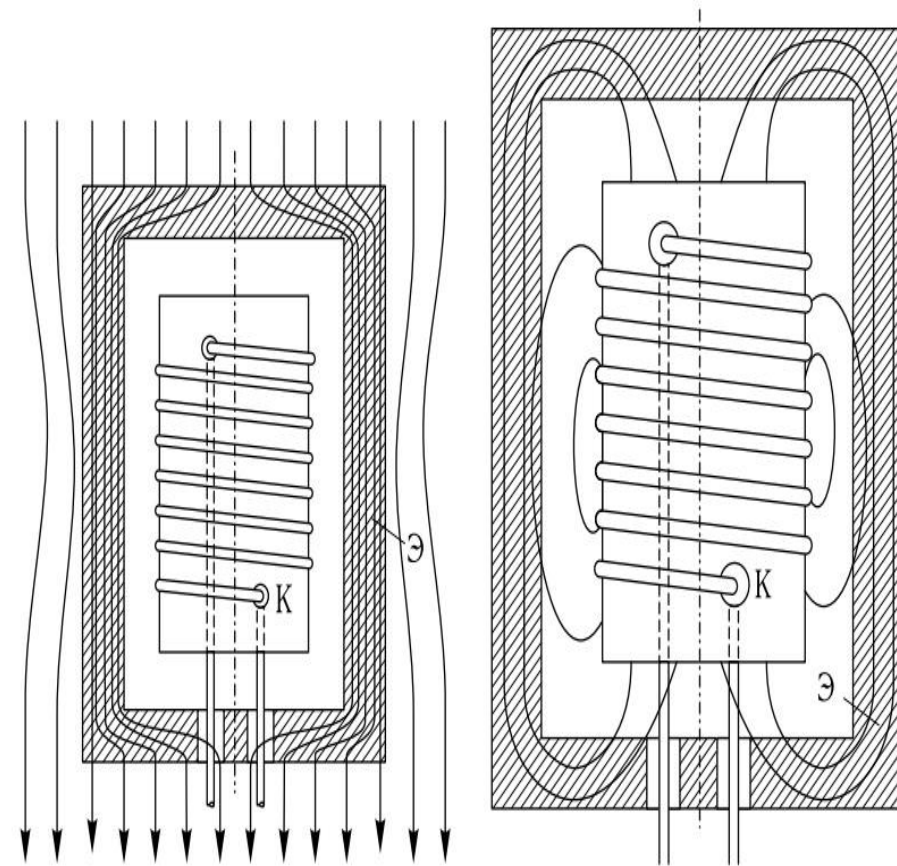


Электромагнитное экранирование

выполнил:
студент гр. СТРбз20-1
Матюнькин

Электромагнитное экранирование – способ снижения интенсивности электромагнитных волн до заданного уровня с помощью специальных материалов, оборудования и технологических решений. Снижение интенсивности поля необходимо для защиты людей или техники от влияния электромагнитного излучения либо для предотвращения нежелательной утечки информации, которая может переноситься электромагнитным излучением.

Экранирование обеспечивается созданием специальных экранов, от которых излучение может отражаться, в которых оно может поглощаться или рассеиваться, либо комбинацией этих способов. Экраны образуют замкнутые объемы, которые охватывают или объект защиты от излучения, либо объект, излучение от которого должно быть подавлено. Кроме того, необходимы специальные решения для ввода в электромагнитный экран или вывода наружу различных линий инженерных или информационных коммуникаций.



Во всех странах законодательно задается допустимый уровень излучения, которому может подвергаться человек без опасения за его здоровье. Применение экранов позволяет снизить потенциально опасные для здоровья уровни излучения до безопасных.

Под воздействием интенсивных полей наблюдаются сбои в работе электроники. Помехи, создаваемые мощными полями, могут вывести из строя интегральные микросхемы и полупроводниковые элементы.

