

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

В.Н. Дивеев

**ФОРМИРОВАНИЕ
И ПЕРЕДАЧА СИГНАЛОВ**

ПОСОБИЕ
по выполнению контрольной работы

*для студентов IV курса
специальности 25.05.03
заочной формы обучения*

Москва-2016

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

**Кафедра технической эксплуатации радиоэлектронного
оборудования воздушного транспорта
В.Н. Дивеев**

ФОРМИРОВАНИЕ И ПЕРЕДАЧА СИНАЛОВ

ПОСОБИЕ
по выполнению контрольной работы

*для студентов IV курса
специальности 25.05.03
заочной формы обучения*

Москва-2016

ББК 6ф2.12

Д 44

Рецензент канд. техн. наук, доцент О.Н. Тельпуховская

Дивеев В.Н.

Д 44 Формирование и передача сигналов: пособие по выполнению контрольной работы. – М.: МГТУ ГА, 2016. – 20 с.

Данное пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Формирование и передача сигналов» по учебному плану для студентов IV курса специальности 25.05.03 заочной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 29.08.2016 г. и методического совета 29.09.2016 г.

Подписано в печать 14.11.2016 г.

Печать офсетная
1,16 усл.печ.л.

Формат 60x84/16
Заказ № 111

0,87 уч.-изд. л.
Тираж 50 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20

Редакционно-издательские услуги ООО «Имидж-студия Арина»
127051 Москва, М. Сухаревская пл., д. 2/4 стр.1

Введение

Методические указания к изучению дисциплины «Формирование и передача сигналов», содержащие рабочую программу, методические указания к ней, содержание лабораторного практикума, контрольной работы, курсового проекта, рекомендованную литературу, изложены в издании [16].

Настоящее пособие содержит: конкретные задания на выполнение контрольной работы, требования и рекомендации к структуре и оформлению этого документа, ряд методических рекомендаций по выполнению контрольной работы, принципиальных схем устройства передачи сигналов, а также перечень рекомендуемой литературы к выполнению заданий контрольной работы.

Подробнейшие методические указания, вплоть до методик и примеров расчетов структурных, принципиальных схем передатчиков различных типов, приведены в пособии [21].

1. Контрольная работа

Контрольная работа содержит два задания.

1.1. Расчет спектральных или информационных характеристик сигналов заданного типа и с заданными параметрами.

Это задание выполняется на основе проработки разделов 2...6 дисциплины [16].

Общее количество вариантов этой части работы составляет 18. Вариант задания выбирается по таблицам 1 и 2 следующим образом. Суммируются две последние цифры номера шифра студента (например, 501323 – номер варианта составит 5). Полученное число обозначает номер варианта задания: чётные числа относятся к таблице 2, нечётные к таблице 1.

Задание по нечётному варианту формулируется следующим образом.

Привести аналитическую запись математической модели заданного радиосигнала и привести структурную схему формирования заданного типа радиосигнала.

Выполнить расчет амплитуд спектральных составляющих радиосигнала с заданным видом и параметрами модуляции.

Рассчитать полосу спектра частот радиосигнала.

Задание по чётному варианту формулируется следующим образом.

Выполнить расчет количества информации в битах на степень свободы сигнала H_n при заданном законе распределения плотности вероятности уровней сигнала с заданными параметрами распределения.

Определить скорость передачи информации C в канале с заданной полосой пропускания ΔF .

В этом задании используются три вида законов распределения плотности вероятности уровней сигнала, а именно.

Равномерный – $W(x) = 1/\alpha$, $0 \leq x \leq \alpha$.

Экспоненциальный - $W(x) = \alpha \cdot e^{-\alpha x}$, $0 \leq x \leq \infty$.

Гауссовский - $W(x) = (1/\sqrt{2\pi\alpha^2}) \cdot \exp(-x^2/2\alpha^2)$, $-\infty \leq x \leq \infty$.

