

## Лекция 1/6. Помехи

2014 г





**Помехи** – это любые мешающие воздействия, приводящие к искажению спектрально-временных характеристик передаваемого сигнала  $s(t)$ .

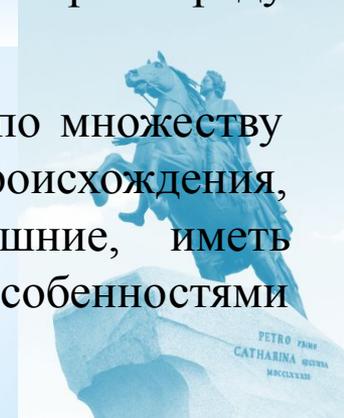
## 1. Классификация помех

**Помехи воздействуют во всех сечениях канала передачи информации**, начиная с входа оконечной аппаратуры в тракте передачи. **Например:**

- акустический шум в помещении или в кабине пилотов воздушного судна, воздействуя на микрофон, создает помехи уже на входе телефонного канала передачи;
- искрение контактов передающих телеграфных аппаратов создает помехи на входе телеграфного канала передачи;
- тепловой и дробовой шум радиотехнических цепей ОА, СА и КОА создают помехи в тракте передачи канала передачи информации.

**Однако определяющими являются помехи**, создаваемые средой распространения сигнала, и помехи, попадающие в канал передачи информации через среду распространения сигнала.

Классификацию помех, влияющих на работу РЭС, можно проводить по множеству признаков, т.к. помехи могут быть естественного или искусственного происхождения, непреднамеренные и преднамеренные, внутрисистемные и внешние, иметь различные электрические характеристики, отличаться особенностями распространения, воздействия, влияния.

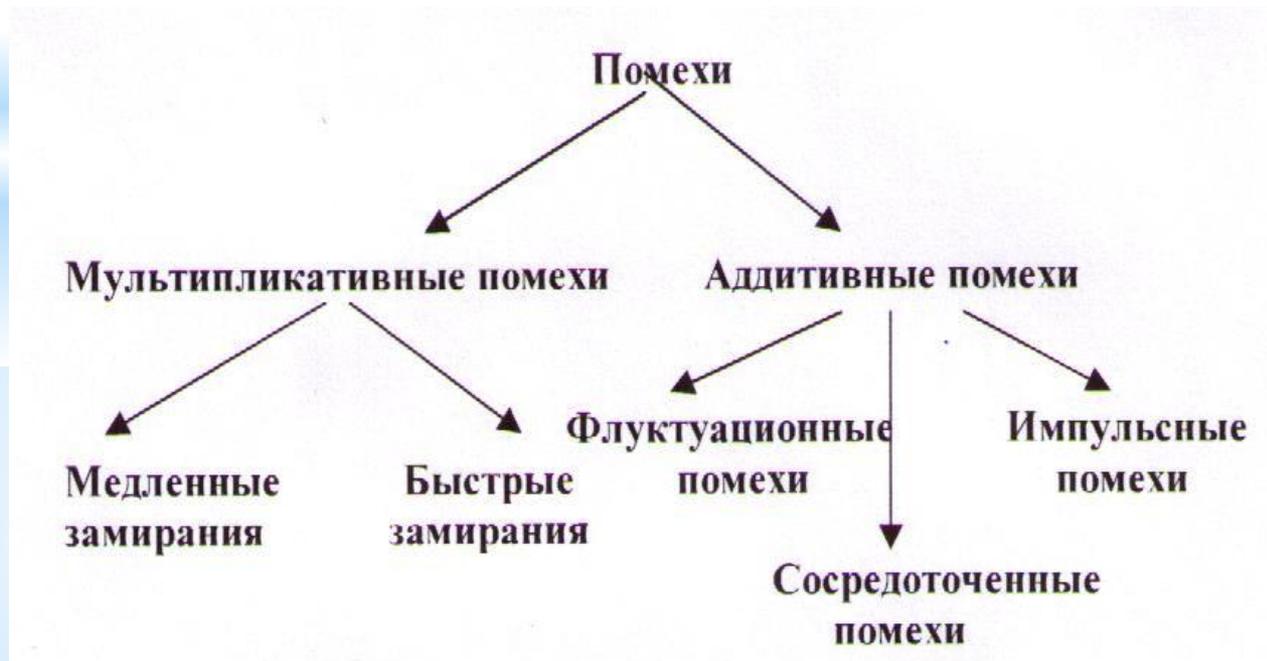


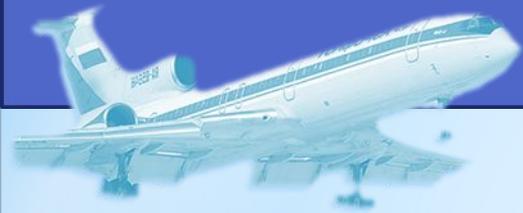
Исходя из целей изучаемой дисциплины, проведем классификацию действующих помех только по двум признакам:

- по характеру воздействия помехи на сигнал;
- по спектрально-временным характеристикам помех.

