

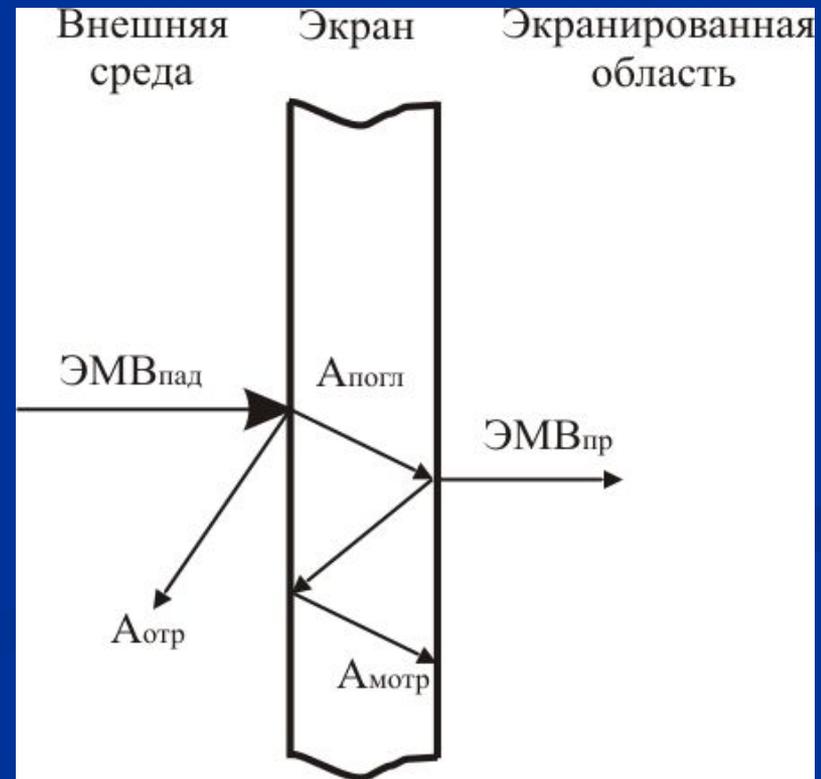
**Пассивные методы  
защиты информации  
от утечки по  
техническим каналам**

# Экранирование электромагнитных полей

**Экранирование** - способ снижения (подавления ослабления) влияния внешних паразитных электромагнитных полей, помех и наводок, мешающих работе аппаратуры.

Рассмотрим процесс экранирования электромагнитного поля при падении плоской волны на бесконечно протяженную металлическую пластину толщиной  $d$ , находящуюся в воздухе.

В этом случае на границе раздела двух сред с различными электрофизическими характеристиками (воздух—металл и металл—воздух) волна претерпевает отражение и преломление, а в толще экрана, ввиду его проводящих свойств, происходит частичное поглощение энергии электромагнитного поля.



Электромагнитная волна при взаимодействии с экраном отражается от его поверхности, частично проникает в стенку экрана, претерпевает поглощение в материале экрана, многократно отражается от стенок экрана и, в конечном счете, частично проникает в экранируемую область. В результате **общая эффективность экранирования** (величина потерь энергии электромагнитной волны) металлической пластиной **определяется суммой потерь** за счет поглощения (затухания) энергии в толще материала  $A_{\text{погл}}$ , отражения энергии от границ раздела внешняя среда—металл и металл—экранируемая область  $A_{\text{отр}}$  и многократных внутренних отражений в стенках экрана  $A_{\text{мотр}}$ :

$$A_{[\text{дБ}]} = A_{\text{погл}} + A_{\text{отр}} + A_{\text{мотр}}$$

**Потери на поглощение** связаны с поверхностным эффектом в проводниках, приводящим к экспоненциальному уменьшению амплитуды проникающих в металлический экран полей. Это обусловлено тем, что токи, индуцируемые в металле, вызывают омические потери и, следовательно, нагрев экрана.

Глубина проникновения  $\delta$  определяется как величина, обратная коэффициенту затухания и зависит от частоты: чем больше частота, тем меньше глубина проникновения. В СВЧ диапазоне глубина проникновения  $\delta$  в металлах имеет малую величину и тем меньше, чем больше проводимость металла и его магнитная проницаемость.

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi \mu f \sigma}}.$$

где  $\mu$  — абсолютная магнитная проницаемость материала экрана;  $f$  — частота электромагнитного поля;  $\sigma$  — удельная проводимость материала экрана.

Выражение для определения потерь на поглощение экраном толщиной  $d$  может быть представлено в следующем виде:

$$A_{\text{погл}} = 8,68d \sqrt{\frac{\omega\mu\sigma}{2}} = 8,68 \frac{d}{\delta}.$$

Таким образом, потери на поглощение растут пропорционально толщине экрана, магнитной проницаемости и удельной проводимости его материала, а также частоте электромагнитного поля.

**Потери на отражение** на границе раздела двух сред связаны с различными значениями полных характеристических сопротивлений этих сред. При прохождении волны через экран она встречает на своем пути две границы раздела — воздух—металл и металл—воздух.

Хотя электрическое и магнитное поля отражаются от каждой границы по-разному, суммарный эффект после прохождения обеих границ одинаков для обеих составляющих поля. При этом наибольшее отражение при входе волны в экран (на первой границе раздела) испытывает электрическая составляющая поля, а при выходе из экрана (на второй границе раздела) наибольшее отражение испытывает магнитная составляющая поля. Для металлических экранов потери на отражение:

$$A_{отр} = 20 \lg \left( 94,25 \sqrt{\frac{\sigma}{\omega \mu}} \right).$$

Откуда следует, что потери на отражение велики у экрана, изготовленного из материала с высокой проводимостью и малой магнитной проницаемостью.

