

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

Том 37, № 4                      апрель, 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;  
*Заворужев 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, № 4 (423), с. 271–350

апрель, 2024 г.

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ВЫПУСК

по материалам XVI Международной конференции по импульсным лазерам  
и применениям лазеров AMPL-2023

под редакцией доктора технических наук М.В. Тригуба

Предисловие .....	273
Панченко Ю.Н., Пучикин А.В., Андреев М.В., Коновалов И.Н., Горлов Е.В. Перестраиваемый лазер на александриде для лидарных систем .....	275
Ражев А.М., Чуркин Д.С., Ткаченко Р.А. Пеннинговский неоновый лазер с накачкой импульсным индукционным продольным разрядом .....	279
Ражев А.М., Чуркин Д.С., Ткаченко Р.А., Трунов И.А. УФ азотный лазер с накачкой импульсным продольным индукционно-электрическим разрядом .....	283
Лаптинский К.А., Буриков С.А., Вервальд А.М., Гуськов А.А., Пластинин И.В., Сарманова О.Э., Утегенова Л.С., Доленко Т.А. Определение содержания вредных примесей в воде с помощью лазерной спектроскопии комбинационного рассеяния и методов машинного обучения .....	287
Тарасенко В.Ф., Виноградов Н.П., Бакшт Е.Х., Сорокин Д.А., Печеницин Д.С. Яркие области излучения в воздухе низкого давления при встрече плазменных диффузных струй .....	294
Слюнько Е.С., Юдин Н.Н., Калыгина В.М., Князькова А.И., Снегирев М.С., Зиновьев М.М., Кузнецов В.С., Подзывалов С.Н., Лысенко А.Б., Кальсин А.Ю., Габдрахманов А.Ш. Влияние диффузионного легирования ZnGeP <sub>2</sub> атомами Mg и Ca на оптические свойства монокристаллов .....	302
Краснова Е.Д., Лобышев В.И., Лабунская Е.А., Воронов Д.А., Соколовская Ю.Г., Жильцова А.А., Пацаева С.В. Спектральный состав света в хемоклине стратифицированных водоемов, находящихся на разных стадиях изоляции от Белого моря .....	307
Ягнятинский Д.А., Федосеев В.Н., Шепелев А.В. Точный аналитический расчет структурной функции волнового фронта для случая колмогоровской атмосферной турбулентности .....	316
Лисенков В.В., Платонов В.В., Тихонов Е.В. Численное исследование распространения лазерного излучения в порошковых средах .....	324
Ястремский А.Г., Панченко Ю.Н., Пучикин А.В., Ямпольская С.А. Численная модель электроразрядного K <sub>2</sub> CrF <sub>4</sub> -лазера .....	330
Филонов А.Г., Шиянов Д.В., Тригуб М.В. Лазер на парах европия ( $\lambda = 1,76$ мкм) с мощностью излучения 2,5 Вт .....	335
Юдин Н.А., Баалбаки Х.А., Маликов А.В., Яркова Я.А. Процессы, ограничивающие энергетические характеристики лазера на парах меди .....	340
Информация .....	347

## CONTENTS

Vol. 37, No. 4 (423), p. 271–350

April 2024

<b>Preface</b> .....	273
<b>Panchenko Yu.N., Puchikin A.V., Andreev M.V., Kononov I.N., Gorlov E.V.</b> Tunable alexandrite laser for lidar systems .....	275
<b>Razhev A.M., Churkin D.S., Tkachenko R.A.</b> Penning neon laser pumped by a pulsed inductive longitudinal discharge .....	279
<b>Razhev A.M., Churkin D.S., Tkachenko R.A., Trunov I.A.</b> UV nitrogen laser pumped by a pulsed longitudinal inductive-electric discharge .....	283
<b>Laptinskiy K.A., Burikov S.A., Vervald A.M., Guskov A.A., Plastinin I.V., Sarmanova O.E., Utegenova L.S., Dolenko T.A.</b> Estimation of the concentrations of harmful impurities in water using laser Raman spectroscopy and machine learning methods .....	287
<b>Tarasenko V.F., Vinogradov N.P., Baksht E.Kh., Sorokin D.A., Pechenitsin D.S.</b> Bright areas of radiation in low-pressure air when diffuse plasma jets meet. ....	294
<b>Slyunko E.S., Yudin N.N., Kalygina V.M., Knyazkova A.I., Snegerev M.S., Zinovev M.M., Kuznetsov V.S., Podzyvalov S.N., Lysenko A.B., Kalsin A.Yu., Gabdrakhmanov A.Sh.</b> Effect of diffusion doping of ZnGeP <sub>2</sub> with Mg and Ca atoms on the optical properties of single crystals .....	302
<b>Krasnova E.D., Lobyshev V.I., Labunskaya E.A., Voronov D.A., Sokolovskaya Yu.G., Zhiltsova A.A., Patsaeva S.V.</b> Spectral composition of light in the chemocline of stratified water bodies at different stages of isolation from the White Sea .....	307
<b>Yagnyatinskiy D.A., Fedoseyev V.N., Shepelev A.V.</b> Exact analytical calculation of the wavefront structure function for the case of Kolmogorov atmospheric turbulence. ....	316
<b>Lisenkov V.V., Platonov V.V., Tikhonov E.V.</b> Numerical study of laser radiation propagation in powder media. ....	324
<b>Yastremsky A.G., Yampolskaya S.A., Panchenko Yu.N., Puchikin A.V.</b> Numerical model of an electric-discharge KrCl laser. ....	330
<b>Filonov A.G., Shiyonov D.V., Trigub M.V.</b> Scaling of europium vapor laser. ....	335
<b>Yudin N.A., Baalbaki H.A., Malikov A.V., Yarkova Ya.A.</b> Processes limiting the energy characteristics of a copper vapor laser .....	340
<b>Information</b> .....	347