



Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет
Кафедра радиотехники и телекоммуникаций

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
задания и методические рекомендации
к выполнению контрольных работ №1 и №2
по дисциплине
«ГЕНЕРИРОВАНИЕ И ФОРМИРОВАНИЕ
СИГНАЛОВ»
для студентов заочной формы обучения
направления 6.050901 — Радиотехника

Севастополь

2009 г.

УДК 621.36.61

Контрольные задания и методические указания по дисциплине «Генерирование и формирование сигналов» для студентов заочной формы обучения направления 6.050901— Радиотехника / СевНТУ; сост. В.М. Иськив. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. — 20 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам заочной формы обучения при выполнении контрольных заданий по дисциплине генерирование и формирование сигналов.

Контрольные задания и методические указания к их выполнению составлены на основании программы дисциплины «Генерирование и формирования сигналов».

Методические указания утверждены на заседании кафедры радиотехники, протокол №__ от «__» _____ 2009 г.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: канд. техн. наук,
доцент кафедры радиотехники и телекоммуникаций
Слёзкин В.Г.

Ответственный за выпуск: д-р. техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой радиотехники и телекоммуникаций,
Гимпилевич Ю.Б.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Условные обозначения и сокращения	4
1. Контрольная работа №1	6
1.1. Задание 1. Генератор с внешним возбуждением (ГВВ). Режимы работы, оптимальное сопротивление нагрузки, энергетические соотношения в ГВВ	6
1.2. Задание 2. Расчёт транзисторного ГВВ в критическом режиме.....	9
1.3. Задание 3. Расчет цепей связи	12
2. Контрольная работа №2	13
2.1. Задание 1. Умножители частоты. Автогенераторы	13
2.2. Задание 2. Амплитудная, частотная и фазовая модуляция	15
2.3. Задание 3. Однополосная модуляция, импульсная модуляция, передающие устройства оптического диапазона, волоконно-оптические линии связи.....	17
3. Библиографический список.....	19

ВВЕДЕНИЕ

Целью контрольных работ является развитие у студентов навыков проведения расчётов радиотехнических устройств, закрепление основных теоретических положений курса.

Каждая контрольная работа состоит из трех заданий. В задания входят задачи, которые нужно решить, и вопросы, на которые необходимо дать аргументированные ответы. Выбор исходных данных осуществляется согласно методическим указаниям, приводимым к каждому заданию. Номер варианта выбирается в соответствии с последней цифрой зачетной книжки.

Контрольные работы выполняются либо в рукописном виде (в тетради или на листах формата А4), либо в машинописном виде (на листах формата А4). Оформление контрольных работ должно соответствовать стандарту кафедры радиотехники [7].

На обложке выполненной контрольной работы должны быть указаны:

- почтовый индекс и адрес студента, фамилия имя отчество полностью,
- номер зачётной книжки,
- группа,
- название дисциплины,
- дата отправления работы.

Контрольная работа сдаётся на проверку до начала экзаменационной сессии.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ГВВ — генератор внешнего возбуждения;

АЭ — активный элемент;

P_1 — колебательная (полезная) мощность в нагрузке;

P_0 — мощность, потребляемая от источника питания;

$P_{\text{рас}}$ — мощность, рассеиваемая на коллекторе (аноде) АЭ;

I_1 — амплитуда тока первой гармоники АЭ;
 I_m — амплитуда импульса тока АЭ;
 I_0 — постоянная составляющая коллекторного тока АЭ;
 η — КПД;
 α_0, α_1 — коэффициенты разложения импульса тока АЭ (коэффициенты Берга);
 θ — угол отсечки коллекторного тока;
 ξ — коэффициент использования коллекторного напряжения АЭ;
 R_o — резонансное сопротивление контура;
 $R_{н.кр}$ — критическое сопротивление нагрузки;
 $E_{п}$ — напряжение питания ;
 U_1 — амплитуда переменного напряжения на коллекторе АЭ;
 p — коэффициент включения контура в цепь коллектора АЭ;
 ρ — характеристическое сопротивление контура;
 I_k — действующее значение тока, протекающего через контур;
 $L; C$ — индуктивность и емкость элементов контура;
 λ — длина волны электромагнитных колебаний;
 f — частота электромагнитных колебаний;
 r — активное сопротивление катушки контура;
 Q — добротность контура;
 РПДУ — радиопередающее устройство;
 M — коэффициент глубины модуляции при АМ;
 m — индекс частотной модуляции;
 $F_{\text{мод}}$ — модулирующая частота;
 $P_{1 \text{ max}}$ — максимальная (пиковая) мощность;
 $P_{0 \text{ max}}$ — максимальная потребляемая мощность (в пиковом режиме);
 $I_{1н}$ — ток первой гармоники в режиме несущей частоты.

1. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

1.1. ЗАДАНИЕ 1. ГЕНЕРАТОР С ВНЕШНИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ (ГВВ), РЕЖИМЫ РАБОТЫ, ОПТИМАЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ НАГРУЗКИ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ В ГВВ

1.1.1. Варианты заданий

Вариант № 0

1. Дано: $P_1 = 150$ Вт; $I_{\max} = 2,5$ А; $\theta = 90^\circ$; $I_0 = 0,9$ А; $E_{\pi} = 250$ В. Определите ξ и η .
2. Как и почему изменится КПД генератора при уменьшении угла отсечки?
3. Дано: ГВВ с $R_{\text{н.кр}} = 20$ кОм нагружен на контур с частичным включением со следующими параметрами — $Q = 100$; $C = 82$ пФ, число витков $N = 40$, $\lambda = 250$ м. Определите к какому витку катушки следует подключить активный элемент?

Вариант № 1

1. Дано: ГВВ нагружен на колебательный контур со следующими параметрами — $Q = 100$, $r = 60$ Ом, при этом $P_1 = 150$ Вт. Определите I_k и I_1 .
2. Как и почему будет изменяться постоянная составляющая тока АЭ, если увеличить угол отсечки?
3. Дано: ГВВ нагружен на колебательный контур со следующими параметрами — $C = 100$ пФ, $L = 70$ мкГн, $r = 5$ Ом, $p = 1$, при этом $U_1 = 50$ В. Определите действующее значение тока в контуре I_k и колебательную мощность P_1 .

Вариант № 2

1. Дано: $\xi = 0,85$; $E_{\pi} = 28$ В; $\theta = 90^\circ$; $I_m = 2$ А. Определите КПД ГВВ.
2. Чем характеризуется критический режим работы ГВВ? Как выбирается оптимальный угол отсечки $\theta_{\text{опт}}$ АЭ?
3. Дано: ГВВ нагружен на контур со следующими параметрами — $C = 500$ пФ; $p = 0,6$; $\lambda = 500$ м, при этом $U_1 = 2$ кВ; $\theta = 60^\circ$. Определите P_1 .

Вариант № 3

1. Дано: $\theta = 110^\circ$; $E_{\pi} = 400$ В; $U_1 = 350$ В. Определите КПД ГВВ.
2. Чем характеризуется перенапряжённый режим работы ГВВ и как его добиться?

3. Дано: ГВВ нагружен на контур со следующими параметрами — $f = 2$ МГц; $C = 20$ пФ; $Q = 60$; $p = 1$ при этом $U_1 = 60$ В. Определите R_o и I_k .

Вариант № 4

1. Дано: $\theta = 90^\circ$; $I_m = 0,3$ А; $E_n = 45$ В; $\xi = 0,85$. Определите P_1 и КПД генератора.
2. Докажите, что при работе активного элемента в классе А предельный теоретически достижимый КПД ГВВ составляет 50%.
3. Дано: ГВВ нагружен на контур со следующими параметрами — $L = 100$ мкГн; $Q = 70$; $p = 1$; $f = 1,5$ МГц, при этом $I_k = 1$ А. Определите R_o и U_1 .

Вариант № 5

1. Почему наиболее энергетически выгодным является режим ГВВ с углом отсечки $\theta = 80^\circ \dots 90^\circ$?
2. Дано: $\xi = 0,85$; $E_n = 27$ В; $\theta = 90^\circ$; $I_m = 2$ А. Определите оптимальное сопротивление нагрузки ($R_{н.опт.} = R_{н.кр.}$).
3. Дано: ГВВ нагружен на колебательный контур с параметрами — $L = 200$ мкГн; $Q = 100$; $r = 4$ Ом; $p = 0,4$; $\lambda = 1000$ м, при этом $U_1 = 1000$ В. Определите выделяемую в нём мощность P_1 .