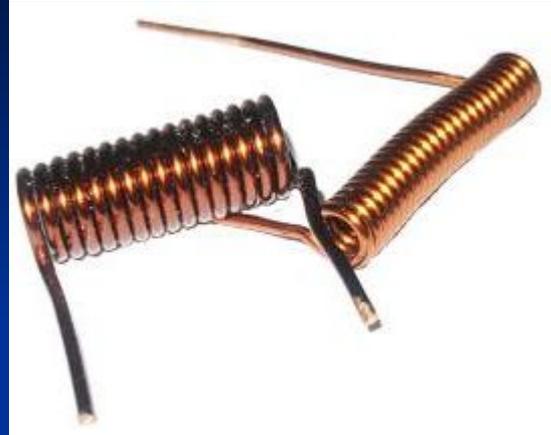
Потери на многократные отражения связаны с волновыми процессами в толще экрана и определяются отражением от его границ. Для электрических полей почти вся энергия падающей волны отражается от первой границы (воздух—металл) и только небольшая ее часть проникает в экран. Многократными отражениями внутри экрана для эл. полей можно пренебречь.

Для магнитных полей большая часть падающей волны проходит в экран, в основном отражаясь только на второй границе, создавая предпосылки к многократным отражениям между стенками экрана. Корректирующий коэффициент  $A_{\text{мотр}}$  многократного отражения для магнитных полей в экране с толщиной стенки  $d$  при глубине проникновения  $\delta$  равен:

$$A_{\text{мотр}} = 20 \lg \left( 1 - \exp \left( -\frac{2d}{\delta} \right) \right).$$

Величина  $A_{\text{мотр}}$  имеет отрицательное значение, т.е. многократные отражения в толще экрана ухудшают эффективность экранирования. С уменьшением эффективности можно не считаться в случаях, когда  $d > \delta$ .

# Экранирование высокочастотных катушек и контуров



Необходимо учитывать **влияние** экрана на экранируемые элементы (уменьшение индуктивности, увеличение сопротивления и собственной емкости).

Вносимые экраном потери возрастают с увеличением **удельного сопротивления** материала экрана и с уменьшением **расстояния** между экраном и экранируемой катушкой.

# Экранирование низкочастотных трансформаторов и дросселей

В трансформаторах питания и низкочастотных трансформаторах, а также в дросселях питания небольшая часть рабочего магнитного потока **рассеивается за пределы** магнитопровода, индуцируя токи в окружающих цепях.

Улучшение качества магнитопровода, достигаемое применением материалов с **высокой  $\mu$**  и уменьшением воздушных зазоров, приводит к **уменьшению** уровней нежелательных наводок.

В диапазоне 50–4000 Гц применяют экраны из **пермаллоя** и других специальных сортов ферромагнитных материалов с **высокой  $\mu$**  и **малым удельным сопротивлением**. При зазоре между экраном и сердечником примерно в 3 мм эффективность экранирования увеличивается на 15 дБ.

# Контактные соединения и устройства экранов

Требования к соединениям:

- ✓ стыки, швы, щели в экране следует располагать в направлении вихревых токов, определяющих эффективность экранирования.
- ✓ электрическое сопротивление контактов должно быть минимальным и стабильным;
- ✓ контактные соединения должны иметь высокую коррозионную стойкость, длительный срок службы

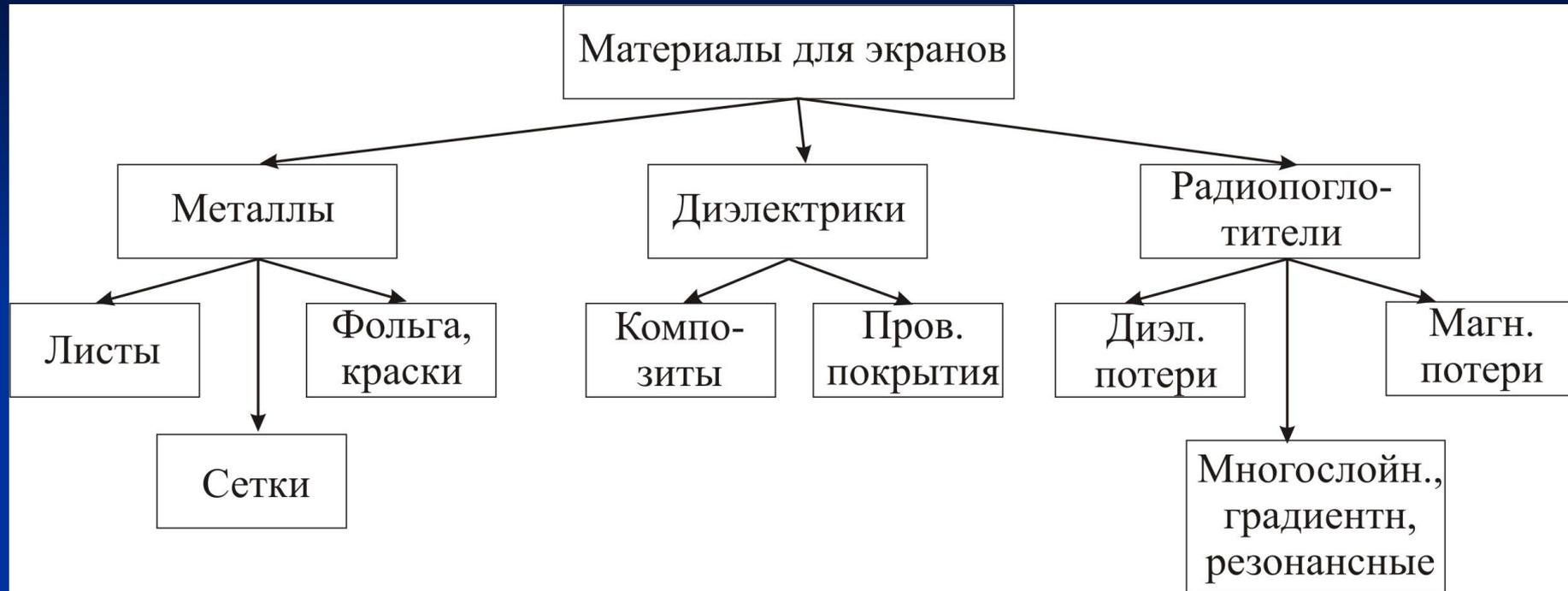
# Контактные соединения

По назначению контактные соединения могут быть:

- ✓ Неразъемные (сварка, пайка, соединение винтами, болтами, заклепками)
- ✓ Разъемные (надежная работа обеспечивается их конструкцией, тщательностью изготовления, правильным выбором покрытий материалов и контактным нажатием)
- ✓ Скользящие

Для увеличения надежности соединений применяют электромагнитные уплотняющие прокладки, токопроводящие пасты, смолы, смазки на основе связующего и металлического порошка.

