

ПГУТИ
Кафедра
ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ РАДИОТЕХНИКИ И СВЯЗИ (ТОРС)

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ТЭЦ
Расчёт электрических LC- фильтров по рабочим параметрам

Составители: к.т.н., доц. Михайлов В.И., ст. препод. Членова Е.Д.

Самара 2006 – 2013

По заданию на курсовую работу требуется **рассчитать электрический фильтр**. Это может быть либо фильтр нижних частот (ФНЧ), либо фильтр верхних частот (ФВЧ), либо полосовой фильтр (ПФ). При этом задаются следующие технические требования (ТТ) на проектирование электрического фильтра:

- граничные частоты полосы пропускания (ПП) f_2 или f_2, f_2' ;
- граничные частоты полосы непропускания (ПН) f_3 или f_3, f_3' ;
- максимально допустимое значение рабочего ослабления в ПП ΔA [дБ] или коэффициент отражения ρ [%], которые связаны соотношением:

$$\Delta A = 10 \lg \frac{1}{1 - \left(\rho\% / 100 \right)^2};$$

- максимально допустимое значение рабочего ослабления в ПН A_{\min} [дБ];
- сопротивление нагрузки (справа) $R_n = R_2$ [Ом].

Технические требования к рассчитываемому фильтру приведены для каждого варианта задания. Номер варианта задания задается преподавателем.

В таблице помимо технических требований к фильтру указан тип аппроксимации (по Баттерворту или Чебышёву) и метод реализации (по Дарлингтону или по Попову).

Расчёт фильтра включает в себя получение схемы, параметров элементов схемы, характеристик и сигналов на выходе рассчитываемого фильтра, то есть:

1. Спроектировать электрический фильтр по заданному варианту, то есть выполнить аппроксимацию и реализацию.
2. Получить формулы рабочего коэффициента передачи $K_p(p)$ и $K_p(j\omega)$ через денормированные величины элементов.
3. Рассчитать $A_p(\omega)$ и $B_p(\omega)$ через полученный коэффициент передачи $K_p(j\omega)$.
4. Рассчитать спектр последовательности прямоугольных импульсов на входе фильтра $P_{\text{вх}}(j\omega)$ (не менее 10 гармоник). Параметры последовательности импульсов следующие: амплитуда — $U_{\text{и}} = 1$ В, скважность — $N = T/\tau_{\text{и}} = 5$, частота следования импульсов — $f_{\text{и}} = 0,5 f_2$ для ФНЧ; $0,5 f_3$ для ФВЧ и $0,5 f_0$ для ПФ.
5. Рассчитать спектр последовательности прямоугольных импульсов на выходе фильтра $F_{\text{вых}}(j\omega)$ через спектр последовательности прямоугольных импульсов на входе фильтра $F_{\text{вх}}(j\omega)$ и полученный коэффициент передачи $K_p(j\omega)$ (10 гармоник).
6. Построить последовательность импульсов на выходе как сумму рассчитанных гармоник.
7. Рассчитать переходную характеристику фильтра $h(t)$, используя связь между операторным изображением переходной характеристики $H(p)$ и операторным коэффициентом передачи $K_p(p)$.
8. Построить импульс на выходе фильтра, используя $h(t)$ и $h(t - \tau_{\text{и}})$ и сравнить с импульсами, полученными в п. 6.

Добавочные задания (для СНИР)

- Рассчитать A_p и B_p фильтра при отклонении величин элементов на +10% и -10% и сравнить с номинальной характеристикой.
- Рассчитать A_p и B_p с учётом потерь в катушках индуктивностей.
- Рассчитать A_p и B_p с учётом температурных коэффициентов L катушек и C конденсаторов.
- Рассчитать A_p и B_p с учётом отклонений нагрузочных сопротивлений на $\pm 20\%$.
- Рассчитать на выходе фильтра спектр и форму импульса с частотным заполнением ($f=0.5 f_2$; $f = f_3$).

Это может быть либо фильтр нижних частот (ФНЧ), либо фильтр верхних частот (ФВЧ), либо полосовой фильтр (ПФ). При этом задаются следующие технические требования (ТТ) на проектирование электрического фильтра:

- граничные частоты полосы пропускания (ПП) f_2 или f_2, f_2' ;
- граничные частоты полосы непропускания (ПН) f_3 или f_3, f_3' ;
- максимально допустимое значение рабочего ослабления в ПП ΔA [дБ] или коэффициент отражения ρ [%], которые связаны соотношением:

$$\Delta A = 10 \lg \frac{1}{1 - \left(\frac{\rho\%}{100} \right)^2};$$

- максимально допустимое значение рабочего ослабления в ПН A_{\min} [дБ];
- сопротивление нагрузки (справа) $R_n = R_2$ [Ом].

Технические требования к рассчитываемому фильтру приведены для каждого варианта задания. Номер варианта задания задается преподавателем. В таблице помимо технических требований к фильтру указан тип аппроксимации (по Баттерворту или Чебышёву) и метод реализации (по Дарлингтону или по Попову).

