

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

Том 37, № 8 август, 2024

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 Ю.Н. Пономарев, 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, Томск, Россия;

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

*Букин О.А.*, д.ф.-м.н., Морской государственный университет им. адмирала Г.И. Невельского, г. Владивосток, Россия;

*Вигасин А.А.*, д.ф.-м.н., Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова (ИФА) РАН, Москва, Россия;

*Гейнц Ю.Э.*, д.ф.-м.н., ИОА СО РАН, Томск, Россия;

*Голицын Г.С.*, академик РАН, 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, 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, Томск, Россия;

*Перевалов В.И.*, д.ф.-м.н., ИОА СО РАН, 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;

*Семенов В.А.*, академик РАН, ИФА РАН, Москва, Россия;

*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;

*Третьяков М.Ю.*, д.ф.-м.н., Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород, Россия;

*Тригуб М.В.*, д.т.н., ИОА СО РАН, Томск, Россия;

*Тютчев 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**

*Бобровников С.М.*, д.ф.-м.н., ИОА СО РАН, Томск, Россия;

*Головацкая Е.А.*, д.б.н., Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия;

*Заворуев 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, издательства: 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, 2024

© Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, 2024

# СОДЕРЖАНИЕ

Том 37, № 8 (427), с. 625–716

август, 2024 г.

## СПЕКТРОСКОПИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Стариков В.И. Определение коэффициентов сдвига центров линий поглощения водяного пара давлением азота и кислорода в видимом диапазоне ..... 627
- Петрова Т.М., Солодов А.М., Солодов А.А., Дейчули В.М., Чеснокова Т.Ю. Параметры линий поглощения  $\text{CH}_4$ , уширенных давлением атмосферного воздуха, в области 2300 нм ..... 634

## ОПТИКА СЛУЧАЙНО-НЕОДНОРОДНЫХ СРЕД

- Маракасов Д.А., Сухарев А.А. Исследование влияния показателя степенной модели спектра турбулентности в сверхзвуковом потоке на распространение лазерного пучка ..... 640

## НЕЛИНЕЙНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ И ОКЕАНЕ

- Прокопьев В.Е., Лубенко Д.М. Трансформация спектральных характеристик фемтосекундного лазерного импульса при распространении в атмосфере ..... 648

## ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ АТМОСФЕРЫ, ГИДРОСФЕРЫ И ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

- Макарова М.В., Фока С.Ч., Ионов Д.В., Косцов В.С., Ивахов В.М., Парамонова Н.Н. Характеристика выбросов парниковых газов с территории Санкт-Петербургской агломерации по результатам мобильных измерительных кампаний ЕММЕ 2019 и 2020 гг. .... 653
- Русскова Т.В., Шишко В.А. Статистическое моделирование распространения импульсов космических лидаров в перистых облаках с учетом многократного рассеяния ..... 665
- Баженов О.Е., Ельников А.В., Логинов В.А. Особенности распределения поля общего содержания озона на территории России, его внутренние взаимосвязи и рассогласование данных ..... 674
- Пустовалов К.Н., Нагорский П.М., Оглезнева М.В., Смирнов С.В. Изменчивость приземного электрического поля под влиянием метеорологических условий по данным наблюдений в г. Томске. .... 681

## АТМОСФЕРНАЯ РАДИАЦИЯ, ОПТИЧЕСКАЯ ПОГОДА И КЛИМАТ

- Андреев В.В., Аршинов М.Ю., Белан Б.Д., Белан С.Б., Гордюшкин В.А., Давыдов Д.К., Демин В.И., Дудорова Н.В., Еланский Н.Ф., Иванов Р.В., Ивлев Г.А., Козлов А.В., Коновальцева Л.В., Коренский М.Ю., Котельников С.Н., Кузнецова И.Н., Лапченко В.А., Лезина Е.А., Марченко О.О., Оболкин В.А., Постыляков О.В., Потемкин В.Л., Савкин Д.Е., Семутникова Е.Г., Сеник И.А., Степанов Е.В., Толмачев Г.Н., Фофонов А.В., Ходжер Т.В., Челибанов И.В., Челибанов В.П., Широков В.В., Штабкин Ю.А., Шукуров К.А. Концентрация тропосферного озона на территории России в 2023 г. .... 688

