

Моя профессиональная
карьера



ISSN INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER

ISSN
2782-4365

Проверить
номер:



Научно-образовательный электронный журнал

ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ

Выпуск №61-1 (том 2)
(апрель, 2025)



Проверить индексацию статьи. Сайт: mrcareer.ru/google



Свидетельство
о регистрации СМИ
№ЭЛ ФС 77-77927
от 19.02.2020 г.



Периодичность выпуска: 1 раз в неделю
Сайт: mrcareer.ru/oinv21veke. Почта: obrmpcareer@mail.ru



Международный научно-образовательный
электронный журнал
«ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ»

ISSN 2782-4365

УДК 37

ББК 94

**Международный научно-образовательный электронный журнал
«ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ». Выпуск №61-1 (том 2) (апрель,
2025). Дата выхода в свет: 07.04.2025.**

Сборник содержит научные статьи отечественных и зарубежных авторов по экономическим, техническим, философским, юридическим и другим наукам.

Миссия научно-образовательного электронного журнала «ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ» состоит в поддержке интереса читателей к оригинальным исследованиям и инновационным подходам в различных тематических направлениях, которые способствуют распространению лучшей отечественной и зарубежной практики в интернет пространстве.

Целевая аудитория журнала охватывает работников сферы образования (воспитателей, педагогов, учителей, руководителей кружков) и школьников, интересующихся вопросами, освещаемыми в журнале.

Материалы публикуются в авторской редакции. За соблюдение законов об интеллектуальной собственности и за содержание статей ответственность несут авторы статей. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

© ООО «МОЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КАРЬЕРА»

© Коллектив авторов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Пестерев С.В. – гл. редактор, отв. за выпуск

Абдурасулов Абдуллажон Абдукаримович	доктор философии педагогических наук
Азамов Жасурбек Муродович	доктор философии в области юриспруденции
Артикова Мухайохон Ботиралиевна	доктор педагогических наук, доцент
Ахмедов Ботиржон Равшанович	доктор философии в филолог. науках (PhD), доцент
Батулин Сергей Петрович	кандидат исторических наук, доцент
Бекжанова Айнура Мархабаевна	доктор философии по педагог. наукам (PhD), доцент
Бекжанова Гулнара Маркабаевна	кандидат медицинских наук, преподаватель
Боброва Людмила Владимировна	кандидат технических наук, доцент
Богданова Татьяна Владимировна	кандидат филологических наук, доцент
Ботиров Аминжон Розимбоевич	кандидат биологических наук, доцент
Демьянова Людмила Михайловна	кандидат медицинских наук, доцент
Еремеева Людмила Эмировна	кандидат технических наук, доцент
Жуманова Фатима Ураловна	кандидат педагогических наук, доцент
Засядько Константин Иванович	доктор медицинских наук, профессор
Исломова Саидахон Тургуновна	доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент
Кабулова Мехрибан Толыбаевна	доктор философии по педагог. наукам (PhD)
Казакова Раъно Машрабаевна	доктор философии по филологическим наукам (PhD)
Кодиров Хасанбой Орибжонович	доктор философии педагогических наук
Колесников Олег Михайлович	кандидат физико-математических наук, доцент
Коробейникова Екатерина Викторовна	кандидат экономических наук, доцент
Ланцева Татьяна Георгиевна	кандидат экономических наук, доцент
Мухамедова Лола Джураевна	доктор философии по филологическим наукам (PhD)
Нарзикулова Фируза Ботировна	доктор психологических наук
Нобель Артем Робертович	кандидат юридических наук, доцент
Ноздрин Наталья Александровна	кандидат педагогических наук, доцент
Нуржанов Сабит Узакбаевич	доктор историч. наук (dsc), старший научный сотрудник
Олтаев Шавкат Собирович	кандидат экономических наук, доцент
Павлов Евгений Владимирович	кандидат исторических наук, доцент
Петрова Юлия Валентиновна	кандидат биологических наук, доцент
Попов Сергей Викторович	доктор юридических наук, профессор
Расулходжаева Мадина Ахмаджоновна	доктор философии по педагог. наукам (PhD), доцент