Курсовая работа должна содержать:

- текст задания;
- пояснительную записку, содержащую подробное освещение всех основных этапов синтеза фильтра;
- схемы фильтра (нормированные и денормированные);
- графики рассчитанных частотных зависимостей $A_p(f)$, $B_p(f)$, $K_p(f)$;
- графики входных и выходных сигналов, построенных по частотным и временным характеристикам фильтра;
- выводы по проделанной курсовой работе.

№ п/п	Тип фильтра	Тип аппр.	Тип реал.	f_2 кГц	f'_2 кГц	f_3 кГц	f'_3 кГц	ΔA дБ	A_{\min} дБ	ρ %	R_2 Ом
1	ФНЧ	Б	П	2,1		4,9		0,1	32		200
2	ФВЧ	Ч	П	1,8		1,1		1,0	40		200
3	ФНЧ	Ч	Д	4,2		6,3			21,5	15	1200
4	ФВЧ	Б	П	17,4		8,7			40	45,4	1200
5	ПФ	Б	Д	5,0	2,4	7,0		0,7	20		700
6	ФНЧ	Б	Д	8,9		3,7		0,9	35		750
7	ФВЧ	Ч	П	2,8		4,1			25	15	750
8	ФНЧ	Ч	П	3,6		2,25		0,177	35		1000
9	ФВЧ	Ч	П	3,2		4,2		0,4	23,5		700
10	ПФ	Б	П	6,0	3,0		2,15		22,5	55	350
11	ФНЧ	Б	П	1,7		2,9		0,1	17,4		350
12	ФВЧ	Б	П	10,3		4,1		1,0	40		300
13	ФНЧ	Ч	П	1,9		2,5		0,2	16,5		250
14	ФВЧ	Ч	П	3,4		2,1		0,8	35		250
15	ПФ	Б	Д	8,5	4,0	14,2			22	45,4	1000
16	ФНЧ	Б	П	2,0		4,1			25	21,2	1100
17	ФВЧ	Б	П	15,2		8,0			35	41	1100
18	ФНЧ	Ч	П	3,5		4,6			20	15	1000
19	ФВЧ	Б	Д	2,6		1,3		1,0	25		900
20	ПФ	Б	Д	10,0	6,2		4,5	0,4	15		950
21	ФНЧ	Б	П	2,1		3,5			20,2	21,5	950
22	ФВЧ	Б	П	7,3		4,0		0,177	35		1000
23	ФНЧ	Ч	Д	1,5		2,5		0,3	22		800
24	ФВЧ	Ч	П	8,8		5,5		0,177	32,5		1000
25	ПФ	Б	Д	6,5	3,0	10,0			22,5	30	1000
26	ФНЧ	Б	Д	3,0		5,4			16,0	26	850
27	ФВЧ	Ч	П	8,0		4,44		0,177	35		1000
28	ФНЧ	Б	Д	5,6		9,5		0,5	19,8		450
29	ФВЧ	Б	П	14,6		6,1			32,5	41	450
30	ПФ	Б	Д	8,0	4,0		2,8	1,0	20		400
31	ФНЧ	Б	П	4,7		7,1			17	33	500
32	ФВЧ	Ч	П	15,4		9,3		0,7	35		500
33	ФНЧ	Б	Д	3,8		5,7			10,0	30	550
34	ФВЧ	Б	П	22,6		9,4			32,5	39	550
35	ПФ	Б	Д	10,5	6,2	14,8			22,5	43,5	1000
36	ФНЧ	Б	П	2,5		4,2			22	26	650
37	ФВЧ	Б	П	4,8		2,88		0,177	20		1000
38	ФНЧ	Ч	Д	5,8		3,4		0,4	20		600
39	ФВЧ	Б	П	2,0		1,2			18	36	1150
40	ПФ	Ч	Д	5,8	2,5	9,2			24,5	15	1150
41	ФНЧ	Ч	Д	5,1		7,7		0,6	18,5		150
42	ФВЧ	Б	П	15,8		7,9		0,8	35		100
43	ФНЧ	Б	П	4,0		6,8			25	36	150
44	ФВЧ	Ч	П	9,0		5,6			37,5	45,4	100
45	ПФ	Ч	Д	6,0	3,1		2,0	0,2	30		1500
46	ФНЧ	Б	П	4,4		7,9		0,6	20,5		1500
47	ФВЧ	Б	Д	22,3		8,9		1,0	25		1400
48	ФНЧ	Ч	П	3,3		4,3			32	54	1450
49	ФВЧ	Б	Д	13,8		8,1			16	43,3	1450

