

Ученые СПбПУ создали многоканальный оптоволоконный датчик для контроля безопасности крупных объектов



Мониторинг гигантских инженерных конструкций — мостов, трубопроводов, элементов авиатехники — напоминает задачу для врача: чтобы предотвратить катастрофу, нужно в реальном времени отслеживать малейшие «симптомы» неблагополучия — деформации, напряжения, вибрации. Существующие технологии, такие как точечные датчики на основе брэгговских решеток (FBG) или сложные рефлектометрические системы, не всегда идеальны для контроля протяженных объектов. Коллектив исследователей из Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ) предложил альтернативное решение, обладающее значительным потенциалом для масштабирования. Работа поддержана грантом Российского научного фонда (РНФ) «Метод Фурье-анализа сигналов межмодового волоконного интерферометра со спектральным опросом для измерения физических величин» [REDACTED], а ее первые результаты были опубликованы в международном научном журнале [REDACTED].

Разработанный в Политехе прототип представляет собой не просто датчик, а целую сенсорную сеть, построенную на основе последовательности межмодовых волоконных интерферометров. Ее научная новизна заключается в уникальном методе одновременного опроса нескольких чувствительных элементов, расположенных вдоль одного оптического волокна. Для этого ученые применили комбинацию спектрального опроса и цифровой обработки сигналов с помощью быстрого преобразования Фурье (FFT). Этот подход позволяет с высокой точностью определить не только факт, но и локализацию внешнего воздействия — будь то растяжение, изменение температуры или давление.

«Технологию можно применять везде, где есть потребность измерять некое воздействие в нескольких точках. Например, для контроля утечек и деформаций на протяжении десятков километров нефте- и газопроводов», — поясняет один из авторов разработки, кандидат физико-математических наук, доцент Высшей школы прикладной физики и космических технологий СПбПУ Александр Петров.

В чем заключается отличие от аналогов? Как отмечают разработчики, система выгодно сочетает в себе достоинства разных технологий, избегая их недостатков.

«Такая система в целом проще и дешевле, чем аналогичные измерительные системы на основании принципов рефлектометрии. Другой близкий подход — применение датчиков на основе решеток Брэгга — лучше справляется с точечным мониторингом, но хуже подходит для контроля протяженных объектов, например, грунта на склоне или больших секций трубопровода», — добавляет соавтор проекта, доктор физико-математических наук, профессор Высшей школы прикладной физики и космических технологий СПбПУ Олег Котов.

Эксперименты подтвердили высокую практическую ценность технологии: прототип с шестью чувствительными элементами продемонстрировал линейный отклик и низкий уровень перекрестных помех — не более 5%. Это означает, что система может четко различать сигналы от соседних сенсоров, что критически важно для точной диагностики состояния объекта.

Решение отраслевых задач с помощью этой разработки видится прямым и эффективным. Помимо трубопроводного транспорта, она востребована в строительстве для мониторинга напряжений в мостах и плотинах, в авиации — для контроля целостности фюзеляжа, а также в геотехнике для предупреждения оползней. Ключевые преимущества — компактность, электронейтральность (что исключает риск искрения) и устойчивость к агрессивным средам — делают датчик идеальным для работы в сложных условиях.

Важнейшим качеством проекта является его тиражируемость. Использование стандартных оптических волокон и относительно несложной электроники открывает путь к серийному производству и удешевлению системы. Научная группа уже работает над дальнейшим развитием технологии: увеличение количества сенсоров в сети до нескольких десятков, повышение чувствительности для регистрации более слабых воздействий и адаптация для одновременного измерения нескольких параметров, например, температуры и деформации. Следующим шагом станут натурные испытания на реальных объектах, которые окончательно подтвердят промышленный потенциал разработки.

Подробнее .