**Доклад**

**на тему: Радиоэлектронные каналы утечки информации.**

**Содержание**

1. **Радиоэлектронный канал.**
2. **Структура радиоэлектронного канала утечки информации.**
3. **Виды утечки информации.**
4. **Антенные устройства.**
5. **Классификация помех.**

**Радиоэлектронные каналы утечки информации.**

В радиоэлектронном канале передача носителем информации является электрический ток и электромагнитное поле с частотами колебаний от звукового диапазона до десятков ГГц.

**1. Радиоэлектронный канал** относится к наиболее информативным каналам утечки в силу следующих его особенностей:

* независимость функционирования канала от времени суток и года, существенно меньшая зависимость его параметров по сравнению с другими каналами от метеоусловий;
* высокая достоверность добываемой информации, особенно при перехвате ее в функциональных каналах связи (за исключением случаев дезинформации);
* большой объем добываемой информации;
* оперативность получения информации вплоть до реального масштаба времени;
* скрытность перехвата сигналов и радиотеплового наблюдения.

В радиоэлектронном канале производится перехват радио и электрических сигналов, радиолокационное и радиотепловое наблюдение. Следовательно, в рамках этого канала утечки добывается семантическая информация, видовые и сигнальные демаскирующие признаки. Радиоэлектронные каналы утечки информации используют радио, радиотехническая, радиолокационная и радиотепловая разведка.

**2. Структура радиоэлектронного канала утечки информации** в общем случае включает (см. рис. 1) источник сигнала или передатчик, среду распространения электрического тока или электромагнитной волны и приемник сигнала.

 Рис. 1. Структура радиоэлектронного канала утечки информации.

В радиоэлектронных каналах утечки информации источники сигналов могут быть четырех видов:

- передатчики функциональных каналов связи;

- источники опасных сигналов;

- объекты, отражающие электромагнитные волны в радиодиапазоне;

- объекты, излучающие собственные (тепловые) радиоволны.

Средой распространения радиоэлектронного канала утечки информации являются атмосфера, безвоздушное пространство и направляющие - электрические провода различных типов и волноводы. Носитель в виде электрического тока распространяется по проводам, а электромагнитное поле - в атмосфере, в безвоздушном пространстве или по направляющим - волноводам. В приемнике производится выделение (селекция) носителя с интересующей получателя информацией по частоте, усиление выделенного слабого сигнала и съем с него информации - демодуляция.

При перехвате сигналов функциональных каналов связи передатчики этих каналов являются одновременно источниками радиоэлектронных каналов утечки информации. В общем случае направления распространения электромагнитной волны от передатчика к санкционированному получателю и злоумышленнику отличаются. В функциональных каналах связи максимум излучения энергии электромагнитной волны ориентируют в направлении расположения приемника санкционированного получателя. Поэтому мощность источника сигналов радиоэлектронного канала утечки информации, как правило, существенно меньше мощности излучения в функциональном канале связи.

**3. Виды утечки информации**

В зависимости от способа перехвата информации различают **два вида радиоэлектронного канала утечки информации.**

В канале утечки 1‑го вида производится перехват информации, передаваемой по функциональному каналу связи. С этой целью приемник сигнала канала утечки информации настраивается на параметры сигнала функционального радиоканала или подключается (контактно или дистанционно) к проводам соответствующего функционального канала. Такой канал утечки информации имеет общий с функциональным каналом источник сигналов - передатчик. Так как места расположения приемников функционального канала и канала утечки информации в общем случае не совпадают, то среды распространения сигналов в них от общего передатчика различные или совпадают, например, до места подключения приемника злоумышленника к проводам телефонной сети.

Радиоэлектронный канал утечки 2‑го вида имеет собственный набор элементов: передатчик сигналов, среду распространения и приемник сигналов. Передатчик этого канала утечки информации образуется случайно (без участия источника или получателя информации) или специально устанавливается в помещении злоумышленником. В качестве такого передатчика применяются источники опасных сигналов и закладные устройства. Опасные сигналы, как отмечалось ранее, возникают на базе акустоэлектрических преобразователей, побочных низкочастотных и высокочастотных полей, паразитных связей и наводок в проводах и элементах радиосредств. Опасные сигналы создаются в результате конструктивных недоработок при разработке радиоэлектронного средства, объективных физических процессов в их элементах, изменениях параметров в них из-за старения или нарушений правил эксплуатации, не учете полей вокруг средств или токонесущих проводов при их прокладке в здании и т. д.

