

# Мониторинг протяженных объектов транспортной инфраструктуры на основе распределенных волоконно-оптических сенсорных систем с искусственным интеллектом серии «ВОРОН™»

Проблема комплексной безопасности протяженных объектов транспортной инфраструктуры, таких как ж.-д. магистрали, периметры аэропортов и т.п., включает самые различные аспекты. Мы кратко коснемся проблем создания протяженных систем мониторинга для предотвращения несанкционированного проникновения и действий в зонах, требующих постоянного круглосуточного контроля.

**Ю.А. Русанов**, генеральный директор  
ООО «Прикладная радиофизика»

**А.Ю. Русанов**, директор по научной работе  
ООО «Прикладная радиофизика», PhD, к. ф.-м. н.

Таковыми зонами могут быть железнодорожные магистрали, взлетно-посадочные полосы (ВПП), периметры аэропортов и т.п. Протяженность подобных систем мониторинга может составлять от десятков до нескольких тысяч километров. В этих условиях применение технических средств обнаружения, которые используются для охраны локальных зон зданий, помещений нереально. Насыщенность контролируемых объектов различными мощными источниками электромагнитного излучения делает проблематичным применение средств охраны периметра, основанных на электрических явлениях.

Какие же физико-технические подходы, известные сегодня, могут стать базой для систем мониторинга протяженных пространственных структур?

Ответ на сегодняшний день однозначен – **комплекс технических средств обнаружения на основе волоконно-оптических сенсорных обучаемых интеллектуальных устройств, интегрированных с системами визуализации**



**ПРИКЛАДНАЯ РАДИОФИЗИКА, ООО**  
142432, Московская обл., г. Черноголовка,  
Институтский проспект, 3/34.  
Тел./факс: (496) 524-2633, 524-6789  
E-mail: info@neurophotonica.ru  
www.neurophotonica.ru

**объектов (видео- и тепловизионные средства), и современных технологий передачи и обработки информации.**

Почему в основе таких перспективных комплексов должна быть использована именно волоконная оптика? Причин несколько:

1) оптическое волокно является великолепным сенсором механических воздействий и в то же время практически невосприимчиво к электромагнитным помехам природного и техногенного характера;

2) оптическое волокно – лучшая среда передачи сигналов на расстояния в сотни и тысячи километров;

3) построение протяженной сенсорной линии в сотни километров возможно без каких-либо обслуживаемых приборов и устройств на всем ее протяжении;

4) сенсорная линия легко интегрируется с устройствами систем визуализации (видео- и тепловизионные средства), передающими сигналы по оптическому волокну в центры реагирования.

Понимание безальтернативности применения оптического волокна привело в последние годы, по данным ВСС США, к значительному (до 30–35% в год) росту рынка волоконно-оптических сенсоров различного назначения – с 235 млн дол. США в 2007 г. до 1 600 млн дол. США в 2014 г.

## Принципы построения волоконно-оптических распределенных сенсоров

Любой распределенный волоконно-оптический сенсор или датчик содержит оптические кабели, световоды или оптические волокна которых на всем своем протяжении являются преобразователями внешних механических воздействий в изменения параметров оптического излучения (амплитуды, фазы, частоты, поляризации), распространяющегося по этому оптическому волокну. Это означает, что могут быть созданы оптические сенсорные линии протяженностью в десятки, сотни и тысячи километров. Эти

мониторинговые системы называются **распределенными оптическими сенсорными системами (РОСС).**

По своему основному назначению системы мониторинга протяженных объектов являются системами обнаружения, которые должны решать следующие основные задачи:

1) обнаруживать попытки проникновения в контролируемую зону или участки людей, животных, механизмов и транспортных средств;

2) производить начальную классификацию нарушителей;

3) осуществлять визуализацию нарушителя с последующей фиксацией.

Именно эти задачи решают уже созданные в ряде стран комплексы волоконно-оптических периметровых средств обнаружения, применяемые для создания систем охраны протяженных объектов.

Периметровые системы обнаружения, созданные на основе РОСС, имеют протяженные линейные части, содержащие только пассивные волоконно-оптические кабели и элементы. Подобные системы производятся серийно в США и ряде других стран. В России ООО «Прикладная радиофизика» на протяжении почти 20 лет разрабатывает и серийно производит РОСС серии «ВОРОН™» (ПРАГ.425411.039ТУ), которые приняты на снабжение МО РФ.



