

*Камзалов С.Н.*

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ТЕЛЕВИЗИОННОГО НАБЛЮДЕНИЯ В ПУНКТАХ ПРОПУСКА ЧЕРЕЗ ГОСУДАРСТВЕННУЮ ГРАНИЦУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Пограничный контроль – согласованные по цели, месту и времени непрерывные войсковые действия, режимно-пропускные и оперативные мероприятия по проверке оснований для пропуска через Государственную границу, проведения досмотра, осуществления наблюдения, а в необходимых случаях сопровождения лиц, транспортных средств, грузов и иного имущества, поддержания режима в пунктах пропуска через Государственную границу [1].

Одним из технических средств поддержания режима в пунктах пропуска через Государственную границу являются системы телевизионного наблюдения (далее СТН). Современный пункт пропуска представляет собой сложное инженерно-техническое сооружение, в котором на небольшой территории сконцентрированы различные комплексы технических средств пограничного и таможенного контроля, средств УКВ радиосвязи (взаимодействующих служб белорусской стороны и служб сопредельных государств), систем освещения, энергоснабжения, GSM связи и другого оборудования. Концентрация всех вышеперечисленных средств на небольшой территории создает сложную электромагнитную обстановку в пункте пропуска, предъявляет особые требования к проектированию, подбору и монтажу систем телевизионного наблюдения используемых для поддержания режима в пунктах пропуска.

Системы наблюдения и контроля всегда ассоциировались с возможностями контроля визуальной обстановки в значительном количестве мест охраняемого объекта с центрального пульта охраны. И эффективность работы системы определялась количеством видеокамер, правильной расстановкой их, качеством, получаемого с них изображения [2]. Несмотря на то, что каждый из компонентов, составляющих комплекс оборудования сети СТН, имеет высокие технические характеристики, далеко не всегда весь комплекс имеет столь же хорошие параметры. В смонтированной СТН ухудшение технических характеристик зависит, как правило, от соединительных кабелей и разъемов, а уровень шумов и помех – от неправильной разводки питания и заземления, неудачного размещения аппаратуры и других, порой самых неожиданных факторов. Отсюда следует, что обеспечение достаточно низкого уровня шумов, различного рода электромагнитных помех и наводок является одной из актуальнейших задач на всех стадиях внедрения системы телевизионного наблюдения, начиная с ее проектирования. Анализ проектно-сметной документации реконструируемых и строящихся пунктов пропуска через Государственную границу Республики Беларусь «Козловичи-Кукурыки», «Брест-Тересполь» (автодорожный), «Козловичи-2», «Домачево-Словатыче», «Мокраны-Доманово» показывает, что глубокого внимания вопросам помехозащищенности трактов передачи видеосигналов СТН, на основе современных разработок и изысканий, проектными организациями не уделяется. Стремление удешевить проект, сэкономить на кажущихся, на первый взгляд, малозначимых мероприятиях, в конечном счете, при монтаже и эксплуатации систем СТН, приводит к неприятным последствиям, дополнительным тратам времени и материальных средств.

Рассмотрим наиболее типичные виды помех, которые встречаются на практике при монтаже и эксплуатации СТН и

методы борьбы с ними.

Воздействие помех и наводок на воспроизводимое телевизионной камерой и монитором изображение могут быть самыми разнообразными. Любую кабельную линию от видеокамеры до аппаратуры видеонаблюдения можно рассматривать как канал передачи данных. Помехи, действующие в канале передачи данных, имеют как аддитивный, так и мультипликативный характер. Аддитивные помехи содержат три составляющие: флукуационную, гармоническую и импульсную. Флукуационная помеха в большинстве случаев имеет нормальное распределение, а ее спектр приблизительно соответствует спектру белого шума. Причинами флукуационных помех являются не только собственные шумы активных и пассивных элементов аппаратуры, но и шумы цепей кабельных линий, а также шумы, возникающие за счет внешних электромагнитных воздействий.

Важнейшим видом гармонических помех, появляющихся в линиях системы, являются частота переменного тока 50 Гц и ее высшие гармоники, а также синусоидальные помехи более высоких частот, попадающие в канал за счет передачи какой-либо информации по соседним линиям. Фоновые напряжения частотой 50 Гц могут достигать эффективного значения до 100 мВ.

Импульсные помехи, как флукуационные и гармонические, чаще всего проникают в канал через линейный тракт системы передачи. Эти помехи на выходе канала представляют собой реакцию канала на ударное воздействие короткого импульса длительностью около 75 мкс. Одним из основных параметров импульсной помехи является ее амплитуда.

