

Защита оборудования инженерно-технических средств охраны и охранно-пожарной системы

В статье ниже мы рассмотрим вопросы, связанные с защитой от импульсных перенапряжений проектируемых, а также находящихся в эксплуатации оборудования комплекса инженерно-технических средств охраны (КИТСО). Данные вопросы основаны на реальном опыте защиты оборудования технических средств охраны одного из объектов ПАО «Газпром» с помощью специалистов инжинирингового центра АО «Хакель Рос». Основанием для проведения работы послужили случаи неоднократного выхода из строя оборудования КИТСО в период прохождения грозовых фронтов. Техническим специалистам необходимо было разработать минимально трудозатратное и недорогое решение существующей проблемы, с учетом действующей нормативной документации. Так как всё оборудование КИТСО уже было установлено в соответствии с утверждённым проектом и замена его не планировалась, вопросов выбора, классификаций, состава и сравнения характеристик мы не касались.

1 Общие данные о КИТСО объекта

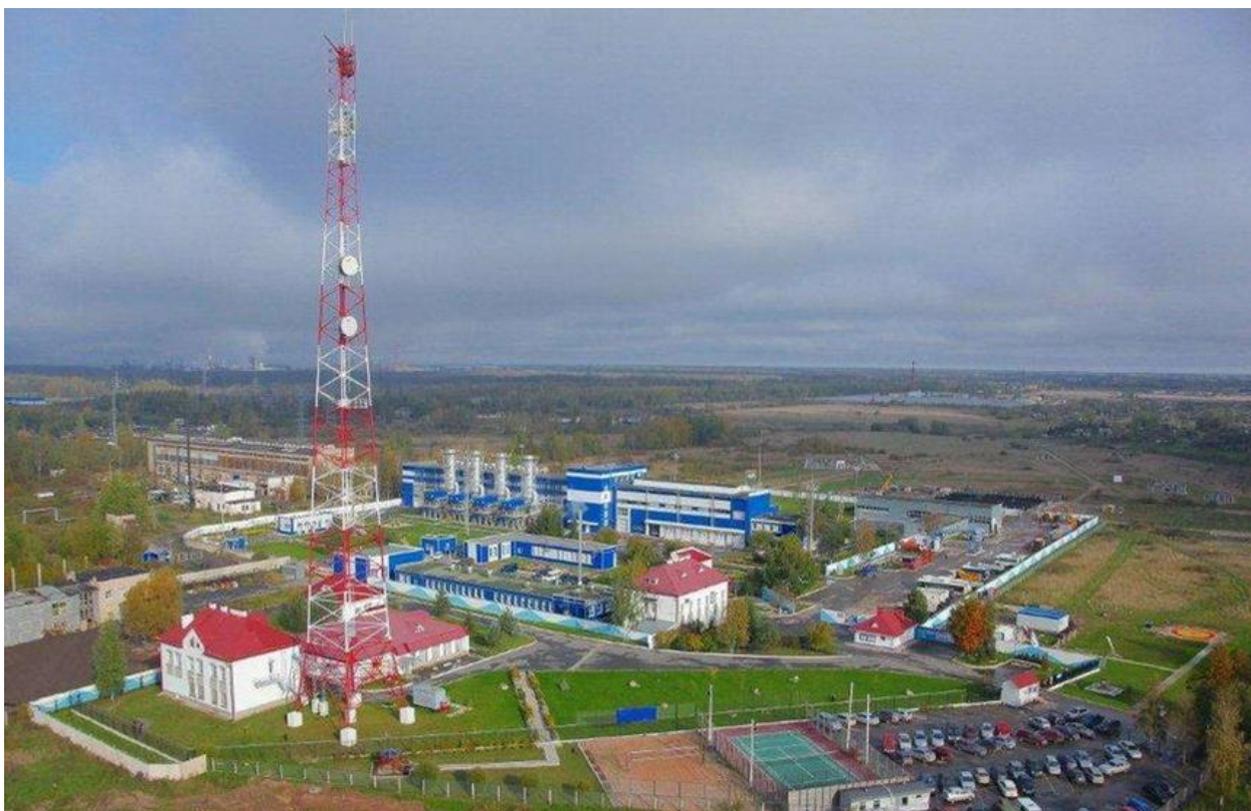


Рис.1 Общий вид

На территории объекта установлено 46 видеокамер (ВК). Из них 6 шт. подключены по оптоволокну и расположены непосредственно на одном административном здании из которого и получают электропитание.

