

Дерр Александр Юрьевич

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ВОЛОКОННО-
ОПТИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРИМЕНЯЕМЫХ В АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ
КОНТРОЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ**

Направление подготовки 11.04.02
«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
профиль: Многоканальные телекоммуникационные системы
программа академической магистратуры

АВТОРЕФЕРАТ
магистерской диссертации
на соискание квалификации (степени) магистра

Работа выполнена в федеральном государственном образовательном бюджетном учреждении высшего профессионального образования «Уральский технический институт связи и информатики (филиал) Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики» (г. Екатеринбург).

Научный руководитель
к.ф.-м.н, доцент

В.Т. Куанышев

Рецензент:

Защита состоится «1» декабря 2020 г. В 9.00 часов в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» Уральский технический институт связи и информатики(филиал) в г. Екатеринбурге (УрТИСИ СибГУТИ), г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 15.

Секретарь Государственной аттестационной комиссии

О.А. Шумилова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности.

Актуальность диссертационного исследования обусловлена активным проникновением автоматической системы контроля управления доступом на основе волоконно-оптических сетей во многие сферы жизнедеятельности человека. Но в тоже время отсутствует в свободном виде информация о виброакустических явлениях, их влияния на систему в целом.

Цифровая экономика задает вектор, по которому будут развиваться автоматические системы контроля управления доступом на основе волоконно-оптических сетей на долгосрочную перспективу, что вызывает необходимость исследования и всестороннего анализа виброакустических явлений, возникающих в системе. Бывшая прежде приоритетом для отдельных инновационных компаний, сегодня автоматические системы контроля управления доступом на основе волоконно-оптических сетей стала массовым явлением, а ее внедрение очень важно для успеха не только отдельных компаний, но также регионов и стран. При этом сама автоматическая система контроля управления доступом тесно связана с тенденцией сервисизации социально-экономических систем и во многом реализуется на ее основе.

Изложенные обстоятельства обуславливают актуальность темы исследования, в части становления и развития современной экономической теории (в частности, ее разделов, становления цифровой экономики).

Объектом исследования является предприятие военно-промышленного комплекса.

Предмет исследования являются виброакустические явления в волоконных оптических сетях, применяемых в автоматической системе контроля управления доступом.

Целью работы являются исследование виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях, применяемых в автоматической системе контроля управления доступом.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1 произвести теоретические исследования в области применения виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях автоматической системы контроля управления доступом;

2 дать характеристику системы автоматической системы контроля управления доступом и выявить её особенности;

3 произвести аналитические исследования виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях;

4 произвести постановку задачи обеспечения безотказной работы автоматической системы контроля управления доступом с учетом виброакустических явлений ВОЛС.

Научная новизна Научная ценность заключается в использовании волоконно-оптических сетей в автоматической системе контроля управления доступом на основе виброакустических явлений.

Теоретическая значимость обусловлена тем, что автоматическая система контроля управления доступом на основе волоконно-оптических сетей проникла во многие сферы жизнедеятельности человека, но при этом в это, же время отсутствует в свободном виде информация о виброакустических явлениях и их влияния на систему в целом.

Практическая значимость заключается в создании модели автоматической системы контроля управления доступом для повышения степени защищенности объекта.

Методология исследования. При выполнении диссертационной магистерской работы изучены технические параметры виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях автоматической системы контроля управления доступом, выполнены практические исследования виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях, применяемых в автоматической системе контроля и управления доступом.

Положения, выносимые на защиту:

- методы визуализации при моделировании физических явлений;
- обеспечение безотказной работы автоматической системы контроля управления доступом с учетом виброакустических явлений в ВОЛС
- рекомендаций по проектированию АСКУД с учетом виброакустических явлений в волоконно-оптических линиях связи.

Степень достоверности результатов исследования обусловлена тем, что были проведены экспериментальные исследования технических параметров виброакустических явлений, которые, в свою очередь, обеспечили безотказную работу автоматической системы контроля управления доступом в волоконно-оптических сетях

Апробация результатов:

Результаты диссертации обсуждались на международных научно-технических конференциях «Актуальные научные исследования в современном мире» Международная научно-практическая конференция 26-27 июня (Переяслав, 2020), «E-scio.ru» Электронный научный журнал 22 июля 2020г., «E-scio.ru» Электронный научный журнал 14 сентября 2020г., «Поволжский научный вестник» Научный журнал 7 октября 2020г. По теме диссертации опубликовано 4 научных работ, в том числе 4 статьи в научных журналах, рекомендованных РИНЦ. По теме диссертации опубликовано 4 отчетов о НИР, в которых автор указан в списке исполнителей.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа включает введение, 3 главы, заключение, список литературы из 14 наименований.