Для выполнения этого задания можно воспользоваться литературой [17,18, 21]. Методические рекомендации к выполнению этой части контрольной работы приведены на стр. 5..7 данного пособия.

1.2.Расчет транзисторного генератора с внешним возбуждением (ГВВ) или расчет импульсного модулятора (с частичным или полным разрядом накопителя).

Эта часть задания выполняется на основе проработки разделов 9 и 11 дисциплины [16].

Общее количество вариантов этой части контрольной работы составляет 100. Из них 40 вариантов относится к расчету генератора с внешним возбуждением, 60 вариантов – к расчету импульсных модуляторов.

Вариант выбирается по двум последним цифрам шифра студента из таблицы 3 .

Первые 40 вариантов относятся к расчету ГВВ на транзисторе, собранному по схеме с общим эмиттером. При выполнении этих вариантов необходимо выполнить следующее:

рассчитать электронный режим работы ГВВ по коллекторной и базовой цепям;

рассчитать и выбрать номиналы элементов схемы (резисторы, конденсаторы ...);

привести полную электрическую схему ГВВ.

Подробная методика расчета такой схемы приведена в пособии [21], а также в литературе [1, 2, 3, 11, 19].

Варианты заданий, приведённые в таблице 3, содержат заданный тип транзистора и следующие обозначения параметров его, нужные для расчета:

$U_{\text{кдоп}}$ – допустимое напряжение между коллектором и эмиттером,
 $U_{\text{бдоп}}$ – то же между базой и эмиттером,
 P_1 – заданная колебательная мощность,
 $r_{\text{нас}}$ – сопротивление насыщения, определяемое как $1/S_{\text{гр}}$, $S_{\text{гр}}$ – крутизна граничного режима транзистора,
 $r_б$ – сопротивление тела базы,
 $r_э$ – сопротивление тела эмиттера,
 $r_к$ – сопротивление тела коллектора,
 β_0 – коэффициент усиления тока базы,
 f – заданная рабочая частота,
 f_T – предельная частота транзистора, когда $f = f_T$, $\beta = 1$,
 E' – напряжение приведения по базе,
 $C_к$ и $C_э$ – ёмкости коллекторного и эмиттерного переходов,
 $L_э$ и $L_б$ – индуктивности эмиттерного и базового выводов.

Варианты заданий с № 41 по № 70, включительно, предусматривают расчет импульсного модулятора с неполным (частичным) разрядом накопителя (с коммутатором на электронной модуляторной лампе), а варианты с № 71 по № 100 – расчет импульсного модулятора с полным разрядом накопителя (с коммутатором на тиратроне).

При выполнении вариантов заданий 41...100 необходимо:

рассчитать модулятор для импульсной модуляции магнетронного ГСВЧ,
 произвести расчет зарядной цепи, накопителя, цепи разряда, номиналов всех элементов схемы,
 составить принципиальную схему модулятора с подключением ГСВЧ, на которой показать включение прибора для контроля тока магнетрона.

Для выполнения этого задания можно воспользоваться литературой [21] и [2, 7, 8, 11].

2. Методические указания и рекомендации

2.1. Методические указания и рекомендации по контрольной работе

Контрольная работа выполняется либо в обычной ученической тетради, либо на стандартных страницах писчей бумаги формата А4, сброшюрованных в один документ. Текст работы должен содержать: номер варианта задания, содержание задания и его исходные данные, расчетные соотношения и подстановку в них соответствующих численных значений величин, результат

расчета с указанием единиц измерения, поясняющие рисунки, характеристики, рассчитываемую схему, перечень литературных источников.

Для выполнения задания 1 можно руководствоваться следующими рекомендациями. Расчет параметров спектральных составляющих АМ – колебания не составляет особого труда, его можно найти в любом учебнике или учебном пособии по радиотехнике, радиопередающим устройствам. В результатах расчета следует указать номиналы частот и амплитуд спектральных составляющих и привести рисунок этого спектра, выполненный в масштабе. Последнее относится и к результатам расчетов всех других видов спектров.

