

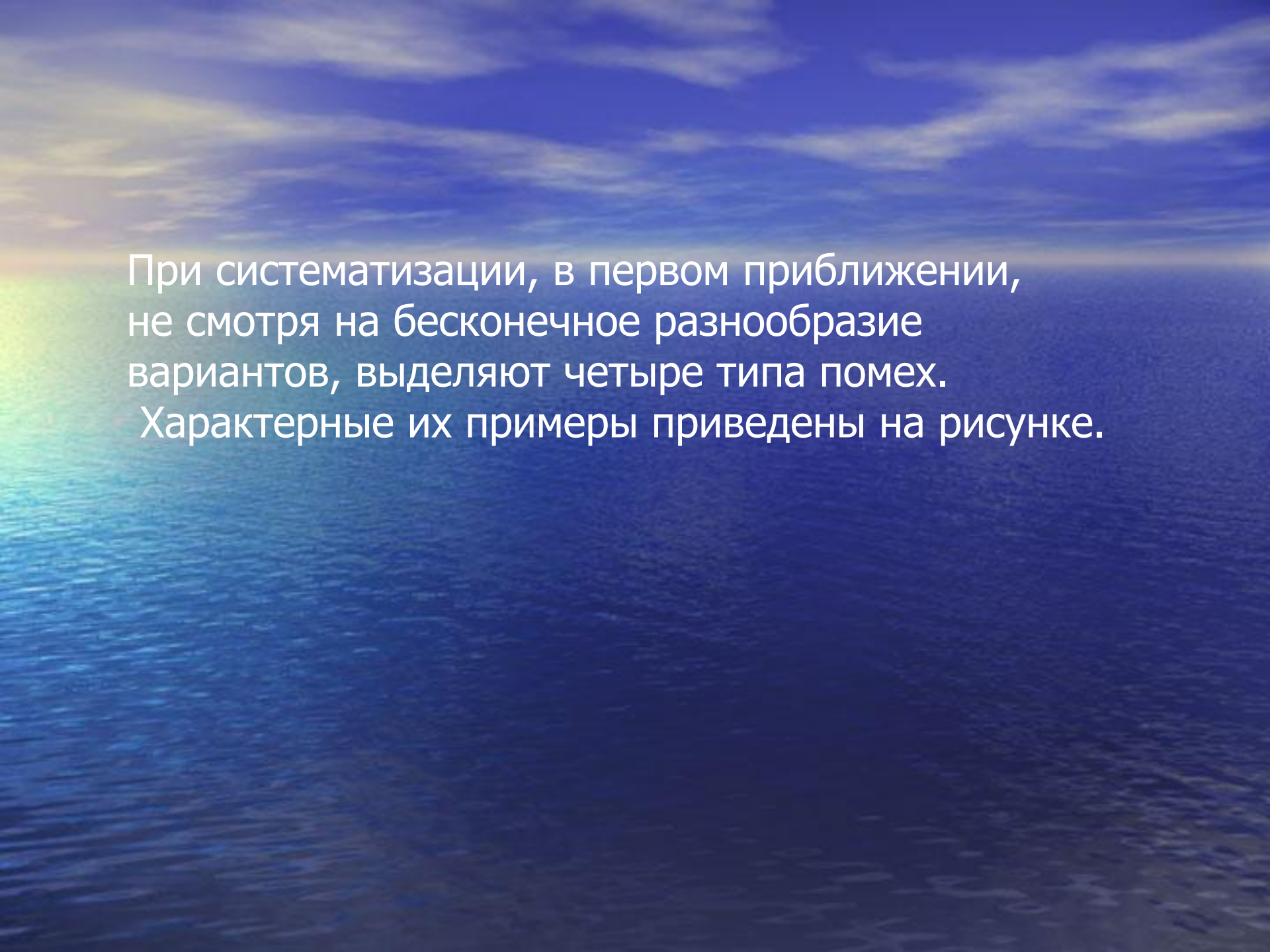
ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Тихонов Д.В., кафедра ЭСС

Лекция 2

Основные типы и возможные диапазоны значений электромагнитных помех

- Помехи, создаваемые источниками (напряжения, токи, электрические и магнитные поля), могут возникать как в виде периодически повторяющихся, так и случайно распределенных во времени величин.
- Процесс называется узкополосным, когда энергия спектра сосредоточена в основном в относительно узкой полосе частот около некоторой фиксированной частоты ω_0 или широкополосным, если указанное условие не выполняется



При систематизации, в первом приближении, не смотря на бесконечное разнообразие вариантов, выделяют четыре типа помех.
Характерные их примеры приведены на рисунке.