Объем диссертации 85 листов, включены 33 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе Анализ публикаций на тему исследования приведен обзор специализированной литературы, направленной на изучение исследуемой темы. Описаны ключевые понятия магистерской диссертации. Представлена предметная область рассматриваемой в работе темы магистерской диссертации. Выполнен анализ теоретических исследований виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях, применяемых в АСКУД. Произведен анализ технических решений для АСКУД. Сделаны выводы по изученным материалам.

Тематика автоматической работы системы контроля управления доступом хорошо раскрыта как с теоретической стороны вопроса, так и с практической. Можно не только найти определения по терминам, но и углубленно погрузиться в изучение принципов работы самой системы. Изучить архитектуру системы, узнать ее назначение, классификацию и состав, знать все положительные и отрицательные стороны. Большое количество литературы про волоконные оптические сети и их применение. Но про виброакустические явления в волоконно-оптических сетях, применяемых в АСКУД, тематика раскрывается не в полной мере. Предоставляется крайне мало литературы в свободной форме, либо каких-нибудь практических выводов.

Большинство современных производителей, связанных с АСКУД на основе волоконно-оптических сетей предлагают свои наработки и технические решения. Каждый «потенциальный партнер» красочно описывает свой собственный продукт, утверждая, что именно его техническое решение в предоставлении организации системы самое подходящее, как на финансово, так и технически, но что же на самом деле предлагает «потенциальный партнер» клиенту не понятно. После детального изучения технической документации с официальных сайтов и форумах компаний производителей, можно сделать вывод о том, что она не раскрывает всех особенностей технического решения. В документации можно встретить элементы технического решения и их назначения, но про влияние виброакустических явлений никакой информации нет.

Официальные источники о том или ином техническом решении в большинстве случаев умалчивают данную информацию, а если что, то и говорят, то только положительные моменты. Если отойти от официальных источников, и искать нужную информацию на просторах интернет форумах или частных блогах, иногда можно наткнуться, на своего рода, кусочки целого и попытаться собрать общую картину описывающее техническое решение. Данной информации недостаточно и приходится проверять техническое решение на собственном опыте.

Именно отсутствие информации с теоретической и практической сторон вопроса и делает тему магистерской диссертации актуальной.

Данная тема требует дальнейших исследований. Результатом исследования будет подробное предоставление информации о виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях, применяемых в АСКУД.

Во второй главе Теоретические исследования в области применения виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях автоматической системы контроля управления доступом (АСКУД) приведен обзор общих характеристик АСКУД, а также их достоинства и недостатки. Выполнен анализ использования волоконно-оптических сетей в АСКУД. Произведен анализ характеристик виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях. Осуществлены аналитические исследования виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях, применяемых в АСКУД.

Современные контрольно-пропускные пункты компаний и предприятий уже невозможно представить без автоматизированной системы контроля доступа (АСКУД). Действительно, то время, когда вахту могла символически нести пожилая женщина из соседнего дома – уходит в прошлое. Возможности систем сегодня поистине удивительны. Различные замки, турникеты, ограждения, ограничивающие возможности передвижения лиц, являются элементом АСКУД, исполнительными устройствами.

Таким образом, автоматизированная система контроля и управления доступом представляет собой набор технических устройств, программного обеспечения и организационных мер, которые совместно решают проблемы контроля и управления доступом на объекте, отслеживают перемещение персонала по объекту и время, проведенное персоналом на объекте. Степень автоматизации таких систем может варьироваться.

Рассмотрим основной принцип работы современных систем контроля и управления доступом. Пользователями АСКУД являются сотрудники предприятия. Система различает их по уникальным меткам, записанным на устройствах хранения, называемым идентификаторами. Возможны варианты идентификаторов, которые идентифицируют пользователя по его антропометрическим характеристикам – отпечаток пальца или ладони, радужная оболочка, форма уха и так далее. Идея системы контроля доступа не зависит от метода идентификации и заключается в том, что определенный двоичный код присваивается определенному пользователю, поэтому задачей идентификатора является выдача этого двоичного кода в систему. На основе принятого кода система управления доступом определяет, какие права и привилегии имеет данный пользователь системы, и, соответственно, дает исполнительному устройству команду разрешить доступ. В дополнение к выдаче команд исполнительным устройствам код пользователя может быть связан с личной информацией пользователя. Такие данные могут включать в себя паспортные данные, фотографию, информацию о должности сотрудника и так далее.