Вариант № 6

1. Чем характеризуется недонапряжённый режим работы ГВВ и как его добиться?
2. Дано: $\theta = 85^\circ$; $\xi = 0,8$; $E_n = 27$ В; $I_m = 4$ А. Определите оптимальное сопротивление нагрузки ($R_{н.опт.} = R_{н.кр.}$).
3. Дано: ГВВ нагружен на контур со следующими параметрами — $R_o = 12$ кОм; $p = 0,85$; $\rho = 250$ Ом; $\lambda = 200$ м; при этом $I_1 = 0,1$ А. Определите I_k и P_1 .

Вариант № 7

1. ГВВ работает в классе С. Как будет меняться угол отсечки коллекторного тока при изменении амплитуды возбуждающего напряжения? Ответ поясните графически.
2. Дано: $I_0 = 1,5$ А; $\xi = 0,85$; $U_1 = 50$ В; $I_1 = 2$ А. Определите: P_1 ; $P_{рас}$; η .
3. Дано: ГВВ нагружен на контур со следующими параметрами — $Q = 150$; $C = 100$ пФ; $p = 0,5$; $\lambda = 100$ м. Определите резонансное сопротивление контура R_o .

Вариант № 8

1. В каком случае в ГВВ $I_1 = I_0$? Ответ поясните графически.
2. Дано: $I_1 = 1$ А; $I_0 = 0,7$ А; $E_n = 150$ В; $P_{\text{рас}} = 8$ Вт. Определите η и U_1 .
3. Дано: ГВВ нагружен на контур со следующими параметрами — $r = 4$ Ом; $p = 1$; при этом $P_1 = 400$ Вт; $U_1 = 1800$ В;. Определите ρ .

Вариант № 9

1. ГВВ работает в классе AB . Как будет меняться угол отсечки коллекторного тока при изменении амплитуды возбуждающего сигнала? Ответ поясните графически.
2. Дано: $\eta = 0,8$; $E_n = 150$ В; $\xi = 0,85$; $I_1 = 0,4$ А. Определите $P_{\text{рас}}$.
3. Дано: ГВВ нагружен на контур со следующими параметрами — $r = 4$ Ом; $p = 1$; $R_0 = 9$ кОм; при этом $P_1 = 800$ Вт. Определите I_k и U_1 .

1.1.2. Основные расчётные соотношения

Мощность в нагрузке — $P_1 = \frac{1}{2} I_1 U_1$.

Мощность, рассеиваемая на коллекторе (аноде) АЭ — $P_{\text{рас}} = P_0 - P_1$.

Коэффициент использования коллекторного напряжения — $\xi = \frac{U_1}{E_n}$.

Коэффициенты Берга — $\alpha_0(\theta) = \frac{\sin \theta - \theta \cos \theta}{\pi(1 - \cos \theta)}$; $\alpha_1(\theta) = \frac{\theta - \sin \theta \cos \theta}{\pi(1 - \cos \theta)}$.

Амплитуда тока первой гармоники — $I_1 = I_m \alpha_1$.

Постоянная составляющая коллекторного тока — $I_0 = I_m \alpha_0$.

КПД — $\eta = \frac{P_1}{P_0} = \frac{0,5 I_1 U_1}{I_0 E_n} = \frac{0,5 \alpha_1}{\alpha_0} \xi$.

Характеристическое сопротивление контура — $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$.

Резонансное сопротивление контура — $R_0 = \rho Q = \frac{\rho^2}{r} = \frac{L}{Cr}$.

Резонансное сопротивление частично включенного контура — $R'_0 = p^2 R_0$.

Критическое сопротивление нагрузки — $R_{н.кр} = \frac{U_1}{I_1}$.

