

Российская академия наук  
Сибирское отделение

# ОПТИКА АТМОСФЕРЫ И ОКЕАНА

Том 28, № 9 сентябрь, 2015

Научный журнал

Основан в январе 1988 года академиком В.Е. Зуевым

Выходит 12 раз в год

## Главный редактор

доктор физ.-мат. наук Г.Г. Матвиенко

## Заместители главного редактора

доктор физ.-мат. наук Б.Д. Белан,

доктор физ.-мат. наук Ю.Н. Пономарев

## Ответственный секретарь

доктор физ.-мат. наук В.А. Погодаев

## Редакционная коллегия

Багаев С.Н., академик РАН, Институт лазерной физики (ИЛФ) СО РАН, г. Новосибирск, Россия;

Банах В.А., д.ф.-м.н., Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева (ИОА) СО РАН, г. Томск, Россия;

Белов В.В., д.ф.-м.н., ИОА СО РАН, г. Томск, Россия;

Букин О.А., д.ф.-м.н., Дальневосточная морская академия им. адмирала Г.И. Невельского, г. Владивосток, Россия;

Голицын Г.С., академик РАН, Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова (ИФА) РАН, г. Москва, Россия;

Еланский Н.Ф., чл.-кор. РАН, ИФА РАН, г. Москва, Россия;

Землянов А.А., д.ф.-м.н., ИОА СО РАН, г. Томск, Россия;

Кандидов В.П., д.ф.-м.н., Международный лазерный центр МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия;

Кулмала М. (Kulmala M.), проф., руководитель Отдела атмосферных наук кафедры физики, Университет г. Хельсинки, Финляндия;

Лукин В.П., д.ф.-м.н., ИОА СО РАН, г. Томск, Россия;

Михайлов Г.А., чл.-кор. РАН, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Россия;

Павлов В.Е., д.ф.-м.н., Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия;

Панченко М.В., д.ф.-м.н., ИОА СО РАН, г. Томск, Россия;

Ражев А.М., д.ф.-м.н., ИЛФ СО РАН, г. Новосибирск, Россия;

Тарасенко В.Ф., д.ф.-м.н., Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия;

Шабанов В.Ф., академик РАН, Красноярский научный центр СО РАН, г. Красноярск, Россия;

Шайн К. (Shine K.P.), член Английской академии наук, королевский профессор метеорологических и климатических наук, Департамент метеорологии, Университет г. Рединга, Великобритания;

Циас Ф. (Ciais P.), проф., научный сотрудник Лаборатории климатических наук и окружающей среды совместного научно-исследовательского подразделения Комиссариата атомной энергии и Национального центра научных исследований (НЦНИ) Франции, г. Жиф-сюр-Иветт, Франция

## Совет редколлегии

Борисов Ю.А., к.ф.-м.н., Центральная аэрологическая обсерватория, г. Долгопрудный Московской обл., Россия;

Заворуев В.В., д.б.н., Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск, Россия;

Ивлев Л.С., д.ф.-м.н., Научно-исследовательский институт физики им. В.А. Фока при СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Россия;

Игнатьев А.Б., д.т.н., ГСКБ концерна ПВО «Алмаз-Антей» им. академика А.А. Расплетина, г. Москва, Россия;

Кабанов М.В., чл.-кор. РАН, Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия;

Михалев А.В., д.ф.-м.н., Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск, Россия;

Якубов В.П., д.ф.-м.н., Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

**Зав. редакцией** С.Б. Пономарева

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН

Россия, 634055, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1

Адрес редакции: 634055, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1

Тел. (382-2) 49-24-31, 49-19-28; факс (382-2) 49-20-86

E-mail: psb@iao.ru

http://www.iao.ru

© Сибирское отделение РАН, 2015

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, 2015

# СОДЕРЖАНИЕ

Том 28, № 9 (320), с. 761–864

сентябрь, 2015 г.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛН

- Фалиц А.В. Блуждание и флуктуации интенсивности фокусированного лаггерра–гауссова пучка в турбулентной атмосфере. . . . . 763

## СПЕКТРОСКОПИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Иташник И.В., Климешина Т.Е., Петрова Т.М., Солодов А.А., Солодов А.М. Континуальное поглощение водяного пара в полосах 2,7 и 6,25 мкм при пониженных температурах. . . . . 772
- Борков Ю.Г., Климачев Ю.М., Сулакшина О.Н. Зависимость зеемановского расщепления спектральных линий молекулы NO от величины магнитного поля. . . . . 777

## ОПТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И БАЗЫ ДАННЫХ ОПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

