



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Радиоэлектроника»

Методические указания
к практической работе
«Расчет временных, спектральных и
корреляционных характеристик сигналов»
по дисциплине

«Общая теория связи»

Авторы
Назарова О. Ю.,
Звездина М. Ю.

Ростов-на-Дону, 2019



Аннотация

Методические указания предназначены для студентов очной, заочной форм обучения направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Радиоэлектроника»
Назарова О.Ю.,

д.ф.-м.н., профессор кафедры
«Радиоэлектроника» Звездина М.Ю.



Оглавление

Цель работы.....	4
Порядок выполнения практической работы.....	4
1. Расчет временных и спектральных характеристик. ...	4
2. Расчет корреляционных характеристик	7
Типовые задачи для оценивания студентов по уровням	
обученности	10
Базовый уровень (уровень 1).....	10
Продвинутый уровень 1 (уровень 2)	12
Продвинутый уровень 2 (уровень 3)	13
Основная литература:	14

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Вырабатывать практические умения и прививать навыки в производстве расчетов, выполнении чертежей спектральных, временных и энергетических характеристик сигналов.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

1. Расчет временных и спектральных и характеристик.

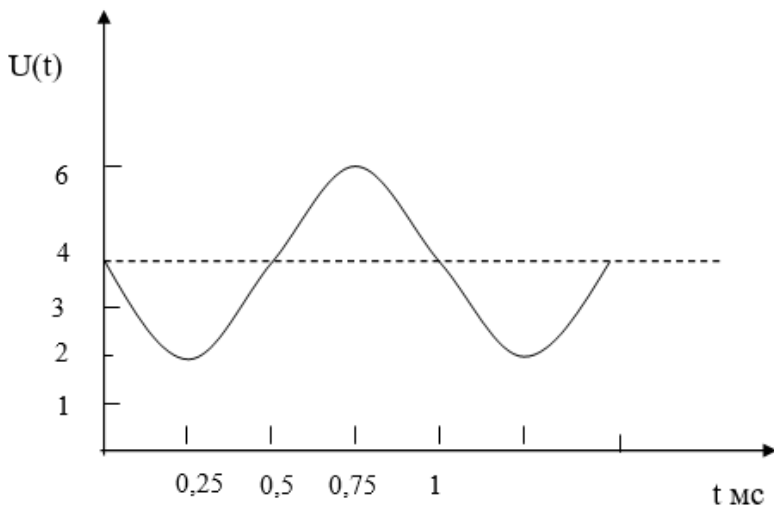
Задача №1. Рассчитать энергетические характеристики, вычертить временную диаграмму, спектр амплитуд и фаз сигнала, заданного выражением $U(t)=4 + 2\cos(2\pi 10^3 t + \pi/2)$ при сопротивлении нагрузки 1 Ом.

Решение:

