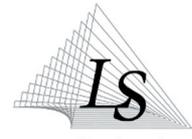


# Инновационные волоконные технологии для железнодорожного транспорта



Laser Solutions



**С.А.Дмитриев**  
Председатель Совета  
директоров  
Группы компаний «Лазер  
Солюшенс»

Благодаря эффективным решениям, разработанным ЗАО «Лазер Солюшенс», существенно повышается безопасность эксплуатации сложных линейных сооружений. Новые технологии, в частности волоконно-оптическая система геотехнического мониторинга, необходимы ОАО «РЖД» для обеспечения надежности железнодорожных перевозок.

Волоконно-оптическая техника, одна из самых молодых быстрорастущих отраслей современности, появилась в начале 1970-х годов. С тех пор проложено более двух миллиардов километров волоконных световодов. На российских железных дорогах волоконно-оптическую технику начали применять в середине 1990-х годов. Под руководством автора были построены первая волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС) Министерства путей сообщения Тайшет – Гидростроитель протяженностью 400 км (коммерческий проект ВОЛС Москва – Санкт-Петербург был осуществлен ранее) и магистраль Москва – Новороссийск – Адлер для ЗАО «Компания ТрансТелеКом», в организации которого он принимал активное участие.

В приведенных случаях волоконный световод (ВС) выступает как среда передачи информации. Однако оказалось, что ВС может служить источником информации об объекте, на котором он проложен.

Известны три физических эффекта, позволяющие преобразовывать воздействия на ВС в изменение светового сигнала. И если с помощью эффекта Рамана можно определять только температурные воздействия, то при использовании эффекта Мандельштама – Бриллюэна и эффекта Рэлея можно фиксировать реакции на температурное и механическое (деформационное) воздействия. Один из вариантов размещения системы мониторинга инфраструктурного объекта представлен на рисунке.

Основные компоненты системы – анализатор и кабель-сенсор. В наших работах мы используем два типа анализаторов. Для технологии, основанной на

эффекте Мандельштама – Бриллюэна, применяется анализатор мирового лидера, нашего партнера, – швейцарской компании «Омнисенс» (в рамках программы импортозамещения готовы в 2016 г. предложить собственную разработку). Анализатор может иметь оптический коммутатор на 20 выходов и по системе «звезда» охватывать сеть объектов общей протяженностью 1400 км. При использовании оптических усилителей дальность действия анализатора увеличивается до 300 км в одну сторону.

Для технологии, основанной на эффекте Рэлея, применяется анализатор собственной разработки, который можно оснащать оптическим коммутатором. Фактически это «протянутый» на большое расстояние распределенный координатно-чувствительный волоконный микрофон. Дальность действия – 40 км в одну сторону. Анализатор прошел полный комплекс испытаний, включая работу на полигонах, и установлен на объектах заказчика.

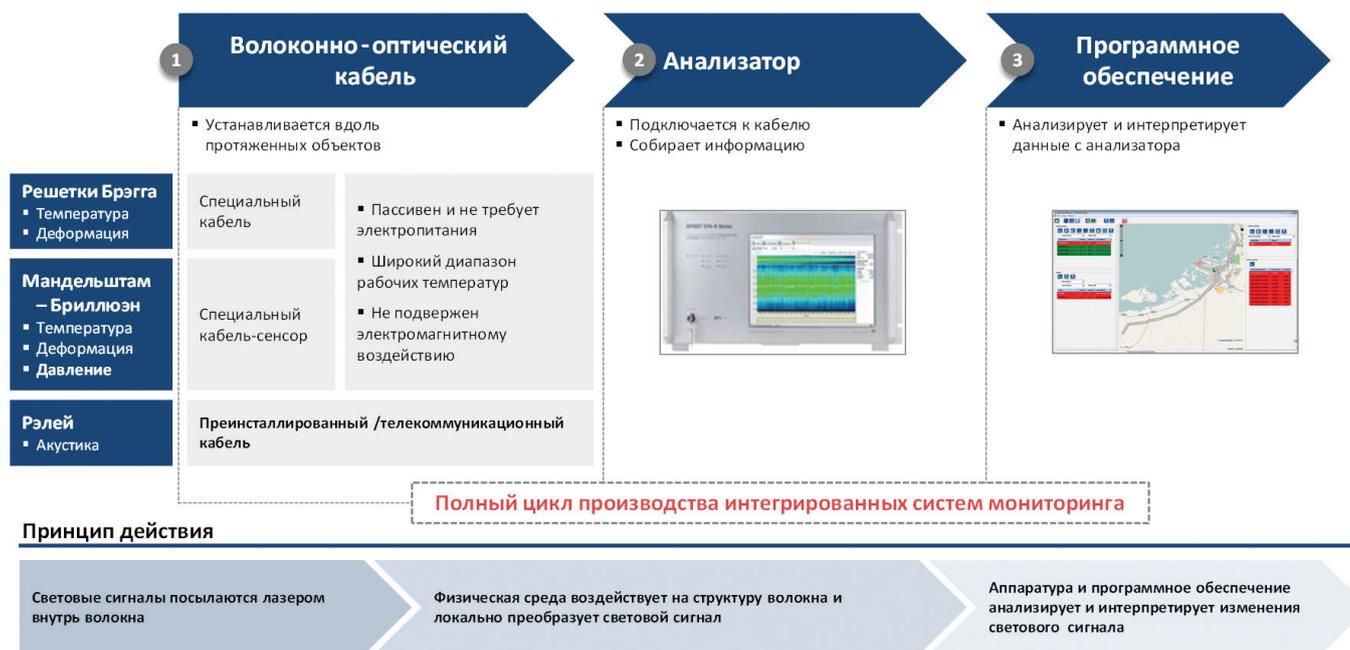
Второй ключевой компонент системы – кабель-сенсор специальной конструкции. Если для обнаружения температурных аномалий в работе объекта (как и для работы в системах, основанных на эффекте Рэлея) можно использовать обычный телекоммуникационный кабель, то для обнаружения деформационных отклонений объекта необходим специальный кабель-сенсор с определенными оптико-физическими и частотными свойствами. Согласно пожеланию заказчика мы создали собственное производство кабеля-сенсора и начали выпуск продукции нескольких типов: для объектов, на которые мы крепим кабель-сенсор (например, для трубы или несущих конструкций мо-

стовых сооружений), и для инсталляции в грунт. Отметим, что при использовании в системах, основанных на эффекте Рэлея, кабеля-сенсора их чувствительность существенно повышается по сравнению с системами, оснащенными телекоммуникационным кабелем.

