$;

Коэффициент усиления по мощности УВЧ $K_{P_УВЧ}$;

Коэффициент усиления по мощности ПрЧ $K_{P_ПрЧ}$;

Коэффициент рассогласования между антенной и УВЧ q_1 ;

Коэффициент рассогласования между УВЧ и ПрЧ q_2 ;

Коэффициент рассогласования между ПрЧ и УПЧ q_3 .

Численные значения исходных данных приведены в таблице 8.4.

Таблица 8.4

№ вар.	$K_{P_yB\psi}$	$K_{P_np\psi}$	q_1	q_2	q_3	$K_{ш_yB\psi}$	$K_{ш_np\psi}$	$K_{ш_уп\psi}$
1	13	0.12	0.99	0.65	0.55	1.4	5.6	12
2	14	0.33	0.95	0.78	0.73	2.0	7.4	14
3	13	0.23	0.88	0.45	0.45	1.7	5.2	10
4	25	0.53	0.78	0.76	0.76	1.3	4.7	17
5	20	0.34	0.57	0.45	0.45	1.6	5.9	13
6	14	0.21	0.87	0.56	0.56	1.9	4.3	11
7	34	0.24	0.66	0.62	0.62	1.9	5.2	16
8	23	0.25	0.95	0.41	0.41	2.1	6.4	12
9	15	0.13	0.94	0.75	0.75	1.4	7.1	14
10	35	0.43	0.86	0.86	0.86	1.5	5.4	11
11	30	0.23	0.89	0.45	0.45	1.8	5.6	12
12	28	0.11	0.91	0.67	0.76	1.4	7.4	14
13	20	0.12	0.96	0.48	0.63	2.0	5.2	10
14	13	0.14	1.00	0.55	0.59	1.7	4.7	17
15	09	0.21	0.78	0.73	0.45	1.3	5.9	13
16	13	0.26	0.57	0.45	0.45	1.6	4.3	11
17	16	0.43	0.87	0.76	0.76	1.9	5.2	16
18	18	0.34	0.66	0.45	0.45	1.9	6.4	12
19	21	0.38	0.95	0.56	0.56	2.1	7.1	14
20	24	0.50	0.94	0.62	0.62	1.4	5.4	11
21	35	0.31	0.86	0.41	0.41	1.5	5.6	15
22	23	0.36	0.66	0.75	0.75	1.8	7.4	14
23	18	0.15	0.95	0.86	0.86	1.4	5.2	10
24	19	0.17	0.94	0.45	0.76	2.0	4.7	17
25	20	0.19	0.86	0.76	0.34	1.7	5.9	13
26	21	0.11	0.89	0.45	0.65	1.3	4.3	11
27	25	0.25	0.91	0.56	0.45	1.6	5.2	16
28	34	0.12	0.96	0.62	0.87	1.9	6.4	12
29	15	0.10	1.00	0.41	0.90	1.9	7.1	14
30	13	0.31	0.89	0.75	0.65	2.1	5.4	11

Задание 8.5

Ко входу РПУ через Г-образный аттенюатор, составленный из резисторов R_1 и R_2 , подключена антенна с активным входным сопротивлением R_A . Определите коэффициент шума аттенюатора. Сигнал снимается с резистора R_2 .

Численные значения исходных данных приведены в таблице 8.5.

Таблица 8.5

№ варианта	R_A , Ом	R_1 , Ом	R_2 , Ом
1	75	220	120
2	100	260	110
3	50	170	100
4	150	130	130
5	100	150	150
6	75	100	100
7	36	200	230
8	150	300	120
9	50	230	120
10	75	240	110
11	100	170	100
12	150	160	130
13	100	200	140
14	150	180	100
15	75	170	230
16	50	130	120
17	75	120	120
18	50	100	110
19	80	140	100
20	75	220	130
21	200	200	150
22	150	170	100
23	100	210	230
24	50	160	120
25	75	120	120
26	200	130	110
27	150	100	100
28	100	230	130
29	50	300	150
30	75	200	100

Задание 8.6

Определите величину ЭДС шума на входе РПУ, если источником шума является антенна. Выразите величину ЭДС шума в децибеллах по отношению к 1 мкВ.

Исходные данные:

Активное сопротивление антенны R_A , Ом;

Шумовая температура антенны T_A , К;

Шумовая полоса $\Pi_{ш}$, кГц.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 8.6.