Узкополосные и широкополосные процессы

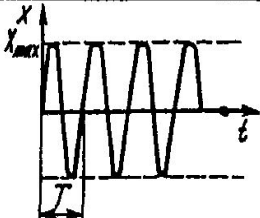
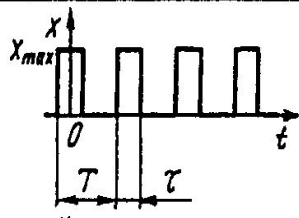
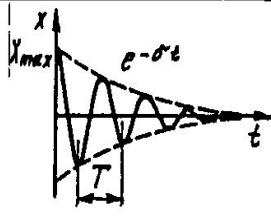
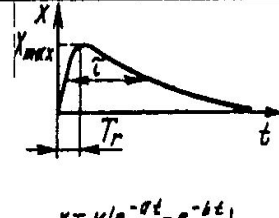
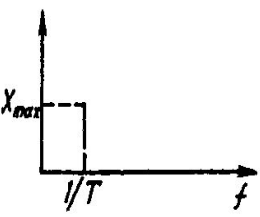
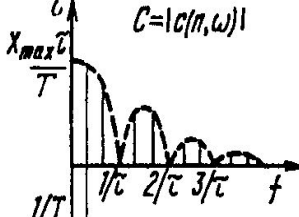
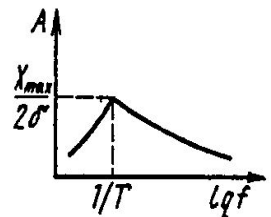
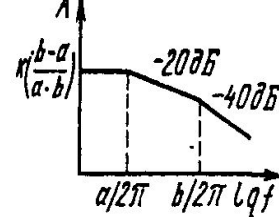
Периодические помехи		Непериодические, случайные помехи	
Узкополосные	Широкополосные	Узкополосные	Широкополосные
Временная область, изменение помех во времени			
 $x = X_{max} \sin \omega_0 t$ $\omega_0 = 2\pi/T$	 $x = \frac{X_{max}\tau}{T} + \sum_{n=1}^{\infty} c(n, \omega) \cos(n\omega t)$ $\omega_0 = 2\pi/T$	 $x = X_{max} e^{-\sigma t} \cos \omega_0 t$ $\omega_0 = 2\pi/T$	 $x = K(e^{-\sigma t} - e^{-bt})$ $K = f_1(X_{max}, T, \tau)$ $a = f_2(T, \tau)$ $b = f_3(T, \tau)$
Частотная область, амплитудные спектры			
	 $C = c(n, \omega) $		
С — амплитудный спектр		А — спектр амплитудной плотности	

Рис. 1.2. Систематизация разновидностей электромагнитных помех

На данном рисунке приведены следующие типы помех:
- синусоидальная, постоянно действующая периодическая
- помеха частотой 50 Гц, проникающая из системы питания
- или высокочастотная несущая волна. Данная помеха
- имеет спектральную плотность, представляемую двумя
- линиями вида

$$X(\omega) = X_{\max} (\delta(\omega - \omega_0) + \delta(\omega + \omega_0))$$

и представляет собой узкополосный процесс;

- последовательность прямоугольных (например, тактовых) импульсов. Данная бесконечная последовательность может быть представлена в форме ряда Фурье и является примером широкополосного процесса с дискретным спектром.
- периодические затухающие однократные импульсы, случайно возникающие, например, в системе электроснабжения и представляющие собой узкополосный процесс;
- одинокные импульсы, образованные двумя экспонентами (например, разряды атмосферного и статического электричества) и представляющие собой широкополосный процесс.