# Материалы для экранов электромагнитного излучения



Выбор материала экрана проводится исходя из обеспечения требуемой эффективности экранирования в заданном диапазоне частот при определенных ограничениях. Эти ограничения связаны с массогабаритными характеристиками экрана, его влиянием на экранируемый объект, с механической прочностью и устойчивостью экрана против коррозии и т.д.

## Металлические материалы

Применяются для экранирования, изготавливаются в виде листов, сеток и фольги (сталь, медь, алюминий, цинк, латунь). Все эти материалы удовлетворяют требованию устойчивости против коррозии при использовании соответствующих защитных покрытий.

Наиболее технологичными являются конструкции экранов из стали, так как при их изготовлении и монтаже можно широко использовать сварку.

Сетчатые экраны проще в изготовлении, удобны для сборки и эксплуатации, обеспечивают облегченный тепловой режим радиоэлектронной температуры. Для защиты от коррозии сетки целесообразно покрывать антикоррозийным лаком. К недостаткам сетчатых экранов следует отнести невысокую механическую прочность и меньшую эффективность экранирования по сравнению с листовыми экранами.

Монтаж экранов из фольги достаточно прост, крепление фольги к основе экрана проводится чаще всего с помощью клея.

## Диэлектрики

Сами по себе диэлектрики не могут экранировать электромагнитные поля. Поэтому они чаще всего встречаются в сочетании либо с проводящими включениями, либо с дополнительными металлическими элементами.

Экраны из композиционных материалов представляют собой сложные образования, содержащие в своей основе проводящие или полупроводящие включения.

На практике для улучшения экранирующих свойств диэлектрических экранов применяют проводящее покрытие экранов напылением металлов в виде тонких пленок или оклеивание проводящей фольгой.

Для улучшения защитных свойств диэлектрических экранов также используют армирование диэлектрических экранов тонкой металлической сеткой.

Если у сетки размер ячейки  $d \leq \frac{1}{2}\lambda$ , то сетчатый экран по своим защитным свойствам близок к однородному металлическому экрану, но с несколько меньшим значением удельной проводимости материала экрана.

## **Стекла с токопроводящим покрытием**

Должны обеспечивать требуемую эффективность экранирования при ухудшении их оптических характеристик не ниже заданных граничных значений. Электрические и оптические свойства стекол с токопроводящим покрытием зависят от природы окислов, составляющих пленку, условий и методов ее нанесения и свойств самого стекла. Наибольшее распространение получили пленки на основе оксида олова, оксида индия, олова и золота, так как они обеспечивают наибольшую механическую прочность, химически устойчивы и плотно соединяются со стеклянной подложкой.

## **Специальные ткани**

Содержат в своей структуре металлические нити, наличие которых приводит к отражению электромагнитных волн. Такие ткани предназначены для защиты от электромагнитного поля в диапазоне сверхвысоких частот. Они могут также быть использованы для изготовления специальных костюмов для индивидуальной биологической защиты.

## **Токопроводящие краски**

Создаются на основе диэлектрического пленкообразующего материала с добавлением в него проводящих компонентов, пластификатора и отвердителя. В качестве токопроводящих составляющих используются графит, сажа, коллоидное серебро, окиси металлов, порошковая медь, алюминий.

## **Электропроводный клей**

Создается на основе эпоксидной смолы, заполняемой металлическими порошками (железо, кобальт, никель и др.). Электропроводный клей обладает высокой прочностью на отрыв, высокой удельной электропроводностью, химической стойкостью к влаге и различным агрессивным средам, обеспечивает незначительную усадку после отверждения. Электропроводный клей применяется наряду с пайкой, сваркой и болтовым соединением, а также в целях электромагнитного экранирования.

## Радиопоглощающие материалы

Могут применяться в качестве покрытий различных поверхностей с целью уменьшения отражения от этих поверхностей электромагнитных волн. Принцип действия таких материалов заключается в том, что падающая на них электромагнитная волна преобразуется внутри их структуры в другие виды энергии. При этом имеют место явления рассеяния, поглощения, интерференции и дифракции электромагнитных волн. В зависимости от свойств радиопоглощающие материалы могут быть широкодиапазонными и узкодиапазонными.

Радиопоглощающие материалы, используемые в качестве покрытий, могут быть однослойными, многослойными с переменными от слоя к слою параметрами, а также структурно неоднородными, т.е. с включением в состав материала различного рода структур, например дифракционных решеток.

Эффективность таких материалов достаточно высока. Коэффициент отражения большинства современных радиопоглощающих покрытий не превышает единицу/процентов.

Исходя из сказанного выше, хочется отметить, что экранирование электромагнитных волн — тема многоплановая и уникальная. О значении и важности экранирования говорит и тот факт, что в США на раз работку данной проблемы ежегодно затрачивается более 1% стоимости всей промышленной продукции. Этими же вопросами занимается Специальный международный комитет по радиопомехам, работающий в рамках Международной электротехнической комиссии (МЭК). В то же время в США расходы фирм на мероприятия по защите конфиденциальной информации ежегодно составляют в среднем 10-15 миллиардов долларов.

В целом на подобные мероприятия американским предпринимателям приходится тратить до 20% от суммы всех их расходов на научно-исследовательские или опытно-конструкторские работы. Большая часть этих расходов приходится на мероприятия по защите информации от утечки по техническим каналам, ибо в мире спецтехники все быстро меняется. Аппаратура перехвата информации развивается и совершенствуется.

# Фильтрация

В источниках электромагнитных полей и наводок **фильтрация осуществляется с целью** предотвращения распространения нежелательных электромагнитных колебания за пределы устройства — источника опасного сигнала.