Вариантов условий для возникновения опасных сигналов очень много. Например, в усилительных каскадах любого радиоэлектронного средства (радиоприемника, телевизора, радиотелефона и др.) могут возникнуть условия для генерации сигналов на частотах вне звукового диапазона, которые модулируются электрическими сигналами акустоэлектрических преобразователей. Функции акустоэлектрических преобразователей могут выполнять элементы (катушки индуктивности, конденсаторы) генераторов, являющихся функциональными устройствами.

Особенностью передатчиков этого канала является малые амплитуда электрических сигналов - единицы и доли мВ, и мощность радиосигналов, не превышающая десятки мВт (для радиозакладок). В результате этого протяженность таких каналов невелика и составляет десятки и сотни метров. Поэтому для добывания информации с использованием такого канала утечки информации приемник необходимо приблизить к источнику на величину длины канала утечки или установить ретранслятор. Среда распространения и приемники этого вида каналов не отличаются от среды и приемников каналов 1‑го вида.

В общем случае направляющие линии связи создаются для передачи сигналов в заданном направлении с должным качеством и надежностью. Способы и средства передачи электрических сигналов по проводам рассматриваются прикладной области радиотехники, называемой проводной связью.

Различают воздушные и кабельные **проводные линии связи**. Воздушные линии связи относятся к симметричным цепям, отличительной особенностью которых является наличие двух проводников с одинаковыми электрическими свойствами.

В зависимости от типа несущих конструкций они делятся на столбовые и стоечные. Столбовыми называются линии, несущими конструкциями являются деревянные или железобетонные опоры. Опорами столбовых линий служат металлические стойки, установленные, например, на крышах зданий. Для изоляции проводов воздушных линий друг от друга и относительно земли их укрепляют на фарфоровых изоляторах.

 Более широко применяются кабельные линии связи. Кабельные линии связи получили доминирующее развитие при организации объектовой, городской и междугородной телефонной связи. Они составляют 65% телефонных линий России. Кабели бывают симметричными и коаксиальными.

Если обе жилы цепи, образованного кабелем, выполнены из проволоки одинакового диаметра, имеют изоляцию одинаковой конструкции и расположены так, что между ними можно провести плоскость симметрии, то кабель называется симметричным. Если же оба проводника цепи выполнены в форме соосных цилиндров, в поперечном сечении имеют форму концентрических окружностей, то такой кабель - коаксиальный.

Симметричные кабели представляют собой проводники (жилы) с нанесенными на них одним или несколькими слоями изолятора из диэлектрических материалов. Несколько жил, объединенных единым изолятором в виде ленты, образуют ленточные кабели или полосковые линии. Известные конструкции симметричных кабелей содержат от 1х2 до 2400х2 жил под общей защитной оболочкой.

В коаксиальном кабеле один проводник концентрически расположен внутри другого проводника, имеющего форму полого цилиндра. Внутренний проводник изолируется от внешнего с помощью различных изоляционных материалов и конструкций. Для изоляции коаксиальных пар кабеля применяется сплошной и пористый полиэтилен, изоляция в виде шайб, в последовательно соединенных баллончиков, напоминающий разрез бамбука и др. Для обеспечения гибкости кабеля внешний проводник выполняется из медной или железной сетки, а для защиты от внешних воздействий он покрывается слоем изолятора (полихлорвинила).

Основными параметрами проводных линий связи являются ширина пропускаемого ими спектра частот и собственное затухания Zc = 10 lgPвх / Pвых, где Pвх и Pвых - мощность сигнала на входе и выходе цепи соответственно.

Если сопротивление проводников на низких частотах (в диапазоне 0-100 кГц) определяется удельным сопротивлением материала и площадью поперечного сечения проводника, то на более высоких частотах начинается сказываться влияние поверхностного эффекта. Сущность его заключается в том, что переменное магнитное поле, возникающее при протекании по проводнику тока, создает внутри проводника вихревые токи, В результате этого плотность основного тока перераспределяется по сечению проводника (жилы): уменьшается в центре и возрастает на периферии. Глубина проникновения (в мм) тока в медную жилу θ=67/, где f-частота колебаний в Гц. На частоте f=60 кГц глубина проникновения составляет приблизительно 0.3 мм, а на частоте 250 кГц - на порядок ниже, всего около 0.03 мм. Следовательно, ток с этой частотой распространяется по гипотетической тонкой медной трубке с существенно меньшей площадью сечения и, соответственно, большим сопротивлением.