## Построение комплексов периметровых средств обнаружения «ВОРОН™»

РОСС «ВОРОН™» состоит из линейной части и аппаратной части. Линейная часть монтируется вдоль границы или по периметру объекта охраны. Аппаратная часть

находится, как правило, в помещении, где расположен центр реагирования или ситуационный центр.

Приборная часть содержит блоки источников оптического излучения, фотоприемники, блоки обработки сигналов и системы отображения и передачи информации (рис. 1).

Линейная часть РОСС «ВОРОН™» содержит два типа оптических кабелей: кабели-датчики (В-КДВОТ тросового типа диаметром 8 мм с усилием на разрыв около 0,8 тонны), являющиеся чувствительными элементами, и оптические кабели связи, осуществляющие передачу оптического излучения от приборной части к кабелю датчику и от кабеля датчика к фотоприемнику в приборной части. Оптический кабель связи также применяется для передачи сигналов от видео- и телевизионных средств и может использоваться для передачи технологической информации. Кабели-датчики линейных частей изделий «ВОРОН™» содержат в качестве сенсорных элементов оптические волокна и формируют пространственно распределенную структуру, связанную с окружающей средой: полотном ограждения, грунтом и т.д. В ООО «Прикладная радиофизика» созданы системы «ВОРОН™» с линейной частью подземного заложения ВОРОН™-ГЕО, детектирующие с помощью сейсмо-деформационно-акустически чувствительной волоконно-оптической линейной части (оптический кабельный В-СДА-датчик) движение нарушителя по поверхности земли или попытки подкопа (рис. 2). Протяженность адресного участка в РОСС серии «ВОРОН™» определяется возможностями оптимального реагирования на сигналы тревоги и составляет, в реальных условиях, от 50 до 500 м. В РОСС «ВОРОН™» линейная часть на всем своем протяжении является необслуживаемой.

Практически абсолютная электромагнитная совместимость делает РОСС «ВОРОН™» незаменимым средством для использования в качестве средств обнаружения на объектах электроэнергетики, радиолокационных объектах, электрифицированных железных дорогах, аэродромах и аэропортах (рис. 3).

Комплект серийного комплекса периметровых средств обнаружения «ВОРОН-3М-К» может обеспечить охрану периметра протяженностью до 60 км. Передача данных от различных комплектов «ВОРОН™» также осуществляется по оптическому кабелю связи с помощью современных ИТ-технологий. Поток данных в соответствии с требуемой иерархией поступают в различные ситуационные центры, обрабатываются, анализируются и отображаются на соответствующем оборудовании. Таким образом, может быть создана тысячекilометровая сенсорно-информационная структура, которая мо-