№ п/п	Тип фильтра	Тип аппр.	Тип реал.	f_2 кГц	f'_2 кГц	f_3 кГц	f'_3 кГц	ΔA дБ	A_{\min} дБ	ρ %	R_2 Ом
50	ПФ	Ч	Д	5,5	2,4	8,7		0,21	38		1000
51	ФНЧ	Ч	П	4,9		6,4		1,5	27		1250
52	ФВЧ	Б	Д	5,0		2,77		0,177	20		1000
53	ФНЧ	Б	П	5,0		7,5		1,0	20		1200
54	ФВЧ	Ч	Д	3,5		2,2		0,8	32,5		1250
55	ПФ	Ч	Д	11,3	6,5		4,4	1,5	43		1000
56	ФНЧ	Б	П	5,8		9,7			24,3	45,4	250
57	ФВЧ	Ч	Д	16,8		12,4			23	43,3	250
58	ФНЧ	Б	Д	4,3		8,6			18	39	200
59	ФВЧ	Ч	П	4,65		3,1			30	41	1050
60	ПФ	Ч	Д	9,0	4,5	14,0			22,5	15	1050
61	ФНЧ	Б	Д	5,2		10,4		0,7	20		1000
62	ФВЧ	Б	Д	10,8		5,4		1,0	18,5		1000
63	ФНЧ	Ч	Д	1,8		3,0			32,8	45,4	1300
64	ФВЧ	Ч	П	9,0		5,45		0,177	32,5		1000
65	ПФ	Б	П	11,4	6,7	16,4		0,4	20		1350
66	ФНЧ	Ч	П	5,5		11,0			38	39	1300
67	ФВЧ	Ч	П	8,4		6,0		0,9	20		500
68	ФНЧ	Б	П	1,5		2,1			12	41	500
69	ФВЧ	Ч	Д	5,6		4,0		1,0	25		650
70	ПФ	Ч	Д	8,0	4,2	10,5		0,2	20		650
71	ФНЧ	Ч	П	7,5		9,8		1,1	25,4		600
72	ФВЧ	Ч	д	20,5		12,8		0,177	25		1000
73	ФНЧ	Б	П	1,2		1,8		0,8	15		550
74	ФВЧ	Ч	Д	16,5		10,6			30	39	600
75	ПФ	Б	Д	11,0	6,9		4,9	0,5	22,8		1000
76	ФНЧ	Ч	Д	7,8		11,0			26,5	49	900
77	ФВЧ	Ч	П	11,2		6,78		0,177	30		1000
78	ФНЧ	Ч	П	6,0		7,8			26,5	47,3	850
79	ФВЧ	Ч	П	5,1		3,09		0,177	27,5		1000
80	ПФ	Б	Д	9,2	3,6		2,0	0,4	20		800
81	ФНЧ	Б	Д	6,9		10,4		1,3	16		800
82	ФВЧ	Ч	Д	16,3		10,4		0,7	32,5		700
83	ФНЧ	Б	П	1,6		2,3			16	41	750
84	ФВЧ	Ч	П	7,7		4,8			35	45,4	750
85	ПФ	Ч	П	6,0	2,5	10,6			20,5	45,5	400
86	ФНЧ	Ч	П	6,2		8,7		1,1	28		400
87	ФВЧ	Ч	Д	13,8		8,6		1,0	32,5		350
88	ФНЧ	Ч	Д	5,3		9,5			23	43,3	300
89	ФВЧ	Б	П	5,2		2,7			22	39	300
90	ПФ	Б	Д	5,9	2,4		1,4	0,6	23		1000
91	ФНЧ	Б	П	9,1		13,7		1,2	20		950
92	ФВЧ	Б	П	9,5		5,6			20	36	950
93	ФНЧ	Б	П	5,7		10,3		0,9	20		1000
94	ФВЧ	Ч	Д	2,4		1,2		1,0	35		1100
95	ПФ	Ч	Д	8,0	4,2	10,5		0,8	22,8		1000
96	ФНЧ	Ч	Д	6,7		10,6		1,2	27,4		1000
97	ФВЧ	Ч	П	10,5		7,0		0,8	30		150
98	ФНЧ	Ч	Д	7,3		11,0		1,3	27		150

