

# Основы электромагнитной совместимости

*Ружников Вадим Александрович,*

к.т.н., доцент кафедры  
электродинамики и антенн,

а.514, т.228-00-50

[ruzhnikov@gmail.com](mailto:ruzhnikov@gmail.com)

<http://eia.psuti.ru>

# Литература

- **ЭМС РЭС и непреднамеренные помехи. Сост. Д.Р. Уайт. 3х-т.**
  - Общие вопросы ЭМС. Межсистемные помехи
  - Внутрисистемные помехи и методы их уменьшения
  - Измерение электромагнитных помех и измерительная аппаратура
- **Седельников Ю.Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: уч. Пособие. - Казань: ЗАО «Новое знание», 2006. - 304 с.**

# Структура курса

## 1. Основные положения курса

- Понятие электромагнитной совместимости; электромагнитные влияния; передатчики и приемники электромагнитных помех; уровни помех; помехоподавление; логарифмические относительные характеристики уровней помех; степень передачи помех; помехоподавление; основные типы и возможные диапазоны значений электромагнитных помех; противофазные и синфазные помехи; земля и масса; способы описания и основные параметры помех.

# Структура курса

## 2. Источники электромагнитных помех

- Классификация источников помех; функциональные источники; нефункциональные источники; широкополосные источники; узкополосные источники; источники со сплошным спектром помехи; источники с дискретным спектром помехи; спектр; спектральная плотность; энергетический спектр помехи; источники узкополосных помех; источники широкополосных помех; влияние на сеть; влияние линий электроснабжения; уровень помех в городах; автомобильные устройства зажигания; газоразрядные лампы; коллекторные двигатели; разряды статического электричества; катушки индуктивности; электромагнитный импульс молнии; электромагнитный импульс ядерного взрыва; классификация окружающей среды по уровням помех.

# Структура курса

## 3. Механизмы передачи электромагнитных помех

- гальваническое влияние; гальваническое влияние через цепи питания и сигнальные контуры; гальваническое влияние по контурам заземления; мероприятия по снижению гальванического влияния; емкостное влияние; гальванически разделенные контуры; контуры с общим проводом системы опорного потенциала; токовые контуры с большой емкостью относительно земли; емкостное влияние молнии; мероприятия по снижению емкостного влияния; индуктивное влияние; индуктивное влияние между гальванически несвязанными контурами; индуктивное влияние разрядов статического электричества; индуктивное влияние тока молнии; индуктивное влияние тока молнии на электрический контур внутри здания; мероприятия по снижению индуктированных напряжений; воздействие электромагнитного излучения.

# Структура курса

## 4. Пассивные помехоподавляющие и защитные компоненты

- Фильтры; сетевые фильтры; силовые резонансные фильтры; рекомендации по выбору сетевых фильтров; фильтровые элементы; защита катушками индуктивности и конденсаторами от синфазных и противофазных токов помех; коэффициент затухания фильтра; схемы сетевых фильтров; ограничители перенапряжений; защитные разрядные промежутки, варисторы, лавинные диоды; экранирование; принцип действия экранов; материалы для изготовления экранов; экранирование приборов и помещений; экраны кабелей; разделительные элементы

# Структура курса

- 5. Определение электромагнитной обстановки на объектах телекоммуникации**
- Основные этапы проведения работ по определению электромагнитной обстановки; исходные данные и состав работ по определению ЭМО на объекте; импульсные помехи, обусловленные переходными процессами в цепях высокого напряжения при коммутациях и коротких замыканиях; импульсные помехи при ударах молнии; электромагнитные поля радиочастотного диапазона; разряды статического электричества; магнитные поля промышленной частоты; помехи, связанные с возмущениями в цепях питания низкого напряжения; импульсные магнитные поля; сравнение полученных значений с допустимыми уровнями.

# Структура курса

## 6. Экологическое и техногенное влияние полей

- Экологические аспекты электромагнитной совместимости; роль электрических процессов в функционировании живых организмов; электромагнитная обстановка на рабочих местах и в быту; механизмы воздействия электрических и магнитных полей на живые организмы; нормирование безопасных для человека напряженностей электрических и магнитных полей; нормативная база за рубежом и в РФ; нормирование условий работы персонала и проживания людей в зоне влияния ПС и ВЛ СВН; экологическое влияние коронного разряда; влияния линий электропередачи на линии связи.