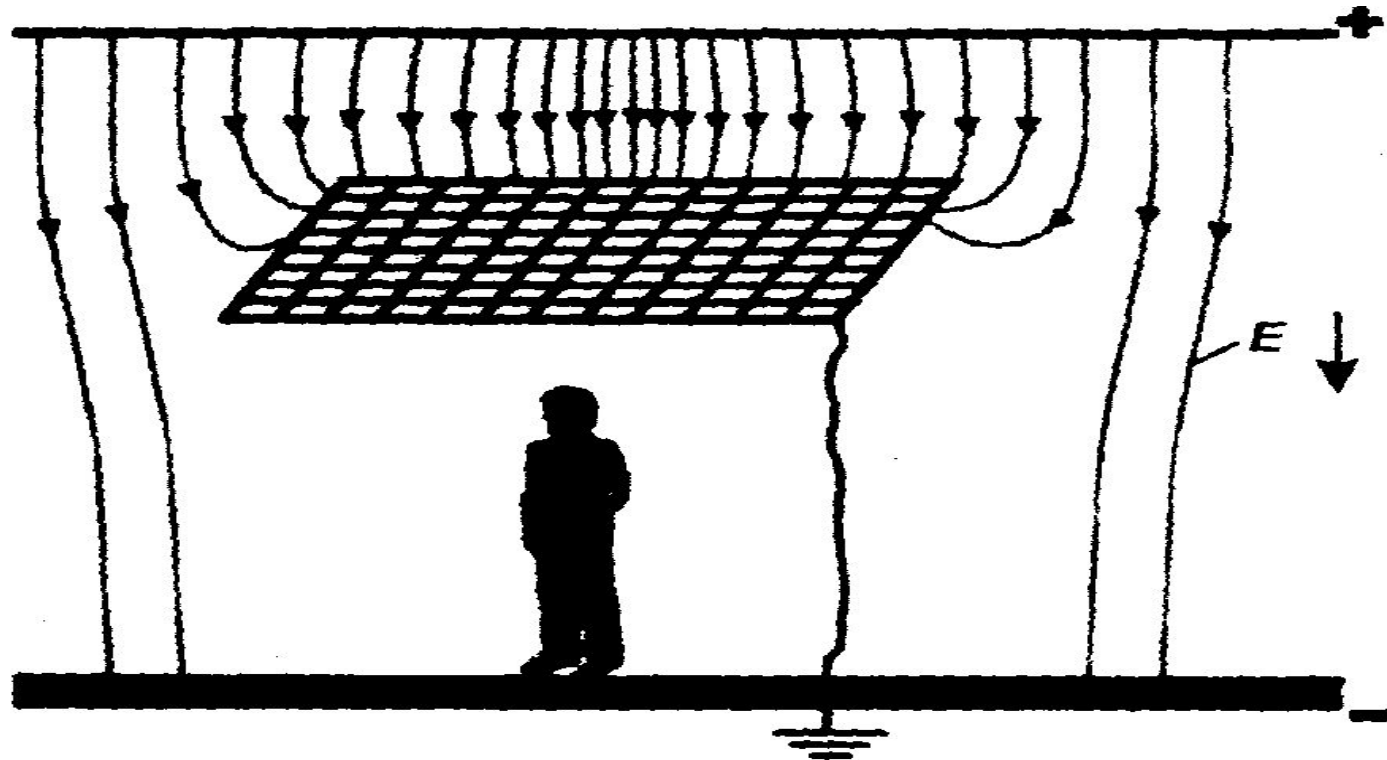
Становится возможным несанкционированный доступ к конфиденциальной информации. Интенсивное излучение позволяет задействовать специальные дистанционные устройства, считывающие данные в процессе работы компьютера. Непроизвольным передатчиком секретной информации может стать любой электронный гаджет, например, смартфон.

Преграду электромагнитному полю создает экран с высокой магнитной или электрической проводимостью, оборудованный вокруг защищаемого пространства или полости. В требуемых случаях экранируют источник излучения, чтобы предотвратить его распространение.

Правильно оборудованный защитный экран позволяет:

- ограничить негативное воздействие на электронные и радиотехнические устройства;
- организовать безопасное рабочее место для обслуживающего персонала;
- исключить несанкционированное проникновение к конфиденциальной информации.

Прежде чем использовать тот или иной метод защиты экранированием, необходимо обследование объекта специалистами для создания проекта. В ряде случаев необходимо исследовать объект с помощью специального оборудования. В процессе исследования анализируются частотные параметры ЭМИ, измеряется его уровень в разных точках. Поручив эту процедуру специалистам «НТЦ Фарадей», заказчик получает инструментально точные результаты и квалифицированные рекомендации по организации эффективного экранирования.



- От чего зависит эффективность экранирования

Уровень экранирования определяется показателем коэффициента экранирования. Коэффициент экранирования – отношение величин интенсивности электромагнитного поля до экрана и за экраном.