№ п/п	Тип фильтра	Тип аппр.	Тип реал.	f_2 кГц	f'_2 кГц	f_3 кГц	f'_3 кГц	ΔA дБ	A_{\min} дБ	ρ %	R_2 Ом
99	ФВЧ	Б	П	24,8		13,83		0,177	22,5		1000
100	ПФ	Б	П	8,4	4,1		2,6		17,5	15	100
101	ФНЧ	Б	П	7,1		12,8			23	43,3	1250
102	ФВЧ	Ч	П	13,25		8,3			35	45,4	1200
103	ФНЧ	Б	П	7,9		12,5			29	51	1200
104	ФВЧ	Ч	Д	4,7		3,0			27,5	41	1250
105	ПФ	Ч	Д	11,0	6,0	16,1		0,2	22,5		1000
106	ФНЧ	Б	П	9,5		16,2		1,4	24,3		200
107	ФВЧ	Ч	П	16,9		10,24		0,177	35		1000
108	ФНЧ	Ч	Д	9,7		12,6		1,5	20,2		650
109	ФВЧ	Ч	Д	3,0		1,8			30	43,3	650
110	ПФ	Б	П	10,8	6,2	14,0		1,3	22,0		1000
111	ФНЧ	Ч	Д	6,5		9,1			22	54	300
112	ФВЧ	Ч	П	20,8		12,61		0,177	30		1000
113	ФНЧ	Ч	Д	12,0		16,8			20,5	45,4	350
114	ФВЧ	Ч	Д	15,6		8,5		1,0	32,5		350
115	ПФ	Ч	Д	7,4	2,7	12,9			30	30	1300
116	ФНЧ	Б	Д	9,8		16,7			18	52,4	1300
117	ФВЧ	Ч	Д	11,6		6,8			27,5	41	1400
118	ФНЧ	Б	П	10,0		16,0		1,4	19,8		1450
119	ФВЧ	Ч	Д	8,1		4,5		1,0	32,5		1450
120	ПФ	Б	П	7,0	3,0		2,0		12,5	21,2	1400
121	ФНЧ	Ч	Д	7,4		10,4			21,4	54	500
122	ФВЧ	Ч	Д	7,9		4,4		0,9	30		500
123	ФНЧ	Ч	П	12,3		19,5			32	15	250
124	ФВЧ	Б	П	17,1		9,5		0,7	20		250
125	ПФ	Ч	Д	7,0	3,5	11			30	26	450
126	ФНЧ	Ч	П	25		37,5		0,1	31,5		450
127	ФВЧ	Ч	Д	18,1		11,3		0,177	25		1000
128	ФНЧ	Ч	П	10,2		13,3		0,2	26,5		400
129	ФВЧ	Ч	П	20,2		14,8			22,5	36	1350
130	ПФ	Ч	Д	8,5	4,2	11,7		2,3	32,5		1000
131	ФНЧ	Б	П	10,5		20,3			22	21,2	800
132	ФВЧ	Ч	Д	26,3		13,8			30	33	700
133	ФНЧ	Ч	Д	12,8		21,4		0,3	22		700
134	ФВЧ	Ч	П	17,3		10,4		0,177	30		1000
135	ПФ	Ч	Д	6,0	2,4	10,1		1,3	32,5		1000
136	ФНЧ	Ч	П	11,0		14,3			33,3	30	850
137	ФВЧ	Ч	Д	5,4		4,1			20	39	850
138	ФНЧ	Ч	Д	10,6		18,0		0,5	29,8		750
139	ФВЧ	Ч	Д	26		15,6			25	36	100
140	ПФ	Б	Д	7,4	2,6	10,5		2,3	18,8		1000
141	ФНЧ	Б	П	12,1		20,2			15	21,2	1100
142	ФВЧ	Б	П	2,8		1,44		0,177	22,5		1000
143	ФНЧ	Ч	Д	14,5		21,8		0,4	25,6		1000
144	ФВЧ	Ч	П	1,5		0,91		0,177	32,5		1000
145	ПФ	Б	Д	11,2	6,6		4,6		22,5	30	600
146	ФНЧ	Б	Д	10,1		19,7		0,5	23		600
147	ФВЧ	Ч	Д	10,8		6,75		0,177	25		1000

№ п/п	Тип фильтра	Тип аппр.	Тип реал.	f_2 кГц	f'_2 кГц	f_3 кГц	f'_3 кГц	ΔA дБ	A_{\min} дБ	ρ %	R_2 Ом
148	ФНЧ	Ч	П	10,8		16,2		0,6	28,5		650
149	ФВЧ	Ч	Д	16,9		9,9			35	41	150
150	ПФ	Б	Д	8,5	4,5	12,7			20	33	150
151	ФНЧ	Б	П	10,9		19,6			20	26	1200
152	ФВЧ	Ч	П	8,6		5,7		0,9	30		1200
153	ФНЧ	Ч	П	12,5		16,3			24	30	1050
154	ФВЧ	Ч	П	11,7		8,3			27,5	43,5	1050
155	ПФ	Ч	Д	6,8	2,4	10,8		0,5	30		900
156	ФНЧ	Ч	Д	14,0		23,8			30	33	950
157	ФВЧ	Ч	П	6,3		4,2			40	45,4	950
158	ФНЧ	Ч	Д	13,2		20,8			22,8	36	900
159	ФВЧ	Ч	П	13,8		8,95		0,177	30		1000
160	ПФ	Б	Д	9,0	4,0	15,0		1,3	21,8		1000
161	ФНЧ	Ч	П	12,6		20,2		0,7	33		1300
162	ФВЧ	Ч	П	5,32		3,22		0,177	30		1000
163	ФНЧ	Ч	Д	14,6		20,3			20,5	36	1150
164	ФВЧ	Ч	П	9,2		5,58		0,177	30		1000
165	ПФ	Ч	Д	6,5	3,3	9,9		0,5	36		1000
166	ФНЧ	Б	Д	11,2		22,4		0,7	20		550
167	ФВЧ	Ч	Д	5,6		3,5		0,9	27,5		550
168	ФНЧ	Ч	П	11,8		15,5			28	39	400
169	ФВЧ	Ч	П	4,0		2,9			27,5	43,3	600
170	ПФ	Б	Д	10,0	6,3	13,3		0,2	15		450
171	ФНЧ	Ч	Д	13,0		18,2		0,8	20		450
172	ФВЧ	Ч	Д	4,8		2,4			35	41	600
173	ФНЧ	Ч	Д	13,7		20,6		0,8	22,8		500
174	ФВЧ	Б	Д	12,0		6,3			20	41	1350
175	ПФ	Б	Д	9,5	4,8	15,1		0,8	20		1350
176	ФНЧ	Б	П	14,8		26,64		0,9	20		500
177	ФВЧ	Ч	Д	5,6		2,8		0,7	37,5		1400
178	ФНЧ	Ч	П	14,2		18,5		1,1	25,4		1400
179	ФВЧ	Ч	Д	11,8		6,7			29,5	39	700
180	ПФ	Б	Д	8,9	3,1	13,7			20	30	900
181	ФНЧ	Ч	П	12,9		16,8			26	47,3	900
182	ФВЧ	Ч	Д	22,1		13,6		0,6	30		700
183	ФНЧ	Б	П	13,6		22,7			22,8	45,4	1500
184	ФВЧ	Ч	П	8,2		5,7			27,5	36	1500
185	ПФ	Б	П	7,2	3,3	10,5		0,2	15		200
186	ФНЧ	Ч	Д	12,4		17,4		0,8	21		200
187	ФВЧ	Б	П	9,9		4,7		1,0	30		1200
188	ФНЧ	Ч	Д	25,1		35,2		0,9	24		1200
189	ФВЧ	Ч	П	2,0		1,4			27,5	45,4	700
190	ПФ	Ч	Д	10,8	6,4	14,8			22,5	26	750
191	ФНЧ	Б	Д	23,5		42,3			18	43,3	750
192	ФВЧ	Ч	Д	6,2		3,88		0,177	25		1000
193	ФНЧ	Б	П	13,2		19,8		1,0	18		300
194	ФВЧ	Ч	Д	9,3		5,8		0,177	25		1000
195	ПФ	Ч	П	8,0	3,6	13,2			35	30	350
196	ФНЧ	Ч	П	14,7		21,2			34,3	45,4	300

