

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРА НА БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

А. В. Куликов

Санкт-Петербургский государственный университет
информационных технологий, механики и оптики

ООО «Конструкторское Бюро Современных Технологий Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий механики и оптики»
г. Санкт-Петербург

Обзор периметральных охранных систем. На сегодняшний день технические средства охраны достаточно разнообразны и в целом очень эффективны [1]. Однако практически всем им присущ один существенный недостаток: они детектируют сигнал вторжения лишь после проникновения злоумышленника на территорию объекта.

Простым примером тому служат системы охранного видеонаблюдения. Эти системы, в большинстве своем, при помощи видеорегистраторов способны лишь подтвердить факт вторжения после того, как он уже произошел. Зачастую злоумышленник рассчитывает на эту временную задержку, которая проходит с момента проникновения на объект до момента срабатывания сигнализации.

Коренным фактором, определяющим эффективность любой охранной системы, является минимизация этого интервала времени, и в этом смысле привлекательность периметральных систем охраны, фиксирующих факт пересечения границы в реальном времени, неоспорима.

Существует большое разнообразие периметральных охранных систем [2].

Емкостные системы: в них происходит изменение параметров электрического поля при приближении или прикосновении нарушителя.

Вибрационные системы: их основа сенсорный кабель, являющийся, электромагнитным микрофоном.

Радиоволновые системы: простейший вариант состоит из двух фидеров, расположенных параллельно друг другу на определенном расстоянии. При пропускании через них тока, вокруг образуется стабильное электромагнитное поле.

Радиолучевые системы: передатчик создает объемное электромагнитное поле, обычно эллиптической формы.

Инфракрасные системы:

Активные: состоят из двух частей — передатчика, излучающего импульсные ИК-лучи (от одного и более невидимых человеческого глазом лучей) и приемника, падающего сигнал тревоги в случае прерывания одного или нескольких лучей.

Пассивные: их действие основано на регистрации изменения уровня теплового излучения фона при движении людей или животных в зоне обнаружения.

Установка любой из перечисленных охранных систем на протяженные периметры является крайне дорогостоящим, место пересечения границы определяется только в пределах одной охранной зоны, необходима организация в единую информационную сеть всех зональных приемо-передающих пунктов. Вследствие этого возникает цель разработки не дорогой, протяженной охранной системы, не требующей организации большого числа приемо-передающих пунктов, однако при этом позволяющую производить регистрацию факта, локализацию места пересечения границы, а также опознавание нарушителя.

Современные волоконно-оптические периметральные охранные системы. На сегодняшний день наиболее современными и эффективными являются волоконно-оптические системы охраны периметров.

Обычные оптоволоконные кабели, используемые для передачи информации, нашли применение в качестве датчиков для охранных систем периметра. [3, 4] Опыт практического применения таких периметральных систем небольшой, но используемые физические принципы оптоволоконных систем отличаются очень малой восприимчивостью к любым электромагнитным помехам, что позволяет использовать их в неблагоприятной электрофизической обстановке.

В системах с такими датчиками применяются разные физические эффекты. Но техническая реализация одна. К одному из концов кабеля подключается миниатюрный по-

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2010

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРА НА БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

лупроводниковый лазер, генерирующий когерентное излучение. Второй конец кабеля подключен к приемнику излучения. Приемник преобразует оптический сигнал в электрический и подает его в анализатор.

Анализатор сравнивает принятый сигнал с эталонным т. е. с сигналом от датчика без какого-либо воздействия на него. При деформации оптоволоконного кабеля изменяются его оптические параметры (показатель преломления и др.) и характеристики прошедшего через волокно лазерного излучения. И если принятый и эталонный сигналы отличаются, устройство регистрирует внешнее механическое воздействие на оптоволоконный датчик (смещения, вибрации, сжатия кабеля).

Сенсорный кабель существующих волоконно-оптических систем охраны периметра, как правило, устанавливается на металлической ограде. Вибрации ограды передаются в чувствительное оптическое волокно и влияют на свойства световой волны, которая на выходе из чувствительного кабеля преобразуется в электрические сигналы, которые поступают на процессор. Процессор, в соответствии с заданным алгоритмом, выделяет сигнал вторжения на фоне окружающих шумов и генерирует сигнал тревоги. Такие системы производятся следующими фирмами:

1. Future Fibre Technologies (FFT) (Австралия);
2. Remsdaq (Англия);
3. TRANS Security Systems and Technology (TSS) (Израиль);
4. Fiber SenSys (США);
5. Magal (Израиль);
6. Senstar-Stellar (Канада);
7. "НПО Прикладная радиофизика - ОС" (Россия).

На сегодняшний день фирмами разработчиками применяются разнообразные методы регистрации вибрационного воздействия на волоконно-оптический кабель:

Метод регистрации межмодовой интерференции. Лазер излучает несколько десятков близких по частоте спектральных линий (мод) с определенным распределением энергии по спектру. При механическом воздействии на оптоволоконный кабель спектр излучения меняется и это регистрирует анализатор.