Амплитуды спектральных составляющих номера n сигналов с ЧМ рассчитываются по соотношениям:

$$U_n = U_n \cdot J_n (m_{\text{ЧМ}}),$$

где U_n – амплитуда несущего колебания, $J_n (m_{\text{ЧМ}})$ – функция Бесселя порядка n , аргументом функции является индекс частотной модуляции $m_{\text{ЧМ}}$, n – номер спектральной составляющей (на частотах $f_0 \pm nF$, f_0 – частота несущей, F – частота модуляции. Число n , учитываемых в расчете составляющих, определяется полосой спектра частот ЧМ – радиосигнала, которая в общем случае определяется соотношением:

$$\Pi = 2F (1 + m_{\text{ЧМ}} + \sqrt{m_{\text{ЧМ}}}).$$

Тогда, $n = \Pi/2F + 1 = 2 + m_{\text{ЧМ}} + \sqrt{m_{\text{ЧМ}}}$, включая $n = 0$.

Значения функции Бесселя можно найти в Приложении 3.

Амплитуды спектральных составляющих для случая ФМ – радиосигнала рассчитываются аналогично для аргумента $m_{\text{ФМ}}$.

Амплитуды спектральных составляющих для случая радиосигнала с импульсной модуляцией ИМ рассчитываются по следующим соотношениям.

Амплитуда несущего колебания равна

$$E_0 = E \tau_{\text{И}} / T,$$

где T – период повторения импульсов, E – амплитуда импульса, $\tau_{\text{И}}$ – длительность импульса.

На боковых частотах спектра номера n амплитуды спектральных составляющих определяются соотношением

$$E_n = (2E/n\pi) \cdot \text{Sin} (n\pi\tau_{\text{И}} / T),$$

Полосу спектра частот здесь следует определить по первым нулям огибающей амплитуд $\Pi = 2/ \tau_{\text{И}}$. Спектр симметричен относительно несущей частоты.

Расчет количества информации (энтропии) на степень свободы (отсчёт) сигнала производится по соотношению

$$H_1 = - \int_{-\infty}^{+\infty} W(x) \log W(x) dx.$$

Студенту предлагается самостоятельно вычислить значение интеграла на основе известных из курса математики способов. Пределы интегрирования определяются видом заданной функции плотности вероятности $W(x)$.

Скорость передачи информации в канале с ограниченной полосой частот ΔF определяется как

$$C = H_1 \cdot 2 \Delta F \cdot T_C / T_C = 2H_1 \cdot \Delta F,$$

где T_C – длительность сигнала, а величина $2 \Delta F \cdot T_C$ есть количество степеней свободы (отсчётов) сигнала на интервале T_C .

При выполнении задания 2 целесообразно пользоваться рекомендациями и методиками расчетов, изложенных в как в традиционной учебной литературе, так и в методических разработках кафедры, например, в [21]. Все подобные источники приведены в 1.2. Необходимые справочные данные электронных приборов, могущих быть использованными в импульсных модуляторах, приведены, в частности, в Приложениях.

В заключении отметим, что в Приложениях приведены справочные материалы по ряду элементов схем радиопередающих устройств, которые, в основном, потребуются для выбора активных элементов каскадов, режимов работы схем. Эти данные можно использовать как для выполнения контрольной работы, так и для курсового проекта. Общедоступные справочные издания по элементной базе указаны, в частности, в перечне литературы [14, 15]. Целесообразно при выполнении расчетов структурных, принципиальных схем использовать методические разработки кафедры по применению компьютерных технологий в проектировании радиопередающих устройств. Пользование этими разработками следует согласовать с ведущими преподавателями кафедры. При этом нужно иметь в виду, что оформление материалов в форме компьютерных технологий требует полного знания студентом методик расчетов, исходных и промежуточных параметров в расчетных данных, работы схем.

3. Таблицы вариантов для задания 1.

Таблица 1.