№ п/п	Тип фильтра	Тип аппр.	Тип реал.	f_2 кГц	f'_2 кГц	f_3 кГц	f'_3 кГц	ΔA дБ	A_{\min} дБ	ρ %	R_2 Ом
197	ФВЧ	Ч	Д	11,4		7,6		0,8	22,5		250
198	ФНЧ	Ч	П	23,0		32,2		1,1	28		250
199	ФВЧ	Б	П	15,7		8,72		0,177	22,5		1000
200	ПФ	Б	Д	10,8	6,3	15,6		0,5	20		1000
201	ФНЧ	Б	П	24,8		44,7		1,2	24,3		1100
202	ФВЧ	Ч	Д	15,2		9,2		0,7	27,5		1100
203	ФНЧ	Б	П	16,8		25,2			18	49	900
204	ФВЧ	Ч	П	13,5		9,0		0,177	25		1000
205	ПФ	Б	П	6,2	2,4	9,2			15	33	950
206	ФНЧ	Ч	Д	14,1		21,0		1,3	25,4		900
207	ФВЧ	Б	П	18,0		10,0		0,177	22,5		1000
208	ФНЧ	Ч	П	13,4		20			32,5	51	800
209	ФВЧ	Ч	Д	23,0		15,3			26	36	850
210	ПФ	Б	Д	7,2	2,7	13,2		1,3	22		1000
211	ФНЧ	Ч	Д	13,3		21,0		1,2	27,4		400
212	ФВЧ	Ч	П	5,7		3,9		1,0	37,5		450
213	ФНЧ	Ч	Д	14,9		23,5		1,3	29		450
214	ФВЧ	Б	П	8,8		4,42		0,177	27,5		1000
215	ПФ	Ч	Д	8,8	4,0	14,1			27,5	21,2	500
216	ФНЧ	Б	П	15,5		21,8		1,4	19		500
217	ФВЧ	Б	П	15,6		8,2		0,9	25		550
218	ФНЧ	Б	П	23,2		39,4			20	52,5	550
219	ФВЧ	Ч	П	6,0		3,4			32,5	43,3	600
220	ПФ	Б	Д	6,5	3,4	8,5		3,0	22,3		1000
221	ФНЧ	Ч	Д	16,5		21,5		1,5	20,2		650
222	ФВЧ	Ч	Д	18,0		7,8		0,8	30		600
223	ФНЧ	Ч	Д	16,0		22,4			22	54	1150
224	ФВЧ	Б	П	4,0		2,5			20	41	1150
225	ПФ	Б	П	7,5	2,5	11,2			15	26	150
226	ФНЧ	Ч	П	21,5		32,3		0,2	28		100
227	ФВЧ	Ч	Д	5,0		3,13		0,177	25		1000
228	ФНЧ	Ч	Д	22,0		36,7			22	26	100
229	ФВЧ	Ч	Д	13,8		6,9			35	39	1500
230	ПФ	Ч	Д	6,8	2,5	11,4		0,4	25		1500
231	ФНЧ	Ч	Д	16,8		21,9			13,3	30	1400
232	ФВЧ	Б	П	6,9		3,3		0,177	20		1000
233	ФНЧ	Ч	Д	15,8		25,3		1,4	29,8		1450
234	ФВЧ	Ч	Д	2,3		1,5			25	45,4	1400
235	ПФ	Ч	Д	10,0	4,6	14,1		0,3	25		1250
236	ФНЧ	Ч	Д	20,0		28,0		1,5	21,4		1250
237	ФВЧ	Ч	Д	3,0		2,0		0,9	22,5		1250
238	ФНЧ	Ч	Д	15,2		22,8		0,5	27		1200
239	ФВЧ	Б	П	8,6		4,7		0,177	22,5		1000
240	ПФ	Б	Д	9,4	3,7	13,0		2,3	18,8		1000
241	ФНЧ	Б	П	16,4		24,6			15,5	36	250
242	ФВЧ	Ч	Д	11,6		6,4		0,8	36		200
243	ФНЧ	Ч	Д	22,5		35,0			26	39	1050
244	ФВЧ	Ч	П	13,2		9,1		0,7	32,5		1050
245	ПФ	Б	Д	9,0	4,9	12,2		2,3	22		1000