Метод использован в охранной системе Model M106E фирмы Fiber SenSys (США).

Метод использования эффекта изменения распределения излучения по поперечному сечению при деформации опто-

волокна. На выходе многомодового оптоволоконка наблюдается нерегулярная система светлых и темных пятен. Это так называемая «спекл-структура» (speckle-structure). Для детектирования деформаций кабеля здесь применяют пространственно-чувствительные фотоприемники.

Метод используется в оптоволоконной системе фирмы Sabreline (США).

Принцип двухлучевой интерферометрии. Луч лазера расщепляется на два и направляется в два идентичных одномодовых оптических кабеля. Один кабель является детектирующим, а другой — опорным. В приемном устройстве оба луча образуют интерференционную картину. Механические воздействия на детектирующий кабель приводят к изменениям интерференционной картины, которые регистрируются фотоприемником с анализатором.

Используется метод в оптоволоконных системах серии FOIDS (изготовитель фирма Mason & Hanger, США)

Российская разработка оптоволоконной охранной системы - система «Ворон». Основой системы являются серийно выпускаемые извещатели, состоящие из двух герметичных блоков — лазерного передатчика и фотоприемника. Между этими блоками располагается чувствительный элемент — специальный оптоволоконный кабель. Обработка сигналов осуществляется с помощью анализатора или с помощью специального обучаемого процессора, использующего принципы искусственного интеллекта. Обучение процессора происходит после монтажа на конкретном объекте с имитацией реальных сигналов вторжения.

Как видно ни один из применяющихся физических принципов регистрации вибрационного воздействия на волоконно-оптический кабель не позволяет создать простую, дешевую и надежную систему охраны границ. Вызвано это тем, что во всех вышеуказанных системах каждый из участков границы требует установки активного, приемно-передающего оборудования. При этом увеличение длины одной зоны не является целесообразным, так как в этом случае локализация места пересечения границы не будет давать необходимой точности.

Чаще всего волоконно-оптические системы охраны периметра устанавливаются на ограду типа сетка рабица, в результате чего датчик фиксирует воздействие не на сам кабель а на металлическую ограду (рисунок 1).



Рисунок 1 – Волоконно-оптическая система охраны периметра на металлической ограде

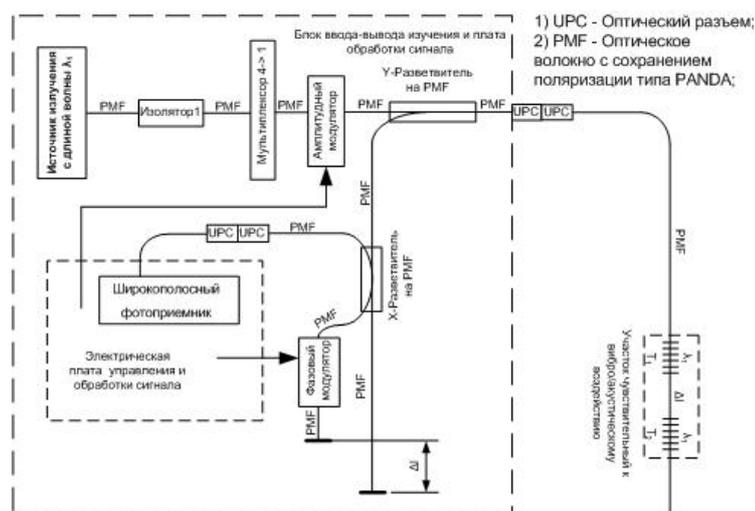


Рисунок 2 – Схема макета вибро-акустического датчика на брэгговских решетках.

Стоимость существующих волоконно-оптических периметральных охранных систем определяется длиной охраняемого периметра и количеством зон. Очевидно, что длина одной зоны определяет минимальную длину участка, на котором детектируется факт пересечения границы.

Для примера приведем расчет стоимости волоконно-оптической периметральной системы охраны «ВОРОН-3М-К», предлагаемой компанией "НПО Прикладная радиофизика - ОС" (Россия):

Для системы охраны периметра со следующими характеристиками:

- длина охраняемого периметра: 2400 м;
- длина зоны: 15 м;

Расчет стоимости произведенный в соответствии с «Ознакомительным калькулятором расчета ориентировочной стоимости Комплекса периметровых средств обнаруже-

ния «ВОРОН-3М-К» составляет: 10,65 млн.руб. [5]

Волоконно-оптическая система охраны периметра на брэгговских решетках. В Санкт-петербургском государственном университете информационных технологий механики и оптики проведена НИР по разработке концепции построения и волоконно-оптической системы охраны периметра на брэгговских решетках. Результатом НИР явилось создание макета волоконно-оптической охранной системы на брэгговских решетках с длиной чувствительного кабеля 3 м (рисунок 2).