## АППАРАТУРА И МЕТОДЫ ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Карасев Н.В., Троицкий В.О., Димаки В.А., Тригуб М.В. Система возбуждения активных сред на парах металлов для реализации нетипичных режимов генерации. .... 699

## АДАПТИВНАЯ И ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОПТИКА

- Большасова Л.А., Ермаков С.А., Лукин В.П. Влияние ширины спектральной линии лазерного излучения на яркость натриевой лазерной опорной звезды в условиях среднеширотной атмосферы ..... 705

## ИСТОЧНИКИ И ПРИЕМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Зиновьев М.М., Кузнецов В.С., Юдин Н.Н., Слюнько Е.С., Подзыхалов С.Н., Лысенко А.Б., Кальсин А.Ю., Габдрахманов А.Ш., Власов Д.В. Влияние состава и морфологии оптических интерференционных покрытий диэлектрических зеркал для лазерных источников лидарных комплексов на порог оптического пробоя ..... 711

## CONTENTS

Vol. 37, No. 8 (427), p. 625–716

August 2024

### Spectroscopy of ambient medium

- Starikov V.I.** Estimation of nitrogen and oxygen shift coefficients of water vapor in the visible region ..... 627
- Petrova T.M., Solodov A.M., Solodov A.A., Deichuli V.M., Chesnokova T.Yu.** Parameters of CH<sub>4</sub> absorption lines broadened by atmospheric air pressure in the 2300 nm region ..... 634

### Optics of stochastically heterogeneous media

- Marakasov D.A., Sukharev A.A.** Influence of the exponent in the power-law model of turbulence spectrum in a supersonic flow on laser beam propagation ..... 640

### Nonlinear optics

- Prokop'ev V.E., Lubenko D.M.** Transformation of the spectrum of a femtosecond laser pulse during propagation in the atmosphere. .... 648

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

- Makarova M.V., Foka S.C., Ionov D.V., Kostsov V.S., Ivakhov V.M., Paramonova N.N.** Characterizing greenhouse gas emissions from the territory of the St. Petersburg agglomeration by the results of the mobile observational campaigns EMME-2019 and EMME-2020 ..... 653
- Russkova T.V., Shishko V.A.** Statistical simulation of space-borne lidar pulse propagation in cirrus clouds taking into account multiple scattering ..... 665
- Bazhenov O.E., Elnikov A.V., Loginov V.A.** Specific features of distribution of total ozone column field over the territory of Russia, its interrelations, and data mismatch ..... 674
- Pustovalov K.N., Nagorskiy P.V., Oglezneva M.V., Smirnov S.V.** Variability of the surface electric field under the influence of meteorological conditions according to observations in Tomsk. .... 681

### Atmospheric radiation, optical weather, and climate

- Andreev V.V., Arshinov M.Yu., Belan B.D., Belan S.B., Gordyushkin V.A., Davydov D.K., Demin V.I., Dudorova N.V., Elansky N.F., Ivanov R.V., Ivlev G.A., Kozlov A.V., Konovaltseva L.V., Korenskiy M.Yu., Kotel'nikov S.N., Kuznetsova I.N., Lapchenko V.A., Lezina E.A., Marchenko O.O., Obolkin V.A., Postilyakov O.V., Potemkin V.L., Savkin D.E., Semutnikova E.G., Senik I.A., Stepanov E.V., Tolmachev G.N., Fofonov A.V., Khodzher T.V., Chelibanov I.V., Chelibanov V.P., Shirotov V.V., Shtabkin Yu.A., Shukurov K.A.** Tropospheric ozone concentration in Russia in 2023 ..... 688

### Optical instrumentation

- Karasev N.V., Troitskii V.O., Dimaki V.A., Trigub M.V.** System for metal vapor active medium excitation for non-typical lasing modes. .... 699

### Adaptive and integral optics

- Bolbasova L.A., Ermakov S.A., Lukin V.P.** The influence of laser linewidth on the brightness of sodium laser guide star in midlatitude atmosphere. .... 705

### Optical sources and receivers for environmental studies

- Zinovev M.M., Kuznetsov V.S., Yudin N.N., Slyunko E.S., Podzyvalov S.N., Lysenko A.B., Kalsin A.Yu., Gabdrakhmanov A.Sh., Vlasov D.V.** Influence of the composition and morphology of dielectric mirrors of LIDAR complexes on their optical breakdown threshold ..... 711