На величину затухания линии влияют также электрические характеристики диэлектрика, наносимого на металлические провода. За счет их удается расширить полосу пропускания линии. При передаче по воздушным линиям со стальными проводами ширина пропускания составляет около 25 кГц, с медными проводами - до 150 кГц, по симметричным кабелям - до 600 кГц, Расширению спектра частот, передаваемых по симметричным цепям, препятствуют возрастающие наводки. Например, удовлетворительным для телефонных линий считается значение переходного затухание порядка 60-70 дБ.

В коаксиальном кабеле электрическое поле замыкается между внутренним и внешним проводниками, поэтому внешнее электрическое поле отсутствует. Кабель не имеет также внешнего магнитного и электромагнитного полей, что и обусловливает его основные преимущества перед симметричными. Вследствие поверхностного эффекта ток при повышении частоты оттесняется во внутреннем проводнике к его наружной поверхности, а во внешнем, наоборот, к внутренней. Стандартная коаксиальная пара 1.2/4.4 (с диаметрами внутреннего и внешнего проводников - 1.2 и 4.4. мм соответственно) обеспечивают передачу 900-960 телефонных каналов на расстояние до 9 км или 3600 каналов на расстояние 1.5км. При увеличении диаметров проводников до 2.6/9/5 число телефонных каналов для длины участка 1.5 км возрастает до 10800.Ширина частотного диапазона такого кабеля достигает 60 МГц. Повышение частотного диапазона потребует дальнейшего увеличения диаметров проводников коаксиального кабеля.

Электромагнитная волна представляет форму существования электромагнитного поля в виде изменяющихся во времени по синусоидальному закону значений напряженности электрического и магнитного полей.

Электромагнитная волна как носитель информации в радиоэлектронном канале утечки возникает при протекании по проводам электрического тока переменной частоты и распространяются от источника ненаправленного излучения радиально во все стороны с конечной скоростью, в атмосфере несколько меньшей скорости света. Векторы напряженности электрического и магнитного полей взаимноперпендикулярны и перпендикулярны направлению распространения электромагнитной волны. Электромагнитная волна характеризуется частотой колебания, мощностью и поляризацией. По частоте электромагнитные волны классифицируются в соответствии с Регламентом радиосвязи, утвержденным на Всемирной административной конференции в Женеве в 1979 г. (табл. 1).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  Диапазон длин волн |  Наименование волн |  Обозначение и наименование частот |  Диапазон частот |
|  > 100 км |  - |  ELF-чрезвычайно низкие | Доли Гц-3 кГц |
|  10-100 км | Мириаметровые |  VLF(ОНЧ)-очень низкие |  3-30 кГц |
|  1-10 км | Километровые (длинные) |  LF(НЧ)-низкие |  30-300 кГц |
|  100-1000 м | Гектаметровые (средние) |  MF(СЧ)-средние |  300-3000 кГц |
|  10-100 м | Декаметровые (короткие) |  HF(ВЧ)-высокие |  3-30 МГц |
|  1-10 м | Метровые |  (ОВЧ)-очень высокие |  30-300 МГц |
|  10-100 см | Дециметровые |  UHF(УВЧ)-ультравысокие |  300-3000 МГц |
|  1-10 см | Сантиметровые |  SHF(СВЧ)-сверхвысокие |  3-30 ГГц |
|  1-10 мм | Миллиметровые |  EHF(КВЧ)-крайне высокие |  30-300 ГГц |
|  0.1-1 мм | Децимиллиметровые |  ГВЧ-гипервысокие |  300-3000 ГГц |

Поляризация определяет направление вектора напряженности электрического поля. Если вектор электрического поля лежит в вертикальной плоскости, то поляризация вертикальная, когда он находится в горизонтальной плоскости, то - горизонтальная. Промежуточное положение характеризуется углом поляризации между плоскостями поляризации и распространения. Плоскостью поляризации называется плоскость, в которой находятся вектора электрического поля и вектор распространения электромагнитной волны. Плоскость распространения имеет вертикальное расположение и проходит через вектор распространения электромагнитной волны.