Современные системы контроля и управления доступом эффективно решают задачи обеспечения безопасности любого уровня, предупреждают о проникновении посторонних лиц в контролируемую зону, а также способствуют повышению трудовой дисциплины путем отслеживания рабочего времени сотрудников компании. Высокий уровень безопасности может быть достигнут путем дублирования идентификации. Например, в дополнение к проверке

электронного ключа посетителя может использоваться ввод кода доступа или голосовой идентификации на клавиатуре.

Архитектура топологии сети показана на рисунке 1

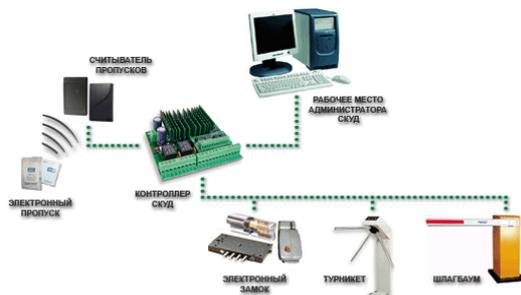


Рисунок 1– Топология сети АСКУД

Оптическое волокно является очень прочным, но хрупким материалом, хотя благодаря защитной оболочке с ним можно обращаться почти как с электричеством.

Было решено использовать в качестве протяженного сенсора самые распространенные стандартные оптоволоконные кабели, которое массово выпускаются промышленностью и часто используются для прокладки систем связи. При таком подходе достаточно проложить один волоконно-оптический кабель по защищенному периметру (или использовать свободные жилы уже проложенного кабеля, что значительно снижает сложность монтажных работ). Несмотря на кажущуюся простоту, такой волоконно-оптический кабель способен воспринимать широкий спектр различных воздействий – это проход человека через глубокий (утопленный в земле на глубину 30-40 см) кабель и копание под охраняемым забором или попытки преодолеть забор сверху, и движение транспортных средств, причем не только через границу охраняемого периметра, но и движение вдоль этой границы, кроме того, регистрируются разрывы и попытки перекусить сам кабель. На рисунке 2 представлен пример монтажа системы.



Рисунок 2–Пример монтажа системы

Основными преимуществами амплитудных ВОД являются относительная простота технической реализации оптоэлектронной схемы и ее сравнительно

низкая стоимость. В то же время амплитудные датчики имеют значительный динамический диапазон и высокую стабильность характеристик. Недостатками амплитудных волоконно-оптических датчиков являются сложность изготовления и настройки первичного преобразователя и меньшая чувствительность по сравнению с интерференционными датчиками. В связи с этим для создания высокочувствительных ВОД, когда размеры датчика играют важную роль, широко используются схемы интерферометра с внешним первичным преобразователем. Одним из самых простых устройств такого типа можно считать волоконно-оптический концевой интерферометр (ВОТИ) [2, 3], который сути является двухлучевым интерферометром Фабри-Перо. В таком интерферометре оптическое излучение частично отражается от конца волокна (первая интерферирующая волна), а частично выходит в свободное пространство и возвращается к концу волокна внешним отражателем (вторая интерферирующая волна). На рисунке 3 представлена зависимость выходной оптической мощности от перемещений мембраны.

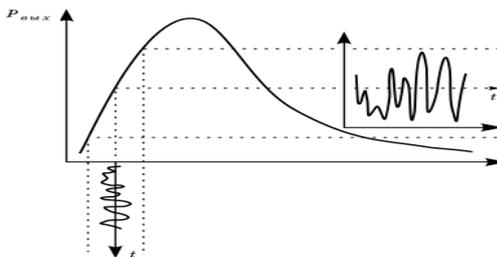


Рисунок 3– Зависимость выходной оптической мощности от перемещений мембраны

Выполнив необходимые преобразования получим (с точностью до постоянных коэффициентов) выражение для отношений сигнал / шум по формуле:

$$\frac{C}{N} = 4\pi/\lambda \frac{(P_{max}-P_{min})}{(P_{max}+P_{min})} = 2SV, \quad (1)$$

Где $SV = 2p/l$ – крутизна характеристики, нормированная к размаху интерференционной картины.