40 аналоговых камер расположены по периметру объекта и осуществляют передачу сигнала на видеорегистратор по коаксиальному кабелю, а питание получают по медным кабелям от блоков питания стойки АРМ «Орион», расположенных в помещении аппаратной.

Блоки питания состоят из двух независимых трансформаторов, выпрямителя и выходных шин «+» и «-».



Рис.2 Блок питания со снятой крышкой

Кабели питания идут напрямую к камерам или через коммутационную коробку от которой получают питание и другие устройства, такие как инфракрасная подсветка и годографы.



Рис.3 Пример установки ИК подсветки и ВК

Прокладка кабелей питания осуществляется совместно с коаксиальными кабелями для видеосигнала ВК и интерфейсными кабелями охранно-пожарной системы (ОПС) в металлических коробах по верху бетонного забора. Там же проложены плечи годографа.



Рис.4 Металлические короба с кабелями

Все средства ОПС, которые подключаются непосредственно к пульту централизованного наблюдения (АРМ «Орион») расположены внутри помещений. Все кабели от датчиков, точек доступа и исполнительных устройств приходящие с улицы подключаются с помощью последовательного интерфейса к блокам ОПС, расположенным в помещении аппаратной на противоположной от стойки стене. Всего на улицу выходит 7 линий RS-485.

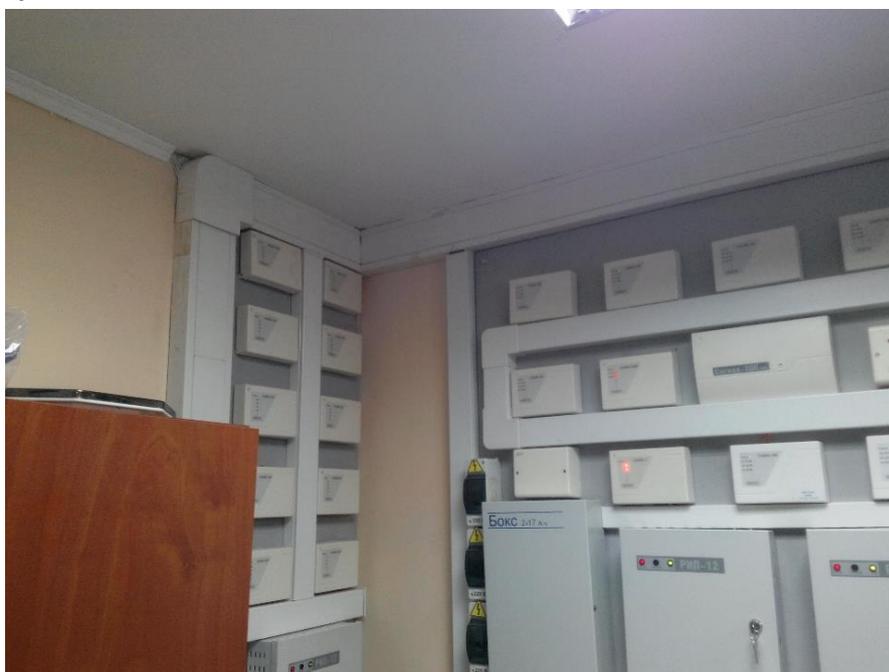


Рис.5 Блоки ОПС в помещении аппаратной

2 Общие принципы защиты оборудования от импульсных перенапряжений

Как известно, основными техническими мероприятиями в области защиты от импульсных перенапряжений, возникающих между различными элементами и

составными частями изделия или объекта в целом при прямом или близком ударе молнии, являются:

- создание системы внешней молниезащиты;
- создание качественного заземляющего устройства для отвода на него импульсных токов молнии;
- экранирование оборудования и линий, входящих в него, от воздействия электромагнитных полей, возникающих при протекании токов молнии по металлическим элементам системы молниезащиты, строительным металлоконструкциям и другим проводникам при близком размещении оборудования к ним;
- создание системы уравнивания потенциалов внутри объекта или в точке установки оборудования, путем соединения при помощи потенциалоравнивающих проводников всех металлических элементов объекта или частей оборудования (за исключением токоведущих и сигнальных проводников);
- установка на всех линиях, входящих в объект или отдельно размещенное оборудование, устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), с целью уравнивания потенциалов токоведущих или сигнальных проводников относительно заземленных элементов и конструкций объекта.