Таблица 8.6

№ варианта	R_A , Ом	T_A , К	$\Pi_{ш}$, кГц
1	50	100	10000
2	100	1000	12000
3	150	2000	25
4	75	300	5500
5	50	700	15
6	100	400	9.5
7	50	1500	6600
8	75	3000	1.2
9	100	5000	4.3
10	150	3500	13
11	50	200	10
12	75	100	5.7
13	150	1000	6400
14	50	2000	9.1
15	100	300	3.1
16	75	700	4600
17	150	400	2.3
18	50	1500	1.0
19	100	3000	18
20	75	5000	21
21	50	3500	30
22	75	200	1500
23	75	100	15000
24	100	1000	100
25	50	2000	1500
26	150	300	23
27	75	700	450
28	100	400	1000
29	50	1500	17
30	100	3000	30

Задание 8.7

Антенна подключена к радиоприемному устройству через фидер. Для повышения чувствительности фидер охладили. После охлаждения потери в фидере составили L дБ, при этом шумовая температура составила величину $T_{ш}$. К Определите температуру T , до которой охладили фидер, коэффициент шума фидера $K_{ш}$ и коэффициент передачи по мощности K_p . $T_0=293\text{K}$.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 8.7.

Таблица 8.7

№ варианта	L , дБ	$T_{ш}$, К
1	2.5	70
2	2.3	100
3	2.5	110
4	2.2	90
5	2.3	85
6	2.0	140
7	2.6	100
8	2.9	150
9	2.1	110
10	2.0	120
11	2.9	120
12	2.5	75
13	2.3	115
14	2.3	110
15	2.6	95
16	2.1	100
17	2.3	110
18	2.5	90
19	2.8	85
20	2.2	140
21	2.0	100
22	2.6	130
23	2.9	120
24	2.1	90
25	2.0	120
26	2.9	75
27	2.5	115
28	2.3	110
29	2.6	70
30	2.9	110

Задание 8.8

Преселектор приемника с входным сопротивлением R_{BX} подключен к генератору с сопротивлением $R_{Г}$. Каскад нагружен на сопротивление R_{H} . Выходное сопротивление преселектора $R_{ВЫХ}$. Коэффициент усиления по напряжению K_0 . Определите коэффициенты рассогласования по входу q_{BX} и выходу $q_{ВЫХ}$; коэффициент усиления по мощности K_p и коэффициент усиления номинальной мощности - $K_{P_НОМ}$.

Численные значения исходных данных приведены в таблице 8.8.

Таблица 8.8

№ вар.	$R_{Г}$, Ом	R_{BX} , Ом	$R_{ВЫХ}$, Ом	R_{H} , Ом	K_0
1	140	330	3.2e3	2.2e3	13
2	130	200	5.1e3	3.4e3	12
3	150	100	7.5e3	3.4e3	23
4	180	150	4.3e3	4.7e3	11
5	200	500	2.3e3	5.1e3	10
6	220	150	4.0e3	8.6e3	15
7	50	250	6.4e3	9.0e3	20
8	75	50	1.5e3	3.2e3	22
9	250	100	2.5e3	2.0e3	27
10	300	150	3.2e3	5.3e3	23
11	100	50	5.1e3	3.3e3	31
12	130	100	1.5e3	2.1e3	14
13	150	160	3.2e3	9.3e3	16
14	180	150	5.1e3	4.4e3	19
15	200	175	4.0e3	2.5e3	26
16	220	100	1.5e3	2.0e3	51
17	50	130	3.2e3	9.3e3	23
18	75	150	2.3e3	4.7e3	62
19	250	50	5.1e3	5.1e3	16
20	300	100	6.7e3	8.6e3	19
21	100	150	4.0e3	2.0e3	13
22	130	190	3.8e3	8.6e3	23
23	150	50	1.8e3	9.3e3	34
24	180	100	3.2e3	4.6e3	35
25	200	250	2.3e3	3.2e3	25
26	220	150	5.1e3	2.0e3	28
27	50	120	1.5e3	1.0e3	38
28	75	100	4.0e3	9.3e3	43
29	250	60	3.2e3	8.6e3	52
30	300	150	4.0e3	2.0e3	33

Литература

1. Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 456с.: ил.
2. Румянцев К.Е. Прием и обработка сигналов: сборник задач и упражнений: учебное пособие для вузов / К.Е. Румянцев. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 368 с.
3. Проектирование радиоприемных устройств / Под общей редакцией А.П. Сиверса. – М.: Советское радио, 1976. – 486с.
4. Горшелев В.Д., Красноцветова З.Г. Федорцов Б.Ф. Основы проектирования радиоприемников.- Л.: Энергия, 1977. –384с, ил.
5. Румянцев К.Е. Прием и обработка сигналов : Учеб. пособие для вузов. – М. : Академия, 2004. - 527,с. : ил. – (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника).
6. Радиоприемные устройства: Учеб. пос. для вузов / Под ред. А.П.Жуковского. – М.: Высшая школа, 1989. – 342 с.
7. Радиоприемные устройства: Учебник для вузов / Под общ. ред. В.И.Сифорова. – М.: Сов. радио, 1974. – 560 с.
8. Сборник задач и упражнений по курсу "Радиоприемные устройства": Учеб. пос. для вузов / Под общ. ред. В.И.Сифорова. М.: Радио и связь, 1984. – 224 с.