Мощность излучения электромагнитного поля тем выше, чем ближе частота колебаний в распределенном контуре, образованного индуктивностью проводников и распределенной емкостью между ними и землей, к частоте сигнала. Устройства, в которых обеспечивается эффективное преобразование энергии электрических сигналов в электромагнитную волну, называются антеннами.

**4. Антенные устройства** являются неотъемлемой частью передающих и приемных радиоэлектронных средств. Причем их конструкция остается неизменными в режимах передачи и приема, за исключением тех случаях, когда излучается большая мощность. В этом случае приходится принимать дополнительные меры по предотвращению электрического пробоя в высоковольтных цепях передающей антенны, необходимость в которых отсутствует для приемной. В общем случае принцип обратимости позволяет передающую антенну использовать в качестве приемной и наоборот.

Характер поляризации электромагнитной волны зависит от конструкции и расположения излучающих элементов антенны. Несоответствие поляризации электромагнитной волны пространственной ориентации элементов приемной антенны, в которых наводятся электрические заряды, приводит к уменьшению величины этих эарядов. Радиоволны в зависимости от условий распространения делятся на земные (поверхностные), прямые, тропосферные и ионосферные (пространственные).

Земными называются радиоволны, которые распространяются в непосредственной близости от поверхности Земли и частично огибают ее поверхность благодаря явлению дифракции. Прямыми названы радиоволны, распространяющиеся прямолинейно в атмосфере и космосе.

Радиоволны, которые распространяются в тропосфере - приземной неоднородной области атмосферы не выше 10-12 км от поверхности Земли, называются тропосферными. В тропосфере происходит рассеивание, а также частичное искривление траектории и отражение радиоволн от неоднородностей тропосферы.  Ионосферными называют радиоволны, распространяющиеся в результате последовательного отражения от ионосферы и земной поверхности. Ионосферу образуют ионизированные под действием ультрафиолетового излучения Солнца верхние слои атмосферы. Концентрация свободных электронов в ионосфере меняется по высоте. В зависимости от концентрации свободных электронов и соответственно положительно заряженных ионов ионосферу условно делят на слои - D, E, F1 и F2. Наименьшая концентрация имеет место в слое D, наибольшая - в слое F2. Состояние ионосферы непрырывно меняется, оно зависит от времени суток, времени года и солнечной активности, которая имеет 11‑летний цикл изменения.

Слой D располагается до высоты примерно 60 км. В ночные часы слой D преобладает рекомбинация электронов и ионизация уменьшается или исчезает.

Слой Е расположен на высоте 100-120 км и менее зависит от времени суток.

Слои F1 и F2 занимают области на высоте примерно 160-400 км, причем ночью слой F1 исчезает.

В ионосфере происходит преломление, отражение и поглощение радиоволн. Преломление радиоволн обусловлено изменениями диэлектрической проницаемости, а, следовательно, показателя преломления по высоте слоев. По мере распространения радиоволн от наземного источника через более высоко расположенные слои показатель преломления уменьшается, траектория электромагнитной волны искривляется и при определенных условиях волна возвращается на Землю.

Отражение радиоволн на той или иной высоте ионосферы зависит от частоты радиоволн и угла их падения на слой. При прочих равных условиях чем больше угол падения волны, отсчитываемый от вертикальной линии в точке падения, тем более полога траектория луча в ионосфере и тем меньшая электронная концентрация потребуется для возвращения луча на Землю. Минимальное значение угла падения, при котором еще возможно отражение радиоволн от ионосферы называется критическим. При угле падения, меньшем критического, радиоволны проходят через ионосферу не отразившись.

Так как коэффициент преломления уменьшается с увеличением частоты, то длинные волны преломляются сильнее, чем короткие, а для УКВ преломление недостаточно для возвращения волн на Землю и они уходят в космическое пространство. Наивысшая частота, при которой электромагнитная волна еще может возвратиться на Землю, называется максимально применимой частотой. Но значение этой частоты неоднозначно вследствие зависимости ее от угла падения. Поэтому вводят понятие критической частоты, которая является максимально применимой частотой при угле падения 90 градусов. Из определения следует, что эта частота представляет собой низшую из всех максимально применимых частот.