На эффективность действия экрана в совокупности влияют несколько факторов:

- частотный диапазон электромагнитных полей;
- степень электропроводимости используемых материалов;
- показатель магнитной проницаемости материалов;
- габариты и расположение экрана.

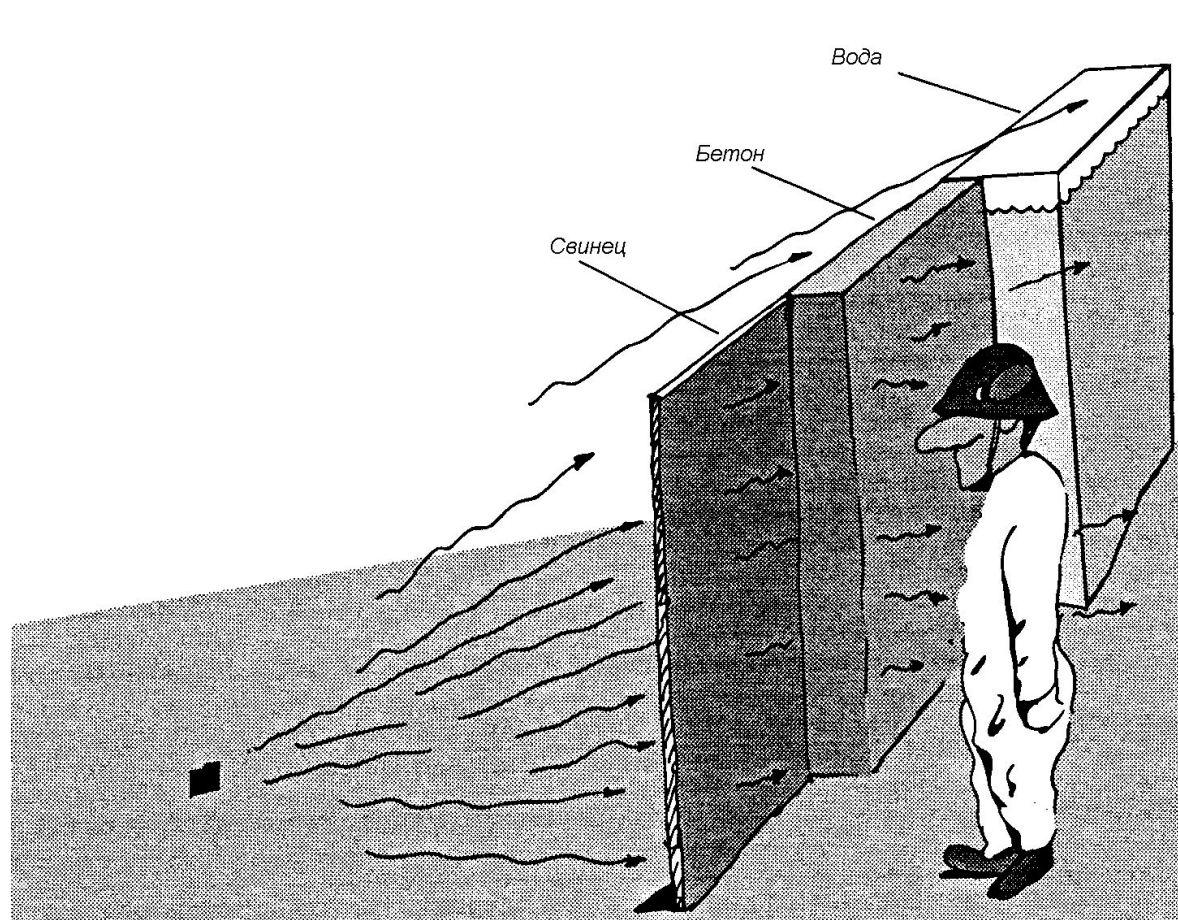
ирования для каждого конкретного объекта.