Из вышесказанного следует, что проблема защиты от импульсных грозовых перенапряжений может быть решена только комплексным путем, при условии выполнения всех перечисленных мероприятий. Таким образом, специалистам компании «Хакель Рос» для защиты оборудования КИТСО необходимо было разобраться, какие технические решения реализованы на защищаемом объекте, а какие предстояло реализовать.

3 Оценка состояния и эффективности основных элементов объекта с точки зрения устойчивости к грозовым воздействиям и рекомендации по защите объекта

3.1 Система внешней молниезащиты

Система внешней молниезащиты важна с точки зрения защиты объекта от прямого попадания молнии, уменьшения амплитудного значения токов растекания по его металлическим конструкциям, корпусам установленного внутри объекта оборудования и кабельным линиям, подключенным к нему, а также для предотвращения искрения и возможности возникновения пожара. Достигается это за счет создания путей отвода токов молнии к заземляющему устройству по специально проложенным токоотводам.

Система внешней молниезащиты обязательно должна быть установлена на здании, в котором находится приемное оборудование КИТСО. Также необходимо учитывать зоны защиты, образованные зданиями, отдельно стоящими молниеприемниками, осветительными мачтами и другими строительными конструкциями при размещении наружных ВК. Особое внимание необходимо обращать на ВК, установленные на отдельно стоящих молниеприемниках и прожекторных мачтах, поскольку они не будут защищены от прямого удара молнии. Ток молнии, стекающий по телу молниеприемника, будет протекать и по корпусам ВК, а также создаст электромагнитное поле такой большой напряженности, которое вызовет индуцированные токи и перенапряжения внутри герметичной камеры и ее электронной схемы. Это приведет к практически гарантированному выходу ВК из строя. С целью исключения описанной выше ситуации ВК необходимо размещать на отдельной стойке, отстоящей от молниеприемника на расстоянии 5-10 м, но при этом в зоне его защиты.

При размещении камер на здании также необходимо учитывать зоны защиты, создаваемые его строительными конструкциями и имеющимися элементами внешней системы молниезащиты. В некоторых случаях при установке ВК на козырьке крыши или

на пристройке к зданию может появиться необходимость в доработке системы молниезащиты с целью создания дополнительной зоны защиты ВК (см. рис. 6). Расчёт зоны защиты необходимо выполнить в соответствии с Приложением А [10] или в соответствии с таблицей 3.4. [1].

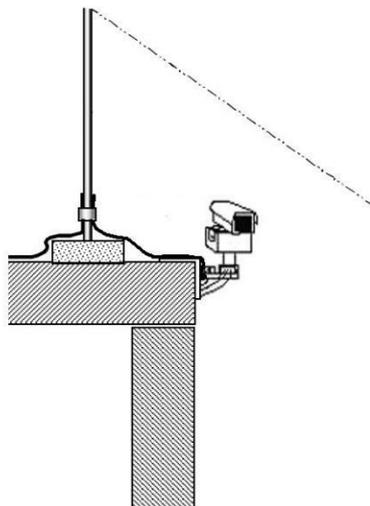


Рис.6 Создание дополнительной зоны защиты ВК

В нашем случае на территории защищаемого объекта расположено высокое антенно-мачтовое сооружение (АМС) узла связи, которое является самым высоким объектом на прилегающей территории. Большая часть территории ЛПУ находится в её зоне защиты. Кроме этого на территории ЛПУ присутствуют дополнительные молниеприёмные мачты, обеспечивающие защиту отдельных строений. Видеокамер и другого оборудования КИТСО, на них не установлено. Поэтому было принято решение, что ранее спроектированной защиты от прямых ударов молнии оборудования КИТСО вполне достаточно, и доработок не требуется.