# Структура курса

## 7. Нормативные документы в области электромагнитной совместимости

- Федеральный закон «О государственном регулировании в области обеспечения электромагнитной совместимости технических средств»

# Итоги курса

- **Зачет по всему курсу**

# Основные понятия

- Совместимость
- Воздействие
- Несовместимость
- Работаешь — не мешай другим, не отвлекайся на других



# **Электромагнитная совместимость**

**способность технического средства  
функционировать с заданным качеством в  
заданной электромагнитной обстановке и не  
создавать недопустимых электромагнитных  
помех другим техническим средствам**

# **Техническое средство**

**изделие, оборудование, аппаратура или их составные части, функционирование которых основано на законах электротехники, радиотехники и (или) электроники, содержащие электронные компоненты и (или) схемы, которые выполняют одну или несколько следующих функций: усиление, генерирование, преобразование, переключение и запоминание.**

# Рецептор

**техническое средство, реагирующее на  
электромагнитный сигнал и (или)  
электромагнитную помеху**

# Характеристика ЭМС

**отражает возможность его функционирования в заданной ЭМО и (или) степень его воздействия на другие технические средства\***

\* отражать свойства технического средства как источника помех, как рецептора и (или) свойства окружающей среды, влияющие на ЭМС технического средства

# Техническое обеспечение ЭМС

- **Технические решения, направленные на улучшение характеристик их ЭМС**
  - **Подавление помех:** мероприятия, имеющие целью ослабление или устранение влияния помех
  - **Экранирование** (электромагнитное): способ ослабления электромагнитной помехи с помощью экрана с высокой электрической и (или) магнитной проводимостями
  - **Биологическая защита** (от электромагнитного излучения): обеспечение регламентированных уровней электромагнитных излучений, соответствующих установленным санитарными нормами
  - ...



# **Электромагнитная обстановка ЭМО**

**совокупность электромагнитных явлений,  
процессов в заданной области пространства,  
частотном и временном диапазонах**

# **Электромагнитная помеха**

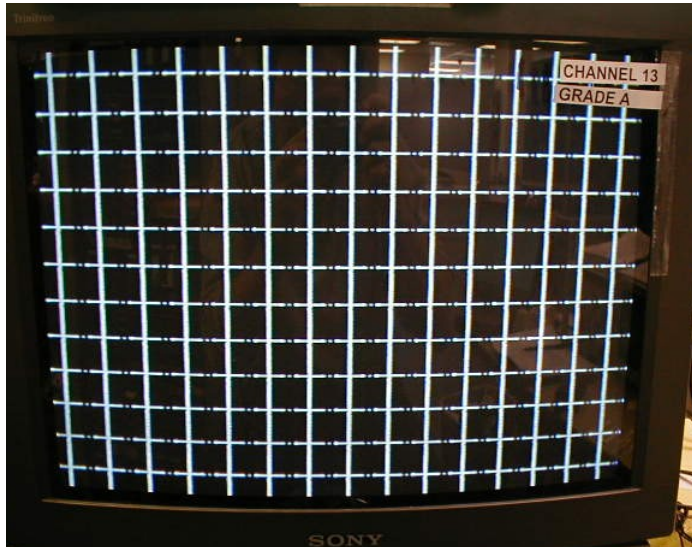
**электромагнитное явление, процесс, которые снижают или могут снизить качество функционирования технического средства.**

**Электромагнитная помеха может излучаться в пространство или распространяться в проводящей среде**

# **Источники помехи**

- **Импульсные помехи от удара молнии**
- **Плановые коммутации**
- **Аварийные коммутации**
- **Короткие замыкания**
- **Высокочастотные поля от радиопередающих устройств**
- **Низкочастотные поля от силовых установок**
- **сварочные аппараты, бытовые электроприборы**
- **синтетические ковровые покрытия**

