# Индустриальные помехи

Задачи ЭМС 3

# Возникновение индустриальных помех

- Индустриальные помехи – электромагнитные помехи в диапазоне радиочастот, создаваемые электрическими и электронными устройствами всех видов и излучений, кроме тех, которые работают на присвоенных им частотах.
- Для индустриальных помех существуют возможности регулирования их влияния как в рецепторах, так и в источниках.
- Источники: электрооборудование, транспортные средства, ЛЭП, промышленное оборудование и т.д.
- Требования по допустимым уровням индустриальных помех регулируются нормами ГКРЧ
- Источники индустриальных помех (устройства) подвергаются контролю качества параметров ЭМС при выпуске и сертификации.
- Задачу обеспечения ЭМС при возникновении индустриальных помех решают на этапе проектирования сети

# Международный специальный комитет по радиопомехам (СИСПР)

Подкоммитеты:

- A – Измерения помех и статистические методы
- B – Помехи, относящиеся к промышленным, научным и медицинским радиочастотным установкам, другим промышленным установкам, воздушным линиям электропередач, высоковольтному оборудованию и системам с электротягой
- D – Электромагнитные помехи, относящиеся к электрическому/электронному оборудованию автомобилей и устройствам, содержащим двигатели внутреннего сгорания
- F – Помехи, относящиеся к бытовым приборам, инструментам, осветительному оборудованию и подобным установкам
- H – Нормы для защиты радиослужб
- I – Электромагнитная совместимость оборудования информационных технологий, оборудования мультимедиа и приемников

# Рецепторы индустриальных помех

**Класс 1 - РЭС**

- Основной путь проникновения индустриальной помехи – антенный вход РЭС
- Дополнительные пути проникновения: провода заземления, цепи питания, контурами вследствие некачественного экранирования

**Класс 2 – не относится к РЭС**

- Основные пути проникновения индустриальной помехи – провода заземления, цепи питания, контурами вследствие некачественного экранирования