3.2 Заземляющее устройство системы молниезащиты

Заземляющее устройство системы молниезащиты предназначено для отвода токов молнии в землю и должно иметь непосредственную электрическую связь с защитным заземляющим устройством электроустановки с целью уравнивания потенциалов при ударе молнии. При этом, чем более низкое сопротивление будет иметь заземляющее устройство системы молниезащиты, тем ниже будет значение потенциала на главной заземляющей шине (ГЗШ) объекта при ударе молнии, что, соответственно, уменьшит амплитудные значения перенапряжений в силовых и сигнальных цепях и на входах оборудования.

В качестве молниезащитного заземления используется естественное заземляющее устройство (ЗУ) в виде фундамента АМС и искусственное ЗУ в виде контура, состоящего из горизонтальных и вертикальных заземлителей из черной стали, соединенного с металлоконструкциями опор башни. ЗУ дополнительных молниеприёмных мачт также выполнено из черной стали. В соответствии с предоставленными протоколами, измеренные значения сопротивлений ЗУ находятся в пределах нормы.

3.3 Экранирование оборудования и линий

Экранирование оборудования, электропитающих и сигнальных кабелей позволяет минимизировать значения токов и напряжений, которые могут быть индуцированы в них

при воздействии сильных электромагнитных полей. Например, кабели периметральной системы видеонаблюдения целесообразно размещать в металлическом коробе, разделенном на отдельные секции для питающих и сигнальных (слаботочных) кабелей. Когда масштабы объекта и его значимость велики, и к тому же, помимо системы видеонаблюдения по периметру установлены и другие охранные или вспомогательные системы контроля, то такой способ прокладки кабелей вполне экономически обоснован, другие системы тоже выиграют в защищенности.

В нашем случае, как было указано выше, кабели проложены в металлических коробах по верху бетонного забора и экранирование линий выполнено достаточно хорошо. Единственное, необходимо обеспечивать электрическую целостность, как правило, сборного короба путем соединения его отдельных частей между собой и не забывать заземлять его.

Часто случается, что необходимость экранировки возникает и внутри объекта, при плохих экранирующих свойствах строительных конструкций, при сложной электромагнитной обстановке внутри объекта (наличие источников сильных электромагнитных полей), при близкой прокладке с посторонними кабелями и коммуникациями, имеющими выход за пределы здания в зоны молниезащиты 0_A или 0_B [1,3] и т.п. Основания, для мероприятий по дополнительной экранировке оборудования и линий внутри операторной, отсутствуют.

3.4 Создание системы уравнивания потенциалов

Система уравнивания потенциалов на любом объекте важна, прежде всего, с точки зрения обеспечения электробезопасности персонала при коротких замыканиях в оборудовании на корпус, а также при растекании токов молнии при прямом ударе в объект или в случае заноса опасных токов и напряжений через входящие линии и коммуникации. Основные требования к этой системе определены в [7] главе 1.7 и [8]. Также очень важное значение имеет система уравнивания потенциалов с точки зрения защиты от перенапряжений самого оборудования. Хорошо известно, что если в некоторой системе удастся достигнуть равенства потенциалов между ее различными элементами (например, корпусами оборудования, электропитающими и сигнальными проводниками), то перенапряжений, способных вызвать пробой изолирующих материалов в такой системе не будет.

Система уравнивания потенциалов должна создаваться и для всего оборудования КИТСО в месте его установки. Она подразумевает под собой создание некой физической точки, размещенной в непосредственной близости от оборудования. С этой точкой медными проводниками по максимально возможному кратчайшему пути необходимо соединить заземляющие клеммы оборудования и устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) цепей питания и прочих сигналов, например, видеосигнала для ВК. К этой точке (шине) необходимо также подключить РЕ проводник питающей линии и проводник от заземляющего устройства.

3.5 Применение устройств защиты от импульсных перенапряжений

Как уже говорилось, элементы КИТСО в зависимости от места их размещения на объекте могут иметь различную степень защищенности при ударе молнии. Для защиты входов электропитания и сигнальных цепей применяются устройства защиты от импульсных перенапряжений разных типов и конструкций. При этом четко должно выполняться следующее правило: все линии приходящие со стороны Зоны 0 должны иметь надежно заземленные на ГЗШ экранные оболочки. Кроме того, рабочие проводники этих кабелей должны быть также подключены к общей системе уравнивания потенциалов через УЗИП.