# Помеха

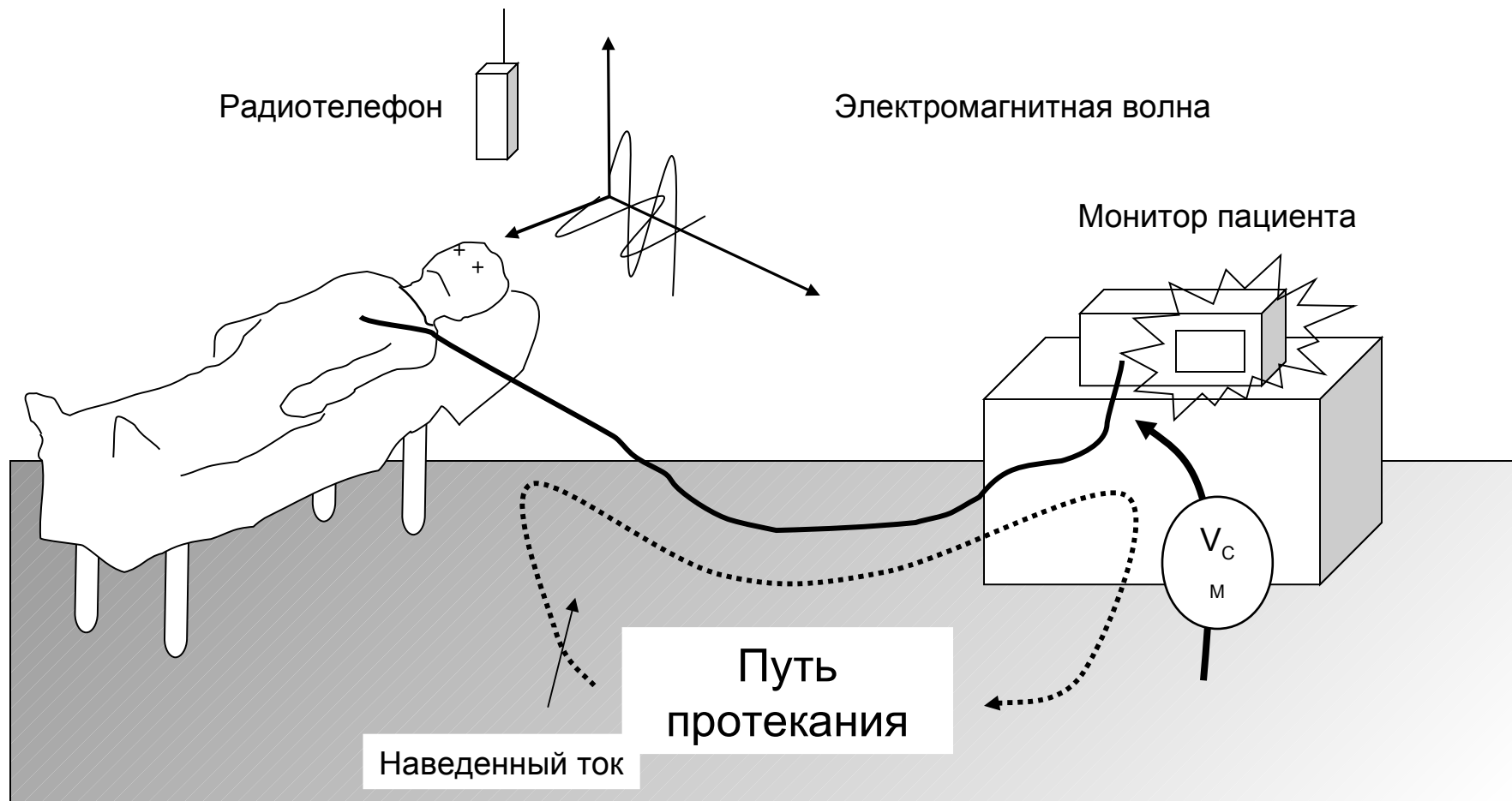


Нет помехи

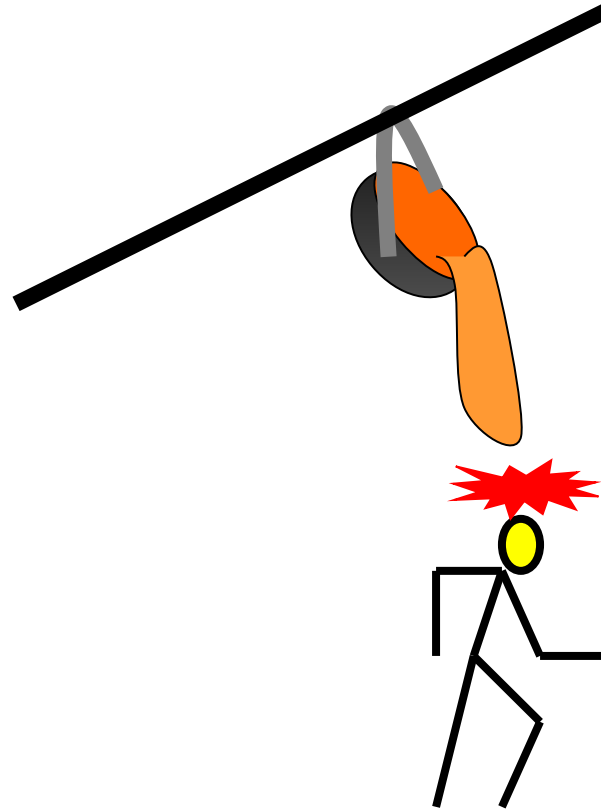


Помеха телевизионном сигнале

# Помеха



# Ложное срабатывание



# Автомобильная ЭМС



Ранние ABS. Ложное срабатывание

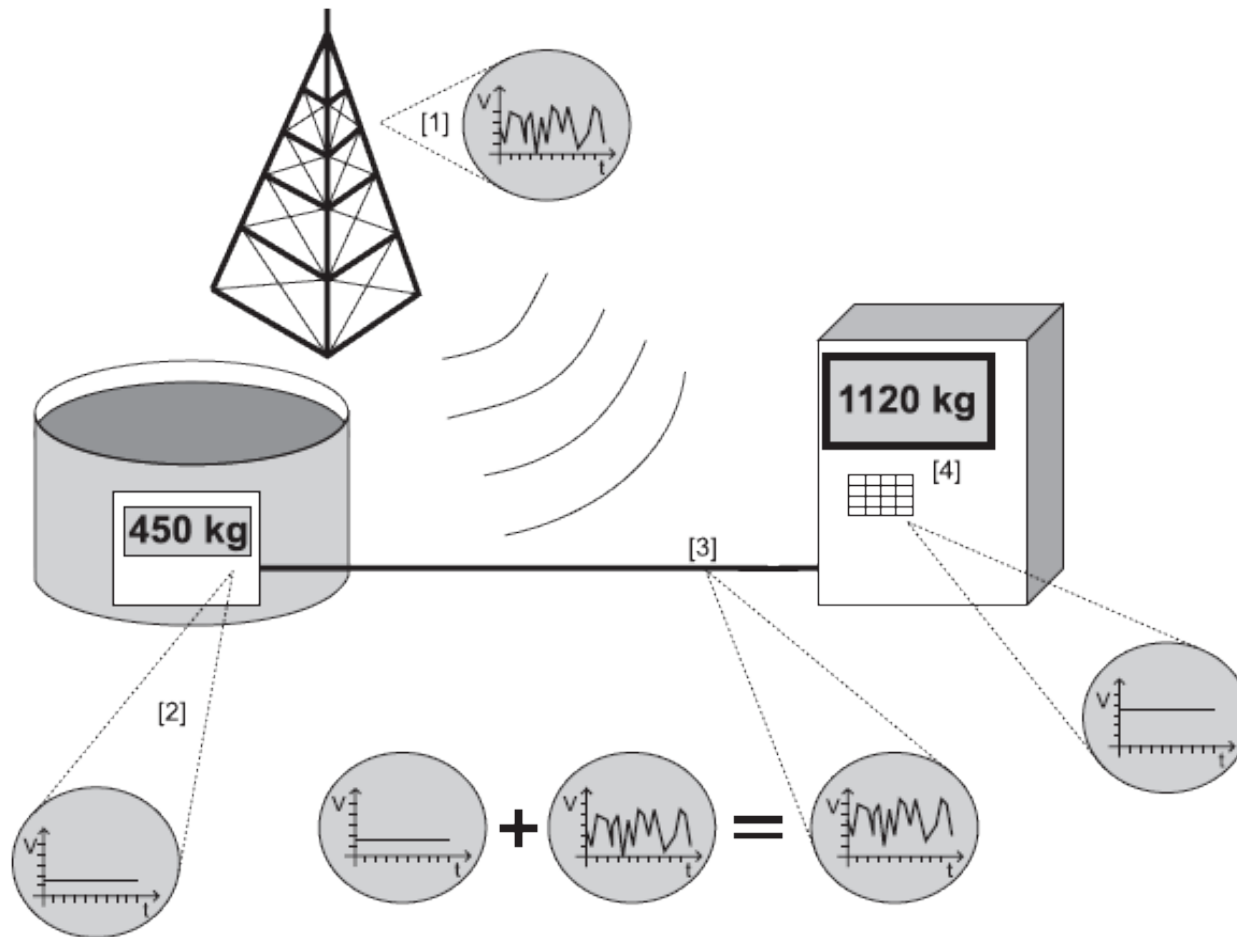
# Неправильные показания



Автоматические регистраторы.  
Воздействие радиопередатчиков



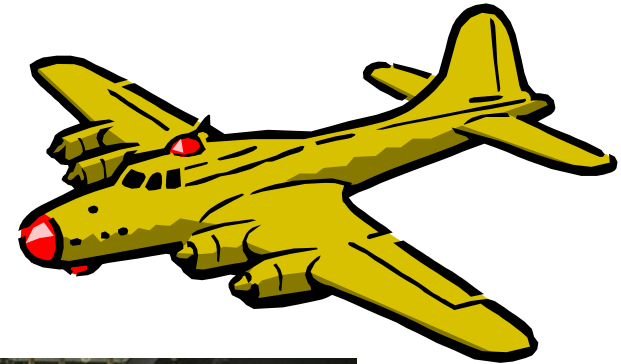
# Пример воздействия на измерительную линию



# Другие примеры

## ▪ Авиационные проблемы ЭМС

- Внутренняя ЭМС
- Внешняя ЭМС



# Электромагнитная совместимость

**Электромагнитное  
излучение**

