

Волоконно-оптические и лазерные технологии в ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

С.А. Никитов^{*}, О.В. Бутов

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН

**E-mail: nikitov@cplire.ru*

DOI:10.31868/RFL.2022.19-20

Институт радиотехники и электроники был основан в 1953 г. по инициативе академиков А.И. Берга, В.А. Котельникова и ряда других выдающихся ученых того времени. В.А. Котельников, имя которого ныне носит Институт, сменил на директорском посту А.И. Берга в 1955, и возглавлял научную организацию до 1988 г. Именно при В.А. Котельникове в Институте было создано и активно развивается по сей день новое для того времени направление – волоконная оптика, являющаяся неотъемлемой составной частью современных фотонных технологий. Следует отметить, что уже в наше время фотоника является одним из шести технологических направлений, признанных в Евросоюзе ключевыми [1].

Уже в 70-х годах прошлого века в Институте были разработаны и созданы технологические установки для производства специальных волоконных световодов, а также исследовательские лаборатории для их всестороннего изучения, создания новых элементов оптоэлектроники и волоконной оптики. В настоящее время ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН является одним из лидеров в отечественной и мировой науке в данной области, одной из немногих организаций у нас в стране, обладающая практически полным технологическим циклом для разработки, изготовления световодов и целого ряда устройств на их основе. Основу технологической базы составляет метод плазмохимического синтеза стекла Surface Plasma Chemical Vapor Deposition (SPCVD), до недавнего времени остававшийся единственной действующей установкой такого типа в мире, а также ставший классическим метод модифицированного синтеза стекла из газовой фазы Modified Chemical Vapor Deposition (MCVD). В институте была разработана и построена уникальная вытяжная башня, позволяющая изготавливать волоконные световоды различного диаметра как с классическим полимерным, так и с различными металлическими покрытиями. Так, уникальный состав защитного металлического покрытия световода позволяет использовать их в условиях высоких температур. Световоды с металлизированным покрытием могут использоваться в волоконной сенсорике и телекоммуникации в экстремальных условиях окружающей среды, в том числе при наличии высокого фона ионизирующего излучения [2].

В ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН проводятся фундаментальные исследования, и прикладные работы в области волоконной сенсорики и волоконной лазерной техники, чему способствует обширная технологическая база для создания волоконных брэгговских структур. Помимо классической технологии записи брэгговских решеток с помощью фазовой маски и длительной экспозиции волокна импульсным излучением эксимерного лазера, в институте была разработана методика одноимпульсной записи слабых брэгговских решеток непосредственно в процессе вытяжки волоконных световодов. Благодаря данной методике были изготовлены перспективные сенсорные волокна, а также экспериментальные «случайные» лазеры с укороченной длиной резонатора. Подобные структуры обеспечивают повышенный уровень рассеяния со случайной фазой на брэгговской длине волны, благодаря чему такие световоды

были названы искусственными рэлеевскими волокнами («artificial Rayleigh fibers») [3].

Относительно новой технологией создания брэгговских структур является метод поточечной и поштриховой записи с помощью излучения фемтосекундного лазера [4]. Технология обеспечивает возможность записи решеток в нефоточувствительных оптических материалах, что позволяет создавать высокостабильные волоконные сенсоры для работы в сложных условиях эксплуатации. Так, благодаря использованию технологии создания многосердцевинных оптических волокон специальной конструкции и метода фемтосекундной записи, воспроизведенного в лаборатории Института удалось разработать уникальный, не имеющий мировых аналогов датчик изгиба, способный работать в активной зоне ядерного реактора [5,6]. Благодаря новой разработке был осуществлен контроль состояния технологических каналов реакторов РБМК-1000 непосредственно в процессе работы ядерной установки, что позволило решить одну из важнейших отраслевых задач отечественной атомной промышленности [7]. Измерительная система на основе уникальных датчиков уже внедрена и эксплуатируется на всех отечественных реакторных установках типа РБМК-1000. Экономический эффект от внедрения системы оценивается на уровне 27-38 млрд. руб. в перспективе до 2035 г.

Значительная часть исследований в ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН посвящена разработкам в области волоконных лазеров. Особенности плазмохимической технологии синтеза преформ волоконных световодов позволяют создавать заготовки с высокой концентрацией редкоземельных элементов, имеющих относительно низкий уровень кластеризации. На основе высоколегированных световодов были созданы образцы одночастотных лазеров с малой длиной резонатора. Впервые был обнаружен и теоретически обоснован эффект перехода импульсного режима в режим постоянной генерации при изменении температуры окружающей среды [8]. В настоящее время благодаря высокоточной технологии фемтосекундной записи брэгговских структур создаются оригинальные конфигурации резонаторов волоконных лазеров для фундаментальных исследований. Проводится разработка серийных образцов высокостабильных одночастотных лазеров со сверхузкой полосой генерации.

В заключении отметим, что ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН обладает широкой технологической базой и значительным научным потенциалом, позволяющими проводить исследования мирового уровня в области фотоники, осуществлять разработки новых отечественных элементов и устройств оптоэлектроники, волоконной оптики и радиофотоники.

Литература

- [1] И.Б. Ковш, *Лазер-Информ.* **694**,1-9 (2021)
- [2] O.V. Butov, Y.K. Chamorovskii et al, *SPIE*, **9157**, 91570X (2014)
- [3] S.M. Popov, O.V. Butov et al, *Results in Physics*, **16**, 102868 (2020)
- [4] A. Martinez, M. Dubov, et al, *Electronics Letters*. **40**, 1170-1172 (2004)
- [5] O.V. Butov, A.P. Bazakutsa et al, *Sensors*, **19**, 4228 (2019)
- [6] O.V. Butov, Y.K. Chamorovskiy et al, *Optical Fiber Sensors*, Optica Publishing Group, TuE103 (2018)
- [7] O.V. Бутов, А.П. Базакуца и др., *Фотон-экспресс*, **174**, 262-263 (2021)
- [8] A.M. Smirnov, A.P. Bazakutsa et al, *ACS Photonics*, **5**, 5038-5046 (2018)