Действующее значение тока контура — $I_k = \sqrt{\frac{P_1}{r}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{U_1}{p \cdot \rho}$

1.2. ЗАДАНИЕ 2. РАСЧЁТ ТРАНЗИСТОРНОГО ГВВ В КРИТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Прежде, чем выполнить задание № 2, следует изучить материал глав 1... 3 [1]; главы 2 [2]; страницы 14...30, 48...56 [3]; страницы 53...71, 121...127 [6]. Параметры биполярных транзисторов наиболее полно представлены в [6] страницы 17...28.

1.2.1. Варианты заданий

Исходными данными для расчёта являются:

- а) P_1 — мощность в нагрузке. Значения P_1 по вариантам приведены в таблице 1.1.
- б) f_p — рабочая частота. Значения f_p (МГц) выбрать равным двум последним цифрам номера зачётной книжки. Если две последние цифры 00, то принять $f_p = 10$ МГц.
- в) E_n — напряжение питания для всех вариантов выбрать $E_n = 30$ В.
- г) θ — угол отсечки. Значения угла отсечки приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_1 , Вт	40	45	50	25	30	35	22	20	12	10
θ , °	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120

Необходимо по заданным значениям P_1 , f_p , E_n и θ выбрать транзистор и произвести электрический расчёт коллекторной цепи в критическом режиме.

В результате расчёта необходимо определить токи и напряжения, действующие в цепи коллектора, КПД, а также требуемое критическое сопротивление нагрузки $R_{н.кр}$.

1.2.2. Порядок расчета

Расчет начинается с выбора транзистора.

Номинальная мощность, отдаваемая транзистором в нагрузку, $P_{\text{ном}}$ должна быть на (10...15)% больше чем $P_{1\text{треб}}$, где $P_{1\text{треб}} = P_1/\eta_{\text{сц}}$. Здесь $\eta_{\text{сц}}$ — КПД согласующей цепи ГВВ с нагрузкой (можно принять $\eta_{\text{сц}} \approx 0,8 \dots 0,85$). Если в справочнике не указана величина номинальной мощности, отдаваемой транзистором в нагрузку, а указана максимально допустимая мощность, рассеиваемая на коллекторе $P_{\text{рас. макс.}}$, то можно принять $P_{\text{ном}} = P_{\text{рас. макс.}}$.

По частотным свойствам транзистор выбирается таким образом, чтобы рабочая частота ГВВ f_p лежала в пределах $3f_\beta < f_p < 0,5f_T$. Здесь:

$f_\beta = \frac{f_T}{\beta_0}$ — граничная частота усиления по току в схеме с ОЭ (на этой частоте β уменьшается в $\sqrt{2}$ раз);

$\beta_0 = \sqrt{\beta_{\min}\beta_{\max}}$ — среднее значение коэффициента передачи по току в схеме с ОЭ ($\beta_{\min}$, $\beta_{\max}$ — минимальное и максимальное значения статического коэффициента усиления по току, приведенные в справочнике);

f_T — предельная частота (частота транзита) усиления по току для схемы с ОЭ (на этой частоте коэффициент передачи по току уменьшается до единицы).

Если в справочнике не приводится значение f_T , а приводится только β — значения коэффициента усиления по току на некоторой частоте измерения $f_{\text{изм}}$, то можно определить частоту транзита в соответствии со следующим выражением:

$$f_T = \beta f_{\text{изм}}.$$

Далее следует проверить выбранный транзистор по коэффициенту усиления по мощности, который можно оценить по следующей формуле:

$$K_p = K_p' \left(\frac{f'}{f_p} \right)^2 \left(\frac{E_{\pi}}{E_{\kappa}'} \right)^2 \left(\frac{P'}{P_{1\text{треб}}} \right)^2,$$

где K_p' , f' , E_{κ}' , P' — справочные значения.

Подставляя справочные данные и остальные численные значения в приведенное выражение, получаем значения K_p . Если получилось $K_p < 2$, то необходимо взять другой транзистор. Если $K_p > 50$, то взять $K_p = 50$.

После выбора транзистора производится расчет коллекторной цепи.