Этот параметр для двухлучевого ВОТИ в области расстояний $l > l_{gr}$ зависит только от длины волны и для $l=1,55$ мкм $SV \gg 4,05$ мкм⁻¹, что примерно на два порядка лучше амплитудной схемы.

Таким образом, соотношение сигнал / шум во всех случаях демонстрирует максимальную «интерференционную картину».

Технологически намного проще при настройке расстояния выполнить условие $P_{min} = 0$. Для этого достаточно приложить к зеркалу любое переменное перемещение в пределах нескольких периодов характеристики и добиваться минимального уровня выходного напряжения.

В результате были получены оптимальные размеры и размеры зеркал. В таком интерферометрическом датчике расстояние от оптического волокна до зеркала устанавливается в соответствии с формулой:

$$l_{\text{опт}} = 0,125\lambda j \pm 0,075\lambda, \quad (2)$$

где j – нечетное число из экспериментально установленного интервала от 1001 до 3001 [7].

Оценим чувствительность разработанного датчика перемещений. Принимая во внимание тот факт, что на оптимальном расстоянии ($l_{\text{опт}}/l_0=5$) $P_1=P_2=P_0$, мощность сигнала P_c можно определить из выражения (1): $P = dI/dl = 2dI/P_0 (4p/l)$. Мощность шума может быть определена из отношения $P_{\text{sh}} = P_{\text{max}} U_{\text{sh.n}} \gg 4P_0 U_{\text{sh.n}}$, где $U_{\text{sh.n}}$ – напряжение собственного шума, нормированное на амплитуду сигнала помехи. Измерения с выбранным оптимальным расстоянием от конца волокна до зеркала показали, что нормализованное напряжение собственного шума $U_{\text{sh.n}}$ составляет приблизительно 10^{-4} в полосе частот 10 кГц. Отсюда, при условии $P_c/P_{\text{sh}}=1$, мы получаем значение минимального зарегистрированного смещения датчиком на основе ВОТИ:

Следует подчеркнуть, что при построении оптоволоконной цепи ВОТИ можно использовать имеющиеся в продаже элементы (лазер, разветвитель, разъемы и так далее). Это обстоятельство позволяет разработать универсальный высокочувствительный оптоволоконный модуль измерения смещения, подходящий для использования в различных типах датчиков и систем. Для этих датчиков измеренное значение (например, давление), порог чувствительности и диапазон измерения будут определяться конструкцией первичного преобразователя и могут варьироваться в широких пределах.

Для достижения высокой чувствительности датчика к переменному давлению необходим мембранный элемент, который обеспечит большое линейное движение мембраны даже при небольшом изменении внешнего давления. Примером таких мембран, изготовленных с использованием технологий MEMS (Micro Electro Machining System), являются микромембранные элементы (рисунок 4), которые используются в SOM-микрофонах от Phone-Or.

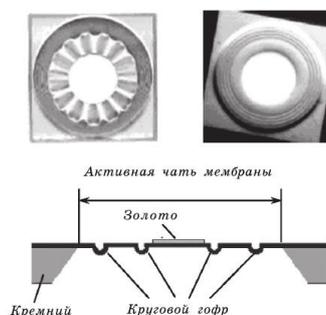


Рисунок 4 – Внешний вид и конструкция мембран, изготовленных по MEMS-технологиям

Микромембранные элементы изготавливаются из кремниевой пластины с использованием интегрально-групповых методов и технологий объемной микромеханики. Сначала углубления в виде нескольких концентрических колец заданной ширины и глубины вытравливаются на лицевой стороне кремниевой пластины. Затем на кремниевой пластине со стороны углублений формируется слой Si₃N₄ толщиной 0,2-0,3 мкм. После этого металлический слой осаждается в центральной части каждого элемента. Наконец, кремний выпускается с задней стороны пластины, в результате чего образуется тонкая гофрированная мембрана Si₃N₄ с отражающей областью в центре, которая прикреплена к кремниевой основе. На рисунке 5 представлена конструкция первичного преобразователя волоконно-оптического микрофона.