№ вар.	Вид Модуляции	Параметр глубины модуляции	Частота несущей МГц	Частота модуляции кГц	Амплитуда Несущей или Импульса, В
1	АМ	$m = 0,5$	0,5	3	10
3	АМ	$m = 0,8$	1,0	2	25
5	ЧМ	$m_{\text{ЧМ}} = 2$	4,0	5	15
7	ЧМ	$m_{\text{ЧМ}} = 4$	4,0	10	25
9	ЧМ	$m_{\text{ЧМ}} = 3$	4,0	5	30
11	ФМ	$m_{\text{ФМ}} = 6$	4,0	5	10
13	ФМ	$m_{\text{ФМ}} = 4$	4,0	6	25
15	ИМ	$\tau_{\text{и}} = 10\text{мкс}$	1000	20	1000
17	ИМ	$\tau_{\text{и}} = 20\text{мкс}$	1000	10	1000

Таблица 2.

№ варианта	Полоса пропускания канала ΔF , кГц	Вид закона распределения	Параметр распределения, α
2	20	Равномерный	2
4	40	Равномерный	4
6	50	Равномерный	5
8	20	Гауссовский	2
10	40	Гауссовский	4
12	50	Гауссовский	5
14	20	Экспоненц.	3
16	40	Экспоненц.	4
18	50	Экспоненц.	5

4. Таблица вариантов задания 2

Таблица 3 с параметрами транзисторов

№ вар	Тип транзистора	U _{кд}	U _{бд}	P ₁	I _{нас}	I _б	I _э	r _к	β ₀	f _{раб}	f _т	E	C _к	C _э	L _э	L _б
		В	В	Вт	Ом	Ом	Ом	Ом	МГц	МГц	В	пФ	пФ	нГ	нГ	
1.	КТ - 802А	150	3,0	30	1,1	0,7	0,05	0,8	25	20	45	0,7	400	1000	20	20
2.	КТ - 803А	70	4,0	100	0,4	0,4	0,05	0,8	40	5	25	0,7	450	3300	20	20
3.	КТ - 902 А	65	5,0	25	0,3	1,0	0,05	0,8	30	10	35	0,7	150	1500	0,4	0,14
4.	КТ - 903 А	80	4,0	15	5	1,5	0,05	0,7	55	50	130	0,7	140	1400	12	12
5.	КТ - 904А	65	4,0	8	5	5	0,1	3,0	10	100	350	0,7	9,5	130	2,5	2,5
6.	КТ - 907А	65	4,0	13,5	1,7	2	0,4	1,3	30	150	350	0,7	16	260	0,8	2,5
7.	КТ - 909А	60	3,5	30	3,0	1	0,04	2,0	10	200	650	0,7	28	300	0,45	1,7
8.	КТ - 909В	60	3,5	42	1,5	0,5	0,05	0,5	20	250	690	0,6	40	300	0,35	1,7
9.	КТ - 911А	55	3,0	1,0	7,0	3,0	0,05	1,0	10	600	1800	0,7	5,0	7,0	0,3	4,0
10.	КТ - 912А	70	5,0	70	0,8	0,5	0,05	0,8	15	30	90	0,7	250	4000	4	4
11.	КТ - 913А	55	3,5	3,5	15	2	0,15	2	40	500	1100	0,7	4	25	0,3	3
12.	КТ - 913Б	55	3,5	6,0	6	1,2	0,4	1	30	500	1200	0,7	8	66	0,25	2,5
13.	КТ - 913В	55	3,5	11	5	1	0,2	1	50	500	1100	0,7	7,5	50	0,25	2,3
14.	КТ - 914А	65	4,0	2,5	2,5	5	0,2	1	35	250	550	0,7	10	130	3	3
15.	КТ - 916А	55	3,5	15	3	2	0,2	1	30	400	1200	0,7	20	15	1,2	1,2
16.	КТ - 918А	30	2,5	0,3	10	1	0,05	1	25	800	3000	0,7	25	70	1,1	1,1
17.	КТ - 918Б	40	2,5	0,6	50	1,3	0,05	0,7	30	1000	3000	0,7	2	10	0,8	0,15
18.	КТ - 919А	45	3,5	4,4	8	0,5	0,14	0,7	30	700	2000	0,7	7,5	40	0,4	0,14
19.	КТ - 919Б	45	3,5	2,0	16	1	0,05	1,4	30	700	2000	0,7	4,1	20	0,5	0,25
20.	КТ - 919В	45	3,5	1,0	32	2	0,05	3	30	700	2100	0,7	2,8	10	1,3	0,35
21.	КТ - 920А	36	4	20	3,2	1	0,1	0,7	25	175	475	0,7	2	70	0,5	1,8
22.	КТ - 920Б	36	4	5,0	1,2	1	0,05	0,9	30	175	500	0,7	20	120	0,5	1,8