Противофазные и синфазные помехи

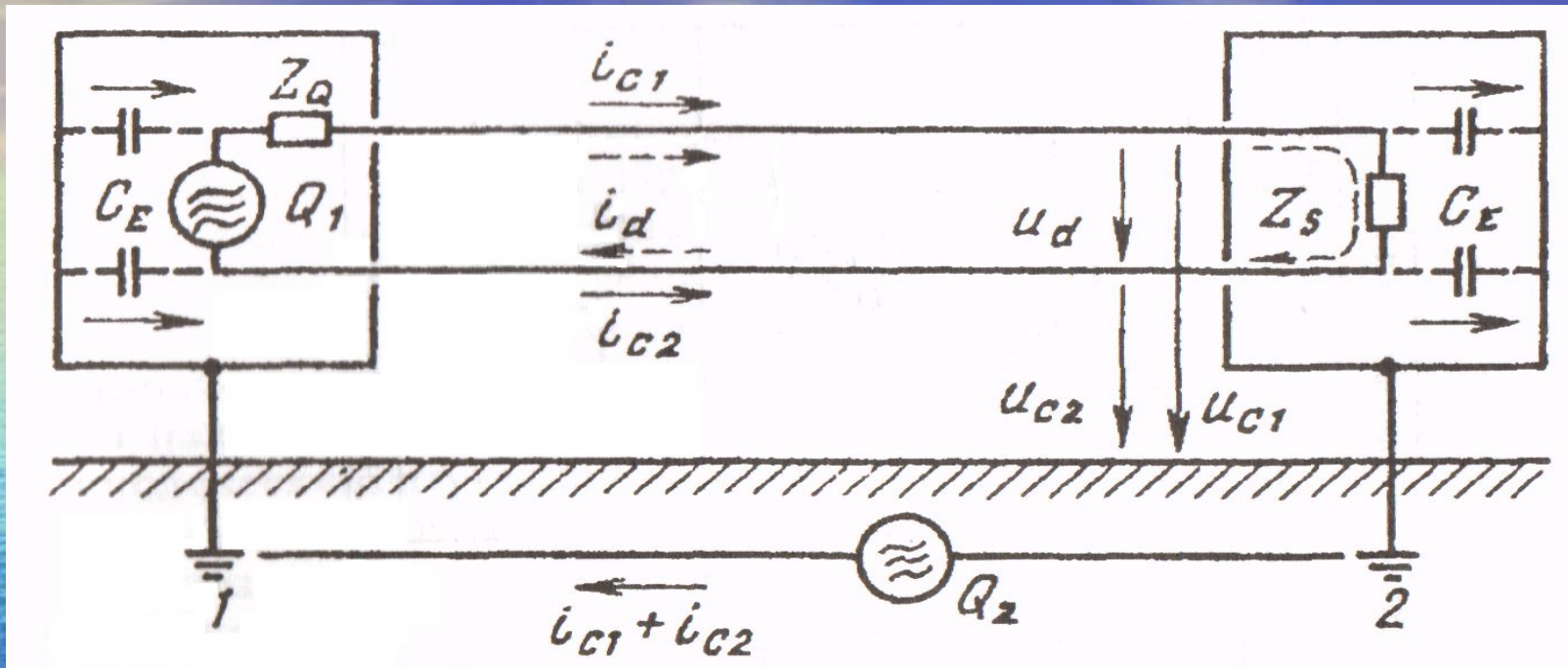


Рис. 1.3. Помехи, связанные с передачей сигналов по линии:

C_E - паразитные емкости относительно заземленного корпуса; Q_1 - источник противофазных помех; Q_2 - источник синфазных помех; Z_Q, Z_S - полные сопротивления источника и приемника помех; i_{C1}, i_{C2} - синфазные токи, i_d - противофазный ток; u_{C1}, u_{C2} - синфазные напряжения помех; u_d - противофазное напряжение помех.

