

## ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Д.А.Обухов, И.С.Почашев<sup>1</sup>.  
Научный руководитель – В.О. Колмаков

<sup>1</sup>Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»  
Российская Федерация, 660028, Сибирский федеральный округ, Красноярский край, город Красноярск, улица Ладос Кецохели, д.89  
Email: [danya.obukhov@gmail.com](mailto:danya.obukhov@gmail.com)

*Аннотация: в данной статье рассматривается принцип действия и классификация волоконно-оптических датчиков с перспективой применения их в системе ОАО «РЖД».*

*Ключевые слова: оптический датчик, источник, излучатель, приёмник, светодиод, индикатор, рефлектор.*

## FIBER OPTIC SENSORS IN RAILWAY TRANSPORT

D.A.Obukhov, I.S.Pochashev<sup>1</sup>.  
Scientific supervisor – V.O. Kolmakov

<sup>1</sup>Krasnoyarsk Institute of Railway Transport – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Irkutsk State University of Railways"  
Russian Federation, 660028, Siberian Federal District, Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk city, Lado Ketskhoveli Street, 89  
Email: [danya.obukhov@gmail.com](mailto:danya.obukhov@gmail.com)

*Abstract: this article discusses the principle of operation and classification of fiber-optic sensors with the prospect of their use in the Russian Railways system.*

*Keywords: optical sensor, source, emitter, receiver, light-emitting diode, indicator, reflector.*

Система железной дороги включает в себя бесчисленные подконтрольные объекты, которые требуют постоянного контроля. Анализ, получение информации и выполнение задачи получения такой информации являются функциями, выполняемыми устройствами, которые следят за протеканием определенных процессах. Эти приборы являются датчиками. Из года в год расширяется область применения данных и вид полученной информации. Оптические датчики - не исключение.

## 2. Принцип действия оптического датчика

Эти устройства являются электронными схемами, реагирующими на изменение потока света, которые падают на приемник, благодаря чему фиксируется присутствие или не присутствие объекта в какой-либо области пространстве. Повышение эффективности кодирования источника света повышает его эффективность и уменьшает влияние колебаний. Конструктивно в систему датчика входят два основных функциональных блока: источник и приемник излучения.

Излучатель состоит из следующих элементов: генератора, излучателя, индикатора, оптической системы и корпуса, в котором расположена защитная компаундная система, а внутри - все, что необходимо для крепления. Основная задача генератора заключается в выработке последовательности сигналов для излучения. Непосредственно излучение - это световой диод. Диаграмма направления светодиодного излучения формируется системой оптического излучения. Индикатор означает, что датчик имеет или нет питания.

Непосредственно излучатель — это светодиод. Диаграмма направленности излучения светодиода формируется оптической системой. Индикатор свидетельствует о наличии либо отсутствии питания датчика. Корпус защищает от внешних механических воздействий, и служит для удобного монтажа на место применения датчика.

Приемник, в свою очередь, также имеет оптическую систему, формирующую диаграмму направленности приемника, и обеспечивающую селекцию. Фотоприемник, которым служит фототранзистор, воспринимающий излучение, и преобразующий его в электрический сигнал; схему усилителя с пороговым элементом для обеспечения надежной крутизны фронта с гистерезисом; электронный ключ для коммутации нагрузки, и регулятор для настройки чувствительности приемника, чтобы объекты четко фиксировались на окружающем фоне.

Индикаторов два: первый показывает состояние выхода, второй — указывает о качестве принимаемого сигнала и позволяет определить функциональный резерв по отслеживаемому объекту.

В данном случае, функциональный резерв определяет характер получаемого приемником светового потока от излучателя к минимальному его значению, уже вызывающему срабатывание.

## 3. Классификация оптических датчиков

Существуют более подробные классификации волоконно-оптических датчиков – по типу применяемых оптических волокон – одномодовые и многомодовые, а по типу взаимодействия с измеряемой средой волоконно-оптические датчики обычно подразделяют на проходящие, отражательные и антенные.