Продолжение таблицы 3

23.	КТ – 920В	36	4	20	0,3	1	0,1	1,1	40	175	475	0,7	60	140	0,5	1,8
24.	КТ – 921А	65	4	12	2,3	1	0,05	0,5	45	60	100	0,7	45	400	3,5	3,5
25.	КТ – 922А	65	4	5	8	1	0,05	0,7	20	170	300	0,7	15	65	2,4	0,9
26.	КТ – 922Б	65	4	20	2	1	0,05	1	25	170	300	0,7	35	200	2,4	0,9
27.	КТ – 922В	65	4	40	1	0,5	0,05	1,2	25	170	300	0,7	65	550	2,4	0,9
28.	КТ – 925А	36	4	2,5	1,5	0,5	0,2	0,4	40	200	500	0,7	20	200	0,5	1,8
29.	КТ – 925Б	36	4	5	1,3	0,5	0,1	0,5	40	200	500	0,7	20	250	0,6	1,8
30.	КТ - 925В	36	3,5	21	0,5	0,5	0,1	0,5	40	200	500	0,7	45	130	0,5	1,8
31.	КТ – 927А	70	3,5	75	0,2	0,5	0,2	0,5	30	30	15	0,7	150	2200	0,5	1,8
32.	КТ – 929А	30	3	2	1,6	0,5	0,05	0,6	40	175	450	0,7	20	1000	0,5	1,8
33.	КТ – 930А	30	4	40	0,8	0,5	0,1	0,4	40	400	700	0,7	70	800	0,4	1,8
34.	КТ – 930Б	30	4	75	0,25	0,5	0,05	0,5	50	400	800	0,7	150	2000	0,3	1,6
35.	КТ – 931А	30	4	80	0,2	0,5	0,06	0,2	60	175	400	0,7	150	200	0,3	1,6
36.	КТ – 934А	60	4	3	15	0,5	0,05	0,3	60	400	650	0,7	6,5	1200	0,5	1,8
37.	КТ – 934Б	60	4	12	3,7	0,5	0,1	1	60	400	650	0,7	10	1350	0,5	1,8
38.	КТ – 934В	60	4	25	1,8	0,5	0,05	2	60	400	650	0,7	22	1500	0,5	1,8
39.	КТ – 942А	45	3,5	10	3,8	0,25	0,15	3	40	1200	3000	0,7	16	1100	0,7	0,14
40.	КТ – 958А	150	4	40	1,6	0,2	0,5	2	40	174	500	0,7	120	2000	0,5	1,6