Земля и масса

Земля

Защитный провод
Заземление
Защитное заземление
Нулевой провод
заземления
Провод заземленной
системы опорного
потенциала
Заземленный корпус

Масса

Нейтральный провод
Масса схемы
Нулевая точка
Сигнальная масса
Измерительная земля
Нулевое напряжение (0 В)

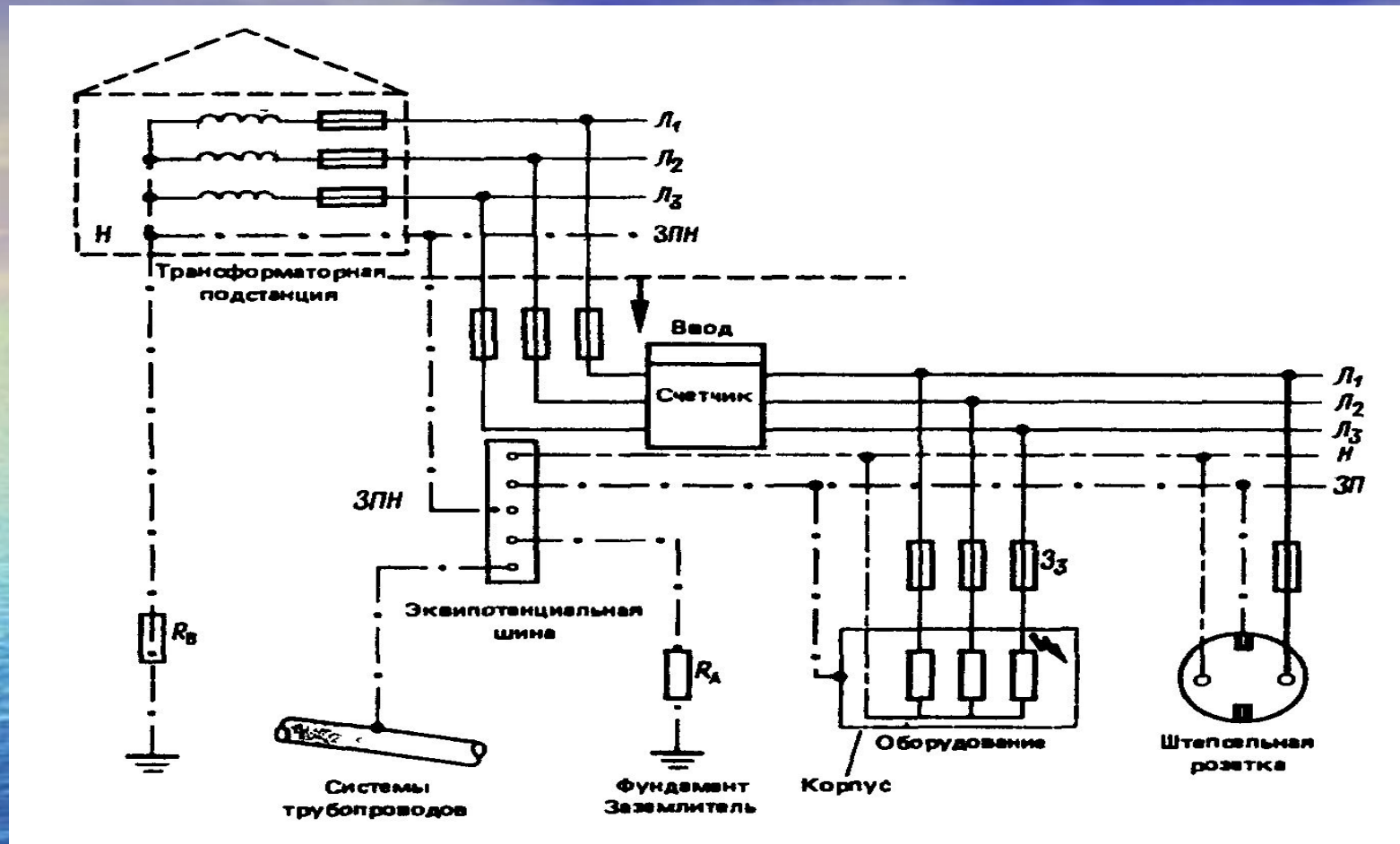
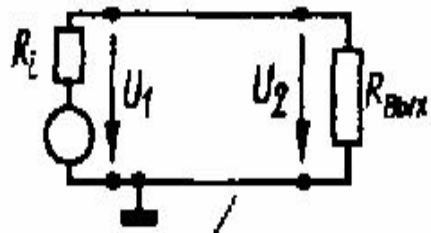