- **Зависимость экранирования от частотного диапазона**

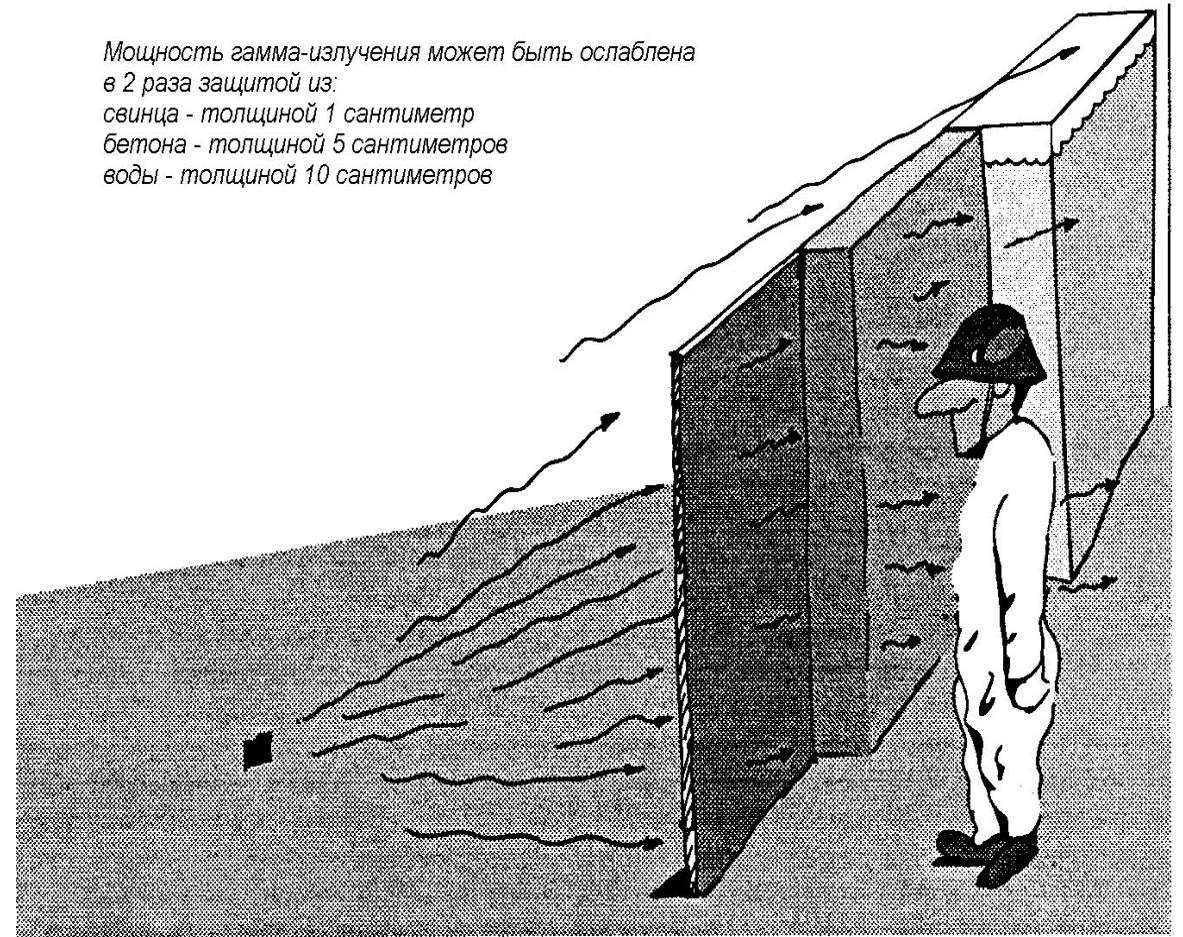
Экранирование полей высокочастотного диапазона основано на отражении и поглощении электромагнитной волны при переходе из одной среды в другую. Электромагнитная волна, взаимодействуя с экраном, частично отражается его поверхностью, частично поглощается материалом экрана. Эти процессы приводят к потере энергии, ослаблению и затуханию волны.

При экранировании низкочастотных полей (так называемые магнитные поля) используют свойства так называемых магнитомягких материалов.

Для экранирования высокочастотных полей основное требование – высокая электропроводность материала экрана и отсутствие отверстий, щелей, плохого контакта элементов экрана. Даже небольшое отверстие при короткой длине волны превращается в так называемую щелевую антенну, в итоге пропускающую излучение через экран.