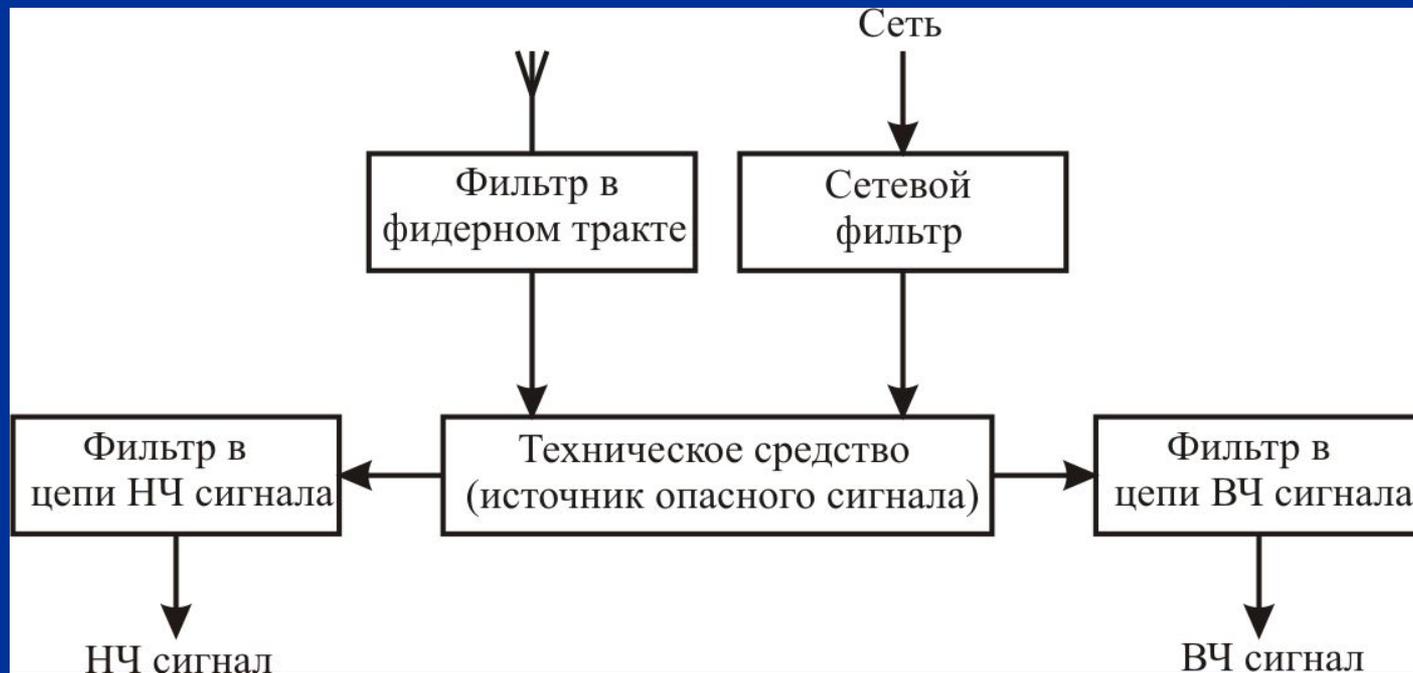
В системах и средствах информатизации и связи фильтрация может осуществляться:

- ✓ *в трактах передающих и приемных устройств для подавления нежелательных излучений — носителей опасных сигналов и исключения возможности их нежелательного приема;*
- ✓ *в различных сигнальных цепях технических средств для устранения нежелательных связей между устройствами и исключения прохождения паразитных сигналов;*
- ✓ *в цепях электропитания, управления, контроля, коммутации технических средств для исключения прохождения опасных сигналов по этим цепям;*
- ✓ *в проводных и кабельных линиях для защиты от наводок;*
- ✓ *в цепях пожарной и охранной сигнализации для исключения прохождения опасных сигналов и воздействия навязываемых высокочастотных колебаний.*

Количественно эффективность ослабления (фильтрации) нежелательных (в том числе и опасных) сигналов защитным фильтром оценивается в соответствии с выражением:

$$A = 20 \lg \left( \frac{U_1}{U_2} \right) = 10 \lg \left( \frac{P_1}{P_2} \right).$$

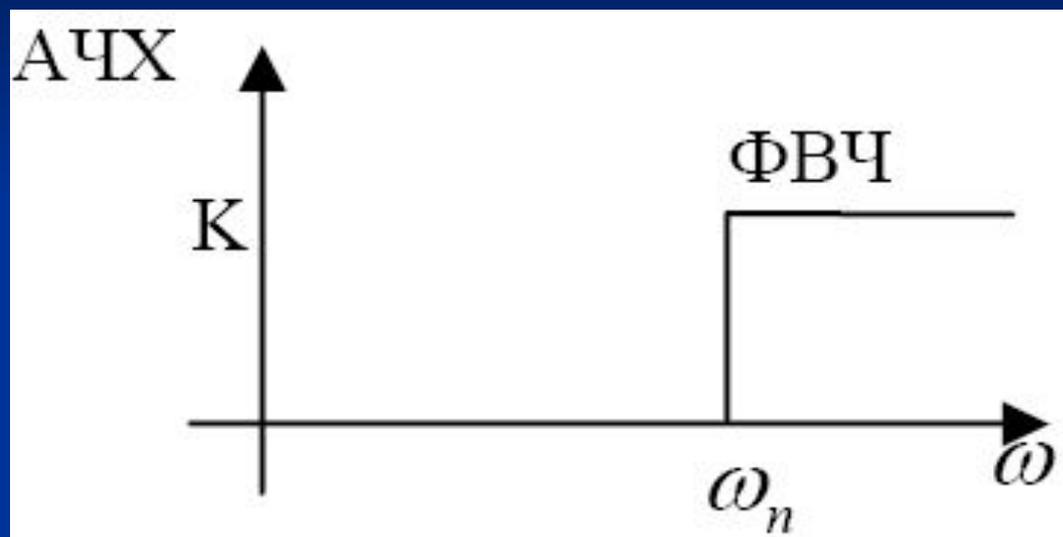
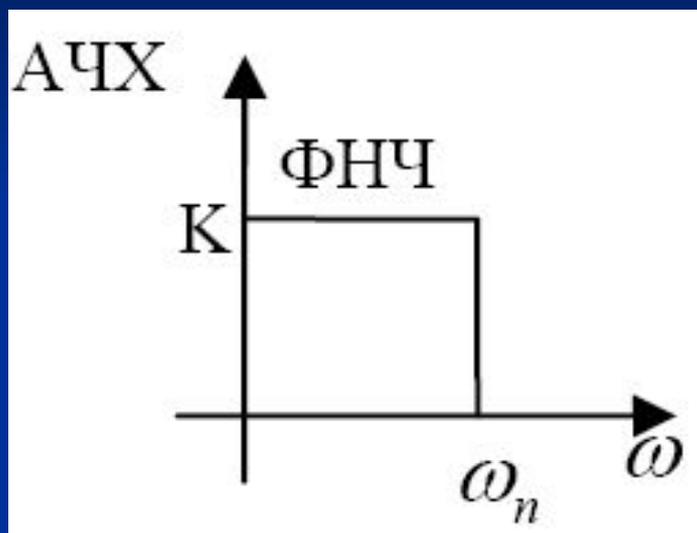
где  $U_1(P_1)$  — напряжение (мощность) опасного сигнала на входе фильтра;  $U_2(P_2)$  — напряжение (мощность) опасного сигнала на выходе фильтра при включенной нагрузке.