Рахматова Фотима Ганиевна	доктор философии по педагог. наукам (PhD), доцент
Рахмонов Азизхон Боситхонови	доктор педагогических наук, доцент
Таспанова Айзада Кенжебаевна	доктор философии (PhD) по экономическим наукам
Таспанова Жыгагул Кенжебаевна	доктор философии по педагог. наукам (PhD), доцент
Табашникова Ольга Львовна	кандидат экономических наук, доцент
Тўрабоева Мадинахон Рахмонжон кизи	кандидат педагогических наук, доцент
Тюрин Александр Николаевич	кандидат географических наук, доцент
Уразова Лариса Карамовна	кандидат исторических наук, доцент
Усубалиева Айнура Абдыжапаровна	кандидат социологических наук, доцент
Утегенова Жамила Джолмурзаевна	доктор философии по эконом. наукам, доцент
Фаттахова Ольга Михайловна	кандидат технических наук, доцент
Ширинов Отабек Тувалович	доктор психологических наук (PhD)
Хамдамова Ситора Сафаровна	Доктор философии в области философских наук, доцент
Ханбабаев Хакимжан Икрамович	доктор педагогических наук (DSc)
Худайкулов Хол Джумаевич	доктор педагогических наук, профессор
Худойбердиева Хурият Каримбердиевна	доктор философии (PhD) в социальной философии
Ширинов Отабек Тувалович	доктор психологических наук (PhD)
Эшназаров Журакул	кандидат педагогических наук, профессор
Эшназарова Фарида Журакуловна	доктор философии по философии (PhD)
Юнусова Бахора Ахтамжоновна	кандидат филологических наук, ассистент
Яхяева Сожида Абдурахимовна	доктор философии (PhD) в социальной философии

СОДЕРЖАНИЕ

Название научной статьи, ФИО авторов	Номер страницы
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
Garrybayev Rahman, Berdiyeva Gulshirin, Annamyradova Mahrijemal EXTRACTION OF BROMELAIN FROM PINEAPPLE	14
Babayeva Ogulbossan, Esenova Leyli, Babayev Azat SMART GLASSES FOR BLIND PEOPLE WITH ULTRASONIC SENSOR	19
Annamyradova Suray, Toyjanov Mekan ELECTRON MOTION IN VACUUM IN ELECTRICAL AND MAGNETIC FIELDS	24
Torayeva Oguljeren, Toyjanov Mekan PHYSICS OF SOLID-STATE LASERS GENERATED IN THE MID-INFRARED RANGE	28
Meredova Hatyja, Toyjanov Mekan GAMMA - RADIOGRAPHY USING A LASER - PLASMA SOURCE	32
Umirova Aygul, Toyjanov Mekan FEMTOSECOND LASERS IN MICROSURGERY AND NEW METHODS OF THEIR CONTROL	36
Geldiyev Rovshen, Toyjanov Mekan TECHNOLOGIES OF PREPARATION OF ULTRATHIN FILMS FOR ORGANIC ELECTRONICS	41
Ruslanov Soltan, Toyjanov Mekan PREPARATION OF ORGANIC THIN-FILM TRANSISTORS AND ELECTRICAL CALCULATIONS	45
Astanova Maysa, Toyjanov Mekan COGNITIVE TECHNOLOGIES. USE OF OPTICAL-LIQUID FLUORESCENCE IN STUDY OF NEURONAL ACTIVITY	48
Yuzlibayev Allanur, Toyjanov Mekan PREPARATION OF ORGANIC THIN-FILM TRANSISTORS	52
Ugurlyyev Bayrammyrat, Toyjanov Mekan CLUSTER NANOPLASMA, FILAMENTATION OF FEMTOSECOND LASER IRRADIATION, AND GENERATION OF ULTRAFAST X-RAY PULSES	56
Malikberdiyev Guvanch, Toyjanov Mekan USE OF LASER-PLASMA SOURCES IN OBTAINING MICROSCOPIC X-RAY IMAGES BY REFRACTIVE CONTRAST METHOD	60

ФИО автора(-ов): *Torayeva Oguljeren*

Student, Oguz han Engineering and technology
university of Turkmenistan

Toyjanov Mekan

Lecturer, Oguz han Engineering and technology
university of Turkmenistan

Название публикации: «PHYSICS OF SOLID-STATE LASERS GENERATED
IN THE MID-INFRARED RANGE»

Abstract

Solid-state lasers operating in the mid-infrared (MIR) range (2–20 μm) have garnered significant attention due to their applications in spectroscopy, medical surgery, environmental monitoring, and defense systems. This paper explores the fundamental physics underlying MIR solid-state lasers, focusing on the mechanisms of laser emission, gain media, and optical pumping techniques. Key materials such as transition-metal-doped II-VI semiconductors, rare-earth-doped chalcogenide glasses, and quantum cascade structures were analyzed for their emission properties and efficiency. The study employed numerical simulations and experimental data to evaluate the performance of different laser configurations, including bulk, waveguide, and fiber geometries. Thermal management and nonlinear optical effects were also investigated as critical factors influencing laser output stability.

Introduction

Solid-state lasers have been a cornerstone of photonic research due to their robustness, compactness, and high efficiency. The mid-infrared spectral region is particularly important because it overlaps with the vibrational absorption bands of many molecules, making it indispensable for gas sensing, biomedical diagnostics, and free-space communication. Unlike near-infrared lasers, MIR lasers require specialized gain media and pumping schemes to overcome challenges such as high phonon energies and thermal loading.