По характеру воздействия на сигнал **помехи** разделяют на мультипликативные  $\mu(t)$  и аддитивные  $n(t)$ .

Классификация помех приведена на рисунке.





## 2. Мультипликативные помехи

Воздействие мультипликативной помехи  $\mu(t)$  на сигнал  $s(t)$  описывается формулой:

$$u(t) = \mu(t)s(t),$$

где  $u(t)$  – сигнал на входе тракта приема (принимаемый сигнал).

**Из формулы следует:**

- воздействие мультипликативной помехи проявляется только при наличии сигнала.
- мультипликативную помеху можно рассматривать как коэффициент передачи среды распространения сигнала, т.е. среды распространения радиоволн.

Т.к.  $\mu(t) \ll 1$ , то воздействие мультипликативной помехи на сигнал называют *замиранием сигнала*.

Среда распространения сигнала характеризуется многолучевым распространением радиоволн, в результате чего в место приема приходит множество копий переданного сигнала  $\{\mu_k(t)s(t)\}$ ,  $k \in [1, M]$  претерпевших в процессе распространения различные степени ослабления за счет поглощения и рассеяния энергии радиоволны ( $M$  – количество копий сигнала, пришедших в место приема разными путями).



**Степень поглощения и рассеяния энергии радиоволны** зависит от ее частоты, траектории ее распространения, а также от состояния среды распространения радиоволн.

Кроме того, **все копии сигнала при распространении проходят разный путь**, определяемый траекториями их распространения, а значит приходят они в место приема с разными задержками  $\tau_{\text{зад}k}$ .  $k = [1, M]$ .

**Для многолучевой среды распространения радиоволн** принимаемый сигнал можно представить в виде

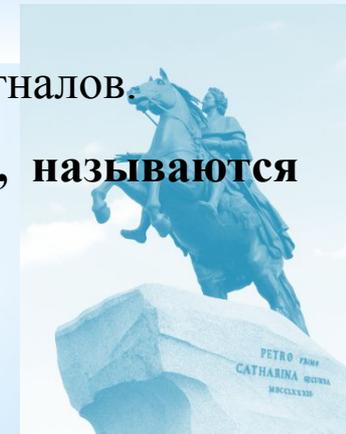
$$u(t) = \sum_{k=1}^M \mu_k(t) s(t - \tau_{\text{зад}k}).$$

**Изменение характеристик среды распространения радиоволн, влияющих на изменение значений  $\mu_k(t)$ , как правило, происходит медленно.** Поэтому период этих изменений  $T_{\text{СРРВ}}$  значительно больше длительности элемента сигнала  $T_{\text{рс}}$ , т.е.

$$T_{\text{СРРВ}} \gg T_{\text{рс}},$$

где  $T_{\text{рс}} = \tau$  – для дискретных сигналов и  $T_{\text{рс}} = 1/F_{\text{н}}$  – для непрерывных сигналов.

**Замирания сигнала, определяемые характеристиками среды РРВ, называются медленными замираниями сигнала.**





Из проведенного ранее анализа особенностей распространения радиоволн различных диапазонов следует, что в большей или меньшей степени **все радиосигналы подвергнуты воздействию интерференционных замираний**, возникающих в результате суммирования в месте приема копий сигнала с разными фазами, определяемыми разными их задержками при распространении  $\tau_{\text{зад}k}$ ,  $k = [1, M]$ .

**Интерференционные замирания называются *быстрыми замираниями сигнала*.**

**Период быстрых замираний сигнала  $T_{\text{интер}}$**  соизмерим или меньше длительности элемента сигнала  $T_{\text{рс}}$ , т.е.

$$T_{\text{интер}} \leq T_{\text{рс}}$$

### 3. Аддитивные помехи

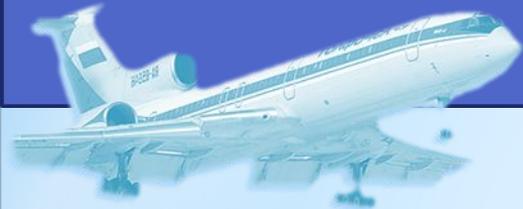
**Воздействие аддитивной помехи  $n(t)$  на сигнал  $s(t)$**  описывается формулой

$$u(t) = s(t) + n(t).$$

**Из формулы следует – аддитивная помеха существует вне зависимости от наличия сигнала.**

**К аддитивным помехам относятся шумы, сигналы посторонних радиостанций, разряды атмосферного электричества и т.п.**





**По спектрально-временным характеристикам аддитивные помехи разделяют на**

- флуктуационные;
- сосредоточенные (сосредоточенные по частоте);
- импульсные (сосредоточенные по времени).

**Флуктуационная помеха (ФП)  $n_{\text{фп}}(t)$**  – это помеха, длительность которой  $T_{\text{фп}}$  много больше длительности элемента сигнала  $T_{\text{рс}}$ , а ширина спектра помехи  $\Delta f_{\text{фп}}$  много больше ширины спектра радиосигнала  $\Delta f_{\text{рс}}$ , т.е.