Импульсные модуляторы

Продолжение таблицы 3

№ вариант	Е _А кВ	І _А А	τ _и мкс	F Гц	№ вариант	Е _А кВ	І _А А	τ _и мкс	F Гц	№ вариант	Е _А кВ	І _А А	τ _и мкс	F Гц
41.	23	45	1,0	400	61.	24	20	1,1	450	81.	16	18	1,0	600
42.	16	20	1,0	450	62.	27	46	0,6	700	82.	30	60	0,7	650
43	18	35	1,0	450	63.	15	22	0,8	750	83.	19	30	0,6	500
44.	21	23	1,0	800	64.	34	25	1,0	600	84.	13	12	1,0	1000
45.	35	150	5,0	700	65.	20	30	1,0	900	85.	41	132	5,0	500
46.	47	65	2,0	350	66.	22	30	1,0	450	86.	24	33	0,8	650
47.	10	7	1,5	400	67.	3	2	1,2	500	87.	27	55	1,3	700
48.	12	18	1,3	400	68.	28	46	1,0	330	88.	14	14	1,0	550
49.	22	22	1,0	750	69.	26	40	0,5	850	89.	26	48	1,0	450
50.	20	27	2,0	750	70.	35	50	0,6	600	90.	33	185	3,0	350
51.	21	12	1,0	300	71.	22	27	0,9	500	91.	21	18	0,8	400
52.	16	15	1,0	950	72.	40	70	2,0	550	92.	16	16	1,0	500
53.	24	50	0,9	800	73.	50	200	4,0	400	93.	27	4	0,8	400
54.	7	35	2,0	700	74.	70	60	2,0	900	94.	22	24	1,0	400
55.	22	25	1,0	800	75.	36	70	1,0	600	95.	72	56	2,0	800
56.	32	70	0,8	400	76.	82	50	1,0	550	96.	26	16	1,0	500
57.	17	12	1,0	900	77.	80	14	1,0	600	97.	92	120	2,5	600
58.	30	70	1,2	800	78.	80	50	0,8	450	98.	17	10	1,0	400
59.	23	27	1,2	650	79.	76	125	2,5	950	99.	28	50	1,0	800
60.	28	70	1,5	850	80.	40	140	2,5	550	100.	32	45	0,8	700

Приложение 1
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ
кафедра ТЭРЭО ВТ

Контрольная работа
о дисциплине "Формирование и передача сигналов"

Вариант 23

Вполнил: студент IV курса ЗФ
Иванов И.С.

Шифр: РТ-110623

Работу принял: доцент

Петров И. И. _____ (подпись)
«22».....2016г.

Приложение 2

Значения коэффициентов Берга

Θ°	a_0	a_1	$\text{Cos } \Theta$	$1-\text{Cos } \Theta$
50	0.183	0.339	0,643	0.357
55	0.200	0.370	0,550	0.450
60	0.218	0.390	0,500	0.500
65	0.235	0.410	0,410	0.590
70	0.235	0.436	0.342	0.658
75	0.272	0.459	0.242	0.758
80	0.286	0.473	0.174	0.826
85	0.305	0.490	0.070	0.930
90	0.319	0.500	0.000	1.000
95	0.338	0.514	0.104	0.896
100	0.350	0.520	0.174	0.826

Таблица функций Бесселя $J_n(x)$

Приложение 3

X	Порядок функции n										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0.22	0.576	0.35	0.13	0.034	0.007					
3	-0.26	0.34	0.48	0.31	0.13	0.043	0.011				
4	-0.4	-0.06	0.36	0.43	0.28	0.13	0.049	0.015			
5	0.15	-0.27	-0.24	0.11	0.35	0.36	0.24	0.13	0.056	0.032	0.02

Приложение 4

Параметры импульсных модуляторных ламп.