За счет многократного переотражения радиоволн от слоев ионосферы и земной поверхности электромагнитная волна может распространяться на большие расстояния вплоть до огибания Земли. Но при переотражениях возникают зоны молчания, куда не попадают отраженные от ионосферы электромагнитные лучи. В зонах приема происходит интерференция волн, прошедших разный путь от излучателя и имеющих, следовательно, различные фазы. Случайный характер изменения фаз приводит к случайному изменению амплитуды результирующей волны, которое называется замиранием или федингом.

Степень поглощения радиоволн в атмосфере увеличивается при повышении плотности ионизации, частоты колебания и пути, проходимой радиоволной в ионосфере. Зимой, когда концентрация электронов в связи с понижением солнечной радиации уменьшается, поглощение радиоволн снижается и дальность распространения увеличивается. В зависимости от частоты колебания радиоволн характеристики среды распространения имеют следующие особенности.

 1. Километровые (длинные) волны обладают хорошей дифракцией, сравнительно слабо поглощаются земной поверхностью и могут распространяться поверхностным лучом на расстояние до 3000 км. В ионосфере они затухают сильнее, но могут отражаться от слоя Е и распространяться пространственным лучом на большее расстояние. К преимуществам электромагнитной волны в этом диапазоне как носителя информации относится, кроме большой дальности распространения, сравнительное постоянство напряженности поля в пункте приема в течение суток и года, что обеспечивает устойчивость связи. Эти волны применяются также для связи под водой, где плохо распространяются волны более высоких частот.

Недостатком длинноволновой радиолинии является плохая излучательная способность антенн, их большие размеры, достигающие несколько сотен метров, высокий уровень атмосферных и промышленных помех и малая пропускная способность.

 2. Гектометровые (средние) волны могут распространяться поверхностным и пространственным лучами. Энергия средних волн поглощаются земной поверхностью сильнее, чем энергия длинноволновых, поэтому дальность связи поверхностным лучем составляет примерно 500 - 1500 км. Однако для средних волн создаются более благоприятные условия распространения пространственным лучом и прием сигналов возможен до 4000 км.

Условия распространения средних волн существенно изменяются в зависимости от времени суток. В ночные часы за счет отражения от ионосферы дальность распространения выше, чем в дневные, когда преобладают поверхностные волны. В этом диапазоне наблюдаются замирания в результате интерференции земных и поверхностных волн или пространственных волн с различными путями распространения, высокий уровень атмосферных и промышленных помех. Антенны в среднем диапазоне по устройству в основном такие же, как и антенны в длинноволновом, но в силу большей близости их геометрических размеров к длинам волн имеют больший коэффициент усиления. Радиоволны в этом диапазоне используются для радиовещания и связи, на флоте и в авиации.

 3. При распространении коротких волн дальность поверхностного луча невелика из-за резкого возрастания поглощения энергии в Земле. Поле в точке приема создается в основном за счет отражения от различных слоев ионосферы. В результате флюктуации плотности и высоты слоев и взаимодействия лучей на коротких волнах, как правило, наблюдаются глубокие замирания и даже полное пропадание связи в течение нескольких десятков секунд.

Для обеспечения круглосуточной связи в условиях суточного изменения ионосферы необходимо производить периодическую смену частот. Определение оптимальных частот производится специальными службами наблюдения за ионосферой по результатам вертикального и вертикально-наклонного зондирования ее радиоимпульсами. Наиболее благоприятные условия прохождения волн днем чаще складываются на волнах в интервале 10-25 м, а ночью - 35-70 м.

В диапазоне коротких волн на напряженность поля и характер ее изменения в точке приема влияют другие явления, такие как «вспышки» на Солнце, рассеяние волн на мелких неоднородностях ионосферы, повороте плоскости поляризации.

Достоинством коротких волн является возможность обеспечения связи на очень большие расстояния при сравнительно малых мощности передатчика и габаритах антенны, а также малое влияние атмосферных и промышленных помех. Они применяются для связи, радионавигации, радиовещании и радиолюбителями.