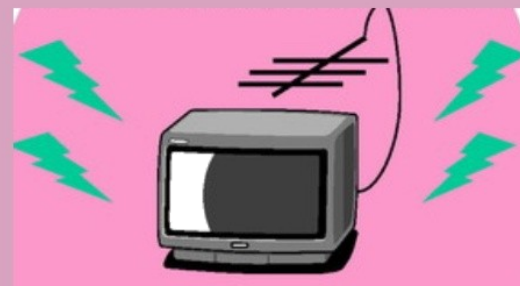


**Экранирование**



Ограничение излучения

**Электромагнитная  
восприимчивость**



**Помехоподавление,  
селективность**



Улучшение помехоустойчивости

## **Критерии качества функционирования технических средств при воздействии помех**

- А.** Воздействие ЭМП никак не отражается на функциональных характеристиках аппаратуры, работа которой до, во время и после воздействия помехи происходит в полном соответствии с техническими условиями или стандартами.
- В.** Допускается временное ухудшение функциональных характеристик аппаратуры в момент воздействия помехи. После прекращения воздействия ЭМП функционирование полностью восстанавливается без вмешательства обслуживающего персонала.

## **Критерии качества функционирования технических средств при воздействии помех**

- C.** аналогичен В, но, в отличие от него, допускает вмешательство персонала для восстановления работоспособности аппаратуры (например, перезагрузки «зависшей» цифровой системы, повторного набора номера и т.п.).
- D.** физическое повреждение аппаратуры под действием помехи. Восстановление работоспособности возможно только путем ремонта.