

А

Российская академия наук  
Сибирское отделение  
**ОПТИКА АТМОСФЕРЫ И ОКЕАНА**

Том 35, № 10                      октябрь, 2022

Научный журнал

Основан в январе 1988 года академиком **В.Е. Зуевым**

Выходит 12 раз в год

**Главный редактор**

член-корреспондент РАН И.В. Пташник, Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева (ИОА) СО РАН,  
г. Томск, Россия

**Заместители главного редактора**

доктор физ.-мат. наук **Б.Д. Белан**, ИОА СО РАН, г. Томск, Россия

доктор физ.-мат. наук **Г.Г. Матвиенко**, ИОА СО РАН, г. Томск, Россия

**Ответственный секретарь**

доктор физ.-мат. наук В.А. Погодаев, ИОА СО РАН, г. Томск, Россия

**Редакционная коллегия**

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

*Банах В.А.*, д.ф.-м.н., 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., Морской государственный университет 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., академик Академии наук Финляндии, 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;

*Млавер Е. (Mlawer E.)*, докт. филос., Агентство исследований атмосферы и окружающей среды, г. Лексингтон, США;

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

*Пономарев Ю.Н.*, д.ф.-м.н., ИОА СО РАН, г. Томск, Россия;

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

*Рейтебух О. (Reitebuch O.)*, докт. философии, Аэрокосмический центр Германии, Институт атмосферной физики,  
г. Мюнхен, Германия;

*Суторихин И.А.*, д.ф.-м.н., Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия;

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

*Тюттерев В.Г.*, д.ф.-м.н., Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия;

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

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

*Шайн К. (Shine K.P.)*, нобелевский лауреат, член Английской академии наук, королевский профессор метеорологических и климатических наук, Университет г. Рединга, Великобритания

**Редакционный совет**

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

*Игнатьев А.Б.*, д.т.н., Публичное акционерное общество «Научно-производственное объединение «Алмаз» им. академика А.А. Расплетина, г. Москва, Россия;

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

*Полонский А.Б.*, чл.-кор. РАН, Институт природно-технических систем, г. Севастополь, Россия;

*Сафатов А.С.*, д.т.н., Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора,  
р.п. Кольцово Новосибирской обл., Россия;

*Тимофеев Ю.М.*, д.ф.-м.н., Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия;

*Шевченко В.П.*, к.г.-м.н., Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия;

**Зав. редакцией** к.г.н. Е.М. Панченко, ИОА СО РАН, г. Томск, Россия

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: journal@iao.ru; http://www.iao.ru

© Сибирское отделение РАН, 2022

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, 2022

А

# СОДЕРЖАНИЕ

Том 35, № 10 (405), с. 789–882

октябрь, 2022 г.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ВОЛН

- Тарасенков М.В., Белов В.В., Познахарев Е.С. Статистическое моделирование характеристик канала оптической связи на рассеянном излучении с беспилотным летательным аппаратом . . . . . 791

## СПЕКТРОСКОПИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Кистенев Ю.В., Cuisset A., Романовский О.А., Жердева А.В. Исследование малых газовых составляющих на границе «водная поверхность – атмосфера» с использованием средств дистанционного и локального лазерного ИК-газоанализа. Обзор. . . . . 799

## ОПТИКА СЛУЧАЙНО-НЕОДНОРОДНЫХ СРЕД

- Цвык Р.Ш., Вострецов Н.А. Спектры флуктуаций интенсивности рассеянного излучения фокусированного лазерного пучка в дожде, мороси, тумане и дымке. . . . . 811

## ОПТИКА КЛАСТЕРОВ, АЭРОЗОЛЕЙ И ГИДРОЗОЛЕЙ

- Полькин В.В., Голобокова Л.П., Круглинский И.А., Почуфаров А.О., Сакерин С.М., Хуриганова О.И. Статистическое обобщение характеристик атмосферного аэрозоля над Белым морем (экспедиции 2003–2021 гг.) . . . 820

## ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ АТМОСФЕРЫ, ГИДРОСФЕРЫ И ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

- Смалихо И.Н., Банах В.А., Разенков И.А., Сухарев А.А., Фалиц А.В., Шерстобитов А.М. Сравнение результатов совместных измерений скорости ветра когерентными доплеровскими лидарами Stream Line и ЛРВ . . . 826
- Кусков В.В., Банах В.А., Гордеев Е.В., Шестернин А.Н. Использование обратного атмосферного рассеяния для компенсации ухода пучка от заданного направления. . . . . 836