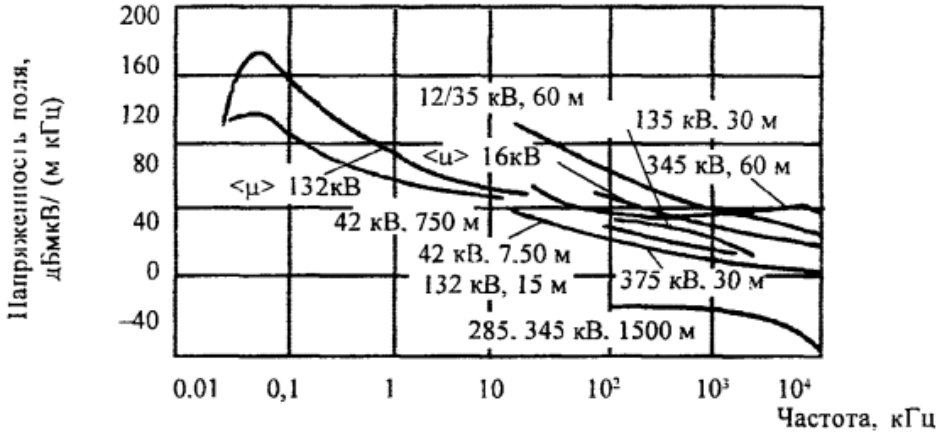
# Классификация индустриальных помех

**По функциональному назначению:**

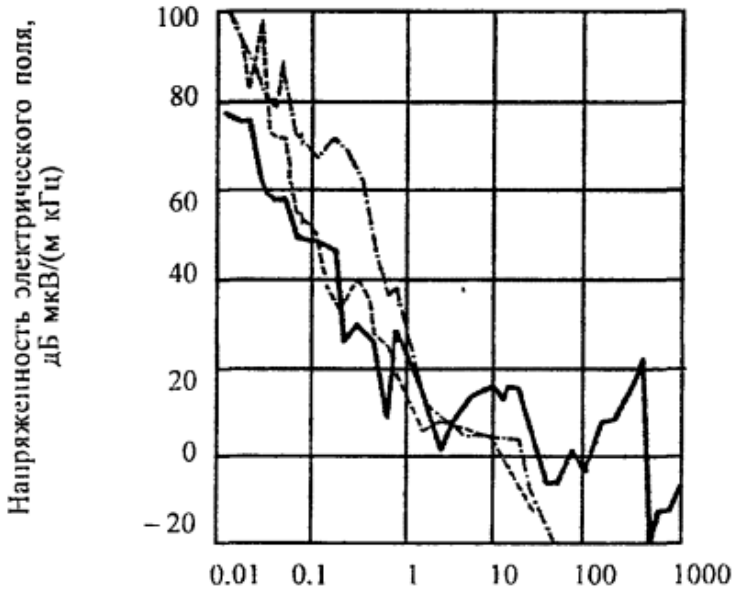
- Бытовые приборы и устройства (0,15-1000 МГц)
- Электрическое сетевое оборудование (0,15-600 МГц)
- Автомобили и устройства с двигателями внутреннего сгорания (0,15 МГц-4 ГГц)
- Промышленные, научные, медицинские и бытовые высокочастотные устройства (18-20 ГГц // гармоники с 2.4 ГГц)
- ЛЭП и электроподстанции (20-30 МГц)
- Системы с электротягой (1-2 ГГц)
- Приемники звукового и телевизионного вещания и бытовая радиоаппаратура (30 МГц – 10 ГГц)
- Оборудование информационных технологий (100 МГц – 10 ГГц)

# Примеры:

Уровень индустриальных помех от систем зажигания на расстоянии 10 м от дороги




Уровень индустриальных помех от ЛЭП




Уровень индустриальных помех от флуоресцентных ламп на расстоянии 0,9 м:

- Холодный катод 2,4 м
- Блок из 2-х ламп по 0,6 м
- Горячий катод 1,2 м

**По местоположению:**

- Технические средства, применяемые в промышленных зонах
- Технические средства, применяемые в жилых, коммерческих и производственных зонах с малым энергопотреблением
- Предприятия на выделенных территориях
- Оборудование и аппаратура, устанавливаемые совместно с РЭС:

1. Радиоэлектронное и электронное оборудование:
   - Оборудование объектов со станциями сухопутных фиксированных и подвижных служб
   - Оборудование объектов со станциями воздушных подвижных и фиксированных служб, космических и земных станций
   - Оборудование объектов со станциями морской подвижной службы
2. Электротехническое, электромеханическое оборудование и источники электроэнергии
3. Подвижные объекты, а том числе средства электропитания с двигателями внутреннего сгорания:
   - Объекты для размещения станций сухопутных подвижных служб и автономные средства электропитания с двигателями внутреннего сгорания
   - Объекты со станциями воздушных подвижных служб

**По спектральному составу:**

- Широкополосные – по уровню 3 дБ ширина полосы частот помех шире полосы частот измерительного приемника
- Узкополосные – по уровню 3 дБ ширина полосы частот помех меньше полосы частот измерительного приемника

**По времени действия:**

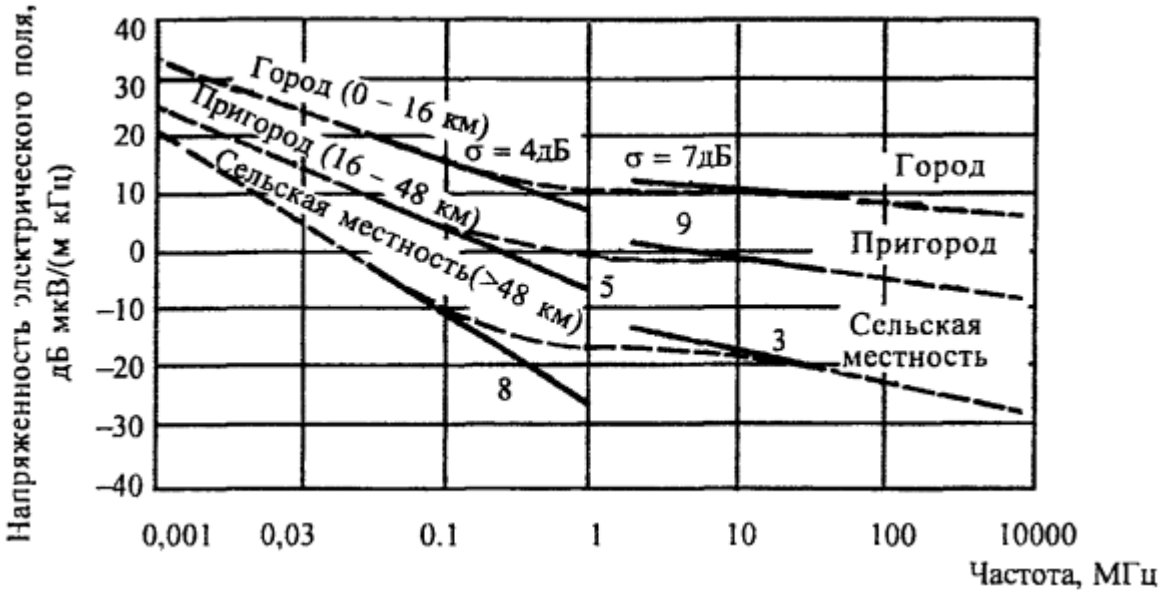
- Длительные – длительность которых составляет не менее 1 с
- Прерывистые – продолжающиеся в течение некоторых периодов времени, разделенных интервалами отсутствия помех.
- Кратковременные (подвид прерывистых) – длительность составляет не более 0,2 с