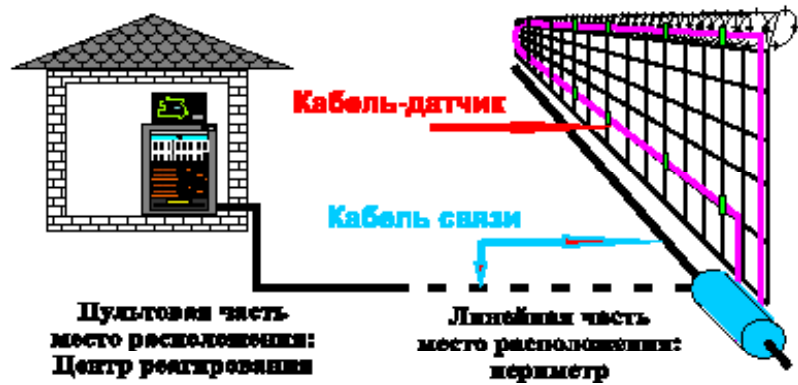


Рис. 1

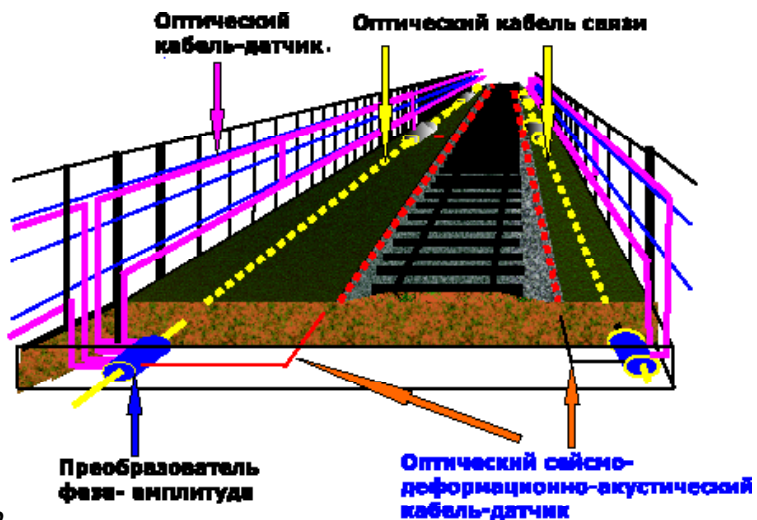


Рис. 2

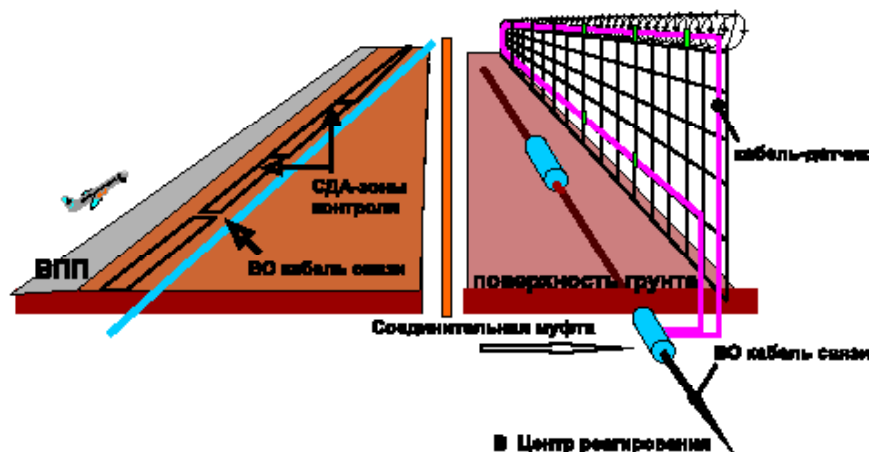


Рис. 3

жет быть подосновой протяженной транспортной структуры, использоваться в задачах охраны госграницы и т.п. (рис. 4).

При решении извечной проблемы всех периметровых систем – разделения шумовых сигналов от природных и техногенных факторов и сигналов от реального воздействия – волоконно-оптическая основа РОСС также имеет гигантское преимущество перед всеми остальными периметровыми техническими средствами. Суть его заключается в том, что обработка сигнала сосредоточена в одном месте,

а значит, могут быть использованы вычислительные возможности современных компьютеров и, соответственно, мощный математический арсенал средств распознавания образов. Например, в РОСС серии «ВОРОН™» уже более 10 лет успешно применяется на десятках объектов авторская уникальная программа на основе искусственного интеллекта «ВОРОН™-НЕЙРО», позволяющая, в частности, распознать и разделить сигналы от воздействия идущего тяжеловозного состава и нарушителя, пытающегося пересечь сет-