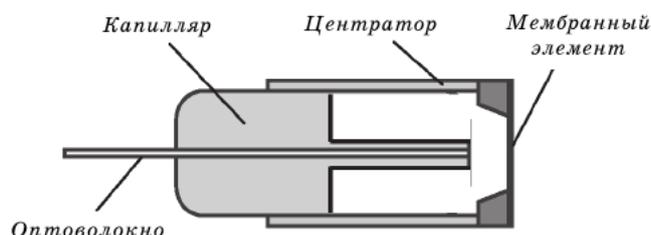


Рисунок 5 – Конструкция первичного преобразователя волоконно-оптического микрофона

Конструкция первичного преобразователя интерферометрического датчика переменного давления (микрофона) показана на рисунке 6. Имеющийся в продаже керамический капилляр, который обычно используется в качестве одного из элементов стандартных волоконно-оптических разъемов типа FC/UPC, может использоваться в качестве основы первичного преобразователя, выполненного на конце одномодового волокна. Этот капилляр сначала связывается со стандартным одномодовым волокном 9/125 мкм, а затем конец волокна полируется с использованием стандартного оборудования (промышленного или ручного) и известной проверенной технологии для создания отражающей поверхности для оптического излучения. Мембранный элемент затем приклеивается к коммерчески доступному керамическому центратору, который обычно является частью оптоволоконного соединителя FC.

На заключительном этапе центратор вместе с закрепленным на нем мембранным элементом устанавливается на керамический капилляр, после чего производится окончательная настройка первичного преобразователя.

комплекса для мониторинга состояния кабельных линий.

В системах виброакустического мониторинга используется распределенный акустический датчик, который используется в качестве одномодового оптического волокна. Принцип работы системы основан на обработке измерений спектрального состава обратного рассеяния реле от лазерного излучения в одномодовом оптическом волокне.

Результатом каждого измерения является акустический профиль, который представляет собой визуализацию виброакустических эффектов по всей длине оптического волокна.

Программное обеспечение анализирует данные на наличие событий, которые не соответствуют нормальной работе кабельной линии. Выявленные помехи анализируются путем сравнения с существующими шаблонами с целью интерпретации характера возмущения и степени его опасности для кабельной линии. На рисунке 6 показан принцип работы системы виброакустического мониторинга.

Оптические волокна, изготовленные из кварцевого стекла, представляют собой диоксид азота (SiO_2) с аморфной твердой структурой. Температурные воздействия инициируют колебания в молекулярной решетке. Когда свет попадает на термически возбужденную молекулу, происходит взаимодействие между легкими частями (фотонами) и электронами. Происходит рассеяние света, которое также называется комбинационным рассеянием (рисунок 6).

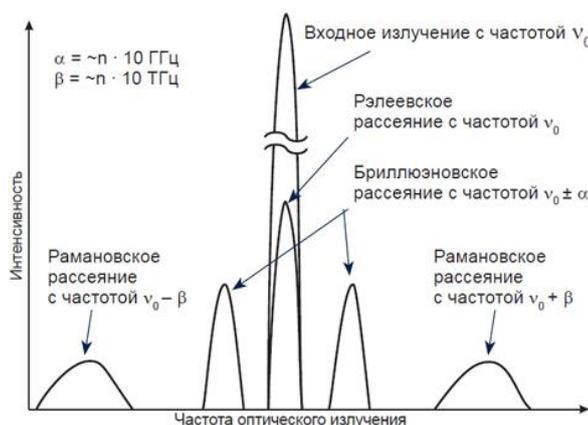


Рисунок 6 – Рамановское рассеяние

Испытание работы АСКУД на основе ВОЛС на высоковольтных кабельных линиях показало то, что использование многоуровневой вычислительной обработки виброакустических действий и анализ их изменения позволили сформировать и выделить тревожное уведомление о факте работы различной строительной техники, тем самым, сведя к минимуму вероятность ложного срабатывания системы от фоновых и неопасных для кабельной линии шумов, что доказывает эффективность использования АСКУД также в городских условиях.

Можно использовать системы на железных и подземных дорогах для контроля прохождения поездов, состояния пути, туннелей и перемещения отдельных элементов. Система также позволит вам определить местонахождение поезда и присутствие людей или животных в пути.

Эта система обеспечит безопасность муниципальных объектов, а также контроль над объектами несанкционированного доступа.