Рассмотренные типовые помехи представляют наибольшую угрозу аналоговым каналам передачи данных, так как в этом случае информация связана с параметрами передаваемого сигнала, которые искажаются под воздействием помех. В первую очередь искажению подвержены сигналы аналоговых систем видеонаблюдения, что приводит к ухудшению качества телевизионного изображения, снижает его восприимчивость и повышает утомляемость операторов [3].

Рассмотрим более подробно воздействие вышеуказанных помех на тракты СТН. Прямое проникновение основной гармоники сетевого напряжения – синусоидальный сигнал с частотой 50 Гц на экране монитора воспроизводится как горизонтальные серые полосы с размытыми краями, медленно плывущие по вертикали вверх или вниз. Синхронные с сетью помехи токов питания устройств, участвующих в обработке видеосигнала на экране воспроизводятся как редкие 2-4 горизонтальные узкие полосы, поочередно темные и светлые, медленно текущие по вертикали. Источником синусоидальной 50 Гц помехи в большинстве случаев являются токи, текущие по оплеткам коаксиальных кабелей. На конечном суммарном сопротивлении оплетки и разъемов ток помехи вызывает падение напряжения, суммирующегося с напряжением полезного сигнала. Общий провод "земля" всех приборов, питающихся от сети, в той или иной степени связан с фазным проводом сети. Действительно, в оборудовании, оснащенном классическими линейными блоками питания, сетевая помеха проникает через относительно малую (сотни пФ) паразитную емкость сетевого трансформатора. По отношению к низкоомной нагрузке, в качестве которой вы-

*Камзалов Сергей Николаевич, войсковая часть № 2187, начальник отделения технических средств пограничного контроля.*

ступает цепь коаксиального кабеля, источник 50 Гц помехи оказывается в роли генератора тока с внутренним сопротивлением, определяемым величиной упомянутой выше паразитной емкости. Фазный ток перераспределяется на токи, протекающие по цепям жилы и оплетки кабеля в соотношении величин проводимостей этих цепей. В современных приборах, оснащенных импульсными источниками питания, основная часть сетевой помехи проникает через относительно большую (0,01-0,05 мкФ) емкость сетевого фильтра, имеющегося на входе практически всех импульсных блоков питания. Фильтр из двух последовательно соединенных конденсаторов, средняя точка которого соединена с общим проводом устройства, создает на корпусе прибора среднее напряжение в 110В по отношению к нулю сети и выходным током короткого замыкания 0,3-0,8 мА (типичное значение), что может привести к появлению хорошо заметной 50 Гц помехи на изображении из-за падения напряжения на оплетке кабеля, вызванного протеканием суммарного тока фазного провода сети по пути: суммарная емкость сетевого фильтра всех приборов, оплетка коаксиального кабеля, корпус телевизионной камеры, заземление через металлическую мачту. Отсюда следует, что при некачественной оплетке кабеля, некачественной его заделке в разъем (разболтанном разьеме) значительно увеличивается составляющая тока 50 Гц помехи по цепи жилы кабеля, что в свою очередь, приводит к возрастанию заметности наводки на экране монитора. При подключении передающего и приемного оборудования к разным фазам электропитания или разным точкам заземления часто возникают фоновые помехи (разновидность синусоидальной помехи), которые вносят искажение в изображение в виде движущихся чередующихся черных и белых горизонтальных полос. Возникающая разность потенциалов между различными точками заземления оборудования приводит к паразитным токам сетевой частоты 50 Гц, называемым «земляными или токовыми петлями». Вместе с тем использование вместо специальной земляной шины нулевого провода электросети приводит к увеличению опасного напряжения между приемной и передающей частями СТН. Получаемое при этом паразитное напряжение может вывести из строя оборудование и создать угрозу жизни для технического персонала.

Чтобы изначально избежать возникновения фоновых, синусоидальных помех используется дифференциальный метод передачи, который основан на преобразовании несимметричного видеосигнала в симметричный вид, а также трансляции двухполярного сигнала по «витой паре» с последующим обратным преобразованием и коррекцией линии передачи сигнала. Такой метод обеспечивает высокую помехозащищенность передаваемого сигнала. А при трансляции в одном многопарном кабеле нескольких разнотипных сигналов (видео, звук, питание, телефония, сигнализация и т.д.) отсутствуют переходные искажения [4].

Таким образом, устранение наводки 50 Гц возможно при грамотном монтаже системы видеонаблюдения, а именно: применении хорошего кабеля, качественной заделки разъемов, обязательном заземлении всей системы в одной точке, лучше на приемной стороне системы. Если, по каким-либо причинам, это невозможно, то необходимо принимать специальные меры для защиты видеоборудования. Самым эффективным решением в данном случае является гальваническая развязка передающего и приемного видеоборудования (изолирующие трансформаторы, оптоэлектронные приборы развязки и т. п.), применение витой пары и оптоволоконна. Устройства гальванической развязки для коаксиальной видеолinii целесообразно применять в системах видеонаблюдения с разными точками заземления и разными фазами электропитания оборудования. Устройства гальванической развязки разрывают цепь «токовой петли» по внутренней жиле и внешней оплетке кабеля. Они включаются в разрыв кабельной видео-

линии и тем самым разрывают паразитный контур заземления.