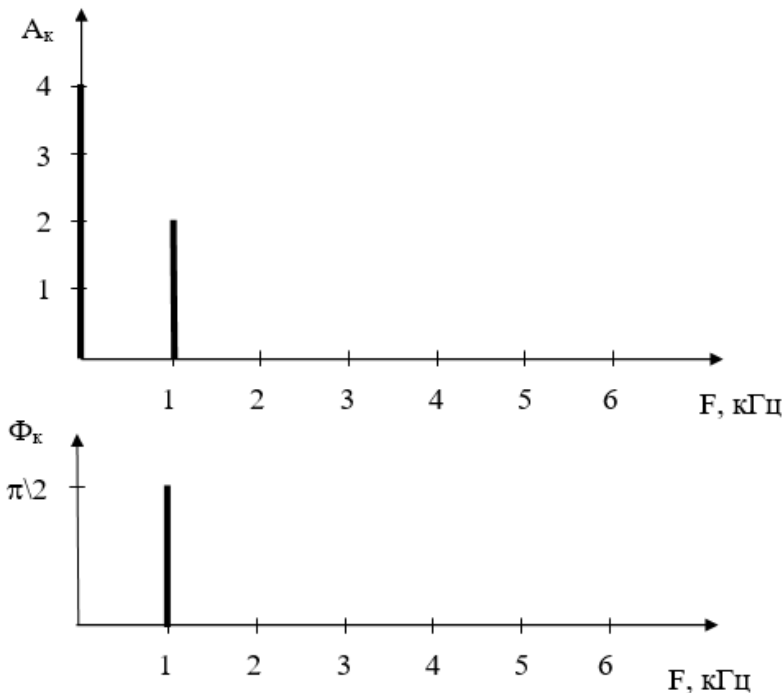
1. Постоянная составляющая: $U_0=4$ В;
2. Переменная составляющая: $U_{\sim} = 2\cos(2\pi 10^3 t + \pi/2)$ В,
 $U_m = 2$ В;
3. Мгновенная мощность: $P(t) = (4 + 2\cos(2\pi 10^3 t + \pi/2))^2 = 16 + 16\cos(2\pi 10^3 t + \pi/2) + 4\cos^2(2\pi 10^3 t + \pi/2)$ Вт;
4. Максимальная мощность при $\cos(2\pi 10^3 t + \pi/2) = 1$: $P_{\max} = 16 + 16 \cdot 1 + 4 \cdot 1 = 36$ Вт;
5. Минимальная мощность при $\cos(2\pi 10^3 t + \pi/2) = -1$: $P_{\min} = 16 + 16 \cdot (-1) + 4 \cdot (-1)^2 = 4$ Вт;
6. Средняя мощность: $P_{cp} = U_0^2 + U_{\sim}^2 = 16 + U_m^2/2 = 16 + 2 = 18$

$$7. \text{ Пик-фактор: } \Pi = \sqrt{\frac{P_{\max}}{P_{cp}}} = 36/18 = \sqrt{2}.$$

8. Вычертить временную диаграмму:



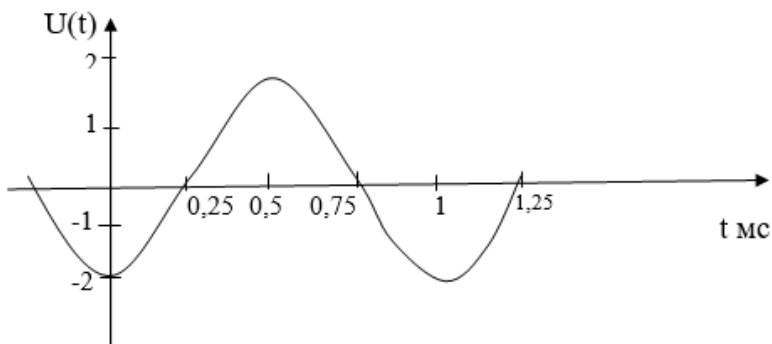
9. Вычертить спектр амплитуд и фаз:



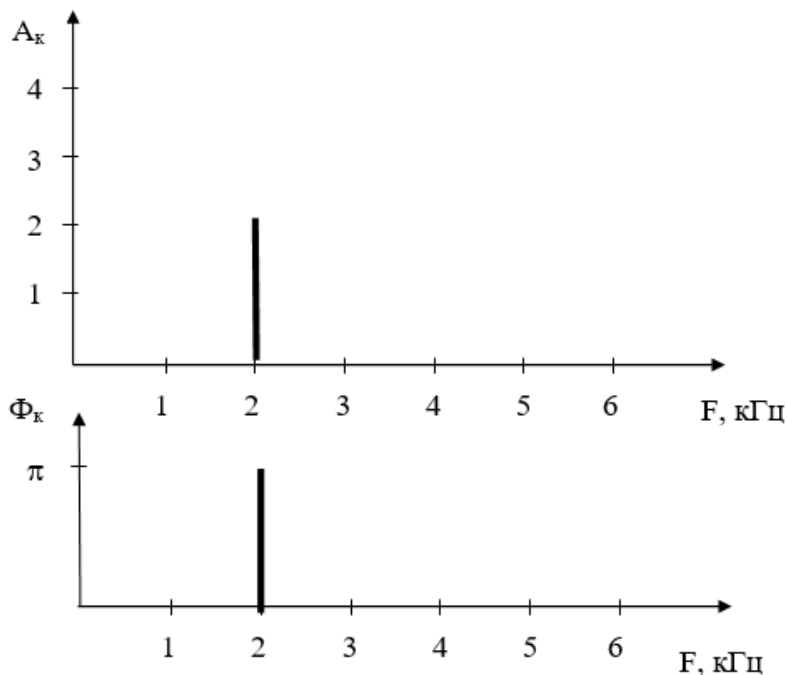
Задача №2. Рассчитать энергетические характеристики

сигнала, заданного выражением $U(t) = -2 \cos(4\pi 10^3 t)$ Построить временную и спектральную диаграммы сигнала.

