

**УДК 621.4**

А.С.ИСКИНЕЕВА, магистрант гр. АиУ 20-18 (КазАТУ)  
Научный руководитель А.Д.МЕХТИЕВ, к.т.н., ассоц. профессор (КазАТУ)  
г.Нур-Султан

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕРГЕНТНЫХ СИСТЕМ ОХРАНЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-ОПТИ- ЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Главным назначением системы охраны (СО) периметров или границ считается оперативное и надежное уведомление охранных служб о несанкционированном вторжении в охраняемую зону объекта. Решение этой не простой задачи возможно только в случае, когда охраняемый объект соответствующим образом оборудован передовыми высоконадежными техническими средствами охранной сигнализации. Система охраны (СО) должна непрерывно обеспечивать безопасность периметра объекта от любых внутренних и внешних угроз невзирая на любые внешние воздействия, включая неблагоприятные погодные условия. Системы охраны имеют передающие, направляющие, приемные и управляющие устройства, который представлены очень широким спектром. От простейших СО с ручным управлением до микропроцессорных и компьютерных систем, в которых оператор может наблюдать мнемосхему на экране монитора, с полным сохранением данных. Принцип действия абсолютно всех СО имеет ряд общих функций, направленных на обнаружение нарушителя в момент подхода или пересечения охраняемого периметра или границы, что вызывает внешнее воздействие и нарушение конкретных физических характеристик окружающей среды, которые регистрируются специальными датчиками системы.

Волоконно-оптические системы охраны (ВОСО) считается системой аварийной сигнализации, реализующей наблюдение защищенности периметров распределенного вида с применением оптического волокна ОВ в качестве измерителей. Главным сенсорным компонентом этой системы служит блок восприимчивого кабеля, этот кабель с неповторимым дизайном обладает значительной чувствительностью к перемещениям, давлению и пульсациям.[1-3] При перелезании, пересечении или переползании кем-либо границы, вмонтированная в ограждение по периметру подаст знак тревоги. При монтаже в бетонированные или каменные стены, система способна осуществлять мониторинг проникновений через пробивание либо перелезание стенки.

В качестве основного оборудования для выявления проникновения в ВОСО защиты периметров применяется полностью волоконно-оптическое

---

спецоборудование. Вследствие подобных преимуществ, как оптическое явление, значительная безопасность, общедоступность с целью формирования сети продолжительной передачи, невысокое употребление энергии, стабильность к электромагнитным помехам, отсутствием радиационного фона, использование в различных атмосферных условиях, защищенность от молний и т.д., эта система способна применяться в легковоспламеняющихся и взрывоопасных участках с целью контролирования защищенности периметров отдаленных участков.

Большинство ВОСО использует в качестве чувствительных сенсоров многомодовое оптическое волокно, которое более устойчивое к температурным воздействиям и использование многомодового волокна позволяет повысить помехозащищенность измерительного канала, но у данного волокна есть серьезный недостаток, связанный с высоким уровнем затуханием сигнала. [4] Мномомодовое оптическое волокно может эффективно работать на участке длиной до одного километра. Поэтому необходимо разбивать периметр на определенные участки длиной 400 - 500 метров, что образует значительное количество участков распределенной ВОСО протяженного периметра в несколько десятков километров. Использование многомодового волокна не позволяет создать эффективные протяженные ВОСО. Более перспективные ВОСО могут быть созданы на основе одномодового волокна, так как одномодовое волокно имеет низкие параметры затухания оптического сигнала, сенсоры могут быть длиной 20-80 км. Структурная схема ВОСО приведена на рисунке 1 показана его упрощенная структурная схема, поясняющая сущность изобретения и его работу. В качестве источника излучения используется когерентный полупроводниковый лазер 1, работающий в импульсном режиме. В качестве чувствительного сенсора 2 используется многомодовое оптическое волокно с размерами сердцевины и оболочки 50/125 мкм. На выходе с волокна формируется луч 3 падающий на чувствительную поверхность фоточувствительной телевизионной матрицы 4, на поверхности которой формируется индифферентное пятно. Далее идет преобразователь световой волны в электрический сигнал 5 и устройство обработки сигналов и выдачи сигнала тревоги. Устройство работает следующим образом, при механическом воздействии на оптическое волокно возникает эффект фотоупругости и изменяется коэффициент преломления между оболочкой и сердцевиной, что ведет к изменению свойств света, проходящего через ОВ, а именно фазы моды световой волны. Все изменения светового пятна фиксируются телевизионной матрицей и передаются через преобразователь 5 в устройство обработки сигналов, которое и выдает в свою очередь сигнал тревоги.