Основным источником возникновения коммутационных импульсных помех являются переходные процессы при следующих операциях в электросети:

- включение и отключение потребителей электроэнергии (электродвигатели, лампы накаливания и дневного света, компьютеры и др. аппаратура);
- включение и отключение цепей с большой индуктивностью (трансформаторы, пускатели и т. д.);
- аварийные короткие замыкания в сети низкого напряжения и их последующее отключение защитными устройствами;
- Включение и отключение электросварочных установок;
- Источником импульсных помех является городской электрифицированный транспорт, а также электрифицированные железные дороги.

Данный тип помех, как правило, представляет собой одиночные импульсы с амплитудой до нескольких киловольт. Считается нормой наличие в сети 220 В импульсов коммутационных помех амплитудой до 4,5 кВ длительностью до 5 мс [5]. Синхронные с сетью импульсные помехи от тиристорных регуляторов и ламп дневного света на экране воспроизводятся как предыдущие (синусоидальные) помехи, но более узкие, резкие, иногда с мелкой структурой по горизонтали. Данный тип помех достигает амплитуды до 1 кВ, отличается более широким спектром и приводит как к сбоям, так и к повреждению аппаратуры [6,7]. Помехи от импульсных источников питания и блоков развертки мониторов и компьютеров проявляются как бегущие косые полосы или крупный "шевелиющийся" муар. При особо высоких уровнях мощности импульсной помехи может происходить срыв синхронизации. Разновидность импульсных помех - это помехи от разрядов молнии. Разряды молнии индуцируют на видеолниях и линиях подачи электропитания высоковольтные импульсы напряжения. Разряд молнии характеризуется громадной разницей потенциалов с токами до 106 А поэтому, при прямом или близком (десять метров) разряде молнии речь может идти только о выходе электронного оборудования из строя, а не о помехах. Внешние электромагнитные импульсы приводят к образованию на протяженной линии разницы потенциалов. Значение разницы потенциалов зависит от напряженности внешнего электромагнитного поля, скорости его изменения, протяженности линии и может достигать, при определенных неблагоприятных условиях, десятков киловольт. Помеха на видеолнии образуется относительно земли (синфазная помеха). Однако помеха может возникнуть и дифференциально на входах и выходах видеоборудования. Эта ситуация возникает в случае несимметричной линии (коаксиальный кабель). В случае применения в СТН неэкранированного кабеля ЭДС помехи образуется на сигнальном проводнике и ток помехи, протекающий по нему, замыкается на землю через приемное видеоборудование, создавая на его входных цепях опасное напряжение. В случае экранированных сигнальных цепей ЭДС помехи образуется на защитном экране, ток помехи протекает по экрану и не создает в сигнальных цепях приборов видеонаблюдения опасных напряжений. В центральном проводе возникает ЭДС помехи за счёт емкостной связи между экраном и проводом. Экранирование с обязательным заземлением ослабляет помеху в среднем в 100 раз. При воздействии атмосферных разрядов, при ударе молнии в землю на видеокабель может наводиться опасное напряжение амплитудой свыше 10 кВ. В данном случае экранирование ослабит помеху до 100 В. В связи с вышеизложенным необходимо оборудование пункта пропуска надежной системой молниезащиты и грозозащиты рассчитанной с учетом расположения

на местности систем телевизионного наблюдения, охраны периметра и другого технологического оборудования.

На практике не редки случаи возникновения переходных помех от сигналов соседних видеокамер. Накладка на изображение картинки от "чужого" телевизионного сигнала, как правило, происходит при обрыве цепи оплетки кабеля у той ТВ камеры, изображение от которой накладывается на остальные, так как цепь видеосигнала замыкается или через цепь заземления аппаратуры, или цепи питания и межблочных соединений. Синхронный "чужой" видеосигнал воспроизводится как неподвижная картина темного или светлого "креста" из полос, соответствующих гасящим импульсам "чужого" видеосигнала. Отметим, что при синфазности основного и мешающего сигналов гасящие импульсы не видны, но различие картинок приводит к плавному мелкоструктурному муару, особенно на системах с цветными камерами. Несинхронный "чужой" видеосигнал воспроизводится как бесчисленные по экрану следы видеосигнала, отличается характерными ровными краями картинки гасящих импульсов помехи и стабильностью частоты.