**По механизму распространения:**

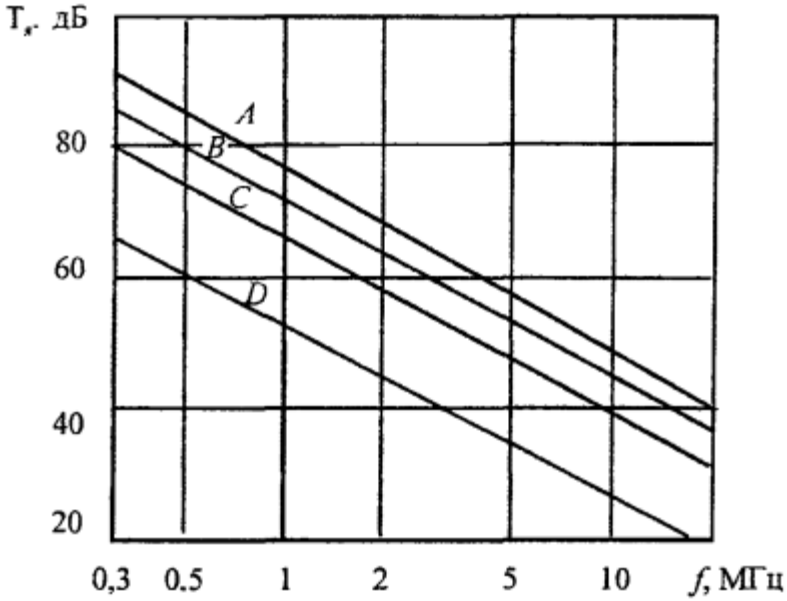
- Излучаемые
- Кондуктивные

**По расположению в пространстве:**

- Точечное
- Линейное
- Объемное
- Плоскостное




Медианные значения интенсивности индустриальных помех при приеме ненаправленной антенной вблизи поверхности Земли




Зависимость яркостной температуры шумового процесса индустриальных помех:

*A* – центр крупного города

*B* – жилые кварталы крупного города

*C* – сельская местность

*D* – леса/поля

# Нормирование индустриальных помех

Условие обеспечения заданного качества радиоприема с надежностью $\alpha$:

$$\alpha = P\{E_{\text{с}}/E_{\text{п}} \geq A_0\},$$

где $P\{*\}$ - вероятность события $\{*\}, E_{\text{с}}$ - минимальная гарантированная величина напряженности поля сигнала, $E_{\text{п}}$ - напряженность поля помехи, $A_0$ - защитное отношение.

Увеличение мощности передатчика приводит к нерациональному использованию ЧТР

Уменьшение мощности индустриальной помехи на источнике решается на основе моделей СИСПР

# Определение расчетных норм индустриальных помех

- Определяется защитное отношение для радиослужб в заданных частотных диапазонах для различных видов помех
- Исходя из значения защитного отношения и минимальной напряженности поля полезного сигнала вычисляется допустимая напряженность поля помехи на приемной антенне РЭС
- Определяется минимальное рабочее расстояние между источником индустриальной помехи и приёмной антенной.
- Вычисляется допустимая напряженность поля помехи на измерительном расстоянии с учетом коэффициента распространения
- Вводятся дополнительные коэффициенты, учитывающие другие факторы потерь при распространении полезного и помехового сигналов к точке приема

- Расчетная норма является грубой оценкой рабочей нормы
- Рабочая норма является компромиссом с учетом экономических факторов

- Нормы на индустриальные помехи устанавливаются для серийно выпускаемых устройств:

Правило 80%-80%: $p=q=80\%$

***По крайней мере 80% устройств должно соответствовать нормам с достоверностью 80%***

Партия устройств соответствует норме, если:

$$\overline{x_n} + kS_n \leq L,$$

где $\overline{x_n}$ - среднее арифметическое от уровней помех в выборке, $L$ – допустимая норма радиопомехи, $k$ – поправочный коэффицент (зависит от объема выборки), ${S_n}^2 = \frac{1}{1-n}\sum(x - \overline{x_n})^2$ - СКО значений помех в выборке.