1. Постоянная составляющая: $U_0 = 0$
2. Переменная составляющая: $U \sim -2 \cos(4\pi 10^3 t)$
3. Мгновенная мощность: $P(t) = 4 \cos^2(4\pi 10^3 t)$
4. Максимальная мощность: $P_{\max} = 4$
5. Средняя мощность: $P_{\text{ср}} = 2$
6. Пик-фактор: $\Pi = \sqrt{2}$
7. Временная диаграмма



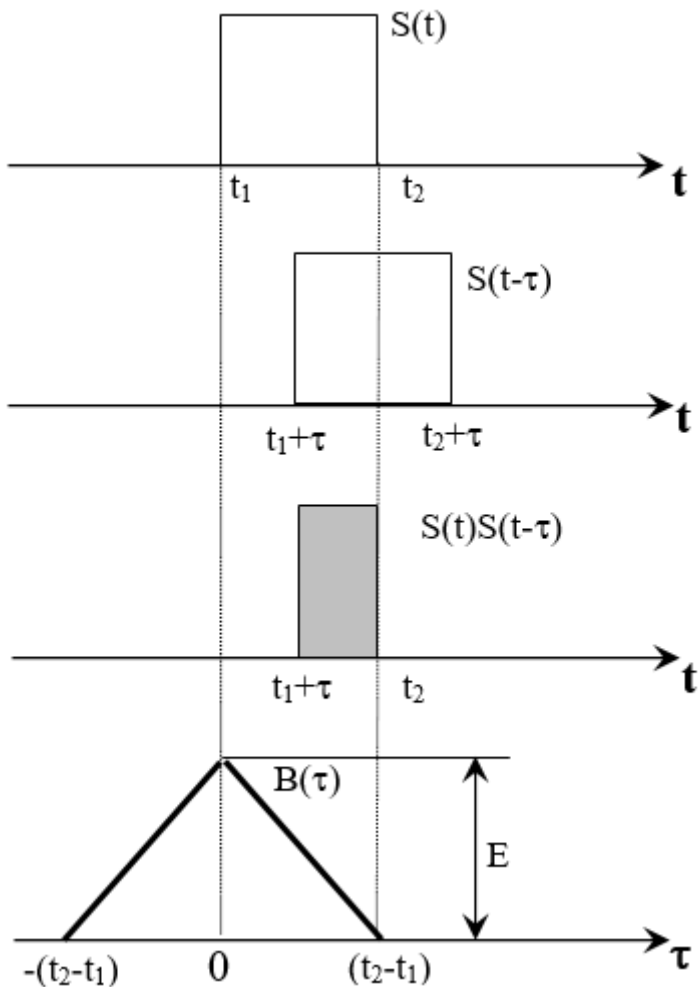
8. Вычертить спектр амплитуд и фаз:



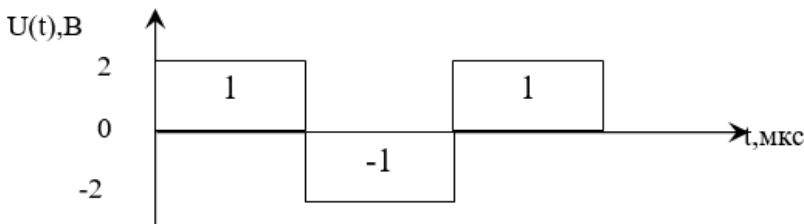
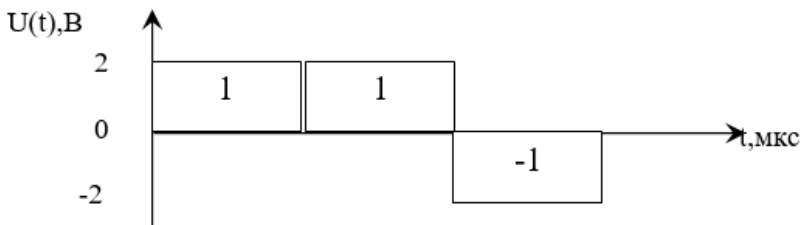
Далее студенты занимаются самостоятельным решением задачи по расчету спектральных, временных и энергетических характеристик электрических сигналов.