## Основные требования, предъявляемые к защитным фильтрам:

- ✓ фильтр должен быть рассчитан на величины напряжения и тока в рабочей цепи;
- ✓ фильтр не должен влиять на функционирование устройства, пропускать без значительного ослабления сигналы с частотами, лежащими в рабочей полосе частот, и эффективно подавлять нежелательные сигналы с частотами, лежащими за пределами полосы пропускания;
- ✓ габариты и масса фильтров должны быть, по возможности, минимальными;
- ✓ фильтры должны обеспечивать функционирование при определенных условиях эксплуатации (температура, влажность, давление, удары, вибрация и т.д.); конструкции фильтров должны соответствовать требованиям техники безопасности.

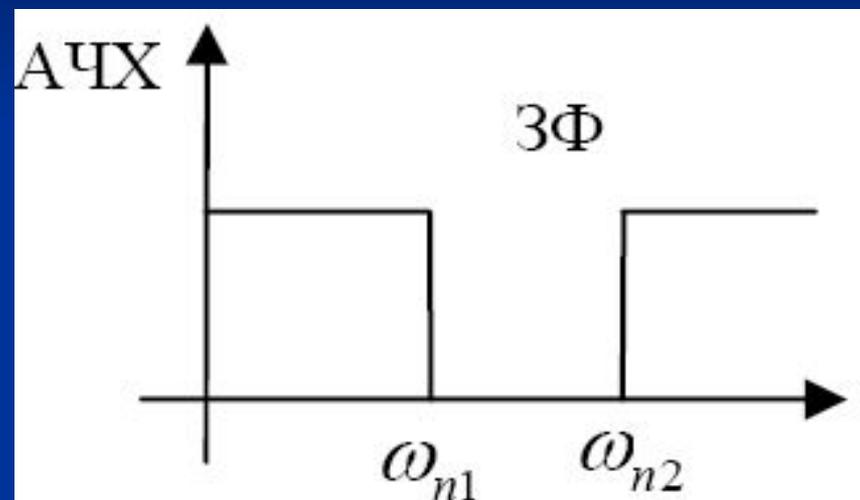
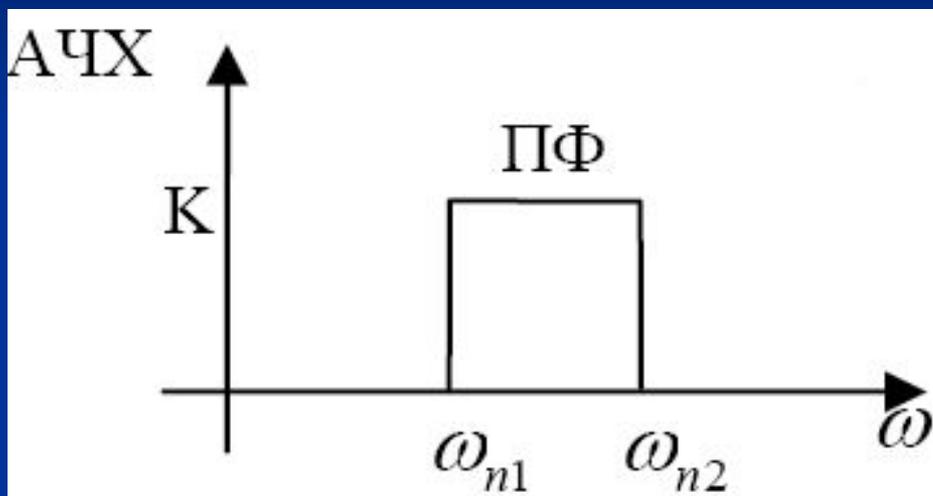
Фильтр, у которого полоса прозрачности находится в пределах от  $\omega=0$  (постоянный ток) до некоторой граничной частоты  $\omega_n$ , называется **фильтром нижних частот (ФНЧ)**.



Фильтр, у которого полоса прозрачности занимает все частоты выше некоторой определенной граничной частоты  $\omega_n$ , называется **фильтром верхних частот (ФВЧ)**. В таком фильтре постоянный ток и все колебания с частотами ниже определенной граничной частоты должны задерживаться, а колебания частот  $\omega > \omega_n$  — беспрепятственно пропускаться.

## Полосовые и заграждающие (режекторные) фильтры.

Полосовые фильтры характеризуются тем, что обе частоты  $\omega_{n1}$ , и  $\omega_{n2}$  ограничивающие полосу прозрачности, конечны и ни одна из них не равна нулю. В заграждающих (режекторных) фильтрах эти частоты ограничивают полосу заграждения.