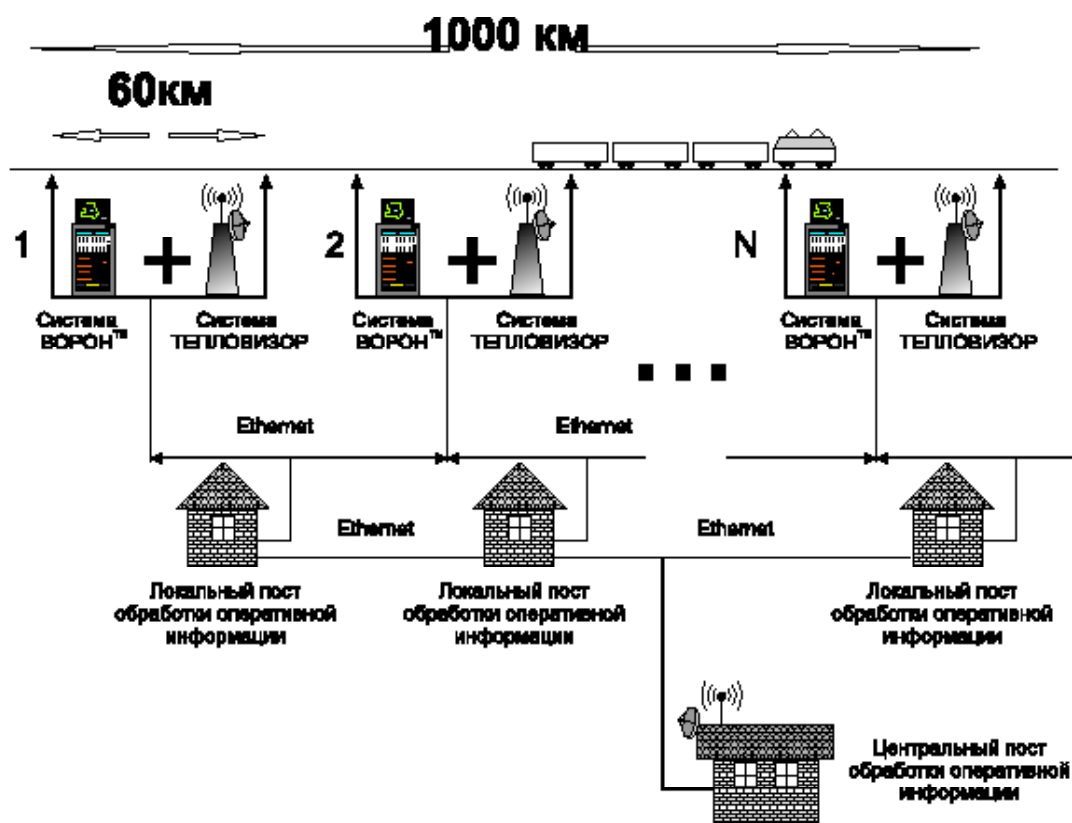


Рис. 4

чатое ограждение на расстоянии 15–20 м от рельсового пути. Применяются методы корреляционной обработки и методы адаптивной цифровой фильтрации сигналов. Реализованы многовариантные сетевые решения, в том числе интеграция в системы высокого уровня и сопряжения с системами видео и тепловидения.

Комплексная система мониторинга, созданная на основе серийных РОСС «ВОРОН™», уже сегодня может обеспечить следующие контрольные функции (табл.).

**ВНИМАНИЕ!**

На рынке появились подделки под нашу продукцию серии «ВОРОН™». В этой связи сообщаем следующее.

ООО «Прикладная радиофизика» обладает исключительными правами на разработку, производство и поставку изделий под торговым знаком «ВОРОН».

Если Вам или Вашим коллегам будут предлагать изделие «ВОРОН», имеющее полностью совпадающее с нашим изделием название, или модифицированный вариант ВОРОН-2М-С-РХ», или комплектующие с десятичными номерами «ШАРМ» или иные варианты изделий «ВОРОН», произведенных любой иной компанией, нежели ООО «Прикладная радиофизика», то это однозначно контрафактная продукция.

**Остерегайтесь подделок!**

Таблица. Контрольные функции РОСС «ВОРОН™»

№	Контрольные функции	Тип датчика	Место установки (участки 50–500 м)	Наличие аппаратуры на охраняемых участках	Визуализация ситуационной обстановки средствами видео- и тепловизионного контроля
1	Обнаружение и распознавание несанкционированного пересечения ограждения полосы движения на ж.-д. магистрали, периметра аэропорта	Кабель-датчик В-КДВОТ системы «ВОРОН™»	Полотно ограждения полосы движения	Нет	Да, по адресному сигналу от системы «ВОРОН™»
2	Обнаружение и контроль за несанкционированным приближением к полосе движения ж.-д. транспорта, ВПП аэропорта и т.п. людей, животных, транспортных средств	Оптические В-СДА-датчики кабельного типа системы «ВОРОН™»	Грунт вдоль рельсового пути, ВПП и т.п.	Нет	Да, по адресному сигналу от системы «ВОРОН™»
3	Обнаружение и распознавание воздействия на грунт инструментов для проведения земляных работ	СДА-датчики кабельного типа системы «ВОРОН™»	Грунт вдоль рельсового пути, ВПП и т.п.	Нет	Да, по адресному сигналу от системы «ВОРОН™»
4	Обнаружение и контроль проезда транспортных средств по рулежным и вспомогательным дорожкам, ж.-д. переездам	Сенсорные оптические кабели системы «ВОРОН™»	Полотно движения транспортных средств	Нет	Да, по адресному сигналу от системы «ВОРОН™»
5	Контроль подхода к стоянкам самолетов, ангарам, стоянкам подвижного ж.-д. состава и т.п.	Сенсорные оптические кабели системы «ВОРОН™»	Полотно дорожек и грунт около стоянок	Нет	Да, по адресному сигналу от системы «ВОРОН™»