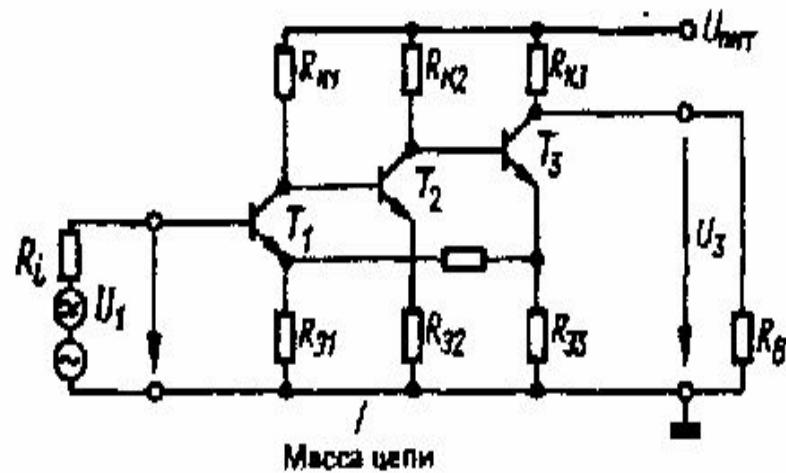
Рис. 1.4. Заземление в низковольтной сети:

L_1, L_2, L_3 – фазные провода сети; ЗПН – защитный провод нейтрали; ЗП – защитный провод; Н – нейтральный провод; Z_3 – защитный автомат; R_A, R_B – сопротивление заземлителя потребителя и подстанции

К понятию «масса»



а) Электрическое соединение
через корпус



б)

Под массой в схемотехнике понимают общую систему опорного потенциала, по отношению к которой измеряются узловые напряжения цепи (шина, провод опорного потенциала, корпус, нулевая точка).

В простой цепи это просто обратный провод, в электронной схеме – общий обратный провод для всех электрических контуров

Способы описания и основные параметры помех

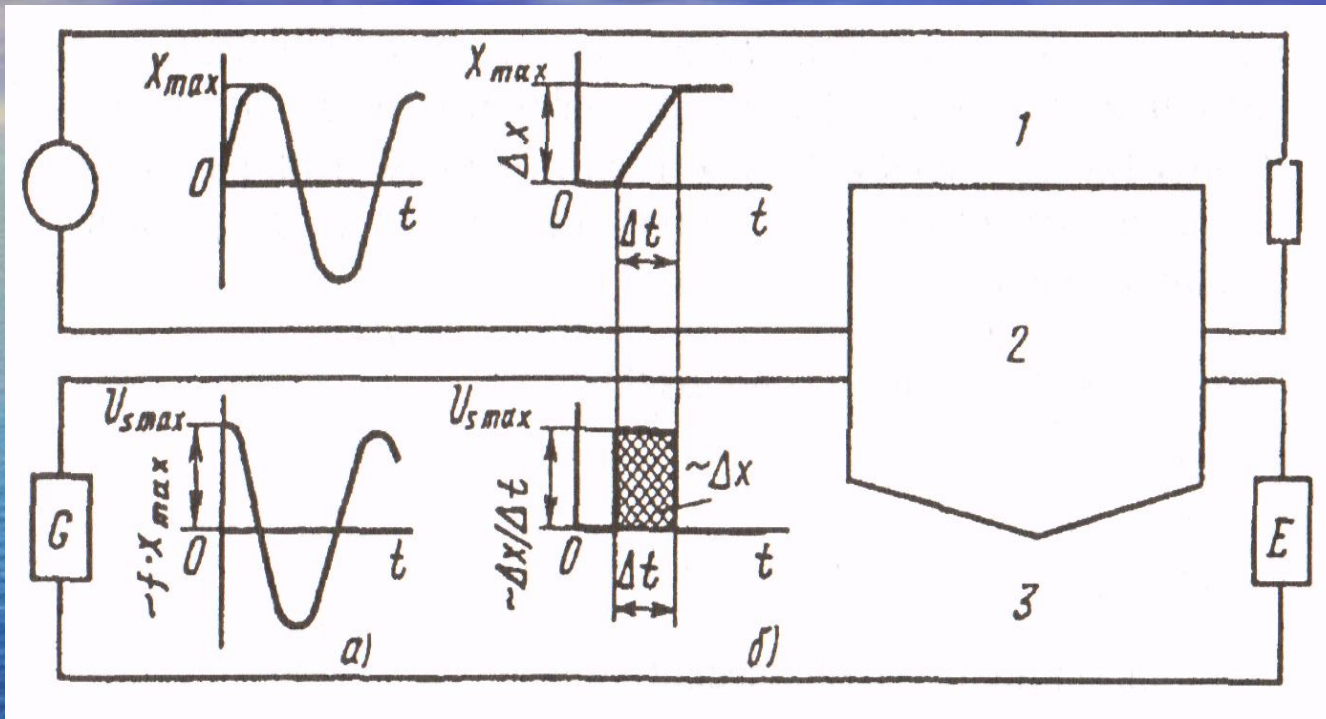
- Помехи можно представить и описать как во временной, так и в частотной области. Однако, обычно не так важно точное описание формы помехи, как ее точные параметры, от которых зависит ее мешающее воздействие.