4. В диапазоне ультракоротких (метровых) и более коротких волн практически отсутствует дифракция. Поэтому они распространяются в пределах прямой видимости, в том числе отражаясь от земли и тропосферы с потерей части энергии на поглощение.  Радиоволны в этих диапазонах являются основными носителями информации в сетях телекоммуникаций человечества в силу следующих особенностей:

- имеют огромный частотный диапазон (см. табл. 4.3), обеспечивающий возможность передачи огромного объема информации, в том числе путем использования широкополосных каналов;

- низкий уровень атмосферных и промышленных помех, позволяющих использовать приемные устройства с высокой чувствительностью, что повышает дальность приема;

- слабое влияние станционных помех на работу других радиосистем вследствие ограниченности их радиуса видимости;

- возможность создания небольших антенн с узкой диаграммой направленности, позволяющих осуществлять радиосвязь при относительно малой мощности передающих устройств. Основным недостатком радиоволн рассматриваемого диапазона - малая дальность распространения и существенно большее поглощение их природными осадками (дождем, туманом, снегом, градом), особенно в миллиметровом и более коротких диапазонах.

Результаты сравнительного анализа характеристик радиоволн различных диапазонов приведены в табл. 2.

 Таблица 2.

Для повышения дальности связи применяют следующие методы:

- подъем передающей или приемной антенн с помощью инженерных конструкций (матч, башен) и летно-подъемных аппаратов (аэростатов);

- ретрансляция радиосигналов с помощью наземных и космических ретрансляторов;

- использование тропосферных волн в УКВ диапазоне.

Передающие антенны на башнях устанавливаются для постоянного обеспечения связи, радио и телевизионного вещания в городах, районах и областях. Для периодического и эпизодического приема сигналов от отдаленных источников в качестве носителей приемников сигналов используют привязные аэростаты. Информация с них на землю передается по кабелю или радиоканалу.

Для передачи информации в УКВ и СВЧ диапазонах частот на большие расстояния широко применяются ретрансляторы. С помощью наземных ретрансляторов создаются радиорелейные линии (РРЛ), представляющие собой цепочку приемопередающих станций, каждая из которых устанавливается в пределах прямой видимости соседних. Все станции РРЛ разделяются на оконечные, промежуточные и узловые. Оконечные радиорелейные станции располагаются в начале и конце линии. На этих станциях вводится и выделяется информация, обеспечивается распределение информации между потребителями. Промежуточные станции предназначены для ретрансляции сигналов. Узловые радиорелейные станции - это промежуточные станции, на которых происходит разветвление принимаемых сигналов по различным направлениям, выделение части принимаемых передаваемой информации (например, программы телевидения) и введение новой информации.

Диапазон частот, предназначенных для передачи информации одного вида, объединяются в радиочастотный ствол: телевизионный, телефонный и т. д. Существующие отечественные РРЛ могут содержать до 8 стволов, а ствол, например, телефонный - до 1920 телефонных каналов. Для каждого ствола с целью исключения взаимного влияния выделяются две рабочие частоты - для передачи и приема. Принятые каждой станцией сигналы на частоте приема усиливаются и преобразуются на частоте передачи и излучаются в направлении следующей станции. Около 30% телефонных каналов РФ обеспечивает радиорелейная связь.

 Разновидностью радиорелейных линий связи являются тропосферные линии связи, использующие явление рассеяние ультракоротких радиоволн в неоднородностях тропосферы. К таким неоднородностям относятся области тропосферы с резко изменившимися значениями диэлектрической проницаемости. Неоднородности вызываются неравномерностью состояний различных точек тропосферы, непрерывным перемешиванием и смещением воздушных масс в результате неравномерного разогрева Солнцем различных участков поверхности Земли и слоев тропосферы. Для устойчивой тропосферной радиосвязи применяют антенны с высоким коэффициентом усиления (40-50 дБ), мощные передатчики (1-10 кВт) и высокочувствительные приемники. Тропосферные линий связи чаще всего имеют протяженность 140-500 км.

Ретрансляторы, устанавливаемые на искусственных спутниках Земли (ИСЗ), наиболее широко используются для обмена информацией между абонентами, удаленных друг от друга на тысячи километров. Они является элементами (звеньями) спутниковых линий связи, которые содержат также оконечные наземные передающие и приемные станции. Естественно, что связь возможно лишь в том случае, если спутники находятся в зоне видимости обеих земных станций.