В третьей главе Практические исследования виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях, применяемых в АСКУД была поставлена задача обеспечения безотказной работы АСКУД с учетом виброакустических явлений в ВОЛС, исследованы технические параметры виброакустических явлений, разработаны рекомендации по проектированию АСКУД с учетом виброакустических явлений в ВОЛС

Суть предлагаемой технологии заключается в следующем – используется высоко когерентный лазерный источник излучения, который работает в импульсном режиме. Происходит подача лазерного импульса на вход оптического волокна (чувствительного элемента системы) через определенный промежуток времени начинает производить регистрацию отражённых сигналов от неоднородностей оптического волокна, с помощью быстродействующего аналого-цифрового преобразователя. Обработка полученных данных и распознавание сигналов воздействия выполняется программно, с помощью уникальных математических методов и алгоритмов распознавания сигналов. На рисунке 7 показана чувствительность к внешним воздействиям волоконно-оптического кабеля.

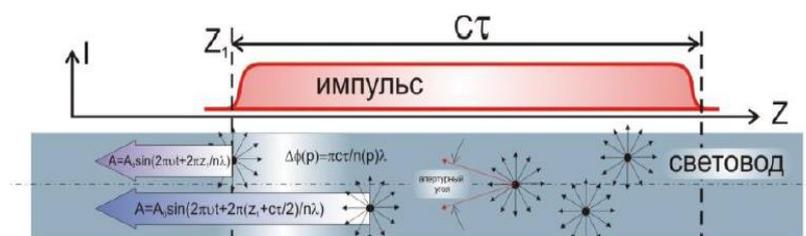


Рисунок 7 – Чувствительность к внешним воздействиям волоконно-оптического кабеля

Принцип работы основан на фазовой чувствительности к внешним воздействиям волоконно-оптического кабеля, который играет роль распределенного датчика фиксации виброакустических возмущений окружающей среды. На рисунке 8 представлен принцип рефлектометрического принципа.

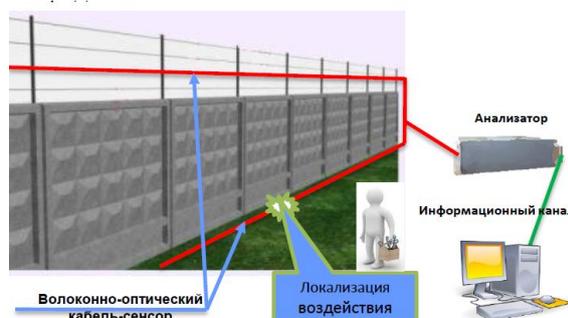


Рисунок 8 – Рефлектометрический принцип

Использование рефлектометрического принципа, который представлен на рисунке 8 аналогичного радиолокационному, и комплексный математический анализ информации, позволяют с высокой точностью определить место и время воздействий, действующих на ВОК.

Волоконно-оптическая распределенная виброакустическая система, предназначена для использования в качестве технического средства охраны (ТСО).

Назначение изделия: волоконно-оптическая система предназначена для создания протяженного рубежа охраны и обнаружения несанкционированного проникновения на охраняемую территорию, посредством фиксации виброакустических воздействий на его чувствительный элемент элементе (ЧЭ), проложенном в грунте и/или закреплённом на заграждении. Система может применяться как законченное изделие, так и в составе комплекса технических средств оповещения. Интеграция может производиться аппаратным способом – подключения к изделию релейного блока (типа «сухой контакт») через интерфейс RS-485, а так и программным – используя сетевой протокол обмена данными TCP/IP. На рисунке 9 показана волоконно-оптическая распределенная виброакустическая система.



Рисунок 9 – Волоконно-оптическая распределенная виброакустическая система

Она предназначена для использования в качестве технического средства охраны. Может быть реализована в трех вариантах (вибрационная система обнаружения, сейсмическая система обнаружения и комбинированная система).

На рисунке 10 представлена фиксация следующих типов нарушителей:

- подход человека (группы) или объекта массой более 50 кг;
- перелаз, в том числе, использований подручных приспособлений;
- разрушение заграждения (перекус, отжатие прутьев и прочее.);
- движение гусеничной и колесной техники;
- движения нарушителя шагом, бегом, ползком, перекатом.