По заданному значению угла отсечки θ определяются значения коэффициентов Берга α_0 и α_1 . Затем определяются основные параметры коллекторной цепи по следующим формулам:

$$\xi_{кр} = 0,5 + 0,5 \sqrt{1 - \frac{8P_{\text{треб}}}{S_{кр} E_{\pi}^2 \alpha_1}}$$

$$U_{н.кр} = \xi_{кр} E_{\pi};$$

$$I_{к1} = \frac{2P_{\text{треб}}}{U_{н.кр}};$$

$$I_m = \frac{I_{к1}}{\alpha_1};$$

$$I_{к0} = I_m \alpha_0;$$

$$P_0 = I_{к0} E_{\pi};$$

$$P_{\text{рас}} = P_0 - P_1 < P_{\text{доп}};$$

$$R_{н.кр} = \frac{U_1}{I_1};$$

$$\eta = 0,5 \frac{\alpha_1}{\alpha_0} \xi_{кр}.$$

Затем производится расчет амплитуды входного напряжения и напряжение смещения транзистора в соответствии со следующими выражениями:

$$U_{вх} = \frac{I_m}{S_{кр}(1 - \cos(\theta))};$$

$$E_{см} = E_{отс} - U_{вх} \cos(\theta) = 0,7 - U_{вх} \cos(\theta).$$

Далее необходимо определить время дрейфа $t_{др}$ носителей через базу и угол дрейфа $\varphi_{др}$ (сдвиг фазы между током и напряжением в коллекторной цепи) в соответствии со следующими выражениями:

$$t_{др} = \frac{1}{\omega_T} = \frac{1}{2\pi f_T};$$

$$\varphi_{\text{др}} = 360 f_{\text{др}} t_{\text{др}}.$$

Если угол дрейфа больше $(10...12)^{\circ}$, то следует выбрать более высокочастотный транзистор.

Далее находится угол отсечки базового и эмиттерного токов:

$$\theta_3 = \theta_6 = \theta_{\text{вх}} = \theta - 0,5 \cdot \varphi_{\text{др}},$$

где θ – угол отсечки тока коллектора.

Далее находятся коэффициенты Берга $\alpha_{13} = \alpha_{16}$, $\alpha_{03} = \alpha_{06}$ и значения токов базы, входной мощности и коэффициента усиления ГВВ по мощности:

$$I_{60} = \frac{I_{\text{к0}}}{\beta_0} = \frac{I_{\text{к0}}}{h_{21\text{э}}};$$

$$I_{6m} = \frac{I_{60}}{\alpha_{06}};$$

$$I_{61} = I_{6m} \alpha_{13};$$

$$P_{\text{вх}} = \frac{1}{2} I_{61} U_{\text{вх}};$$

$$K_p = \frac{P_{\text{треб}}}{P_{\text{вх}}}.$$

1.3. ЗАДАНИЕ 3. РАСЧЁТ ЦЕПЕЙ СВЯЗИ

Назначение цепей связи — преобразование выходного сопротивления ГВВ $R_{\text{н.кр}}$ в заданное сопротивление нагрузки $R_{\text{н}}$, и фильтрация высших гармоник. Порядок расчёта таких цепей изложен в [1] (страницы 71...76), [5], (страницы 198...207), [6], (страницы 90...96).

В узкодиапазонных транзисторных ГВВ цепи связи обычно выполняются в виде Г-, П- и Т-образных четырёхполюсников. Выбор типа звена связи (Г-, П- и Т-образное) производится произвольно.

Требуется рассчитать элементы цепи связи и привести электрическую схему выходного каскада с цепью согласования с нагрузкой.

Исходными данными для расчёта являются:

- а) $R_{\text{н}}$ — сопротивление нагрузки;
- б) f_p — рабочая (центральная) частота;

в) $2\Delta f$ — полоса частот, в которой работает ГВВ;

г) $R_{н. кр.}$ — выходное сопротивление ГВВ в критическом режиме.

Значения R_n , f_p , $2\Delta f$ берутся из таблицы 1.2 по вариантам. Номер варианта соответствует последней цифре номера зачётной книжки. $R_{н. кр.}$ — берётся из расчёта коллекторной цепи транзистора в задании № 2

Таблица 1.2

Исходные данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R_n , Ом	24	20	15	10	7	5	4	8	12	14
f_p , МГц	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25
$2\Delta f$, МГц	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0

2. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

2.1. ЗАДАНИЕ 1. УМНОЖИТЕЛИ ЧАСТОТЫ, АВТОГЕНЕРАТОРЫ

Перед выполнением задания следует ознакомиться с материалом, изложенным на страницах 120...124 [1.], страницах 110...119 [2], страницах 130...135 и 142...150 [3].