№ п/п	Тип фильтра	Тип аппр.	Тип реал.	f_2 кГц	f'_2 кГц	f_3 кГц	f'_3 кГц	ΔA дБ	A_{\min} дБ	ρ %	R_2 Ом
246	ФНЧ	Ч	П	8,4		11,9		0,1	20		1000
247	ФВЧ	Ч	Д	13,1		7,3		0,177	20		1000
248	ФНЧ	Ч	Д	8,0		14,4			20	15	1350
249	ФВЧ	Б	П	26,3		15,1		0,6	22,5		1350
250	ПФ	Ч	Д	12,0	6,6		4,9		27,5	30	1300
251	ФНЧ	Б	П	7,6		14,5		0,2	17		400
252	ФВЧ	Ч	П	21,9		17,5			20	36	450
253	ФНЧ	Ч	П	1,8		2,3			25	21,2	450
254	ФВЧ	Ч	Д	7,0		3,9		0,177	20		1000
255	ПФ	Ч	П	12,0	6,8	16,0		0,3	20		500
256	ФНЧ	Ч	П	2,0		2,8		0,1	20		650
257	ФВЧ	Ч	Д	12,1		8,8			20	45,4	650
258	ФНЧ	Ч	П	24,4		36,0			25	15	600
259	ФВЧ	Б	П	13,2		7,3		0,7	19		550
260	ПФ	Б	П	6,8	2,6	9,8			17,5	26	550
261	ФНЧ	Ч	П	17,3		20,6		0,2	20		600
262	ФВЧ	Ч	Д	10,1		7,4			20	39	900
263	ФНЧ	Ч	Д	3,9		7,1			25	21,2	900
264	ФВЧ	Ч	П	19,3		15,1		0,5	30		850
265	ПФ	Ч	Д	7,8	3,9	11,6		0,4	27,5		850
266	ФНЧ	Ч	П	6,1		8,9		0,3	20		700
267	ФВЧ	Б	П	33,8		14,7			22,5	33	800
268	ФНЧ	Б	Д	13,9		30,6			20	26	800
269	ФВЧ	Ч	П	26,1		15,8		0,177	30		1000
270	ПФ	Б	П	8,5	3,5	11,5		2,3	22,5		1000
271	ФНЧ	Б	П	4,1		7,6		0,4	18		750
272	ФВЧ	Ч	П	21,6		15,8			22,5	30	400
273	ФНЧ	Ч	Д	2,3		4,6			36	30	400
274	ФВЧ	Ч	П	19,4		11,8		0,177	30		1000
275	ПФ	Б	Д	21,4	11,6	27,6			20	45,4	300
276	ФНЧ	Ч	П	8,9		11,4			30	33	300
277	ФВЧ	Ч	П	24,0		19,0		0,5	25		1000
278	ФНЧ	Б	П	4,8		10,5		0,1	25		950
279	ФВЧ	Ч	Д	1,5		1,0		0,7	22,5		1000
280	ПФ	Б	Д	8,8	4,4	12,1		1,0	21,5		1000
281	ФНЧ	Ч	Д	1,1		2,1			25	15	1100
282	ФВЧ	Ч	П	18,9		14,5		0,6	20		1000
283	ФНЧ	Ч	П	2,2		3,0		0,2	30		150
284	ФВЧ	Б	П	18,5		11,4		0,5	20,5		150
285	ПФ	Ч	П	7,6	2,9		1,8	0,4	29,5		100
286	ФНЧ	Ч	Д	4,6		8,8			25	21,2	100
287	ФВЧ	Ч	Д	22,8		14,3		0,177	25		1000
288	ФНЧ	Ч	Д	7,7		12,4		0,3	20		1200
289	ФВЧ	Ч	Д	17,7		10,4			27,5	30	1200
290	ПФ	Б	Д	8,3	3,7	14,2			20	33	1250
291	ФНЧ	Ч	П	4,8		7,0			30	26	200
292	ФВЧ	Ч	П	19,9		12,8		0,177	30		1000
293	ФНЧ	Ч	П	4,7		7,1			30	26	600
294	ФВЧ	Ч	П	16,4		11,0			27,5	21,2	650