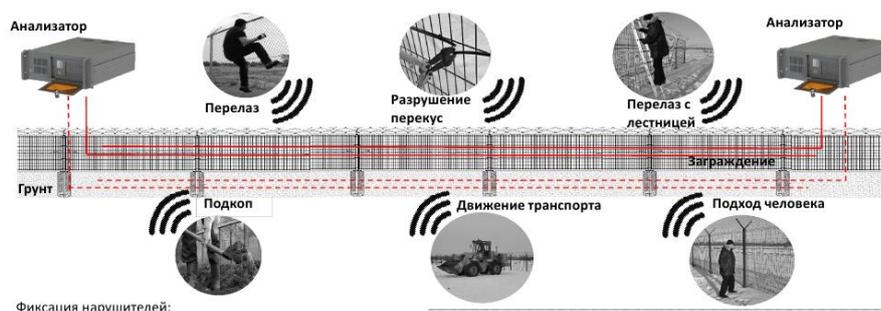


Рисунок 10 – Фиксация нескольких типов нарушителей

На рисунке 11 представлена типовая схема организации периметра.

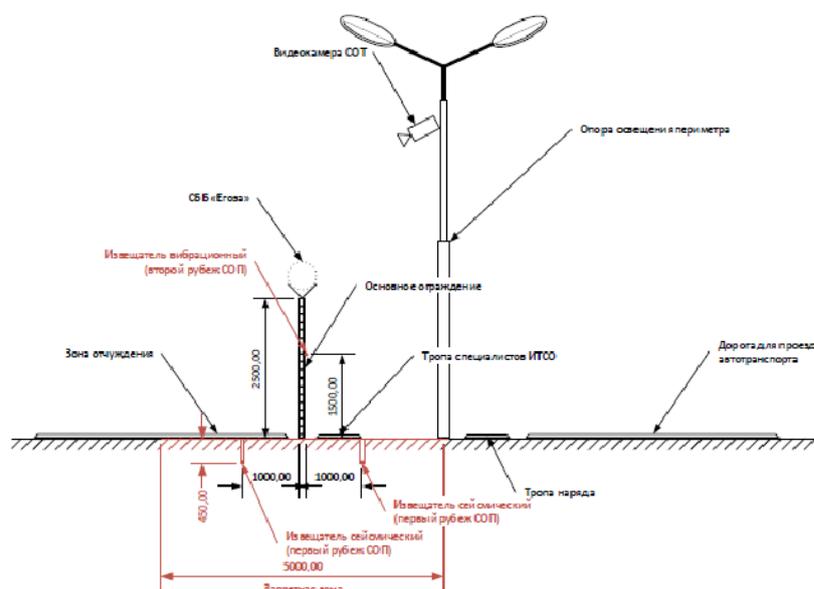


Рисунок 11 – Типовая схема организации периметра

Для обеспечения безотказной работы АСКУД с учетом технических параметров предлагается провести некоторые испытания целью, которых будет являться проверка технических характеристик и конструктивных решений, реализованных в системе, согласно основным требованиям. Также данной проверкой предлагается решить вопросы, такие как: проверка соответствия основных параметров и характеристик изделия данным, приведенным в техническом условии и эксплуатационной документации, определение целесообразности применения изделия.

Изделие предназначено для создания протяженного рубежа охраны и обнаружения попыток его несанкционированного преодоления при перелазе через сетчатое заграждение, подкопе или разрушения сетчатого заграждения.

Принцип работы изделия основан на деформируемости чувствительного элемента, представляющего собой волоконно-оптический кабель. Деформации чувствительного элемента возникают при внешних механических воздействиях (виброакустических или сейсмических), создаваемым нарушителем при попытках преодоления рубежа охраны. В результате деформации оптического волокна волоконно-оптический кабель изменит обратное лазерное излучение, отражающееся от неоднородностей оптического волокна. Анализ этого излучения позволяет определить место деформирования волоконно-оптического кабеля, а, следовательно, и место несанкционированного преодоления рубежа охраны. Изделие выдает на автоматическое рабочее место оператора сигналы, предупреждения о неисправностях в системе электропитания об автоматическом переходе изделия на питание от автономного резервного источника и обратно. Переход системы на резервное питание и обратно осуществляется без выдачи сигналов срабатывания.

За время проведения испытаний отказов изделия не должно быть зафиксировано. Изделие среднее время наработки на отказ изделия составляет не менее 30000 часов.

Изделие сохраняет работоспособность при температурах от минус 60 до плюс 60 °С.