Мощность гамма-излучения может быть ослаблена
в 2 раза защитой из:
свинца - толщиной 1 сантиметр
бетона - толщиной 5 сантиметров
воды - толщиной 10 сантиметров



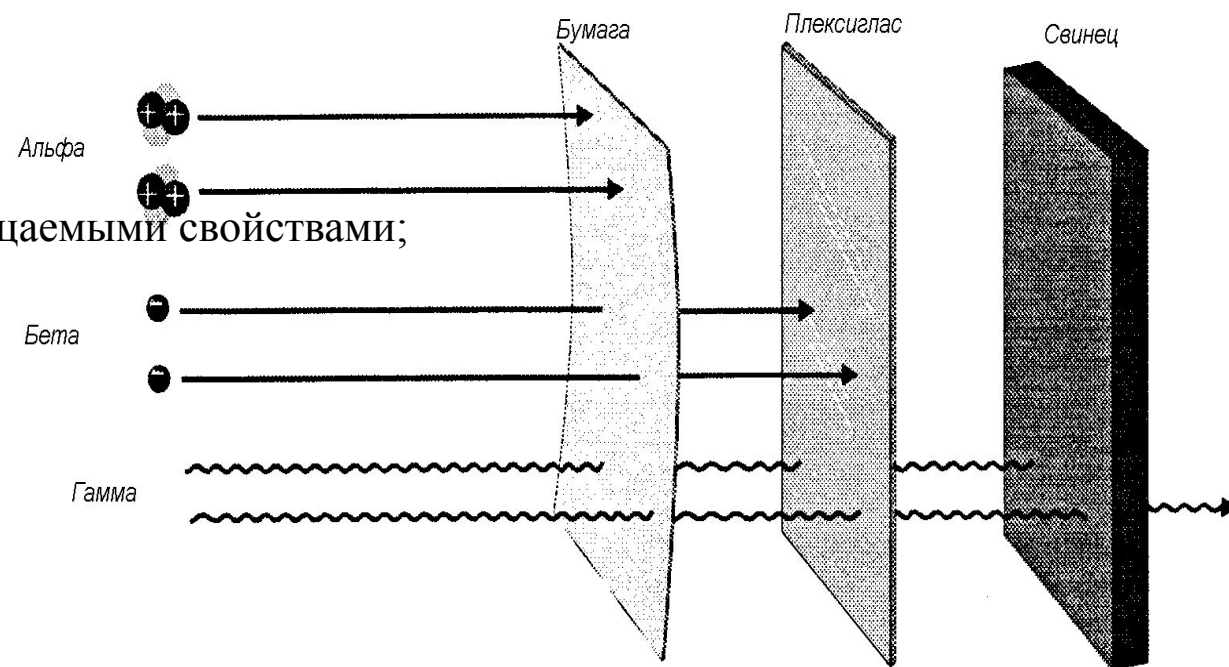
Элементы и сырье для экранирования

В производстве защитных экранов используются разнообразные материалы. Средством экранирования могут служить листовая медь, алюминий, сталь или фольга, а также современные специализированные ткани и сетки. Чем выше удельная проводимость материала экрана, тем эффективнее экранирование. Конкретное значение защитных способностей экрана зависит от конфигурации и объема помещения, площади оконных и дверных проемов, материала стен.

Для электромагнитного экранирования входящих/выходящих коммуникационных линий от помех извне и паразитных токов в систему интегрируются специальные фильтры.

Сырьем для изготовления экранирующих конструкций и приспособлений служат:

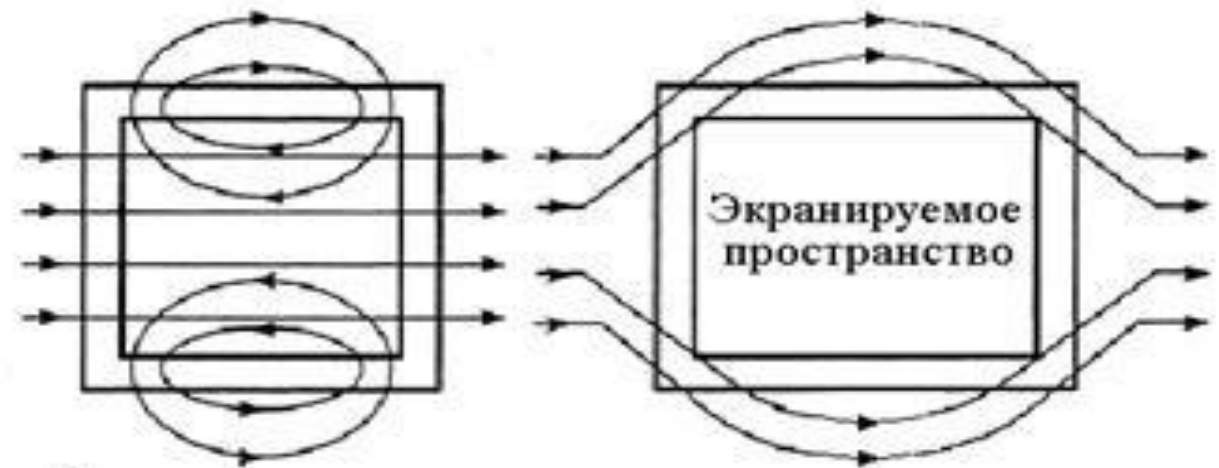
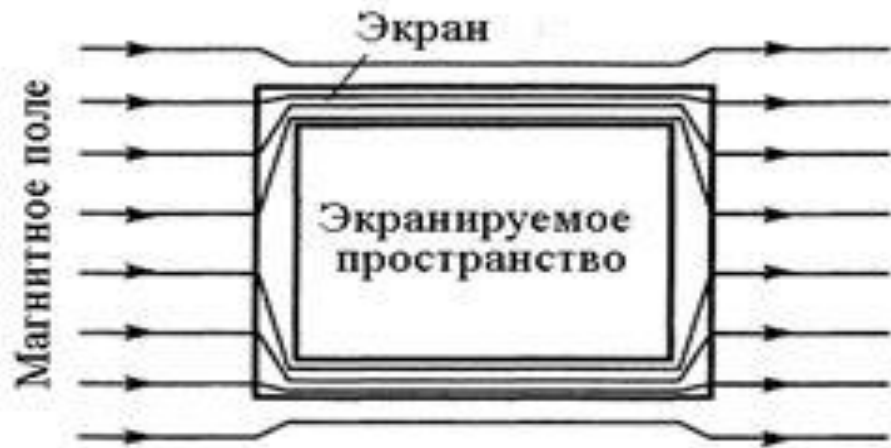
- стальные и медные пластины — для сооружения корпусов, камер, внутренней облицовки помещений;
- тонкая фольга из мягкомагнитных сплавов – защита аппаратуры;
- металлические ленты и оплетки – экранирование кабелей;
- металлизированные шланги – защита кабельных жгутов;
- металлические соты – для организации экранов с воздухопроницаемыми свойствами;
- тонкая проволочная сетка – экранирование оконных проемов.



Надежное и качественное экранирование помещений и оборудования невозможно обеспечить без тщательного уплотнения оконных и дверных проемов, строительных стыков, всевозможных щелей и отверстий. В этих целях используются специальные материалы, которые в достаточной степени обладают такими качествами, как:

- проводимость;
- формуемость;
- устойчивость к ЭМП разной интенсивности;
- низкий уровень контактного сопротивления.

Данным требованиям соответствуют уплотнители, выполненные на основе силиконового каучука. Используются в экранах виде трубок, пластинок, кольцевидных шнуров.



Поле вихревых токов

• Конструкция экранов

Казалось бы, создать качественный экран с высоким коэффициентом экранирования очень просто — необходимо изготовить замкнутый электрически герметичный контур (например, куб), и тогда легко получить $K_{\text{э}}$ порядка 100 дБ и более. К сожалению, в реальности это невозможно, так как понадобятся отверстия для ввода кабелей, вентиляции и обслуживания аппаратуры.

Каждое отверстие или щель в экране, сравнимые с $1/20$ длины волны, следует учитывать при планировании экрана (рис. 3). Так, для 1 ГГц отверстие диаметром 1,5 мм ухудшит коэффициент экранирования до 40 дБ; 1,5 см — до 20 дБ. При увеличении количества отверстий коэффициент экранирования ухудшится на $K_n = 20 \log n$. Необходимо избегать больших отверстий и щелей в экране. Много маленьких отверстий лучше, чем одно большое.