Для реализации системы мониторинга необходимо решить вопрос о креплении кабеля-сенсора на объекте. Это подбор клея, крепежных элементов, технологий прокладки, технологий защиты кабеля-сенсора и др. Решения по вопросам прокладки кабелей-сенсоров для конкретных заказчиков отрабатываются в лаборатории, где наряду со стандартным оборудованием находятся специальные стенды, созданные нашими специалистами.

Нельзя не сказать о таком важном факторе, как программное обеспечение, с помощью которого осуществляются интерпретация данных с анализатора, взаимодействие с программным обеспечением заказчика и получение сигналов о возникших нештатных ситуациях.

Работы по мониторингу железнодорожной инфраструктуры начались в 2013 г. согласно решению старшего вице-президента – главного инженера ОАО РЖД В. А. Гапановича. После тестирования на Северо-Кавказской и Горьковской железных дорогах система мониторинга была развернута на экспериментальном кольце ОАО «ВНИИЖТ» в Щербинке. Исследовали состояние безбалластных конструкций пути четырех типов для контроля вертикальных перемещений слоев земляного полотна под нагрузкой, чтобы выбрать оптимальное решение при строительстве первой линии высокоскоростного



движения (работа продолжается более полутора лет). После проведенных испытаний был получен сертификат ОАО «РЖД» на волоконно-оптическую систему сигнализации состояния объектов инфраструктуры (ВОСС СОИ). В декабре 2015 г. сдан первый этап участка Горьковской железной дороги, оснащенного контрольно-оповестительной системой для карстоопасных участков на перегоне Сейма – Доскино.

Кроме того, мы активно занимаемся и другими направлениями мониторинга. Как известно, оползнеопасные участки представляют собой угрозу безопасности движения поездов. Оползни часто отмечаются на юге нашей страны. В ноябре 2013 г. распределенная система мониторинга, «заточенная» под работу на оползнеопасных участках, по согласованию с руководством ОАО «РЖД» была установлена и успешно прошла эксплуатацию на опытном участке 1204 км ПК 4 ст. Кизитеринка Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД».

Не только карстовые и оползневые «сюрпризы» угрожают железнодорожникам. Им приходится сталкиваться еще с одним, не менее коварным противником: более 60 % площади РФ занимает зона вечной мерзлоты, поэтому следует уделять внимание мониторингу деградации многолетнемерзлых грунтов (ММГ). В перспективе такая методика может оказаться весьма полезной для обеспечения безопасного и стабильного функционирования путей ОАО «Акционерная компания „Желез-

ные дороги Якутии“ протяженностью около 900 км.

Сейчас прорабатывается решение по распределенному контролю температуры и деформации бесстыкового пути при помощи ВОСС СОИ для предупреждения о критическом состоянии подконтрольных участков.

Все сказанное касалось применения эффекта Мандельштама – Бриллюэна, однако аппаратура, созданная на основе эффекта Рэля, может решать не менее важные задачи. Речь идет о контроле прохождения составов в местах нерегулируемых переездов и в других отдаленных и затрудненных для доступа людей местах, об интервальном регулировании движения поездов. По результатам первых тестовых испытаний на участке железной дороги установлено, что система определяет количество колесных пар, местоположение и скорость состава.

В будущем при разработанном программном обеспечении система сможет определять нестандартные и аварийные ситуации в проходящем составе и своевременно сигнализировать о возможности их появления на начальных этапах возникновения дефекта. Сегодня с помощью созданной системы «Волна-Альфа», установленной на ряде объектов, можно не только определять несанкционированные воздействия на кабель, но и обнаруживать объекты на подступах к нему. Система прошла первый этап испытаний Министерства обо-

Указанные инновационные технологии бурно развиваются во всем мире. Здесь представлены самые современные решения, а внедрения ОАО «РЖД» находятся в авангарде новых отечественных волоконно-оптических технологий. **Р**

**ЗАО «Лазер Солюшенс» – группа компаний полного цикла по разработке, производству, внедрению и последующей эксплуатации волоконно-оптических систем (ВОС). Созданная в 2006 г. для поиска новых решений на рынке телекоммуникаций (ВОЛС, T&M, DWDM / Ethernet), она со временем стала лидером рынка России и СНГ в сфере мониторинга протяженных инфраструктурных объектов с помощью своих передовых технологий, защищенных более чем 25 патентами.**

**Наличие современного производства (завод сенсоров в г. Подольске), высококвалифицированный кадровый состав (более 80 человек, в т.ч. 2 доктора наук и 9 кандидатов наук) позволили этой российской компании занять достойное место в отечественной наноиндустрии.**

**Среди клиентов ЗАО «Лазер Солюшенс» предприятия Газпрома, ОАО «РЖД», Автодора, МГТС.**

**Группа компаний осуществляет свою деятельность при поддержке Фонда «Сколково», РОСНАНО, ВТБ Капитал, 12 ВФ и фонда «ВЭБ Инновации».**