# Измеряемые параметры индустриальных помех

| Параметр | Полоса частот | Тип входного устройства |
|---|---|---|
| Напряжение на сетевых и дополнительных зажимах, зажимах нагрузки | 0,009-30 МГц | Пробник напряжения, эквивалент сети |
| Мощность | 30-1000 МГц | Поглощающие клещи |
| Напряженность поля | 30-300 МГц<br>300-1000 МГц | Антенны (магнитные и электрические) |
| Мощность излучения | 1-12,5 ГГц | Антенны СВЧ |
| Сила тока | 0,009-30 МГц | Токосъёмник |

# Нормативные документы: ГОСТ СИСПР

- ГОСТ Р 51318.11-2006 (СИСПР 11:2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Промышленные, научные, медицинские и бытовые (ПНМБ) высокочастотные устройства. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений (с Изменением N 1)
- ГОСТ Р 51318.12-2012 (СИСПР 12:2009) Совместимость технических средств электромагнитная. Транспортные средства, моторные лодки и устройства с двигателями внутреннего сгорания. Характеристики индустриальных радиопомех. Нормы и методы измерений для защиты радиоприемных устройств, размещенных вне подвижных средств
- ГОСТ CISPR 24-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Устойчивость к электромагнитным помехам. Требования и методы испытаний

- ГОСТ 30805.13-2013 (CISPR 13:2006)/[ГОСТ Р 51318.13-2006 (СИСПР 13:2006)] Совместимость технических средств электромагнитная. Радиовещательные приемники, телевизоры и другая бытовая радиоэлектронная аппаратура. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений
- ГОСТ 30805.14.2-2013 (CISPR 14-2:2001)/[ГОСТ Р 51318.14.2-2006 (СИСПР 14-2:2001)] Совместимость технических средств электромагнитная. Бытовые приборы, электрические инструменты и аналогичные устройства. Устойчивость к электромагнитным помехам. Требования и методы испытаний
- ГОСТ Р 51318.15-99 (СИСПР 15-96) Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные от электрического светового и аналогичного оборудования. Нормы и методы испытаний
- ГОСТ 30805.16.1.3-2013 (CISPR 16-1-3:2004)/[ГОСТ Р 51318.16.1.3-2007 (СИСПР 16-1-3:2004)] Совместимость технических средств электромагнитная. Требования к аппаратуре для измерения параметров индустриальных радиопомех и помехоустойчивости и методы измерений. Часть 1-3. Аппаратура для измерения параметров индустриальных радиопомех и помехоустойчивости. Устройства для измерения мощности радиопомех
- и т.д. на http://docs.cntd.ru

**Область применения:** точно указывается типы технических устройств, на которые распространяется требования нормативного документа

Оборудование информационных технологий (ОИТ) разделяет на два класса:

- А (применение в промышленной обстановке)
- Б (применение в бытовой обстановке):
  - Оборудование без фиксированного места использования
  - Оконечное оборудование связи с питанием от сети связи
  - Персональные компьютеры и периферия

**Нормы:** частотные зависимости допускаемых значений параметров индустриальных помех в нормируемой полосе частот.

**Параметры индустриальных помех**:

| Параметр | напряжение | напряженность поля | ток | мощность |
|---|---|---|---|---|
| Уровень, относительно которого измеряется | 1 мкВ | 1мкВ/м | 1 мкА | 1пВт |

# Задание для самостоятельного решения

Сделать опись электротехнических объектов в локации*, в которых необходимо:

- Указать класс потенциальных источников электромагнитных помех.
- Провести классификацию источников помех
- Указать нормативные документы, под которые попадает данное электротехническое средство (ГОСТ СИСПР)

Результаты оформить в виде таблицы.

* В домашней обстановке согласно месту самоизоляции