Два отверстия имеют коэффициент экранирования на 6 дБ хуже чем одно.

$$K_n = 20 \log n$$

Коэффициент экранирования круглого отверстия:

$$K_{\text{э}} = 20 \log (\lambda/2d)$$

λ - длина волны

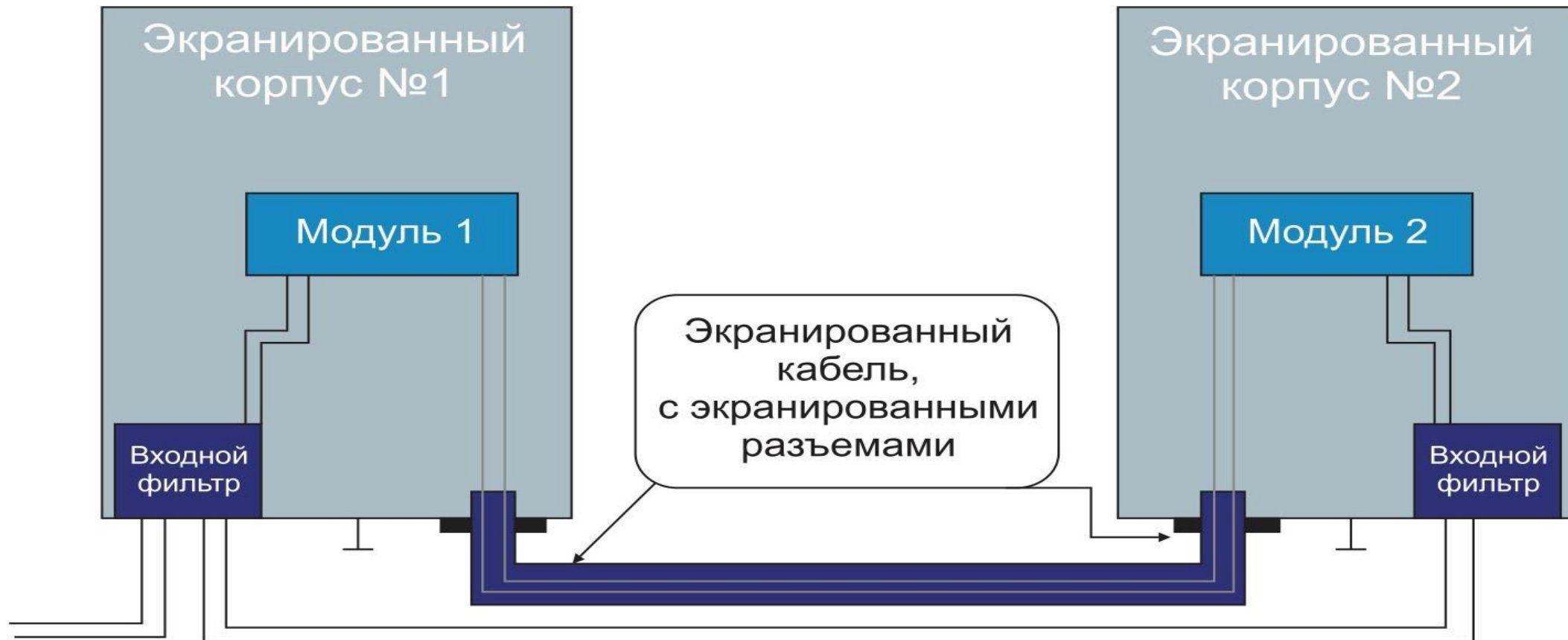
d - наибольший диаметр отверстия

Для создания эффективного экрана необходимо:

- подобрать материал, его структуру и толщину в зависимости от составляющей электромагнитного поля, которую требуется экранировать;
- по возможности исключить любые отверстия и щели и любые другие прерывания электрического контакта, по размерам сравнимые с $1/20$ длиной волны;
- для вентиляции и ввода кабелей использовать запердельные волноводы;
- для ввода сигналов и питания применять оптические линии связи и проходные фильтры;
- для обеспечения контакта по периметру сборных конструкций использовать проводящие прокладки или пружинные контакты;
- контролировать коэффициент экранирования корпусов, проводя натурные измерения, когда это возможно.

Соединение двух экранированных систем

Кабели и соединители должны быть экранированы и иметь электрический контакт по всей окружности разъема. Необходимо избегать соединения экрана кабеля с корпусом оборудования одним тонким проводником, так как он вносит паразитную индуктивность, а следовательно, имеет высокое полное сопротивление на высоких частотах. Ввод внешних кабелей должен осуществляться через проходные фильтры, заключенные в отдельный экранированный корпус.