Для ретрансляции применяются в основном ИСЗ на геостационарной (стационарной) и эллиптической орбитах, а также менее дорогие низкоорбитальные КА.

При распространении радиоволн в городе характер их распространения существенно искажается по сравнению с распространением на открытых пространствах за счет многочисленных переотражений от стен зданий и помещений и затухания в их них. Эти обстоятельства необходимо учитывать при оценке пространственной ориентации и возможностей каналов утечки информации. Экранирующие свойства некоторых элементов здания приведены в табл. 3.

 Таблица 3.

|  |  |
| --- | --- |
|  Тип здания |  Ослабление, дБ на частоте |
|  | 100 МГц | 500 МГц  |  1 ГГц |
| Деревянное здание с толщиной стен 20 см |  5-7 |  7-9 |  9-11 |
| Кирпичное здание с толщиной стен 1.5 кирпича |  13-15 |  5-17 |  16-19 |
| Железобетонное здание с ячейкой арматуры 15х15 см и толщиной 160 мм |  20-25 |  18-19 |  15-17 |

Указанные в таблице данные получены для стен, 30 процентов площади которых занимают оконные проемы с обычным стеклом. Если оконные проемы закрыты металлической решеткой с ячейкой 5 см, то экранирование увеличивается на 30-40 %.

Дальность распространения электромагнитной волны из здания с толстой кирпичной или железобетонной стенами уменьшается по отношению к зкранированию стен деревянного здания в 2-3 раза в зависимости от частотного диапазона.

5. **Классификация помех.**

Многообразие природных и искусственных источников излучений в радиодиапазоне порождает проблему электромагнитной совместимости носителя информации с другими излучениями-носителями иной информации, которые представляют собой **помехи** по отношению к рассматриваемому радиосигналу. Классификация помех представлена на рис. 2.



 Рис. 2. Классификация помех в каналах утечки.

Природные или естественные помехи вызываются следующими природными явлениями:

- электрическими грозовыми разрядами, как правило, на частотах менее 30 Мгц;

- перемещением электрически заряженных частиц облаков, дождя, снега и др.,

- возникновением резонансных электрических колебаний между землей и ионосферой;

- тепловым излучением Земли и зданий в диапазоне более 30-40 МГц;

- солнечной активностью в основном на частотах более 20 МГц;

- электромагнитными излучениями неба, Луны, других планет (на частотах более 1 МГц);

- тепловыми шумами в элементах радиоприемниках.

В городах к естественным помехам добавляются промышленные помехи, которые по характеру спектра излучений делятся на флюктуационные, гармонические и импульсные.

Флюктуационные помехи имеют распределенный по частоте спектр и создаются коронами высоковольтных электропередач, лампами дневного света, неоновой рекламой, электросваркой и другими электрическими процессами. Спектр промышленных гармонических помех локализован на частотах излучений, возникающих при нелинейных преобразованиях в промышленных установках. Импульсные помехи, возникающие, прежде всего, при замыкании и размыкании электрических контактов выключателей, характеризуются сосредоточением энергии электромагнитных излучений в короткий промежуток времени.

Так как электромагнитные волны в радиодиапазоне являются основными носителями информации, то с целью нарушения управления и связи в ходе радиоэлектронной борьбы созданы разнообразные средства генерирования помех.

По эффекту воздействия радиоэлектронные помехи делятся на маскирующие и имитирующие. Маскирующие помехи создают помеховый фон, на котором затрудняется или исключается обнаружение и распознавание полезных сигналов. Имитирующие помехи по структуре близки к полезным сигналам и при приеме могут ввести в заблуждение получателя.

По соотношению спектра помех и полезных сигналов помехи подразделяются на заградительные и прицельные. Заградительные помехи имеют ширину спектра частот, значительно превышающую ширину спектра полезного сигнала, что позволяет подавлять сигнал без точной настройки на его частоту. Прицельная помеха имеет ширину спектра, соизмеримую (равную или превышающую в 1.5-2 раза) с шириной спектра сигнала, и создает высокий уровень спектральной плотности мощности в полосе частот сигнала при невысокой средней мощности передатчика помех.

По временной структуре излучения помехи бывают непрерывные и импульсные (в виде немодулированных или модулированных радиоимпульсов).