Для периодических помех такими являются: частота f и амплитуда X_{max} . Эти параметры определяют амплитуду напряжения помехи во вторичных контурах U_{max} .

Для непериодических помех важнейшими параметрами являются следующие:

- - скорость изменения (скорость нарастания или спада). Данная величина определяет максимальное напряжение помехи U_{smax} , вызванной во вторичной цепи;
- - интервал времени t_s , в течение которого помеха x имеет максимальную скорость изменения амплитуды; этот интервал идентичен длительности действия напряжения помехи u_s во вторичной цепи;
- - максимальное значение изменения амплитуды ΔU_s , пропорциональное интегралу напряжения помехи вторичной цепи по времени (площади импульса помехи).

Пояснение параметров периодических (а) и непериодических переходных (б) помех:



E – приемник сигналов;
 G – источник сигналов; X – помеха (напряжение или ток);
 U_s – напряжение помехи, обусловленное связью;
 1 – влияющий контур; 2 – гальваническая, емкостная или индуктивная связь; 3 – контур, подверженный влиянию

Для взаимосвязанного представления этих величин с точки зрения электромагнитной совместимости используют при периодических помехах амплитудный спектр, а для импульсных помех – т.н. спектр амплитудной плотности. Оба этих представления обеспечивают:

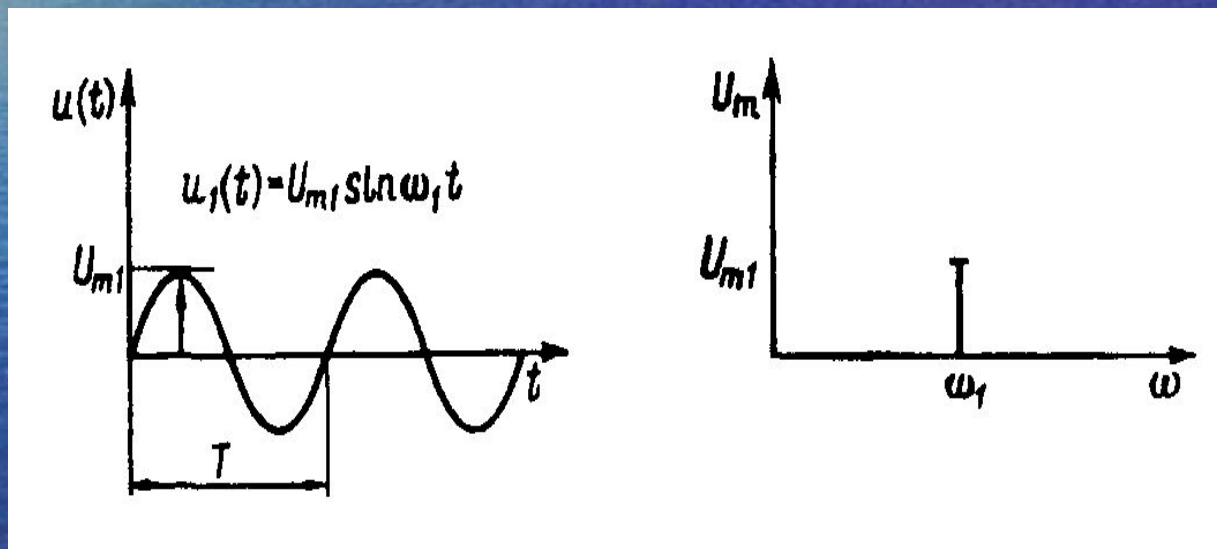
- оценку воздействия помехи на систему;
- расчет воздействий, обусловленных заданной связью;
- выбор параметров средств подавления помех, например фильтров;
- определение граничных областей, например, максимального возможного или допустимого излучения помех или охарактеризовать границы помехоустойчивости;
- получение представлений о воздействии при испытаниях согласно нормам электромагнитной совместимости, т.е. о параметрах генераторов, применяемых при испытаниях.