С точки зрения конструктивного исполнения фильтры могут быть выполнены на элементах с сосредоточенными параметрами (фильтры, предназначенные для работы на частотах до 300 МГц) и на элементах с распределенными параметрами (коаксиальные, волноводные, полосковые, применяемые на частотах свыше 1 ГГц).

## Разделительные трансформаторы.

Должны обеспечивать развязку первичной и вторичной цепей по сигналам наводки. Проникновение наводок во вторичную обмотку объясняется наличием нежелательных резистивных и емкостных цепей связи между обмотками.

Для уменьшения связи обмоток по сигналам наводок часто применяется внутренний экран, выполняемый в виде заземленной прокладки или фольги, укладываемой между первичной и вторичной обмотками.

Разделительные трансформаторы используются с целью решения ряда задач, в том числе для:

- ✓ разделения по цепям питания источников и рецепторов наводки, если они подключаются к одним и тем же шинам переменного тока;
- ✓ устранения асимметричных наводок;
- ✓ ослабления симметричных наводок в цепи вторичной обмотки, обусловленных наличием асимметричных наводок в цепи первичной обмотки.

К **фильтрам цепей питания** наряду с общими предъявляются следующие дополнительные требования:

- ✓ затухание, вносимое такими фильтрами в цепи постоянного тока или переменного тока основной частоты, должно быть незначительным (например, 0,2 дБ и менее) и иметь большое значение (более 60 дБ) в полосе подавления, которая в зависимости от конкретных условий может быть достаточно широкой (до  $10^{10}$  Гц).
- ✓ сетевые фильтры должны эффективно работать при больших проходящих токах, высоких напряжениях и высоких уровнях мощности рабочих и подавляемых электромагнитных колебаний;
- ✓ ограничения, накладываемые на допустимые уровни нелинейных искажений формы напряжения питания при максимальной нагрузке, должны быть достаточно жесткими (например, уровни гармонических составляющих напряжения питания с частотами выше 10 кГц должны быть на 80 дБ ниже уровня основной гармоники).

## «ФАЗА-1-5» Фильтр сетевой



Для предотвращения утечки информации от ПЭВМ и других технических средств передачи информации по линиям питающей сети, выходящими за пределы выделенного помещения или за границы контролируемой зоны, за счет подавления наводок опасных (информативных) сигналов.

### Сертификат Гостехкомиссии России № ...

Фильтр изготавливается в соответствии с требованиями по безопасности информации к аппаратуре военного назначения.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Эффективность подавления наводок в сети в диапазоне частот от 10 кГц до 1 МГц	30...120 дБ
Эффективность подавления наводок в сети в диапазоне частот от 1 МГц до 1000 МГц	не менее 55 дБ
Напряжение сети с частотой 50...60 Гц	100...240 В
Нагрузочная способность	1500 ВА
Количество подключаемых потребителей	2
Ток утечки	50...60 мА
Масса	2,4 кг

# Заземление технических средств

Основные требования, предъявляемые к системе заземления, заключаются в следующем:

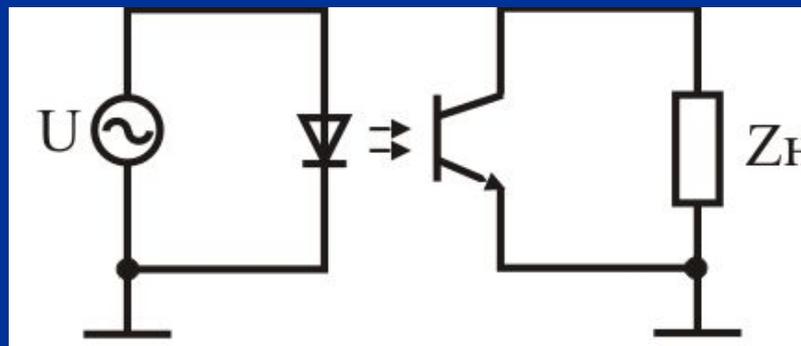
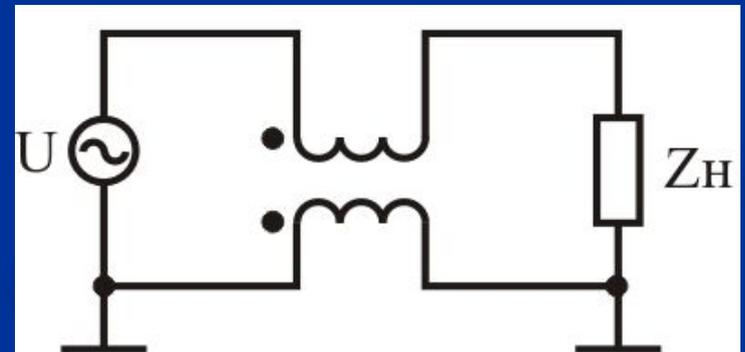
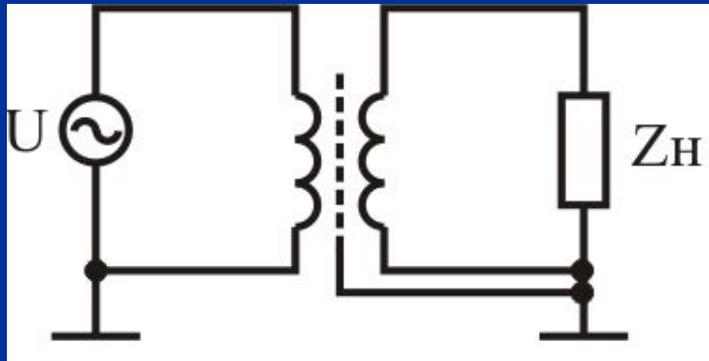
- ✓ система заземления должна включать общий заземлитель, заземляющий кабель, шины и провода, соединяющие заземлитель с объектом;
- ✓ сопротивления заземляющих проводников, а также земляных шин должны быть незначительными;
- ✓ каждый заземляемый элемент должен быть присоединен к заземлителю или к заземляющей магистрали при помощи отдельного ответвления;
- ✓ в системе заземления должны отсутствовать замкнутые контуры
- ✓ следует избегать использования общих проводников в системах заземлений и сигнальных цепей;
- ✓ качество электрических соединений в системе заземления должно обеспечивать минимальное сопротивление контакта, надежность и механическую прочность контакта в условиях климатических воздействий и механических нагрузок;
- ✓ запрещается использовать в качестве заземляющего устройства нулевые фазы электросетей, металлоконструкции зданий, трубы систем отопления, водоснабжения, канализации и т.д.