Так же требуется провести проверки на значение нижней доверительной границы обнаружения при преодолении ограждения способом перелаза без подручных средств, возможность обнаружения нарушителя при преодолении ограждения способом перекусывания, возможность обнаружения нарушителя при преодолении способом перелаза с подручными средствами, пересечения защитного объекта (одиночным нарушителем, группой, одиночными нарушителями на различных участках, транспортным средством.)

Выводы по результатам испытаний.

Испытания должны подтвердить соответствие параметров назначения и тактико-технические характеристики изделия.

Достоинствами изделия являются:

Реализация функции дублирования чувствительного элемента посредством использования в удаленном регистрирующем модуле штатного двухканального оптического блока, что позволяет без использования дополнительного оборудования сохранять работоспособность изделия в полном объеме при обрыве чувствительного элемента.

Применение двух независимых каналов обнаружения (вибрационного и сейсмического), использующих различные алгоритмы обработки сигналов (спектрального и дисперсионного) и различных чувствительных элементов

Наличие чувствительного элемента собственного производства с расширенными техническими характеристиками, обеспечивающими рабочую температуру изделия минус 60 °С, предельную минус 70 °С.

Собственное производство оптоволоконного кабельного чувствительного элемента

Улучшенные надежностные и эксплуатационные характеристики за счет отсутствия дополнительных линий связи и кабелей питания;

Абсолютная устойчивость чувствительного элемента к электромагнитным помеховым факторам.

Предлагаемая система имеет улучшенные эксплуатационные характеристики, поскольку ЧЭ не требует дополнительных линий связи и кабелей питания. В результате отпадает необходимость в размещении через каждые 250 метров участковых шкафов, в прокладовании линии связи и кабелей питания между трибоэлектрическими средствами обнаружения и участковыми шкафами, а также между шкафами и пунктом управления.

Абсолютная устойчивость чувствительного элемента к электромагнитным помеховым факторам позволяет применять изделие на аэродромах узлах связи и военно-морских базах.

По результатам проведенных испытаний система пригодна для использования. Преимущества внедрения волоконно-оптические системы охранной сигнализации

- зона покрытия одним устройством до 80 км;

- относиться к категории высокоточных систем-длина охранной зоны от 5м;

Одной системой можно организовать два канала обнаружения (сейсмический и вибрационный).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе исследованы виброакустические явления в волоконно-оптических сетях, применяемых в автоматической системе контроля управления доступом.

Основные теоретические и практические результаты работы

Разработана оптимальная модель автоматической системы контроля управления доступом для повышения степени защищенности. Исследованы виброакустические явления в волоконно-оптических сетях, применяемых в автоматической системе контроля управления доступом. Проведены аналитические исследования виброакустических явлений в волоконно-оптических сетях, что позволяет теоретически разработать универсальный высокочувствительный оптоволоконный модуль измерения смещения, подходящий для использования в различных типах датчиков и систем. Сделан вывод, что для технической реализации потенциальных преимуществ волоконно-оптических виброакустических систем необходимы дальнейшие исследования, совершенствование их конструкции, организация мелкосерийного производства и испытаний в условиях реальных практических задач.

Была поставлена задача обеспечения безотказной работы автоматической системы контроля управления доступом с учетом виброакустических явлений ВОЛС. Показано, что использование многоуровневой вычислительной обработки виброакустических действий и анализ их изменения позволили сформировать и выделить тревожное уведомление о факте работы различной строительной техники, тем самым, сведя к минимуму вероятность ложного срабатывания системы от фоновых и неопасных для кабельной линии шумов, что доказывает эффективность использования АСКУД также в городских условиях.

По ходу написания магистерской диссертации подтвердилась актуальность темы исследования, была разработана оптимальная модель автоматической системы контроля управления доступом для повышения степени защищенности. Все поставленные задачи перед выполнением работы были выполнены.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Предназначение и устройство вибрационных волоконно-оптических средств обнаружения. Международная научно-практическая конференция «Актуальные научные исследования в современном мире» 26-27 июня (Переяслав, 2020).

2 Обнаружение вибрации с использованием оптоволоконных датчиков. Электронный научный журнал «E-scio.ru» 22 июля 2020г.

3 Интеллектуальное обнаружение и идентификация в волоконно-оптических системах мониторинга вторжений по периметру на базе FBG. Сенсорная сеть. Электронный научный журнал «E-scio.ru» 14 сентября 2020г.

4 Распределенный волоконный датчик для обнаружения и локализации акустических вибраций. Научный журнал «Поволжский научный вестник» 7 октября 2020г.