Вариант № 0

1. Благодаря каким свойствам кварца оказывается возможным сочетать пластинку кварца с электрической схемой, и почему кварцевый резонатор способен стабилизировать частоту автогенератора?
2. Для каких целей в радиопередатчиках применяются умножители частоты?

Вариант № 1

1. Перечислите и кратко поясните основные способы параметрической стабилизации частоты автогенераторов.
2. Приведите схему транзисторного умножителя частоты с кратностью умножения равной 5. Поясните принцип построения и работу схемы.

Вариант № 2

1. Изобразите схему и поясните принцип построения автогенераторов с кварцевым резонатором в цепи обратной связи.
2. Кратко поясните общие принципы и способы умножения частоты.

Вариант № 3

1. Поясните физические принципы кварцевой стабилизации частоты.
2. Изобразите схему варакторного удвоителя частоты, поясните принцип его построения и работы.

Вариант № 4

1. Изобразите принципиальную схему кварцевого автогенератора, выполненного по схеме емкостной трёхточки. Отметьте на схеме элементы трёхточки и поясните принцип её работы.
2. Какие задачи решаются в радиопередатчиках с помощью умножителей частоты? Изобразите схему варакторного учетверителя частоты и поясните его работу.

Вариант № 5

1. Изобразите схему обобщённого трёхточечного автогенератора. Запишите выражение для коэффициента обратной связи. Сформулируйте условия самовозбуждения генератора.
2. ГВВ работает на частоте 10 МГц в классе А с нагрузкой в виде резонансного контура. Каким образом перевести ГВВ в режим утроения частоты ?

Вариант № 6

1. Изобразите схему и поясните принцип действия варакторного утроителя частоты.
2. Запишите условия самовозбуждения автогенератора и условия стационарного режима. Изобразите электрическую схему АГ, выполненного по схеме индуктивной трёхточки.

Вариант № 7

1. Принцип работы транзисторных ГВВ? Изобразите схему транзисторного утроителя частоты.

2. Поясните принцип построения трёхточечных схем кварцевых автогенераторов. Приведите принципиальную схему любого трёхточечного кварцевого АГ и укажите на ней элементы обобщённой трёхточки.

Вариант № 8

1. Изобразите эквивалентную схему кварцевого резонатора и поясните принцип кварцевой стабилизации частоты.
2. Изобразите схему варакторного удвоителя частоты. Поясните принцип работы.

Вариант № 9

1. Изобразите обобщённую трёхточечную схему автогенератора. Запишите выражение баланса амплитуд и баланса фаз. Поясните их физический смысл.
2. Изобразите схему транзисторного удвоителя частоты и пояснить принцип его работы.

2.2. ЗАДАНИЕ 2. АМПЛИТУДНАЯ, ЧАСТОТНАЯ И ФАЗОВАЯ МОДУЛЯЦИИ (АМ, ЧМ, ФМ)

2.2.1. Варианты заданий

При выполнении этого задания номер варианта соответствует предпоследней цифре номера зачётной книжки. Перед выполнением задания следует изучить материал, изложенный на страницах 298...334 [1], страницах 280...319, 393...435 [2], страницах 324...332 [3]. Обратите внимание на различие энергетических соотношений при базовой и коллекторной модуляции, на сходство и различия ЧМ и ФМ.

Вариант № 0

1. При АМ дано: $U_{1н} = 100$ В; $I_{1н} = 0,45$ А; $M = 1$. Определите суммарную мощность спектральных составляющих в боковых полосах.
2. Что такое индекс частотной модуляции и как его величина влияет на спектр ЧМ сигнала?

Вариант № 1

1. При коллекторной АМ дано: $\xi = 0,9$; $E_n = 28$ В; $I_{0н} = 1,2$ А; $I_{1н} = 1,9$ А. Определите КПД генератора.

2. Поясните принцип осуществления ЧМ с помощью реактивного каскада. Приведите необходимые выражения и упрощенную принципиальную схему.