- **Электромагнитная безопасность от «НТЦ Фарадей»**

Создание условий для электромагнитной безопасности помещений, особенно в отношении защиты информации необходимо предусматривать на стадии проектных разработок. [Технологии и материалы](#), используемые компанией «НТЦ Фарадей», позволяют выполнять качественное электромагнитное экранирование, как на стадии возведения объекта, так и уже существующих помещений, которые изначально не предназначались под специальное использование.

Специалисты компании разработают и реализуют уникальный проект экранов любой сложности по заказу и техзаданию заказчика:

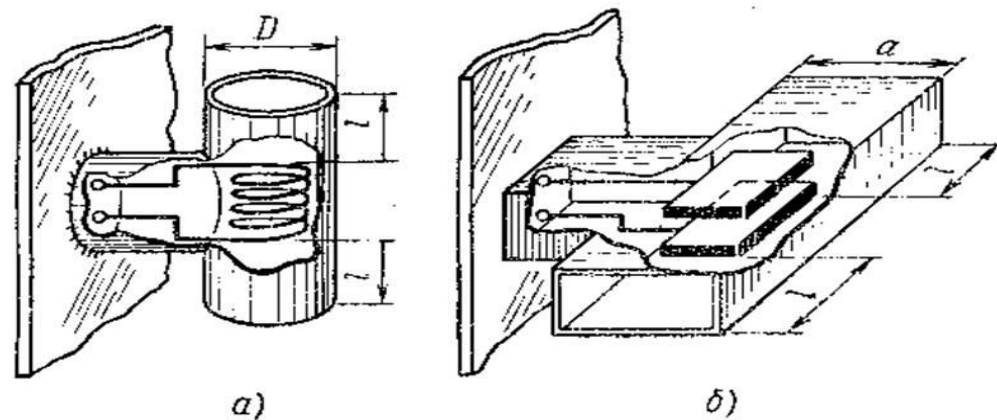
- цельносварные камеры и сборно-разборные камеры с требуемыми заказчику размерами;
- экранирующие ворота и двери;
- экраны-фильтры для оптоволоконной связи;
- специализированные стекла для отдельного наблюдения;
- защитные материалы по линии ЭМС;
- электрические фильтры (силовые и сигнальные);
- вентиляционные фильтры.
- Выполняется тестирование и постоянная техническая поддержка в процессе эксплуатации защитных систем электромагнитного экранирования.

Метод экранирования, особенно для электронных товаров, помещенных в пластиковые корпуса, - это покрытие внутренней части корпуса металлическими чернилами или подобным материалом. Чернила состоят из материала-носителя, наполненного подходящим металлом, обычно [медь](#) или же [никель](#) в виде очень мелких частиц. Он распыляется на корпус и после высыхания образует непрерывный проводящий слой металла, который может быть электрически соединен с [заземление](#) оборудования, тем самым обеспечивая эффективное экранирование.

Электромагнитное экранирование - это процесс понижения электромагнитного поля в области путем ограждения ее проводящим или магнитным материалом. [Медь](#) используется для экранирования радиочастот (RF), поскольку поглощает [радио](#) и другие [электромагнитные волны](#). Правильно спроектированный и сконструированный [ВЧ экранирующие корпуса](#) удовлетворить большинство потребностей в защите от радиочастот, от компьютерных и электрических коммутационных комнат до больниц [Томография](#) и [МРТ](#) удобства.

Иногда оборудование требует изоляции от внешних магнитных полей. Для статических или медленно меняющихся магнитных полей (ниже примерно 100 кГц) экранирование Фарадея, описанное выше, неэффективно. В этих случаях щиты из высоких магнитная проницаемость металл сплавы могут использоваться, например, листы пермаллой и мю-металл или с покрытиями из ферромагнитного металла с нанокристаллической структурой зерен. Эти материалы не блокируют магнитное поле, как в случае электрического экранирования, а скорее втягивают поле внутрь себя, обеспечивая путь для силовые линии магнитного поля вокруг экранированного объема.

Таким образом, наилучшей формой для магнитных экранов является закрытый контейнер, окружающий экранированный объем. Эффективность этого типа экранирования зависит от проницаемости материала, которая обычно снижается как при очень низкой напряженности магнитного поля, так и при высокой напряженности поля, когда материал становится насыщенный. Таким образом, для достижения низких остаточных полей магнитные экраны часто состоят из нескольких корпусов, расположенных один внутри другого, каждый из которых последовательно уменьшает поле внутри него.



Экранирование источников электромагнитных излучений.

а - индуктора; б - конденсатора