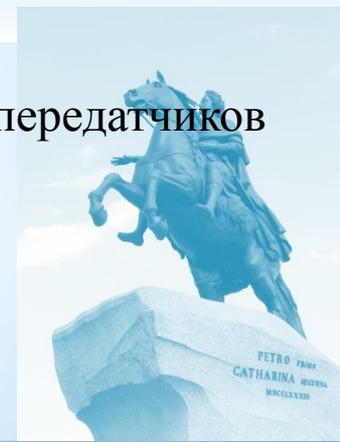
$$T_{\text{фп}} \gg T_{\text{рс}} \quad \text{и} \quad \Delta f_{\text{фп}} \gg \Delta f_{\text{рс}}.$$

**К флуктуационным помехам относятся** шумовые помехи любого происхождения.

**Сосредоточенная помеха (СП)  $n_{\text{сп}}(t)$**  – это помеха, длительность элемента которой  $T_{\text{сп}}$  соизмерима или больше длительности элемента сигнала  $T_{\text{рс}}$ , а ширина спектра помехи  $\Delta f_{\text{сп}}$  соизмерима или меньше  $\Delta f_{\text{рс}}$ , т.е.

$$T_{\text{сп}} \approx \text{или} > T_{\text{рс}} \quad \text{и} \quad \Delta f_{\text{сп}} \approx \text{или} < \Delta f_{\text{рс}}.$$

**К сосредоточенным помехам относятся** в основном помехи от передатчиков посторонних радиолиний.



**Импульсная помеха (ИП)**  $n_{ип}(t)$  – это помеха, длительность элемента которой  $T_{ип}$  много меньше длительности элемента сигнала  $T_c$ , а ширина спектра помехи  $\Delta f_{ип}$  много больше ширины спектра радиосигнала  $\Delta f_{рс}$ , т.е.

$$T_{ип} \ll T_{рс} \quad \text{и} \quad \Delta f_{ип} \gg \Delta f_{рс}.$$

**К импульсным помехам относятся** многие помехи естественного и промышленного происхождения.

**Совместное воздействие мультипликативных и аддитивных помех** на передаваемый сигнал  $s(t)$  описывается формулой

$$u(t) = \sum_{k=1}^M \mu_k(t) s(t - \tau_{зад k}) + n(t).$$

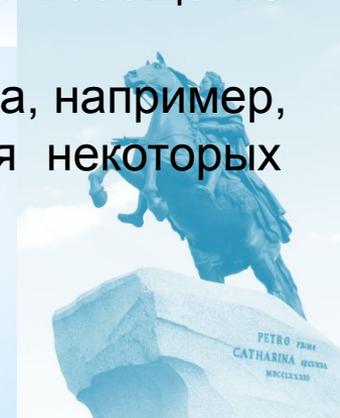
Из проведенного анализа следует, что **классификацию всех помех, а аддитивных помех особенно, необходимо проводить только по отношению к конкретному сигналу.**

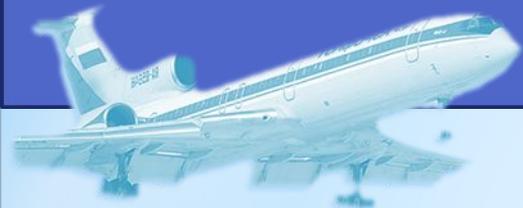
**Одна и та же аддитивная помеха при воздействии на радиолинии, работающие разными сигналами, может относиться к разным классам.**



## Примеры основных видов аддитивных помех:

- Излучения сигналов посторонних радиопередающих устройств.
- Побочные излучения радиопередающих устройств: работая на отведенной частоте, передатчик может создавать одновременно излучения радиоволн с другими частотами.)
- Атмосферные помехи: электрические явления в атмосфере, особенно молниевые разряды, создают электромагнитные волны, далеко распространяющиеся во всех направлениях.
- Индустриальные помехи: электромагнитные излучения промышленных, транспортных, медицинских, научных, бытовых и прочих электрических установок, возникающие главным образом при наличии электрических искр, дуги, либо при скачкообразных изменениях тока в электрических цепях.
- Внутренние шумы радиотехнических устройств: тепловой и дробовой шумы, возникающие в электронных приборах, в транзисторах, диодах и вообще во всех цепях радиотехнических устройств.
- Космические шумы: радиоизлучения из космического пространства, например, радиоизлучение Солнца в диапазоне метровых волн, излучения некоторых созвездий и туманностей.





## Выводы

1. **Помехи воздействуют во всех сечениях** канала передачи информации,
2. По характеру воздействия на сигнал **помехи подразделяются на мультипликативные и аддитивные.**
3. **Мультипликативные помехи подразделяются** на медленные и быстрые замирания сигнала.
4. **Аддитивные помехи по спектрально-временным характеристикам подразделяют** на флуктуационные, сосредоточенные (сосредоточенные по частоте) и импульсные (сосредоточенные по времени).
5. **Классификацию всех помех необходимо проводить только по отношению к конкретному сигналу.**