Вариант № 2

1. При базовой модуляции смещением дано: $U_{1н}=50$ В; $\theta_n=85^\circ$; $I_m=2$ А; $M=0,3$. Определите, на какую мощность следует выбирать активный элемент модулируемого каскада ?
2. Каковы основные преимущества и недостатки ЧМ по сравнению с АМ (по структуре спектра, полосе частот, энергетике)?

Вариант № 3

1. При АМ смещением известно: $P_{1\max}=140$ Вт, $P_{0\max}=100$ Вт, $M=1$. Определите КПД в режиме несущей частоты. Изобразите схему модулируемого каскада.
2. Изобразите схему кварцевого автогенератора, управляемого по частоте и поясните его работу.

Вариант № 4

1. Поясните косвенный метод осуществления ЧМ. Изобразите структурную схему РПДУ с косвенной ЧМ.
2. При базовой модуляции смещением дано: $P_{0н}=22$ Вт; $\eta_{\max}=35\%$; $M=1$. Определите $P_{1н}$, $P_{\text{рас.н}}$ (в режиме несущей).

Вариант № 5

1. При коллекторной АМ известно: $M=1$; $P_{0н}=20$ Вт; $\eta_n=60\%$. Определите $P_{\text{рас. max}}$. Изобразите упрощенную принципиальную схему ГВВ с коллекторной АМ.
2. В чём сходство и различие частотной и фазовой модуляций?

Вариант № 6

1. Поясните принцип осуществления косвенной фазовой модуляции (преобразованием ЧМ в ФМ). Изобразите структурную схему РПДУ с косвенной фазовой модуляцией.
2. Осуществляется тональная АМ. Изобразите векторную диаграмму и спектр данного сигнала, если $M=0,3$. Полагая $I_{1н}=3$ А, определите амплитуды токов остальных спектральных составляющих.

Вариант № 7

1. Изобразите упрощенную принципиальную схему и поясните принцип осуществления фазовой модуляции с помощью варикапа.
2. Какое число транзисторов с номинальной мощностью 10 Вт потребуется для того, чтобы генератор, модулируемый смещением с коэффициентом модуляции $M = 1$ в режиме несущей, отдавал в нагрузку мощность 10 Вт?

Вариант № 8

1. При тональной АМ дано: $M = 1$; $\xi_n = 0,8$; $E_n = 30$ В; $I_{1n} = 0,5$ А; $F_{\text{мод}} = 4$ кГц. Постройте спектр АМ сигнала и определите суммарную мощность спектральных составляющих боковых полос.
2. Перечислите основные способы осуществления ЧМ, поясните один из них. Изобразите упрощенную принципиальную схему частотного модулятора.

Вариант № 9

1. При базовой тональной модуляции смещением дано: $E_n = 30$ В; $\xi_{\text{max}} = 0,8$; $I_{1n} = 1$ А; $I_{0n} = 0,35$ А; $M = 1$. Определите $P_{1\text{max}}$.
2. Изобразите упрощенную принципиальную схему и поясните принцип осуществления частотной модуляции с помощью варикапа. Определите девиацию частоты, полосу частот, занимаемую ЧМ сигналом и постройте его спектр, если известно: $f_p = 40$ МГц; $m = 5$; $F_{\text{мод}} = 3$ кГц.

2.3. ЗАДАНИЕ 3. ОДНОПОЛОСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ (ОМ), ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ (ИМ), ПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА, ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ СВЯЗИ (ВОЛС)

Перед выполнением задания № 6 следует изучить материал изложенный на страницах 314...317, 268...290 [1], страницах 334...392 [2], страницах 304...324, 370...392 [3]. Обратите внимание на преимущества однополосной модуляции, на способы построения импульсных модуляторов.

Вариант № 0

1. Рассмотрите процесс импульсной модуляции в магнетроне. Изобразите упрощенную принципиальную схему импульсного модулятора с ёмкостным накопителем.
2. Изобразите структурную схему и поясните принцип формирования однополосного сигнала фазокомпенсационным методом. Приведите векторные диаграммы.