2. Расчет корреляционных характеристик

Задача №3. Построить АКФ одиночного видеоимпульса.



Задача №4. Вычислить и построить графики АКФ и ВКФ для следующих сигналов:



Расчет АКФ производится с помощью выражения:

$$B(\tau) = \sum_{i=1}^n u_1^i u_1^{M-\tau},$$

а ВКФ:

$$B(\tau) = \sum_{i=1}^n u_1^i u_2^{M-\tau}$$

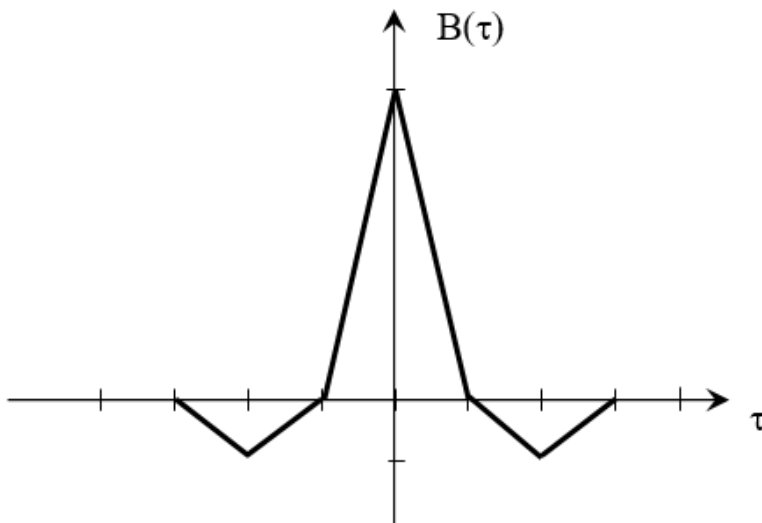
Для удобства проведения расчетов целесообразно заданный сигнал представить в виде единиц:

Для $\tau = 0$	1	1	-1	$B(\tau) = 2 \times 2 + 2 \times 2 + 2 \times 2 = 12$
	1	1	-1	

Для $\tau = 1$	1	1	-1	$B(\tau) = 2 \times 0 + 2 \times 2 + 2 \times (-2) = 0$
		1	1	-1

Для $\tau = 2$	1	1	-1	$B(\tau) = 2 \times 0 + 2 \times 0 + 2 \times (-2) = -2$	
			1	1	-1

Для $\tau = 3$	1	1	-1	$B(\tau) = 2 \times 0 + 2 \times 0 + 2 \times 0 = 0$		
				1	1	-1



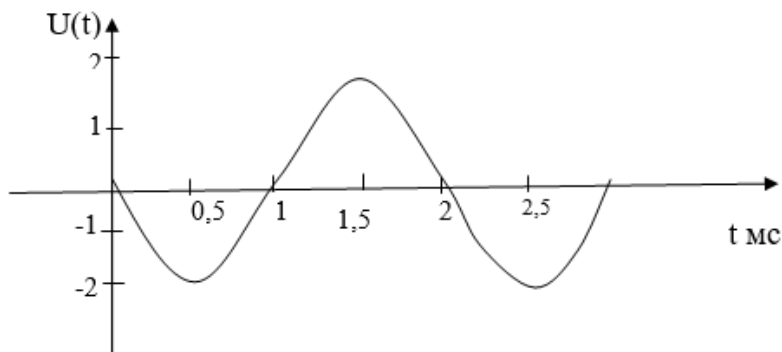
По полученным результатам строим график АКФ, учитывая, что график автокорреляционной функции симметричен относительно оси ординат.

ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ СТУДЕНТОВ ПО УРОВНЯМ ОБУЧЕННОСТИ

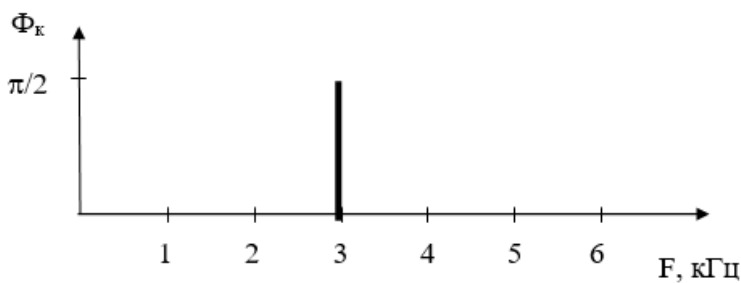
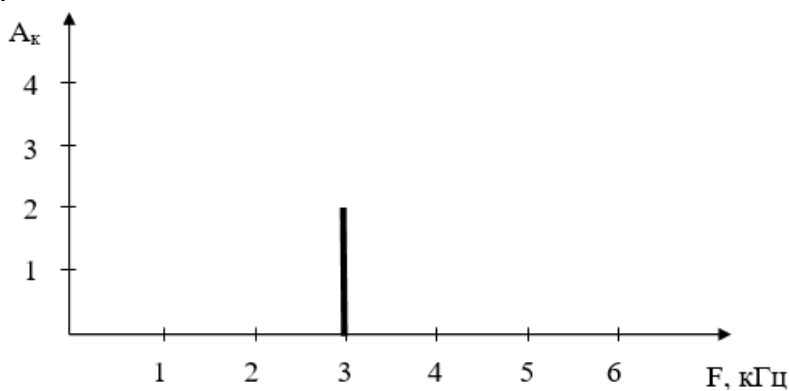
Базовый уровень (уровень 1)

1. Рассчитать энергетические характеристики, вычертить временную диаграмму, заданного выражением $U(t)=12 + 3\cos(2\pi 10^3 t + \pi/2)$ при сопротивлении нагрузки 1 Ом.

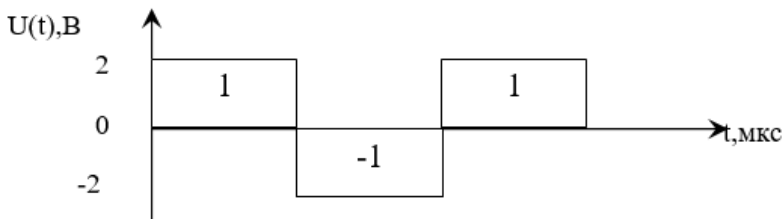
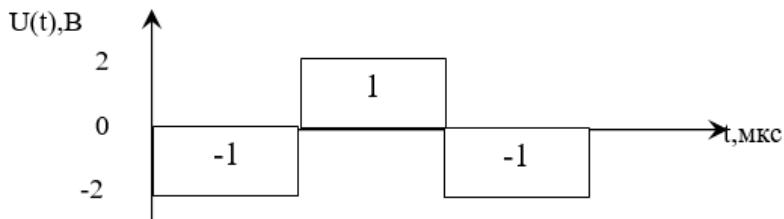
2. Записать аналитическое выражение сигнала по его временной диаграмме, рассчитать его энергетические характеристики



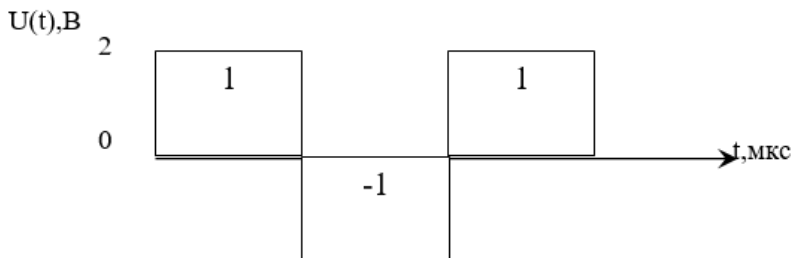
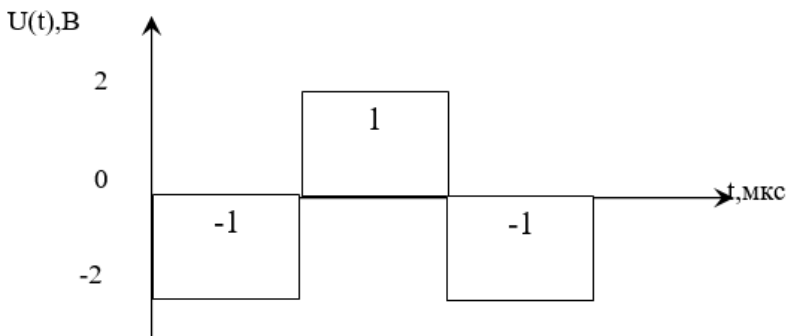
3. Записать аналитическое выражение сигнала по его спектру частоты и фазы, рассчитать его энергетические характеристики.