№ п/п	Тип фильтра	Тип аппр.	Тип реал.	f_2 кГц	f'_2 кГц	f_3 кГц	f'_3 кГц	ΔA дБ	A_{\min} дБ	ρ %	R_2 Ом
295	ПФ	Б	Д	5,4	2,4	7,5		1,77	22,5		1000
296	ФНЧ	Ч	П	6,8		10,2		0,4	20		600
297	ФВЧ	Ч	П	16,0		10,0		0,177	30		1000
298	ФНЧ	Б	Д	6,6		14,6			20	30	300
299	ФВЧ	Ч	П	34,2		20,7		0,177	30		1000
300	ПФ	Ч	Д	13,2	5,5	18,5			25	36	350
301	ФНЧ	Ч	П	9,2		13,4		0,5	30		1300
302	ФВЧ	Ч	П	36,6		20,9			22,5	15	1300
303	ФНЧ	Ч	Д	10,1		20,3		0,1	30		1400
304	ФВЧ	Ч	П	25,3		14,9		0,5	25		1450
305	ПФ	Б	П	6,5	2,4	8,8			16	53	1450
306	ФНЧ	Ч	П	5,9		11,8			30	15	1400
307	ФВЧ	Б	П	18,9		9,3		0,177	22,5		1000
308	ФНЧ	Ч	Д	10,4		20,0		0,2	30		500
309	ФВЧ	Б	П	28,1		11,7			25	30	250
310	ПФ	Ч	Д	5,8	2,4	8,5		0,5	25,5		250
311	ФНЧ	Б	П	10,7		19,3		0,3	20		450
312	ФВЧ	Ч	П	35,8		24,3		0,4	27,5		450
313	ФНЧ	Ч	П	14,3		17,2			25	26	400
314	ФВЧ	Ч	П	36,6		25,9		0,3	27,5		400
315	ПФ	Б	Д	14,0	5,7	20,5		2,3	23		1000
316	ФНЧ	Ч	П	1,4		2,0		0,4	30		1350
317	ФВЧ	Ч	Д	36,8		21,0		0,2	22,5		800
318	ФНЧ	Ч	Д	13,8		23,5			25	30	700
319	ФВЧ	Б	П	30,1		16,72		0,177	20		1000
320	ПФ	Б	П	13,0	5,8	17,4			12,5	36	800
321	ФНЧ	Ч	Д	14,1		21,1		0,5	20		750
322	ФВЧ	Ч	Д	41,4		20,7			30	15	850
323	ФНЧ	Ч	П	7,0		9,8			25	33	850
324	ФВЧ	Ч	П	38,7		16,8		0,1	30		750
325	ПФ	Б	Д	15,8	7,2		4,8	0,7	20		100
326	ФНЧ	Б	П	18,5		40,7		0,6	22		100
327	ФВЧ	Б	П	23,7		10,4		0,177	27,5		1000
328	ФНЧ	Ч	Д	4,6		10,6		0,1	30		1100
329	ФВЧ	Б	П	23,0		11,5			22	33	1000
330	ПФ	Б	Д	10,0	4,8		3,7	2,8	20		1000
331	ФНЧ	Ч	Д	3,6		7,2		0,2	30		600
332	ФВЧ	Ч	П	30,7		15,5		0,4	37,5		600
333	ФНЧ	Ч	П	2,6		3,9			25	26	650
334	ФВЧ	Ч	П	19,8		12,4		0,177	35		1000
335	ПФ	Ч	Д	6,6	2,4	9,6			20	33	150
336	ФНЧ	Ч	Д	1,3		2,2			30	26	150
337	ФВЧ	Ч	П	18,8		12,0		0,3	30		1200
338	ФНЧ	Ч	П	15,0		20,0		0,5	30		1200
339	ФВЧ	Ч	Д	22,4		12,1			27,5	26	1050
340	ПФ	Б	Д	12,8	5,6	16,6		2,5	16,5		1000
341	ФНЧ	Ч	П	8,3		11,4			35	33	900
342	ФВЧ	Б	П	20,9		10,8		0,177	30		1000
343	ФНЧ	Б	П	15,1		27,2		0,6	20		950