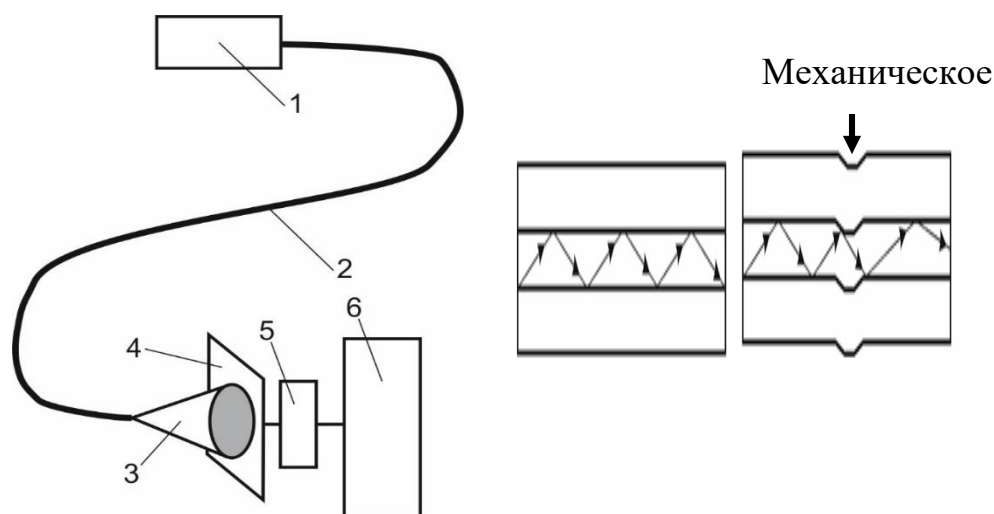


Рис. 1. Упрощенная структурная схема и микроизгиб ОВ при механическом воздействии

Основой ВОСО является оптический интерферометр, который обладает достаточной чувствительностью к микроскопическим изменениям геометрических параметров и хода оптического луча. На основе известной теории оптического интерферометра вектора когерентных волн представим математическую модель устройства реагирующего на механические воздействия на оптическое волокно, рассмотрим две плоские волны, падающие на поверхность телевизионной матрицы фотоприемника, как квазигармонические функции:

Изменения свойств света выражается в увеличении дополнительных потерь и появлении различного рода рассеяния (Релеевское, Бриллюэновское, Романовское). Для удобства описания физических основ метода контроля деформации горных выработок при помощи ОВ можно использовать классическую теорию оптического интерферометра. Теоретическая основа работы данного устройства известна и является суммой сложения двух световых волн  $E_1$  и  $E_2$ , что проявляется в изменении результирующей интенсивности  $I$ , которую регистрирует фотоприёмное устройство интерферометра [5].

Вследствие подобных преимуществ, как оптическое выявление, значительная безопасность, общедоступность с целью формирования сети продолжительной передачи, невысокое употребление энергии, стабильность к электромагнитным помехам, отсутствием радиационного фона, использование в различных атмосферных условиях, защищенность от молний и т.д.,

эта система способна применяться в легковоспламеняющихся и взрывоопасных участках с целью контролирования защищенности периметров отдаленных участков.

Список литературы

1. Asawa C. K. Intrusion-alarmed fiber optic communication link using a planar waveguide bimodal launcher // J. Lightwave Technol. – 2002.– Vol.20, No.1. – P. 10–18.
2. Juarez J. C., Maier E.W., Choi K.N. and Taylor H. F. Distributed fiber-optic intrusion sensor system // J. Lightwave Technol. – 2005. – Vol.23, No.6. – P. 2081–2087.
3. Juarez J.C. and Taylor H.F. Field test of a distributed fiber-optic intrusion sensor system for long perimeters // Applied Optics. – 2007. – Vol.46, No.11. – P. 1968–1971.
4. Введенский Б. Волоконно-оптические сенсоры в системах охраны периметра // Мир и безопасность №4-5, 2006.
5. Калитеевский Н.И. Волновая оптика — М.: Высшая школа. 1995. — 463 с.

Информация об авторах:

Искинеева Алия Серикбаевна, магистрант гр.АиУ 20-18, КазАТУ, 010000, г.Нур-Султан, просп. Женис 62, [aliya.iskineeva@mail.ru](mailto:aliya.iskineeva@mail.ru)

Мехтиев Али Джаванширович, к.т.н., ассоциированный профессор, КазАТУ, 010000, г.Нур-Султан, просп. Женис 62, [barton.kz@mail.ru](mailto:barton.kz@mail.ru)