

Научно-Технического Общества Радиотехники, Электроники и Связи им. А.С. Попова. Серия «Проблемы экоинформатива», Выпуск XII, Москва, 2016, с. 216-220.

References

1. Physicochemical methods of analysis. Practical guidance. Aleksovsky V.B., Bardin V.V., Bulatov M.I. and others L., 1988.
2. *Radtka T.A.* Methods of quantitative analysis (selected chapters). Tutorial. Blagoveshchensk: Amur State University, University, 2012, 99p.
3. *Tarasov N.I.* Guide to the workshop on spectral analysis. M., 1977.
4. Fundamentals of analytical chemistry. Practical guidance. Ed. Yu.A. Zolotova / M. Higher School, 2001.
5. *Kovalev V.I., Rykova S.M., Mikhaylov F.A., Kovalev V.V., Kovalev S.V.* Automatic photodiodes photometer is a refractometer for studying liquid media. Reports of the Moscow Scientific and Technical A.S. Popova Society of Radio Engineering, Electronics and Communications, Part: Problems of ecoinformatics, Issue XII, Moscow, 2016, pp. 215-216.
6. *L.A. Kravtsov, O.V. Alekhina, V.V. Kovalev.* Some issues of studying the contamination of aquatic environments by optical methods. Reports of the Moscow Scientific and Technical A.S. Popova Society of Radio Engineering, Electronics and Communications. Part "Problems of eco-informatics", Issue XII, Moscow, 2016, pp. 216-220.

Преимущество оптоволоконной техники

Реальное воплощение технологии синтеза систем мониторинга окружающей среды требует привнесения новейших достижений техники сбора, передачи и обработки многоканальных данных о самых различных характеристиках систем окружающей среды. Одним из новейших достижений современной техники являются оптоволоконные сенсоры и лазерные технологии. Поэтому современные системы природного мониторинга немаловажны без волоконно-оптических информационно-измерительных систем (ВОИС), которые являются неотъемлемой частью сложных переработки данных о характеристиках систем окружающей среды. Именно системы такого типа начинают занимать доминирующее безальтернативное положение на рынке систем природного мониторинга. В этих системах измерительный параметр преобразуется в оптический сигнал, который практически без помех передается по оптоволокну для обработки и анализа. Преимущество оптоволоконных датчиков заключается в том, что они невосприимчивы к электромагнитным помехам, взрывобезопасны и обеспечивают высокую разрешающую способность [9]. Все это в последние время обеспечило бурное развитие смежных технологий, базировавшихся на мето-

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

канд. физ.-мат наук В.Ю. Соловьев, д-р техн. наук В.А. Бурков

- 1 Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва
- 2 Московский государственный университет леса, Мытищи

Обсуждены преимущества и достоинства волоконно-оптических информационно-измерительных устройств при организации систем мониторинга окружающей среды. Отмечены особенности этих устройств и указаны их функциональные возможности, состоящие в возможности измерения электромагнитных полей, отсутствии побочных электромагнитных излучений и перекрестных помех каналов. **Ключевые слова:** окружающая среда, мониторинг, измерительная система, сенсор, лазер.

FIBER-OPTIC INFORMATION-MEASURING SYSTEMS

V.Yu. Solodov, V.A. Burkov

An advantages and qualities of the fiber-optic information-measuring devices are discussed to be as base for the synthesis of environmental monitoring systems. Features of these devices are marked and their functional possibilities are shown consisting in the reliable measurement of electromagnetic fields, absence of the side electromagnetic radiation and of cross-point noise in the channels.

Keywords: environment, monitoring, measuring system, sensor, laser.

дах волоконно-оптической передачи информации, приема и обработки изображений элементов окружающей среды.

Основные типы оптоволоконных датчиков включают многообразие принципов их реализации, что расширяет их функциональные возможности и повышает их конкурентоспособность:

- Фазовые датчики, действие которых основано на измерении фазы световой волны.
 - Датчики со спектральным кодированием, которые используют источник излучения с широким спектром.
 - Амплитудные датчики, которые регистрируют интенсивность прошедшей или отраженной световой волны.
 - Туннельные датчики, в которых используется элемент туннельирования излучения через малый зазор.
 - Подризационные датчики, основанные на измерении поляризации световой волны.
- Такой спектр возможностей осуществлять измерения характеристик окружающей среды дает ВОИИС, обеспечивающая следующие уровни их прецизитета над другими типами датчиков:
- безошибочное измерение электромагнитных полей;
 - отсутствие перекрестных помех каналов;
 - отсутствие помех, вызванных контурами заземления и напряжениями смещения в местах соседствия различных проводников;
 - пожарная безопасность;
 - высокая стойкость к вредным воздействиям внешней среды;
 - высокая скорость передачи информации.