Комплексные сопротивления заземляющих проводников должны обладать минимальными активным сопротивлением и собственной индуктивностью. Поэтому заземляющие проводники должны иметь минимально возможную длину  $l_3$ , значительно меньшую длины волны электромагнитного поля  $\lambda$  — источника наводки. На практике должно выполняться условие  $l_3 < 0,02\lambda$ . Для уменьшения сопротивления форма и размеры поперечного сечения заземляющих проводников должны выбираться таким образом, чтобы на частоте наводки обеспечивались малые активное и реактивное сопротивления. Сопротивление заземления этих средств не должно превышать 4 Ом.

В целях исключения использования общих проводников в системах раз личных заземлений можно изолировать друг от друга цепи возврата сигнальных токов, цепи возврата постоянных токов питания и цепи возврата переменных токов питания. В этом случае необходимо построить систему заземления, состоящую из трех независимых контуров, сходящихся в одной точке.

Для устранения замкнутых контуров в системе заземления используют различные методы. На рисунке представлены три способа разрыва нежелательных контуров в цепях заземления:

- ✓ с помощью разделительных трансформаторов;
- ✓ с помощью дросселей, работающих в синфазном режиме,
- ✓ с помощью оптронов.



# КОАКСИАЛЬНЫХ И ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

**Поглощающие согласованные нагрузки.** Поглощающие согласованные нагрузки используются в целях полного поглощения энергии электромагнитных колебаний.

Волноводные нагрузки низкого уровня мощности (до десятков ватт), как правило, представляют собой отрезки короткозамкнутых волноводов с помещенными внутрь поглотителями (СВЧ-резисторами). В поглотителях происходит преобразование электромагнитной энергии в тепло. Поглощающие нагрузки применяются в качестве эквивалентов антенн излучающих радиоэлектронных средств, а также для других целей (в циркуляторах, переключателях, делителях мощности и т.д.). Эквиваленты антенн используются при проведении различного рода измерений в высокочастотных трактах радиотехнических средств специального назначения в процессе их разработки, испытаний и эксплуатации, а также при проведении регламентных работ на этих средствах.

**Антенные насадки.** Антенные насадки используются при проведении испытаний специальных радиотехнических средств методом закрытых трактов. В этом случае радиоканал (антенна передающего устройства — среда распространения радиосигнала — антенна приемного устройства) замещается антенной насадкой, исключающей (или существенно ослабляющей) излучение радиосигнала в окружающее пространство.

Использование антенной насадки позволяет локализовать радиоизлучение в пределах ее рабочего объема и существенно ослабить (на 30—40 дБ) уровень радиоизлучений, проникающих во внешнее пространство.

**Соединители волноводных, коаксиальных и оптических трактов.** Элементы, обеспечивающие соединение отдельных отрезков волноводов и узлов друг с другом. От качества электрического контакта в местах соединения зависит такая важная характеристика как электрогерметичность тракта. Если в месте соединения контакт ненадежен, то возможно излучение электромагнитного поля из щелей в окружающее пространство.

# Звукоизоляция помещений

*Основная идея пассивных средств защиты акустической информации* - это снижение соотношения сигнал/шум в возможных точках перехвата информации за счет снижения информативного сигнала.

Прохождение волн через препятствия осуществляется различными путями:

- ✓ *через поры, окна, щели, двери и т.д. (путем воздушного переноса);*
- ✓ *через материал стен, по трубам тепло-, водо- и газоснабжения и т.д. за счет их продольных колебаний (путем материального переноса);*
- ✓ *через материал стен и перегородок помещения за счет их поперечных колебаний (путем мембранного переноса).*

## Для повышения звукоизоляции выделенных помещений:

- ✓ в качестве перекрытий рекомендуется использовать акустически неоднородные конструкции;
- ✓ в качестве полов целесообразно использовать конструкции на упругом основании или конструкции, установленные на виброизоляторы;
- ✓ потолки целесообразно выполнять подвесными, звукопоглощающими со звукоизолирующим слоем;
- ✓ в качестве стен и перегородок предпочтительно использование многослойных акустически неоднородных конструкций с упругими прокладками (резина, пробка, ДВП, МВП и т.п.).

Поглощающие материалы могут быть сплошными и пористыми. Обычно пористые материалы используют в сочетании со сплошными. Облицовочные звукопоглощающие материалы изготавливают в виде плоских плит или рельефных конструкций (пирамид, клиньев и т.д.), располагаемых или вплотную, или на небольшом расстоянии от сплошной строительной конструкции (стены, перегородки и т.п.).

Для сплошных, однородных, строительных конструкций ослабление акустического сигнала, характеризующее качество звукоизоляции на средних частотах, рассчитывается по формуле:

$$K = 20 \lg(q_{ог} f) - 45,7.$$

где  $q_{ог}$ , - масса 1 м<sup>2</sup> ограждения, кг;  $f$  - частота звука, Гц.

Отдельную группу звукопоглощающих материалов составляют резонансные поглотители. Они подразделяются на мембранные и резонаторные. Мембранные поглотители представляют собой натянутый холст или тонкий фанерный лист, под которым располагают хорошо демпфирующий материал (материал с большой вязкостью — например, поролон, губчатую резину, строительный войлок и т.д.).

Повышение звукоизоляции стен и перегородок помещений достигается применением слоистых конструкций. В многослойных перегородках и стенах целесообразно подбирать материалы слоев с резко отличающимися акустическими сопротивлениями (например, бетон—поролон).