Параметры	ГМИ -2Б	ГМИ -5	ГМИ -7	ГМИ -10	ГМИ -11	ГМИ -16	ГМИ -19Б	ГМ И - 20	ГМИ -22Б	ГМИ -30	ГМ И - 83
Ток анода, А	90	16	52	13	14	5	120	10	20	15	15
Напряжение на аноде, кВ	32	20	22	9	10	4.5	30	3	20	30	20
Напряжение запира- ния, В	600	800	900	300	600	95	900	125	700	1200	800
Напряжение экран-ной сетки, кВ	2	1.2	0	1	1	0.9	2.5	0,7 5	1.4	-	1.2 5
Мощность рас-сеивания на аноде, Вт	900	50	125	41	85	8	1	15	250	300	65
То же на управл. сетки, Вт	12	3	3,2	1,5	1,5	1	25	1	3	-	3
Длительность импульса, мкс	03-2	03-5	02-5	0.5- 10	05-5	1-10	1- 1000	1- 25	10- 1000	1-10	0.5- 2.5
Напряжение на управляющей сетке в рабочем режиме, В	200	125	350	100	150	60	500	75	250	1000	750
Напряжение на аноде минимальное, кВ	2,5	6.75	1.5	0.5	0.5	0.75	1.6	0.4	1.6	1.3	1.5
Внутреннее сопро- тивление лампы в перенапряженном режиме, г, Ом	30	60	35	25	60	170	30	60	220	120	90
Внутреннее сопро- тивление в граничном режиме, Ом ч	340	670	200	3000	660	7500	170	220 0	900	170	550
Ток управляющей сетки, А	7.5	1.7	10	2	2	0.6	12	1.5	3	5	4

Приложение 5

Параметры вакуумных диодов

Параметры	ВИ1-5\20	ВИ1-5\30	ВИ1-30\25	ВИ2-70\32	ВИ1-100Х5	В1-0,03\1	В1-0,02\20	ВИ1-18\32
Напряжение накала, В	6.3	63	10	12.6			2.5	17
Ток накала, А	2.9	95	6	53	36.5	4.6	3.2	3.7
Минимальное обратное напряжение, кВ	20	30	25	32	60	13	20	32
Ток в импульсе, А	.5	5	30	70	100	0.03	0.02	18
Средний ток, мА	50	-	30	70	200	30	20	-
Максимальная длительность импульса, мкс	4	-	2.5	2.5	10	5	-	
Максимальная мощность рассеивания на аноде. Вт	33	2000	12	30	500	15		100
Внутреннее сопротивление, Ом	500	120	100	72	45	900	-	350

Приложение 6

Параметры электромеханических фильтров.

Тип	Полоса пропускания, Гц	Центральная частота, кГц	Затухание в полосе пропускания, дБ	Кэф-т прямоуг. по уровням 6 и 60 дБ	кОм	кОм
ЭМФ11Д-500-3,0с	3000 300	500 ОЛ	15	1.5	10	1
ЭМФ11Д-500-3,5В	3500 150	500 0Д5	15	1.5	10	1
ЭМФ11Д-500-3.5Н	3500-150	499 0.05	15	1.5	10	1
ЭМФП-5-465-9	5000 600	465 1.5	7	2.7	1	10

Параметры тираэронов

Параметры	ТГИ1-3V1	ТГИ1-5V1	ТГИ1-10V1	ТГИ1-35\3	ТГИ1-60\5	ТГИ1-90\8	ТГИ1-130\10	ТГИ1-260M2	ТГИ1-500\16	ТГИ1-1000\25	ТГИ1-2500X35
Напряжение накала, В	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Ток накала, А	1	1.7	2.8	2.6	5.5	7	5	12	15	20	56
Напряжение анода, кВ	1	1	1	3	5	8	10	12	16	25	35
Ток анода, А	3	5	10	35	60	90	130	260	500	1000	2500
Длительность импульса, мкс	1	10	0.1-5	0.2-6	0.1-2.5	0.4-6	0.25-0.5	0.15-8	0.5-10	50	10
Импульсов в секунду, имп/с	5000	15000	40000	1000	15000	2000	30000	4500	50000	700	250
Средний ток анода, А	6	10	50	40	100	100	0.25	0.4	0.5	1	2,5
Напряжение поджига, кВ	0.05	0.1	0.15	0.15	0.2	0.2	0.17	0.2	0.4	0.5	1
Длительность импульсов поджига, мкс	3.5-20	2-4	1-6	1-6	4-6	2-2.5	2-8	2-8	3-7	3-7	3-6
Ток поджига, А	-	-	0.1	0.06	0.2	0.2	0.5	0.5	2.5	3	10