Вариант № 1

1. Поясните, почему в передатчиках с одной и той же выходной мощностью дальность связи в режиме ОМ будет значительно больше, чем в режиме АМ.
2. Требования к фильтрам в однополосной аппаратуре. Поясните принцип действия электромеханических фильтров.

Вариант № 2

1. Изобразите структурную схему однополосного передатчика, работающего на нижней боковой полосе, если полоса частот модулирующего сигнала $F_{\text{мод}} = (300 \dots 3400)$ Гц, рабочая частота $f_p = 15$ МГц. Изобразите вид спектра сигналов на выходе каждого элемента структурной схемы.
2. Что такое модовая дисперсия и каким образом можно добиться её уменьшения?

Вариант № 3

1. Приведите сравнительную характеристику ОМ и ЧМ по энергетике и спектру.
2. Что ограничивает полосу пропускания ступенчатых световодов?

Вариант № 4

1. Опишите один из способов формирования однополосного сигнала.
2. Изобразите структурную схему импульсного радиопередатчика и поясните назначение блоков.

Вариант № 5

1. Что представляет собой спектр однополосного сигнала? В какой параметр однополосного сигнала заложена информация при передаче телефонного сообщения?
2. Поясните принцип действия электрооптического модулятора на эффекте Керра.

Вариант № 6

1. Изобразите схему и поясните принцип действия импульсного модулятора с накопителем на длинной линии.
2. Сравните ОМ и АМ по энергетике и спектру.

Вариант № 7

1. Поясните фазокомпенсационный способ формирования однополосного сигнала и изобразите структурную схему такого формирователя ОМ сигнала.
2. Для импульсного передатчика дано: мощность в импульсе $P_{\text{и}} = 100$ кВт; частота следования импульсов $F_{\text{и}} = 100$ Гц; длительность импульса $\tau_{\text{и}} = 1$ мкс. На какую номинальную выходную мощность должна быть выбрана лампа?

Вариант № 8

1. Изобразите схему и поясните принцип действия балансного модулятора.
2. Изобразите схему импульсного модулятора с ёмкостным накопителем и поясните его работу.

Вариант № 9

1. Изобразите структурную схему однополосного передатчика, работающего на нижней боковой полосе, если полоса частот модулирующего сигнала $F_{\text{мод}} = (100 \dots 5000)$ Гц, рабочая частота $f_{\text{р}} = 3$ МГц. Изобразите спектрограммы сигналов на выходе каждого элемента схемы.
2. Частота следования радиоимпульсов $F_{\text{и}} = 1000$ Гц; скважность $Q = 4000$. Определите требуемую полосу пропускания антенно - фидерного тракта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белов Л. А. Устройства генерирования и формирования радиосигналов: учебн. для вузов / Л. А. Белов, В.М. Богачев, М.В. Благовещенский; под ред. Г. М. Уткина. — М.: Радио и связь, 1994. — 416 с.
2. Шахгильдян В.В. Радиопередающие устройства: учебн. для вузов / В.Б. Козырев, А.А. Ляховкин; под ред. В.В. Шахгильдяна.— М.: Радио и Связь, 2003. — 560 с..
3. Белов Л. А. Радиопередающие устройства: учебн. для вузов / Л. А. Белов, М.В. Благовещенский, Г. М. Уткин; под ред. М. В. Благовещенского, Г. М. Уткина.— М.: Радио и связь, 1982. — 408 с.
4. Петров Б. Е., Радиопередающие устройства на полупроводниковых приборах: учебн. пособие для радиотехнических спец. вузов / Б. Е. Петров, В. А Романюк. — М.: Высш. шк. , 1989. — 232 с.
5. Каганов В.И. Транзисторные радиопередатчики / В.И. Каганов. — М.: Энергия, 1976. — 328 с.
6. Шахгильдян В.В. Проектирование радиопередающих устройств: учебн. пособие для вузов / М.С. Шумилин, В.Б. Козырев, В.В. Шахгильдян; под ред. В. В. Шахгильдяна. — М.: Радио и связь, 1984. — 424с.
7. Методические указания по оформлению текстовых работ для студентов дневной и заочной форм обучения направления 0907 — «Радиотехника» / СевНТУ; сост. В.Г. Слезкин. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. — 15с.