## Стены БЭК:

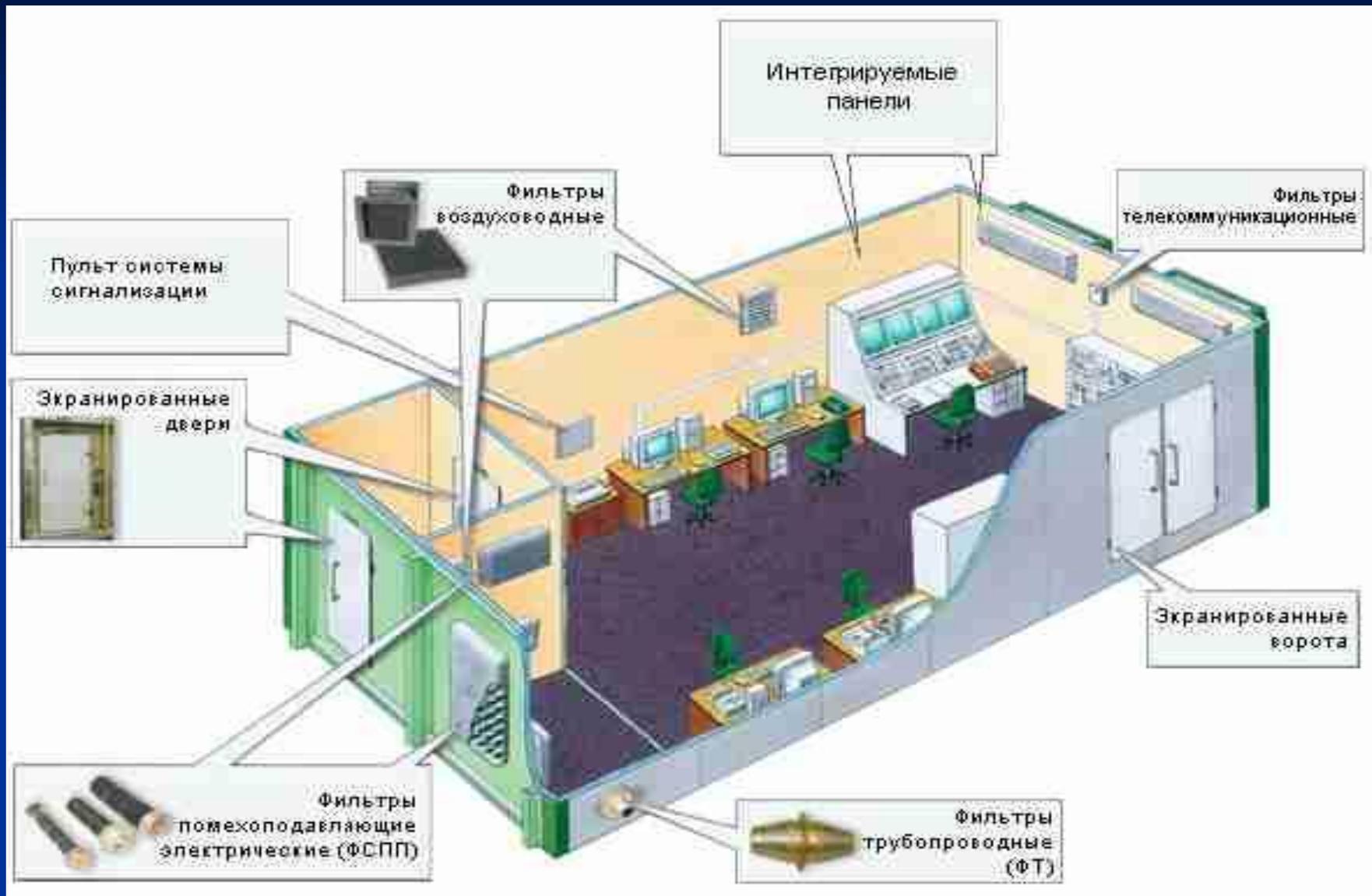
- пирамиды из вспененного резиноподобного материала, содержащего точно подобранную смесь порошков графита и железа.

- плоские ферритовые плитки. Этот поглотитель занимает меньше места, чем пирамидальные поглотители и его можно укладывать на хорошо проводящие поверхности. Более дешёв, легче монтируется и более долговечен, чем пирамиды, однако менее эффективен на **низких** частотах. Применяется для измерений в микроволновом диапазоне. Высота пирамид приблизительно равна  $\lambda_{\text{нижн}} / 4$ .

Увеличение высоты увеличивает эффективность камеры, но удорожает её и уменьшает внутренний рабочий объём.



# Экранированное помещение "Euroshield" (KVIRIN)



**Экранированное помещение Euroshield** представляет собой сборную конструкцию модульного типа из стальных панелей горячей гальванизации толщиной 2 мм с цинковым покрытием. Панели соединяются при помощи болтового соединения, используя в местах соединения специальные уплотнители.

Помещение может дорабатываться под помещение для **конфиденциальных переговоров**. Требуемый **уровень затухания** акустических сигналов достигается при помощи увеличения массы: на стенах и потолке двойной слой минеральной ваты и гипсовых плит; на полу монтируется глушитель при помощи конструкции из минеральной ваты, стальных плит и фанеры. Сверху пол застилается антистатическим ковровым покрытием.

Система вентиляции комнаты имеет один входной и один выходной канал в обеих комнатах. **Эффективность электромагнитного экранирования** достигается при помощи сотовых волноводных отверстий, а звукопоглощение – при помощи аудиоловушек.

**Все линии** для электропитания и пожарозащитной системы **фильтруются**. Сдвижная дверь открывается вручную или автоматически.

## Эффективность экранирования

- Магнитное 10 кГц – 80 дБ; 156 кГц – 100 дБ;  
1 МГц – 110 дБ; 10 МГц – 110 дБ
- Для плоских волн (Е-поля) 10 МГц...20 ГГц уровень затухания > 100 дБ.
- Сетевые фильтры и фильтры линии детектора дыма имеют затухание > 100 дБ в диапазоне частот 14 кГц - 10 ГГц.