Научно-технические основы проектирования волоконно-оптических датчиков

Исследования последних лет в области волоконно-оптической и лазерной техники позволили выявить ряд эффектов и закономерностей, которые легли в основу создания датчиков физических величин и информационно-измерительных систем, принципиально отличающихся от образцов, существовавших до этого времени [1-10]. Этому способствовали:

- Теоретические и экспериментальные исследования явления резонансной автомодуляции параметров излучения волоконного лазера с нелинейным оптическим зеркалом (микрорезонатором).
- Разработка волоконно-оптической информационно-измерительной техники нового поколения на основе открытого явления резонансной автомодуляции.
- Разработка физико-технологических основ создания элементной базы волоконно-оптических систем нового поколения.

Резонансная автомодуляция параметров излучения волоконного лазера, взаимодействие с микроформаторной структурой. Проведенные Бурковым и Ивановым [8] исследования оптических автоколебательных систем на основе микрорезонаторных структур (МРС) и анализ известных на данный момент физических механизмов само возбуждения МРС в оптических автоколебательных системах (ОАС) показали, что в существующих физических моделях ОАС положительная обратная связь в системе обеспечивается неадекватным ин-

терферометром Фабри-Перо (ИФП) на основе МРС, при этом условия самовозбуждения системы приводят к весьма жестким требованиям к параметрам ИФП и возбуждающего оптического излучения. Проведенный анализ возможных причин нестабильности частоты автомодуляции в реальных ОАС показывает, что ряд причин является следствием жестких условий самовозбуждения системы. При этом в реальных ОАС возможно влияние обрванного отражения от ИФП на параметры возбуждающего излучения, которое в существующих физических моделях ОАС ранее не принималось во внимание. Учет такого влияния может изменить условия самовозбуждения и характеристики установившегося режима автоколебаний в ОАС.

Теоретическое исследование свойств оптической автоколебательной системы лазер – МРС показывает:

- условие самовозбуждения системы зависит не только от спектральных свойств и мощности лазера, но и от параметров, характеризующих relaxационные колебания и оптических резонаторов лазера;
- расматриваемая система допускает существование автоколебаний при различных механизмах оптического возбуждения колебаний МРС;
- данный механизм автоколебаний не накладывает ограничений на соотношение между геометрическими размерами МРС и глубиной затухания температурной волны;
- режим резонансного возбуждения автоколебаний в системе обусловлен модуляцией добротности оптического резонатора лазера, при этом модуляция фазы излучения в резонаторе лазера (РА), рассматриваемом приближении, существенной роли не играет;
- принципиальная возможность построения волоконно-оптических датчиков физических величин автогенераторного типа следует из соотношения $\Delta F/F = \Delta f/f_0$, где F – частота автомодуляции, f_0 – собственная частота акустических колебаний микрорезонатора.

Резонансная автомодуляция параметров излучения волоконного лазера, взаимодействие с микроформаторной структурой. Система волоконный лазер-микрорезонатор с оптической связью через автоколебательный лазер-повышенную устойчивость к воздействию дестабилизирующих факторов. При заданных характеристиках микрорезонатора и оптического резонатора арбоневой волоконного лазера (ЭВА) поведение рассматриваемых систем определяется главным образом значениями параметров (γ, φ) , где φ – угол между осями координированного пучка и нормалью к поверхности микрорезонатора. Проекция сечений зон возбуждения резонансной автомодуляции (РА) на плоскость (γ, φ) состоит из ряда характерных областей, соответствующих различным проявлениям нелинейной динамики: при малых провальных наклоне наблюдаются устойчивые автоколебания с основным периодом $T=1/f$ (область Т), возбуждение которых происходит в «яйце» режиме (М), за пределами указанной области возбуждаются режимы автоколебаний «жесткий» образ «Ж», при этом наблюдаются режимы последовательного улавливания периода (2Т), завершающиеся хаотичным движением (Х), выражающимся появлением в спектре интенсивности лазера большой «шумовой» подставки, причем на фоне шума присутствуют дискретные линии, отвечающие основной частоте неустойчивых циклов, а также их удвояра- и субгармоник. Наблюдаемая последовательность смены режимов генерации позволяет предположить, что потеря устойчивости регулярной автомодуляции лазера происходит по сценарию Фейгенбаума.