Также в результате НИР были отработаны алгоритмы и методы обработки интерференционного сигнала с целью выделения из него полезной составляющей вибро-акустического воздействия. Существующая система построена на оптическом волокне с сохранением поляризации типа PANDA, для получения максимальной чувствительности

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРА НА БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

оптического волокна к внешнему воздействию.

Принцип работы системы заключается в следующем. Отрезок оптического волокна между двумя брэгговскими решетками представляет собой интерферометр Фабри-Перо. Под воздействием деформации и акустических колебаний меняется разность фаз двух лучей отраженных от двух соседних решеток. В результате меняется интерференционная картина двух отраженных лучей.

Интерферометрические датчики обладают наибольшей чувствительностью к внешнему вибро-акустическому воздействию на оптическое волокно [6].

Конструктивно волоконно-оптическая система охраны периметра на брэгговских решетках состоит из активной части (блока ввода-вывода излучения и платы обработки информации) и пассивной (кабель чувствительный к вибро-акустическому воздействию).

Волоконно-оптическая система охраны периметра на брэгговских решетках является универсальной, так как на всем протяжении представляет собой единый кабель и не содержит на многозонном участке активных элементов. Поэтому настоящая система может использоваться как скрытно (под землей), так и монтироваться на уже существующие ограждения вокруг охраняемого периметра (рисунок 4).

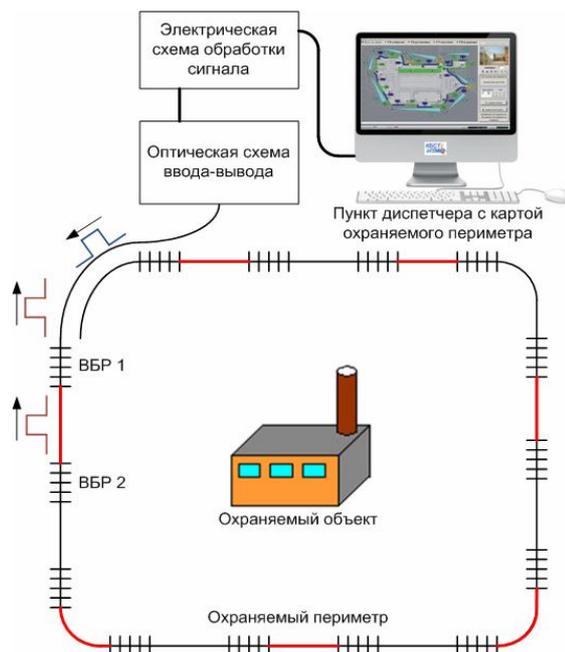


Рисунок 3 – Принцип действия волоконно-оптической периметральной системы охраны на брэгговских решетках



Рисунок 4 Варианты установки волоконно-оптической системы охраны периметра на брэгговских решетках

Особенностью таких систем охраны и мониторинга является не только возможность определения точного места нарушения охраняемой границы, но и опознание и идентификация нарушителя с помощью анализа акустического спектра шума нарушителя.

Расчетная стоимость волоконно-оптической периметральной системы охраны на брэгговских решетках составляет 2,5 млн.

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №2 2010

руб., при следующих параметрах: длина охраняемого периметра: 2400 м, длина зоны: 15 м.

Экономическая эффективность и коммерциализация волоконно-оптической системы охраны периметра на брэгговских решетках. Рынок подобных систем охраны периметра составляет по нашим оценкам в нашей стране не менее 25 млрд. руб.

лей, в мире не менее 2,5-3,5 млрд. долларов США.

На данный момент деятельность по коммерциализации волоконно-оптических систем охраны периметра на брэгговских решетках ведет ООО «КБСТ ИТМО», созданное в 2009 г. Организационной основой для принятия решения по созданию предприятия «Конструкторское Бюро Современных технологий Санкт-Петербургского Государственного Университета ИТМО» явился Федеральный Закон Российской Федерации «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» от 02.08.2009 N 217-ФЗ.

На данный момент проводится поиск потенциального инвестора для проведения ОКР по созданию образца волоконно-оптической

системы охраны периметра на брэгговских решеткой длиной не менее 500 м и количеством охранных зон не менее 20.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свирский Ю. Рынок периметровых средств охранной сигнализации на пороге 3-го тысячелетия // Системы безопасности, № 38, 2001.
2. Лавриненко А.В. Периметровые средства обнаружения: современное состояние // Специальная техника № 5, 2001.
3. Введенский Б. Волоконно-оптические сенсоры в системах охраны периметра // Мир и безопасность №4-5, 2006.
4. Иванов И.В. Охрана периметров-2 // Паритет граф, Москва, 2000.
5. <http://www.neurophotonica.ru>
6. Иванченко П., Красовский В. Распределенные волоконно-оптические системы для охраны периметра: перспективные технологии // Алгоритм безопасности, № 4, 2003.