По своему назначению фотодатчики делятся на две основные группы: датчики общего применения и специальные датчики. К специальным, относятся типы датчиков, предназначенные для решения более узкого круга задач. К примеру, обнаружение цветной метки на объекте, обнаружение контрастной границы, наличие этикетки на прозрачной упаковке и т.д.

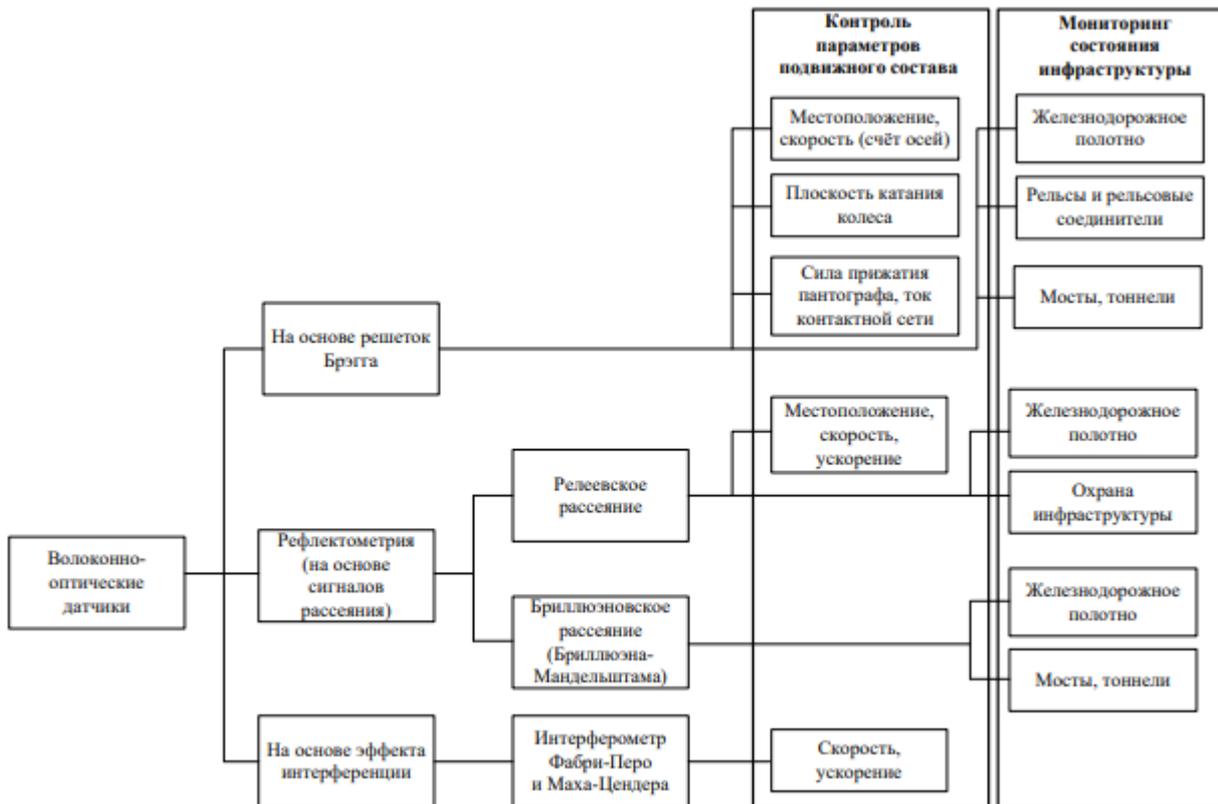


Рисунок 1 – Виды волоконно-оптических датчиков

Задача датчика обнаружить объект на расстоянии. Это расстояние варьируется в пределах 0,3мм-50м, в зависимости от выбранного типа датчика и метода обнаружения.

#### 4. Основные преимущества волоконно-оптических датчиков и систем

Развитие технологии предусматривает создание автоматизированных систем контроля и управления, а также внедрение сенсоров, которые позволяют с высокой точностью определять изменения физической величины контактно-бесконтактно. Среди остальных требований, касающихся перспективных конструкций современного метрологического устройства, специалисты назвали:

- долговечность;
- небольшие затраты энергии на работу;

- возможность применения совместно с микроэлектронными устройствами для обработки данных;
- стабильность;
- небольшие габариты;
- малый вес;
- высокая достоверность получаемой информации;
- малая трудоемкость изготовления;
- небольшая стоимость.