№ п/п	Тип фильтра	Тип аппр.	Тип реал.	f_2 кГц	f'_2 кГц	f_3 кГц	f'_3 кГц	ΔA дБ	A_{\min} дБ	ρ %	R_2 Ом
344	ФВЧ	Ч	Д	30,6		17,0			22,5	21,2	900
345	ПФ	Б	Д	12,4	5,0	17,0		2,5	18,8		1000
346	ФНЧ	Ч	Д	8,3		16,6			36	36	1250
347	ФВЧ	Ч	П	25,5		17,5		0,1	27,5		1300
348	ФНЧ	Ч	Д	11,7		17,5		0,7	35		1300
349	ФВЧ	Б	П	35,0		21,0		0,177	25		1000
350	ПФ	Б	П	16,0	7,0	25,2		0,2	20		1150
351	ФНЧ	Ч	П	3,9		5,0		0,2	30		400
352	ФВЧ	Ч	Д	20,1		11,8			25	30	550
353	ФНЧ	Ч	П	14,7		20,6		0,4	30		550
354	ФВЧ	Б	П	20,0		12,1		0,177	27,5		1000
355	ПФ	Ч	Д	12,0	6,8		5,4	0,5	15		600
356	ФНЧ	Ч	Д	6,4		12,5			30	30	450
357	ФВЧ	Ч	Д	20,6		10,8		0,2	30		450
358	ФНЧ	Ч	Д	20,8		28,1		0,5	26		600
359	ФВЧ	Ч	Д	22,7		12,6			25	26	500
360	ПФ	Б	Д	21,0	10,0	33,8		0,8	22,5		1350
361	ФНЧ	Ч	Д	16,6		34,9			35	33	1350
362	ФВЧ	Ч	Д	45,8		20,8			32,5	21,2	500
363	ФНЧ	Ч	П	11,9		15,1		0,5	30		1400
364	ФВЧ	Б	П	34,2		18,4		0,1	23,5		1400
365	ПФ	Ч	П	20,0	10,8	25,2		0,8	23,0		1000
366	ФНЧ	Ч	Д	16,7		25,1		0,6	40		700
367	ФВЧ	Б	П	38,6		24,13		0,177	20		1000
368	ФНЧ	Ч	Д	20,5		32,8			20	36	900
369	ФВЧ	Ч	Д	29,4		14,0			22,5	33	700
370	ПФ	Б	Д	15,0	11,0	18,0		0,9	22,5		1500
371	ФНЧ	Ч	П	15,4,		22,4		0,7	35		1500
372	ФВЧ	Б	П	41,1		21,6		0,1	28		200
373	ФНЧ	Ч	П	16,9		31,3		0,12	35		200
374	ФВЧ	Ч	П	34,7		19,4			25	21,2	1200
375	ПФ	Б	Д	16,0	11,4	19,8			22,5	43,3	1200
376	ФНЧ	Б	П	9,0		20,7		0,4	35		700
377	ФВЧ	Б	П	17,4		9,8		0,177	20		1000
378	ФНЧ	Ч	П	11,3		15,2		0,6	35		750
379	ФВЧ	Ч	П	20,8		14,2		0,1	30		700
380	ПФ	Б	П	19,0	11,8	23,8		2,0	20		300
381	ФНЧ	Ч	П	25,3		38,3			30	36	350
382	ФВЧ	Ч	Д	21,7		14,4			25	30	350
383	ФНЧ	Б	П	8,1		14,6		0,8	37		300
384	ФВЧ	Ч	П	13,5		10,3		0,4	22,5		250
385	ПФ	Б	П	26,0	13,0	37,6			20,5	45,4	250
386	ФНЧ	Ч	Д	9,6		14,4		0,7	30		1000
387	ФВЧ	Ч	Д	26,4		18,9		0,177	22,5		1000
388	ФНЧ	Ч	П	11,6		15,1		0,9	30		1100
389	ФВЧ	Ч	П	26,0		20,0		0,2	27,5		1100
390	ПФ	Б	П	19,0	9,5		7,2	2,0	22		1000
391	ФНЧ	Ч	Д	18,0		31,4			30	39	950
392	ФВЧ	Б	П	24,2		18,4		2,4	20,5		950

№ п/п	Тип фильтра	Тип аппр.	Тип реал.	f_2 кГц	f'_2 кГц	f_3 кГц	f'_3 кГц	ΔA дБ	A_{\min} дБ	ρ %	R_2 Ом
393	ФНЧ	Б	Д	9,3		15,8		0,8	20		900
394	ФВЧ	Ч	Д	33,8		16,1			32,5	26	800
395	ПФ	Б	Д	18,0	9,6	24,0		2,3	22,3		1000
396	ФНЧ	Ч	Д	20,7		31,8		0,7	30		850
397	ФВЧ	Ч	П	41,0		20,5			27,5	21,2	850
398	ФНЧ	Ч	П	9,9		13,4		0,6	30		400
399	ФВЧ	Ч	П	20,7		15,4		0,5	22,5		450
400	ПФ	Ч	Д	8,2	3,0	12,4		0,3	22,0		1000
401	ФНЧ	Ч	П	11,4		15,1		0,8	20		400
402	ФВЧ	Ч	Д	23,0		18,5			22,5	35	500
403	ФНЧ	Ч	Д	8,2		11,5		0,9	20		500
404	ФВЧ	Ч	Д	13,6		10,7		0,5	25		550
405	ПФ	Ч	П	11,0	5,0	14,1			30	36	550
406	ФНЧ	Ч	П	11,5		17,6		1,0	40		600
407	ФВЧ	Б	П	17,3		9,6		0,177	20		1000
408	ФНЧ	Ч	Д	8,8		15,4			30	36	650
409	ФВЧ	Ч	Д	27,0		15,0			30	33	600
410	ПФ	Б	Д	9,0	3,0	15,0		0,6	21,2		1150
411	ФНЧ	Ч	Д	15,6		24,3			30	41	1150
412	ФВЧ	Ч	Д	22,0		12,9			22,5	26	150
413	ФНЧ	Ч	Д	16,3		32,6			35	43,3	100
414	ФВЧ	Ч	П	24,5		19,3		0,177	20		1000
415	ПФ	Б	П	7,5	3,0	12,2		0,3	22,5		1000
416	ФНЧ	Б	П	17,9		33,0			35	45,4	1500
417	ФВЧ	Б	П	36,0		22,9		0,377	20		1000
418	ФНЧ	Ч	Д	8,4		13,5		0,9	35		1400
419	ФВЧ	Ч	П	23,2		17,1		0,1	22,5		1450
420	ПФ	Б	П	8,8	3,0		1,9	0,3	21,8		1000
421	ФНЧ	Ч	Д	16,1		27,4		0,8	30		1400
422	ФВЧ	Б	П	21,5		11,9		0,177	20		1000