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование радиопередающих устройств;
Под ред. В. В. Шахгильдяна.-М.: Радио и связь., 2000, 2003,1984, 1993.
2. Проектирование радиопередающих устройств СВЧ; Под ред. Г.М.Уткина.
-М.: Сов. радио. 1979.
3. Радиопередающие устройства на полупроводниковых приборах; Под ред.
Р.А. Валитова, И.А.Панова-М.: Сов. радио, 1973.
4. Радиопередающие устройства (проектирование радиоэлектронной
аппаратуры на интегральных схемах); Под ред. О.А. Челнокова-М.: Радио и
связь, 1982.
5. Лапицкий Е, Г. и др. Расчет диапазонных радиопередатчиков. -Л.:
Энергия.1974.
6. Каганов В. И, Транзисторные радиопередатчики-М.: Энергия, 1976,
7. Минаев М.И. Радиопередающие устройства СВЧ. Минск: Высшая школа,
1978.
8. Бернштейн Э.А., Рудяченко Н. К. Импульсные радиопередающие
устройства. Киев: Гостехиздат,1963.
9. Проектирование радиопередающих устройств с применением ЭВМ; Под
ред.О.В.Алексеева.-М. Радио и связь, 1987.
- 10.Гарбер И.С. Магнитные импульсные модуляторы. - М.:Сов .радио,1965
- 11.Логвин А. И. Методические указания по выполнению курсового проекта
по радиопередающим устройствам, (примеры расчетов). МИИГА, 1984.
- 12.Логвин А.И. Методические указания по применению ЭВМ в курсе
"Формирование и передача сигналов". МИИГА,1990.

13. Логвин А.И. Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине "Радиопередающие устройства". МИИГА. 1986,
14. Кацнельсон В. В. и др. Электронно-вакуумные и газоразрядные приборы. Справочник.- М.: Энергия, 1985.
15. Транзисторы средней и большой мощности. Справочник; Под ред. А.В.Голомедова.-М.: Радио и связь, 1989.
16. Дивеев В.Н. Формирование и передача сигналов. Пособие к изучению дисциплины. Для ст. 4 курса сп. 162107 заочного обучения. МГТУ ГА, 2013.
17. Игнатов В.А. Теория информации и передачи сигналов - М.: Радио и связь, 1991.
18. Логвин А.И. Методы формирования сигналов, МГТУГА, 1993.
19. Петров Б.Е., Романюк В.А. Радиопередающие устройства на полупроводниковых приборах.-М.: Высшая школа, 1989,
20. Дивеев В.Н. Формирование и передача сигналов. Проектирование передатчиков СВЧ. МГТУ ГА, 2003.
21. Дивеев В.Н. Формирование и передача сигналов. Пособие к выполнению курсового проекта. Для студентов 3 курса дневного и 4 курса заочного обучения сп. 160905. МГТУ ГА, 2007.
22. Перечень прикладных программных материалов по тематике контрольной работы (кафедральные материалы).
- 22.1. Модуль КПАМ – проектирование передатчика с амплитудной модуляцией.
- 22.2. Модуль КП ФИПС № 36.mcd – проектирование импульсного передатчика, модулятор с частичным разрядом накопителя.
- 22.3. Модуль КПИМ – проектирование импульсного передатчика, модулятор с полным разрядом накопителя.

22.4. Модуль ФИПС 40_ЧМ.mcd – проектирование передатчика с частотной модуляцией.

22.5. Модуль FIPS_OM.MCD – проектирование передатчика с однополосной модуляцией.

Содержание	Стр.
Введение	3
1. Контрольная работа	3
3. Методические указания и рекомендации	5
3.1 Методические указания и рекомендации по контрольной работе	5
4. Таблица вариантов задания 1	7
5. Таблицы вариантов задания 2	9
Приложения	12
Литература	17