- Пестунов Д.А., Домышева В.М., Иванов В.Г., Шамрин А.М., Панченко М.В. Пространственное распределение направления потоков CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> по акватории озера Байкал (кругобайкальская экспедиция, июнь 2013 г.) . . . . . 792
- Звягинцев А.М., Варгин П.Н., Пешин С. Изменчивость и тренды общего содержания озона в период 1979–2014 гг. . . . . 800
- Груздев А.Н., Исаков А.А. О природе долгопериодных вариаций массовой концентрации приземного аэрозоля . . . . . 810
- Ракитин В.С., Штабкин Ю.А., Еланский Н.Ф., Панкратова Н.В., Скороход А.И., Гречко Е.И., Сафронов А.Н. Результаты сопоставления спутниковых измерений общего содержания CO, CH<sub>4</sub> и CO<sub>2</sub> с наземными спектроскопическими данными . . . . . 816
- Воронцовская Н.Г., Певнева Г.С., Головкин А.К., Козлов А.С., Аршинов М.Ю., Белан Б.Д., Симоненков Д.В., Толмачев Г.Н. Пространственная изменчивость органической компоненты аэрозоля в приземном слое и свободной атмосфере. . . . . 825

## АППАРАТУРА И МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Коношонкин А.В., Кустова Н.В., Осипов В.А., Боровой А.Г., Masuda K., Ishimoto H., Okamoto H. Метод физической оптики для решения задачи рассеяния света на кристаллических ледяных частицах: сравнение дифракционных формул . . . . . 830
- Коняев П.А., Боровик А.В., Жданов А.А. Анализ структуры и развития внепятенных вспышек по цифровым изображениям хромосферы Солнца . . . . . 844
- Тригуб М.В., Федоров К.В., Евтушенко Г.С. Визуализация объектов, расположенных на удалении до 5 м от CuBr-усилителя яркости, с импульсом излучения типичной длительности . . . . . 850

## ИСТОЧНИКИ И ПРИЕМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Бакшт Е.Х., Бураченко А.Г., Тарасенко В.Ф. Генерация убегающих электронов при пониженных давлениях воздуха, азота и аргона . . . . . 854
- Федоров А.И., Шиянов Д.В. Низкочастотный CuBr-лазер . . . . . 859
- Информация . . . . . 864

## CONTENTS

Vol. 28, No. 9 (320), p. 761–864

September 2015

### Optical wave propagation

- Falits A.V.** The wander and optical scintillation of focused Laguerre–Gaussian beams in turbulent atmosphere . . . . . 763

### Spectroscopy of ambient medium

- Ptashnik I.V., Klimeshina T.E., Petrova T.M., Solodov A.A., Solodov A.M.** Water vapour continuum absorption at decreased temperatures within 2.7 and 6.25  $\mu\text{m}$  bands. . . . . 772
- Borkov Yu.G., Klimachev Yu.M., Sulakshina O.N.** The dependence of Zeeman splitting of spectral lines of NO molecule on the magnetic field magnitude . . . . . 777

### Optical models and databases

- Pestunov D.A., Domysheva V.M., Ivanov V.G., Shamrin A.M., Panchenko M.V.** Spatial distribution of  $\text{CO}_2$  and  $\text{CH}_4$  fluxes directions over water surface of Lake Baikal (round-Baikal expedition, June, 2013) . . . . . 792
- Zvyagintsev A.M., Vargin P.N., Peshin S.** Total ozone content variability and trends during 1979–2014 . . . . . 800
- Gruzdev A.N., Isakov A.A.** On the nature of long-period variations in the mass concentration of the near-surface aerosol. . . . . 810
- Rakitin V.S., Shtabkin Y.A., Elansky N.F., Pankratova N.V., Skorokhod A.I., Grechko E.I., Safronov A.N.** Results of comparison of satellite and ground-based spectroscopic CO,  $\text{CH}_4$ , and  $\text{CO}_2$  columns measurements. . . . . 816
- Voronetskaya N.G., Pevneva G.S., Golovko A.K., Kozlov A.S., Arschinov M.Yu., Belan B.D., Simonenkov D.V., Tolmachev G.N.** Spatial variability of aerosol organic component in the ground layer and in the free atmosphere . . . . 825

### Optical instrumentation

- Konoshonkin A.V., Kustova N.V., Osipov V.A., Borovoi A.G., Masuda K., Ishimoto H., Okamoto H.** Physical optics approximation for solving problems of light scattering on the ice crystal particles: Comparison of the vector formulations of diffraction . . . . . 830
- Konyaev P.A., Borovik A.V., Zhdanov A.A.** Spotless flares structure and development analysis using digital images of solar chromosphere . . . . . 844
- Trigub M.V., Fedorov K.V., Evtushenko G.S.** Remote object visualization using a laser monitor with a typical pulse duration of CuBr brightness amplifier . . . . . 850

### Optical sources and receivers for environmental studies

- Baksht E.Kh., Burachenko A.G., Tarasenko V.F.** Generation of runaway electrons at lower pressures of air, nitrogen, and argon . . . . . 854
- Fedorov A.I., Shiyanov D.V.** Low-frequency CuBr laser. . . . . 859
- Information** . . . . . 864