Аналогично синусоидальной 50 Гц помехе в телевизионный сигнал проникают другие помехи. Например высокочастотные случайные помехи проявляются на экране в виде хаотичных по положению мелких белых и черных точек. Высокочастотные помехи представляют собой электромагнитное воздействие на линию связи от мощных близкорасположенных радио- и телепередатчиков, радаров и другого излучающего оборудования. Высокочастотные синусоидальные помехи отображаются в виде мелкоструктурной сетки или муара по всему экрану. Высокочастотные синхронные импульсные помехи отображаются в виде ярких белых или черных точек, выстроенных в наклонные линии и перемещающихся вдоль их направлений. Кроме того, на длинных видеолиниях (реально в пунктах пропуска используются линии передачи видеосигнала до 700 м) в полосе частот передаваемого видеосигнала (50 Гц – 6 МГц) возникают частотные искажения, степень которых определяется длиной и типом кабеля. Это приводит к значительному снижению контрастности и четкости получаемого изображения.

В сложных системах телевизионного наблюдения, включающих несколько постов наблюдения, соединенных друг с другом, проявляется еще один канал проникновения помех, связанный с «закольцовыванием» земель. Такие кольца успешно выполняют роль приемных рамочных антенн. Практически все внешние электромагнитные поля диапазона спектра видеосигнала индуцируют в контуре кольца токи, протекающие по оплеткам кабелей, которые, в свою очередь, создают падение напряжения на сопротивлении оплетки и некачественно заделанных разъемах, которое складывается с напряжением полезного сигнала и воспроизводится на мониторе в виде одной или нескольких перечисленных выше помех. Источников помех может быть множество: радиолокационные датчики (РЛД), печи СВЧ, радиотелефоны, мощные радио и телевизионные передающие станции, различные технологические комплексы с электронными средствами автоматизации и управления. Основные средства борьбы с такими помехами - устранение (разрыв) земляных контуров, переход на звездообразное соединение постов наблюдения.

Из рассмотренного материала можно сделать следующие выводы:

- в жестких условиях эксплуатации систем телевизионного наблюдения в пунктах пропуска через Государственную границу существуют разнообразные причины возникновения помех и искажений видеоизображения;

- общая особенность помех - возникновение паразитных токов в соединительных кабелях.
- вероятность появления искажений повышается с увеличением протяженности и количеством линий передач сигналов, способов прокладки, качества и вида используемого кабеля, качественно выполненного заземления;
- наиболее типичными причинами образования помех являются «блуждающие» токи заземления и электрические наводки.

Основными доступными методами борьбы с помехами систем телевизионного наблюдения являются:

- экранирование (наличие надежного общего экрана кабельной линии, заземленного с приемной стороны, резко снижает риск выхода аппаратуры из строя при воздействии на нее наводок различного физического происхождения);
- грамотное заземление (предусматривать прокладку шин заземления и применять заземление в одной точке на приемной стороне аппаратуры видеонаблюдения);
- фильтрация синфазных наводок по линиям передачи видеосигнала;
- фильтрация помех по цепям электропитания видеоборудования (установка суперфильтров или трансфильтров по электросети);
- разнесение и ориентация линий связи относительно силовых цепей и источников помех;
- использование устройств гальванической развязки;
- выбор качественной кабельной продукции;
- использование грозозащиты и молниезащиты, встроенных цепей искрозащиты (искроразрядники).
- применение симметричных проводных линий на основе витой пары;
- использование волоконно-оптических линий.

Таким образом, устранение возникновения и влияния различных электромагнитных помех на системы телевизионного наблюдения зависит от правильной конфигурации сети СТН, аккуратного выполнения кабельных соединений, качества и типа выбранного кабеля, грамотного проектирования и выполнения цепей заземления, а так же наличия систем фильтрации и грозозащиты. Постоянное и аккуратное соблюдение этих правил позволяет заметно снизить уровень помех и процент выхода из строя элементов телевизионных комплексов, гарантировать исключение их при дальнейшей эксплуатации СТН, что в конечном счете, сказывается на надежности поддержания режима в пункте пропуска через Государственную границу.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Залесский А.Р., Соболевский В.Г. Унифицированный словарь терминов, применяемых в пограничных войсках// 2003.-С.105.
2. Попов А.В. Техника и безопасность: единство или борьба// «БДИ».- 2003.-№ 5-6.
3. Петраков А.В., Лагутин В.С. Телеохрана// Энергоатомиздат.- 1998.-С.210.
4. Степанов С.А. Видеонаблюдение по «витой паре» с аудиосвязью, сигнализацией и записью// Системы безопасности.- 2002.- №2 (44).-С.68.
5. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
6. ГОСТ Р МЭК 60065-2002. Аудио-, видео- и аналоговая электронная аппаратура. Требования безопасности.
7. ГОСТ Р 50009-2000. Технические средства охранной сигнализации. Требования и методы испытаний.