##### 5. Применение волоконно-оптических датчиков на железной дороге

К традиционным средствам контроля свободы состояния железнодорожного участка как на дорогах общего пользования, так и на железнодорожных объектах промышленного назначения относятся технические решения, основанные на использовании электрических рельсовых цепей и индуктивных датчиков колеса.

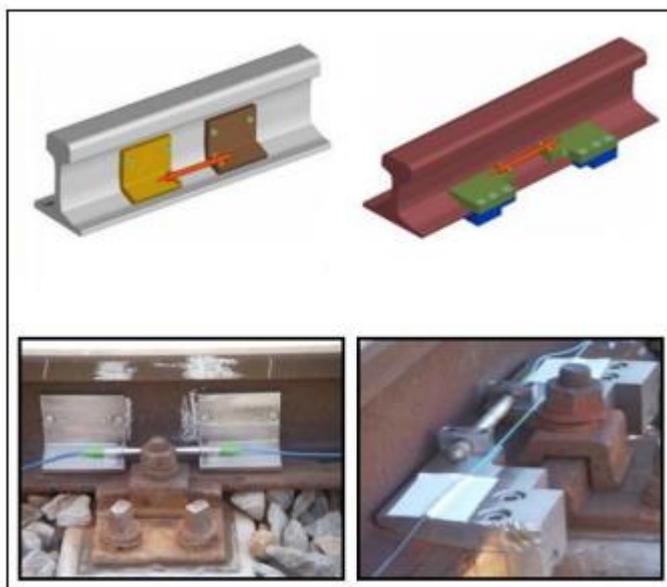


Рисунок 2 – Волоконно-оптический датчик на решетке Брэгга

Модуляции длины волны оптического излучения наблюдается в датчиках, построенных на основе технологии волоконных решеток Брэгга (ВБР). Датчики ВБР монтируются на подошве рельса (рис. 2) и, таким образом, позволяют определить скорость, ускорение, выполнить счет осей и взвешивание подвижного состава в движении.

Недостатком волоконно-оптического датчика давления, как и вышеуказанного датчика для мониторинга железнодорожного пути, является невысокая надежность работы, обусловленная влиянием на датчик ненормированной силой в процессе его работы, которая может привести либо к ошибке при идентификации выходного сигнала, либо к выходу его из строя.

Инженерно-технический результат изобретения состоит в увеличении долговечности работы волоконно-оптического датчика за счет обеспечения нормированной силы влияния на него в процессе его работы.

#### 6. Заключение

В данной статье были показаны возможности применения оптических сенсоров в составе систем управления движением на железнодорожном транспорте. Рассмотрены понятия волоконно-оптических датчиков, их особенности и достоинства, а также наглядное применение их на железной дороге. Существенным недостатком применения оптических технологий является отсутствие возможности контроля целостности рельсовой нити, однако при совершенствовании подхода и прокладке оптоволоконна возможно выполнять непрерывный мониторинг геометрических параметров железнодорожного пути, что крайне необходимо.

#### **Список использованных источников**

- 1 Шерстобитова А.С. Датчики физических величин. 2017. – 57 с.
- 2 Ефименко Ю. И. Железные дороги. Общий курс. 2013. – 501 с.

3 Буймистряк Григорий Яковлевич Информационно-измерительная техника и технология на основе волоконно-оптических датчиков и систем : монография - СПб : ИВА, ГРОЦ Минатома, 2005. - 191 с.

4 Пнев, А. Б. распределённые волоконно-оптические датчики регистрации вибрационных воздействий на основе слабоотражающих брэгговских решёток для мониторинга железнодорожного транспорта. / А. Б. Пнев, К.В. Степанов, А.А. Жирнов, А.О. Чернуцкий, Е.Т. Нестеров, В.Е. Карасик // Фотонэкспресс. – 2019. – № 6 (158). – С. 28-29.