4. Вычислить и построить графики АКФ для следующих сигналов:



5. Вычислить и построить ВКФ для следующих сигналов:



Продвинутый уровень 1 (уровень 2)

1. Рассчитать энергетические характеристики, вычертить временную диаграмму, заданного выражением $U(t)=4 + 2\cos(2\pi 10^3 t + \pi/2)$. а так же спектр амплитуд и фаз сигнала при сопротивлении нагрузки 1 Ом,

2. Записать аналитическое выражение сигнала по его временной диаграмме, рассчитать его энергетические характеристики, а также вычертить спектр амплитуд данного сигнала.

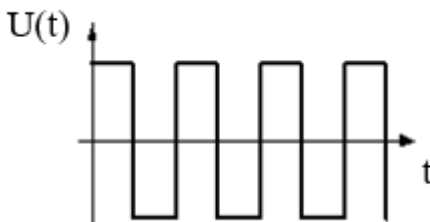
3. Записать аналитическое выражение сигнала по его спектру частоты и фазы, рассчитать его энергетические характеристики, а также вычертить его временную диаграмму.

4. Вычертить АКФ для для периодической последовательности прямоугольных импульсов длительностью $t = 10$ мс, периодом следования $T = 20$ мс.

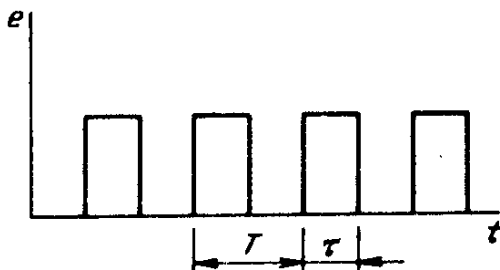
5. Вычертить ВКФ двух прямоугольных одиночных импульсов , $U_2(t)$, если $U_1(t)$ задан на интервале времени от $t_1 = 10$ мс до $t_2 = 20$ мс, а $U_2(t)$ задан на интервале времени $t_1 = 15$ мс до $t_2 = 25$ мс.

Продвинутый уровень 2 (уровень 3)

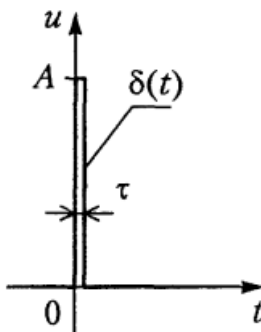
1. Определите спектр сигнала, график которого показан на рисунке:



2. Определите спектр меандра, показанного на рисунке, используя таблицы коэффициентов ряда Фурье.



3. Определите спектр дельта-функции, показанной рисунке:



4. Построить амплитудно-частотную характеристику, временную диаграмму фильтра, согласованного с одиночным радиоимпульсом длительностью $t_{\text{и}} = 10$ мс, несущей частотой 0,1 кГц.

5. Построить импульсную реакцию фильтра, согласованного с периодической последовательностью радиоимпульсов длительностью $t_{\text{и}} = 10$ мкс, периодом следования $T = 20$ мкс, несущей частотой 0,5 кГц.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Д.Д. Кловский "Теория электрической связи", М., 1998 г., с. 30-44, 49-60.
2. Б.И. Крук Телекоммуникационные системы и сети, Т.1, с.10-27

Дополнительная литература:

1. Н.Л. Теплов "Теория передачи сигналов по электрическим каналам связи", М., 1976г., с. 20-24.
2. В.Б. Хопов "Нелинейные радиотехнические устройства", Л., 1972. с. 24-31.