Описание электромагнитных влияний в частотной и временной областях

В принципе электромагнитные влияния могут рассматриваться как во временной, так и в частотной области. Однако поскольку передаточные свойства путей связи и средств помехоподавления удобнее представлять в частотной области, такое представление чаще всего предпочитают и для помех. Пересчет периодических процессов из временной области в частотную выполняют при помощи ряда Фурье, пересчет однократных импульсных процессов - при помощи интеграла Фурье.

Представление периодических функций времени в частотной области. Ряд Фурье.

Синусоидальные или косинусоидальные помехи (гармонические процессы) могут быть представлены как во временной, так и в частотной областях непосредственно. В частотной области помеха характеризуется угловой частотой ω и частотой колебаний $f / 2\pi / \omega$.

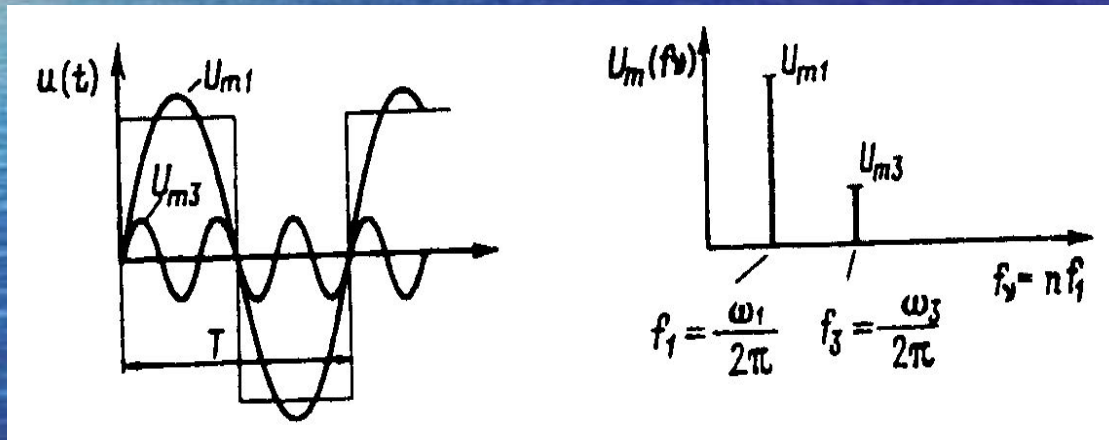


Представление синусоидальной помехи во временной и частотной областях

Несинусоидальные периодические функции - например, пилообразной или прямоугольной формы импульсы напряжения или тока выпрямителей которые, в некоторых случаях, возможно описать аналитически, - могут быть представлены в частотной области как бесконечная сумма синусоидальных и косинусоидальных колебаний, т. е. рядом Фурье.

Например, можно представить себе несимметричное напряжение прямоугольной формы возникшим как наложение основного колебания и основной частоты $f_1 = 1/T$ и бесконечно многих гармонических колебаний u_v с частотами νf_1 .

Зависимость амплитуды отдельных колебаний от частоты представляет собой дискретный линейчатый спектр. Наименьшая встречающаяся в линейчатом спектре частота - основная частота. Частоты высших гармоник являются значениями, кратными этой основной частоте, например $f_3 = 3f_1$.



Периодическая несинусоидальная функция