Эти вопросы на объекте оказались абсолютно не проработаны и необходимо было разрабатывать технические решения для повышения стойкости оборудования КИТСО к перенапряжениям. В соответствии с положениями ведомственного документа ПАО Газпром[2] защиту от перенапряжений, воздействующих по цепям питания и сигнальным портам, обеспечивается путем установки УЗИП в указанные цепи. УЗИП рекомендуется размещать в отдельных заземленных металлических щитках защиты от импульсных перенапряжений (ЩЗИП)

ВК, установленные на улице по периметру объекта, было решено защищать с помощью изделий высокой заводской готовности, которые состоят из ЩЗИП, а также устройства заземляющего комплектного (УЗК), поскольку никакого заземления ВК проектом предусмотрено не было.



Рис.7 Монтаж молниезащитного комплектного устройства ВК

В состав УЗК были включены заземляющие проводники необходимой длины для подключения ВК, модульный заземлитель длиной 6 метров (4 стержня по 1,5 метра соединяемых между собой резьбовыми муфтами) и все необходимые для монтажа ЗУ материалы и оборудование. Длина заземлителя была получена расчетным путём, исходя из удельного сопротивления грунта в месте расположения защищаемого объекта и необходимого сопротивления растеканию ЗУ после его монтажа. В соответствии с требованиями [8] в составе УЗК используются только коррозионностойкие материалы (горячеоцинкованная сталь) и допустимые соединительные элементы (механические зажимы) без применения электродуговой сварки.

По окончании монтажа были произведены измерения сопротивлений растеканию ЗУ, фактические значения которых не превысили 5 Ом.



Рис.8 Измерения сопротивлений растеканию ЗУ

Как удалось выяснить, в годографах цепи чувствительного элемента уже защищены УЗИП и по статистике сервисного центра производителя оборудования, отказы от перенапряжений происходят только по цепям питания. Так как годограф, ИК подсветка и ВК, получают электропитание по одним и тем же линиям, то УЗИП по цепям питания, установленные в ЩЗИП рядом с ВК будут защищать всё оборудование КИТСО установленное в пределах 10 метров по кабелю. Помимо УЗИП ГСК2-60/40 1+1 С (LT) для электропитания в ЩЗИП для аналоговых ВК установлены УЗИП Н30(LT) для защиты по коаксиальной линии.



Рис.9 ЩЗИП для защиты ВК

Для защиты от перенапряжений видеосервера, расположенного в стойке АРМ «Орион», рядом с ней было решено установить ЩЗИП, в который завели коаксиальные кабели от видеокамер, приходящих с улицы из зоны 0. В качестве УЗИП для защиты видеоборудования применили Н40 (6,75,F/F) (LT) для защиты по 4-м коаксиальным линиям.



Рис.10 ЩЗИП для защиты видеосервера

Опволоконные линии видеонаблюдения не подвержены импульсным перенапряжениям и в защите не нуждаются.

Для защиты блоков питания стойки АРМ «Орион» со стороны кабелей питания видеокамер рядом со стойкой был установлен ЩЗИП с УЗИП для обеих секции шин каждого из блоков. В качестве УЗИП в щитке применены ГСК123-60/20 1+1 С (LT)



Рис.11 ЩЗИП для защиты блоков питания видеокамер

Для защиты контроллеров блоков ОПС кабели от извещателей, точек доступа и исполнительных устройств, приходящие с улицы решили завести через отдельный ЩЗИП и расположить его рядом с блоками на стене в помещении аппаратной. В качестве устройств защиты были выбраны универсальные УЗИП DTR 485/12 G (LT) для

интерфейса RS-485, с возможностью подключения экрана кабеля к системе уравнивания потенциалов через шунтирующую ёмкость и газонаполненный разрядник.