## АТМОСФЕРНАЯ РАДИАЦИЯ, ОПТИЧЕСКАЯ ПОГОДА И КЛИМАТ

- Белан Б.Д., Ивлев Г.А., Козлов А.В., Пестунов Д.А., Складнева Т.К., Фофонов А.В. Радиационный блок измерительного комплекса обсерватории «Фоновая». Часть II. Результаты измерений в 2021 г. . . . . 843
- Моисеенко К.Б., Васильева А.В., Скороход А.И., Штабкин Ю.А., Беликов И.Б., Репин А.Ю. Фотостационарное равновесие в системе  $O_3-NO_x$  и генерация озона по данным измерений на фоновой высотной мачте ZOTTO. . . . . 850
- Лужецкая А.П., Наговицына Е.С., Омелькова Е.В., Поддубный В.А. Временная изменчивость и взаимосвязь приземной концентрации аэрозолей  $PM_{2.5}$  и аэрозольной оптической толщи по данным измерений на Среднем Урале. . . . . 858

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

- Маньковский В.И. О спектральной изменчивости коэффициента асимметрии индикатрисы рассеяния света в водах оз. Байкал . . . . . 868

## АДАПТИВНАЯ И ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОПТИКА

- Большасова Л.А., Лукин В.П. Возможности адаптивной оптической коррекции наклонов волнового фронта при использовании сигналов от традиционной и полихроматической лазерной опорной звезды. . . . . 871

## ИСТОЧНИКИ И ПРИЕМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Ежов Д.М., Лубенко Д.М., Мамрашев А.А., Андреев Ю.М. Температурные зависимости показателей преломления нелинейного кристалла  $LiB_3O_5$  в ТГц-диапазоне. . . . . 878
- Персоналии . . . . . 881

## CONTENTS

Vol. 35, No. 10 (405), p. 789–882

October 2022

### Optical wave propagation

- Tarasenkov M.V., Belov V.V., Poznakharev E.S. Analysis of characteristics of an optical communication channel on scattered radiation with an unmanned aerial vehicle. . . . . 791

### Spectroscopy of ambient medium

- Kistenev Yu.V., Cuisset A., Romanovskii O.A., Zherdeva A.V. Study of trace atmospheric gases at the “water – atmosphere” interface using remote and local laser IR gas analysis: review. . . . . 799

### Optics of stochastically heterogeneous media

- Tsyvk R.Sh., Vostretsov N.A. Spectra of intensity fluctuations of scattered radiation of a focused laser beam in rain, drizzle, fog, and haze . . . . . 811

### Optics of clusters, aerosols, and hydrosols

- Polkin V.V., Golobokova L.P., Kruglinsky I.A., Pochufarov A.O., Sakerin S.M., Khuriganova O.I. Statistical generalization of the characteristics of atmospheric aerosol over the White Sea (expeditions 2003–2021) . . . . . 820

### Remote sensing of atmosphere, hydrosphere, and underlying surface

- Smalikho I.N., Banakh V.A., Razenkov I.A., Sukharev A.A., Falits A.V., Sherstobitov A.M. Comparison of the results of joint measurements with Stream Line and LRV coherent Doppler lidars. . . . . 826
- Kuskov V.V., Banakh V.A., Gordeev E.V., Shesternin A.N. Compensation for beam deviation from a direction specified based on atmospheric backscattering. . . . . 836

### Atmospheric radiation, optical weather, and climate

- Belan B.D., Ivlev G.A., Kozlov A.V., Pestunov D.A., Sklyadneva T.K., Fofonov A.V. Solar radiation measurements at the Fonovaya observatory. Part II. Measurement results of 2021 . . . . . 843
- Moiseenko K.B., Vasileva A.V., Skorokhod A.I., Shtabkin Yu.A., Belikov I.B., Repin A.Yu.  $O_3$ –NO–NO<sub>2</sub> photostationary state and near-surface ozone generation from ZOTTO Tall Tower data (central Siberia) . . . . . 850
- Luzhetskaya A.P., Nagovitsyna E.S., Omelkova E.V., Poddubny V.A. Temporal variability and relationship between the surface concentration of PM<sub>2.5</sub> and the aerosol optical depth according to measurements in the Middle Urals . . . . . 858

### Optical models and databases

- Mankovskiy V.I. Spectral variability of light scattering phase function in Lake Baikal waters . . . . . 868

### Adaptive and integral optics

- Bolbasova L.A., Lukin V.P. Possibilities of adaptive optical correction of the global wavefront tilt using signals from traditional and polychromatic laser guide stars . . . . . 871

### Optical sources and receivers for environmental studies

- Ezhov D.M., Lubenko D.M., Mamrashev A.A., Andreev Yu.M. Temperature dependences of the refractive indices of a nonlinear LiB<sub>3</sub>O<sub>5</sub> crystal in the THz range. . . . . 878
- Personalia . . . . . 881