

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР А. М. ШАЛАГИН**

Институт автоматики и электрометрии СО РАН

**ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:** Ю. Н. ЗОЛОТУХИН,  
В. К. МАЛИНОВСКИЙ

Институт автоматики и электрометрии СО РАН

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ** В. П. БЕССМЕЛЬЦЕВ  
Институт автоматики и электрометрии СО РАН

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

|                  |  |
|------------------|--|
| А. Л. АСЕЕВ      | Сибирское отделение РАН  |
| И. В. БЫЧКОВ     | Институт динамики систем и теории управления СО РАН                        |
| С. Н. ВАСИЛЬЕВ   | Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН                     |
| Ю. И. ЖУРАВЛЕВ   | Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН                             |
| В. С. КИРИЧУК    | Институт автоматики и электрометрии СО РАН                                 |
| Г. Н. КУЛИПАНОВ  | Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН                           |
| Ю. Н. КУЛЬЧИН    | Дальневосточное отделение РАН  |
| Г. Г. МАТВИЕНКО  | Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева СО РАН                           |
| Е. С. НЕЖЕВЕНКО  | Институт автоматики и электрометрии СО РАН                                 |
| О. И. ПОТАТУРКИН | Институт автоматики и электрометрии СО РАН                                 |
| В. А. СОЙФЕР     | Институт систем обработки изображений РАН                                  |
| А. А. СПЕКТОР    | Новосибирский государственный технический университет                      |
| Ю. В. ЧУГУЙ      | Конструкторско-технологический институт<br>научного приборостроения СО РАН |
| В. Ф. ШАБАНОВ    | Институт физики им. Л. В. Киренского СО РАН                                |
| Ю. И. ШОКИН      | Институт вычислительных технологий СО РАН                                  |

**УЧРЕДИТЕЛИ ЖУРНАЛА:**

Сибирское отделение РАН,  
Институт автоматики и электрометрии СО РАН

Ответственный за выпуск чл.-корр. РАН С. А. БАБИН

Заведующая редакцией Р. П. ШВЕЦ

---

Сдано в набор 5.06.2013. Подписано в печать 29.07.2013. Формат (60 × 84) 1/8. Офсетная печать.  
Усл. печ. л. 13,95. Усл. кр.-отт. 11,2. Уч.-изд. л. 11,2. Тираж 174 экз. Свободная цена. Заказ № 189.  
Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания  
и средств массовых коммуникаций 31.05.2002.  
Свидетельство ПИ № 77-12809

---

Адрес редакции: Институт автоматики и электрометрии СО РАН,  
просп. Академика Коптюга, 1, Новосибирск 630090,  
тел. 8(383) 330-79-38, E-mail: automr@iae.nsk.su  
<http://sibran.ru>

Издательство СО РАН, Морской просп., 2, Новосибирск 630090.  
Отпечатано на полиграфическом участке Издательства СО РАН

© Сибирское отделение РАН,  
Институт автоматики и  
электрометрии СО РАН, 2013

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

---

---

# А В Т О М Е Т Р И Я

---

---

ОСНОВАН В ЯНВАРЕ 1965 ГОДА

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

Том 49

2013

№ 4

ИЮЛЬ — АВГУСТ

## СОДЕРЖАНИЕ

### *ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА*

|   |     |
|---|-----|
| <b>Бабин С. А., Ватник И. Д.</b> Волоконные лазеры со случайной распределённой обратной связью на рэлеевском рассеянии .....                    | 3   |
| <b>Акулов В. А., Каблуков С. И.</b> Перестройка и удвоение частоты генерации волоконных лазеров.  | 30  |
| <b>Злобина Е. А., Каблуков С. И.</b> Оптические параметрические генераторы на основе волоконных световодов .....                                | 53  |
| <b>Кузнецов А. Г.</b> Волоконные лазеры с модуляцией добротности резонатора и управляемым спектром генерации .....                              | 79  |
| <b>Харенко Д. С., Бабин С. А.</b> Генерация диссипативных солитонов в волоконных фемтосекундных лазерах .....                                   | 100 |
| <b>Рудыч П. Д., Суровцев Н. В.</b> Вынужденное комбинационное рассеяние света в оптическом кварцевом волокне при субнаносекундной накачке ..... | 121 |

---

---

ИЗДАТЕЛЬСТВО СО РАН  
НОВОСИБИРСК  
2013

## ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА В ИНСТИТУТЕ АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРОМЕТРИИ СО РАН

Волоконная оптика — это раздел оптики, изучающий физические явления, которые возникают при распространении света в так называемых оптических волокнах. Развитие волоконной оптики как отдельной области науки связано с появлением оптических телекоммуникационных технологий. Первым шагом в этом направлении было создание в конце 60-х годов прошлого столетия световодов на основе кварцевого стекла с низкими потерями, что было достигнуто за счёт уменьшения концентрации примесей. За это (а точнее, за «новаторские достижения в области передачи света по волокнам для оптической связи») Чарльзу Као была присуждена Нобелевская премия по физике 2009 года. Практическое внедрение волоконно-оптических линий связи, которое было особенно бурным после появления сети Интернет в 1990-х годах, привело к созданию принципиально новой элементной базы волоконной оптики: эффективных полупроводниковых лазеров с волоконным выводом излучения, волоконных брэгговских решёток, волоконных разветвителей и объединителей и других элементов, на основе которых стало возможным создание эффективных волоконных лазеров, а также технологических и информационно-измерительных оптоволоконных систем.

В России волоконная оптика активно развивалась в это же время, причём как в научном, так и практическом плане. В 1993 году при Институте общей физики РАН был создан Научный центр волоконной оптики (сейчас НЦВО РАН). Примерно тогда же волоконные лазеры и системы стали производиться компанией НТО «ИРЭ-Полюс», которая превратилась ныне в самый крупный в мире лазерный холдинг "IPG Photonics".

В начале третьего тысячелетия работы в области волоконной оптики были начаты и в ИАиЭ СО РАН. Часть полученных за прошедшие 10 лет результатов представлена в предлагаемом тематическом выпуске.

В нём описаны физические принципы и характеристики недавно созданных волоконных лазеров нового типа — со случайной распределённой обратной связью на рэлеевском рассеянии, позволяющей получать лазерную генерацию с уникальными характеристиками в обычном телекоммуникационном волокне в отсутствие какого-либо резонатора.

Приведены результаты исследования перестроечных характеристик волоконных лазеров. Широкая полоса усиления в кварцевых стёклах в совокупности с новыми технологическими возможностями (волоконными брэгговскими решётками, перестраиваемыми за счёт механического сжатия) позволили получить перестраиваемое излучение в ИК-диапазоне. А генерация второй гармоники в кристаллах и волокнах с наведённой нелинейностью даёт возможность эффективно преобразовать его в видимый диапазон.

Представлен альтернативный способ нелинейного преобразования — параметрическая генерация в микроструктурированных волокнах с накачкой волоконным иттербиевым лазером, позволяющий получить лазерное излучение в диапазоне 0,75–1 мкм с перспективой создания волоконного аналога титан-сапфирового лазера.

Рассмотрены также различные схемы импульсных волоконных лазеров, генерирующих мощные нано-, пико- и фемтосекундные импульсы, и перспективы их применений в технологиях микрообработки материалов в системах мониторинга на основе волоконных сенсоров.

Кроме того, метод комбинационного рассеяния света применён для изучения ВКР излучения импульсного лазера в кварцевом волокне. Обнаруженные особенности имеют важное значение для понимания физики ВКР в световодах.

*Ответственный за выпуск  
чл.-корр. РАН С. А. Бабин*