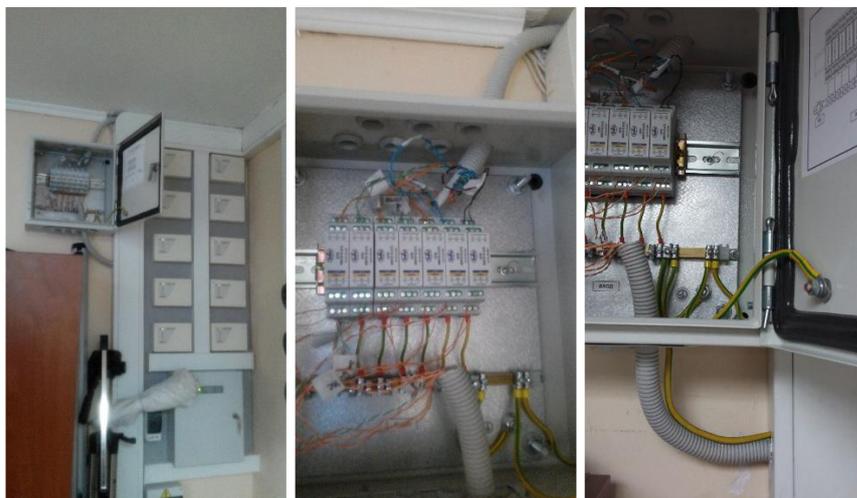


Рис.12 ЩЗИП для защиты контроллеров блоков ОПС

Электропитание оборудования, расположенного в операторной, осуществляется от вводного щита с автоматическим вводом резерва на два трехфазных ввода. В соответствии с положениями «Зоновой концепции защиты» объекта [1] от воздействия молнии ЩЗИП для защиты по питанию предполагалось подключить на каждый ввод вводного щита, но излишняя усложненность процедур согласования, свойственная всем крупным компаниям не позволила это реализовать. В результате подключение ЩЗИП было сделано только с распределительного щита на линию питающую оборудование КИТСО. В качестве устройств защиты были выбраны УЗИП класса I+II серии SPC.



Рис.13 ЩЗИП для защиты оборудования КИТСО со стороны электропитания

4 Результаты

Благодаря применению оборудования защиты высокой заводской готовности запланированные мероприятия по монтажу и внедрению были осуществлены без

привлечения проектных и монтажных организаций силами технического персонала, обслуживающего объект.

Комплексный подход по разработке мероприятий по защите от импульсных перенапряжений в условиях сложной электромагнитной обстановки ввиду большой площади, высокой плотности коммуникаций и большой протяженности линий позволил за время грозных сезонов 2016-го и 2017-го годов избежать выхода из строя защищаемого оборудования КИТСО. Более того, за это время на объекте не было зафиксировано ни одного случая выхода из строя применённых устройств защиты, что говорит о правильности принятых решений и грамотном подборе параметров УЗИП.

Выработанные решения и оборудование производства АО «Хакель Рос» были рекомендованы для защиты от импульсных перенапряжений как эксплуатируемых, так и вновь проектируемых КИТСО объектов газотранспортной системы ПАО «Газпром».

Литература:

1. СО–153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций».
2. СТО Газпром 2-1.11-290-2009 «Положение по обеспечению электромагнитной совместимости производственных объектов ОАО «Газпром».
3. ГОСТ Р МЭК 62305 «Защита от удара молнии» Части 1,2,4.
4. Л.В.Казанцева «Пособие по выполнению заземления и уравнивания потенциалов оборудования информационных технологий. Меры защиты от электромагнитных воздействий.» ОАО НИИПроектэлектромонтаж, Москва 2004 г.
5. ГОСТ Р МЭК 61643-12-2011 «Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 12. Устройства защиты от перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Принципы выбора и применения».
6. ГОСТ Р 51992-2011 «Устройства для защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Часть 1. Требования к работоспособности и методы испытаний»
7. ПУЭ (7-е изд.)
8. ГОСТ Р 50571.5.54-2013/МЭК 60364-5-54:2011 «Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Заземляющие устройства, защитные проводники уравнивания потенциалов»
9. ГОСТ IEC 61643-21-2014 «Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 21. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к телекоммуникационным и сигнализационным сетям. Требование к эксплуатационным характеристикам и методы испытаний»
10. СТО Газпром 2-1.11-170-2007 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и коммуникаций ОАО «Газпром».