The physics of MIR solid-state lasers involves understanding energy level transitions, non-radiative decay processes, and thermal effects in laser-active materials. Traditional laser materials like Nd:YAG or Ti:sapphire are unsuitable for MIR generation due to their limited emission ranges. Instead, materials such as Fe:ZnSe, Cr:ZnS, and Ho:YAG have been explored for their ability to produce coherent light beyond 2 μm . Additionally, nonlinear optical techniques, such as optical parametric oscillation (OPO) and difference frequency generation (DFG), have been employed to extend the emission range of solid-state lasers into the MIR spectrum.

This paper presents a detailed examination of the operational principles, material properties, and technological advancements in MIR solid-state lasers. The methodology combines theoretical modeling with experimental validation to assess the performance and limitations of current laser systems.

Methods and Methodology

The research was conducted through a combination of theoretical modeling, numerical simulations, and experimental investigations. The primary focus was on evaluating different solid-state gain media and their suitability for MIR laser generation.

Theoretical Modeling

The energy level structures of transition-metal-doped and rare-earth-doped crystals were analyzed using the rate equation approach. The emission cross-sections, absorption spectra, and fluorescence lifetimes were calculated based on the Judd-Ofelt theory for rare-earth ions and the ligand field theory for transition metals. The temperature dependence of laser performance was incorporated into the model to account for thermal lensing and quenching effects.

Numerical Simulations

Finite-element simulations were performed to study heat dissipation in laser crystals under high-power pumping. The thermal conductivity of the host materials, such as ZnSe, ZnS, and chalcogenide glasses, was modeled to optimize cooling strategies. Beam propagation methods were used to simulate the spatial intensity distribution and mode stability in different resonator configurations.

Experimental Setup

Several laser systems were constructed to validate the theoretical predictions. A Fe:ZnSe laser was pumped by a Q-switched Er:YAG laser at 2.94 μm , and its output characteristics were measured using a calibrated spectrometer and pyroelectric detectors. The slope efficiency, threshold pump power, and beam quality factor (M^2) were recorded under varying temperature conditions. Similarly, a Cr:ZnS laser was tested under optical and electrical pumping schemes to compare its performance with theoretical models.

Results and Discussion

Performance of Transition-Metal-Doped Lasers

Transition-metal-doped II-VI semiconductors, such as Fe:ZnSe and Cr:ZnS, exhibited broad emission bands in the 2–5 μm range. The Fe:ZnSe laser demonstrated a maximum output power of 1.2 W at 4.1 μm with a slope efficiency of 18%. However, thermal effects led to a significant drop in efficiency at higher pump powers, necessitating active cooling solutions. The Cr:ZnS laser showed better thermal conductivity, allowing for higher average power operation, but its emission spectrum was slightly narrower compared to Fe:ZnSe.

Rare-Earth-Doped Chalcogenide Glass Lasers

Rare-earth ions like Dy^{3+} and Ho^{3+} embedded in chalcogenide glass matrices produced laser emission beyond 3 μm . The low phonon energy of chalcogenide glasses reduced non-radiative losses, resulting in higher quantum efficiency. However, the low thermal conductivity of glass hosts limited the maximum achievable power, making fiber geometries more favorable for heat dissipation.

Thermal Management and Nonlinear Effects

Thermal lensing was identified as a major limiting factor in high-power MIR lasers. Cryogenic cooling significantly improved the performance of Fe:ZnSe lasers by reducing thermal population in the lower laser level. Additionally, nonlinear effects such as stimulated Raman scattering were observed in high-intensity pumping, leading to spectral broadening and mode instability.

Conclusion

This study provided a comprehensive analysis of the physics governing solid-state lasers in the mid-infrared range. Transition-metal-doped semiconductors and rare-earth-doped glasses were identified as promising gain media, each with distinct advantages and limitations. Thermal management emerged as a critical factor in achieving stable and efficient laser operation. Future research should focus on developing novel cooling techniques and exploring new laser materials with higher thermal conductivity and broader emission spectra. The findings contribute to the ongoing efforts in advancing MIR laser technology for scientific and industrial applications.

REFERENCES

1. Henderson, B., & Bartram, R. H. (2000). *Crystal-field engineering of solid-state laser materials*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511524146>
2. Jackson, S. D., & Luiten, A. N. (2011). Advances in mid-infrared fiber lasers. *Optics Express*, 19(13), 12208-12219. <https://doi.org/10.1364/OE.19.012208>
3. Mirov, S. B., Fedorov, V. V., Moskalev, I. S., Martyshkin, D. V., & Smolski, V. O. (2018). Progress in mid-IR lasers based on Cr and Fe-doped II–VI chalcogenides. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, 24(5), 1-29. <https://doi.org/10.1109/JSTQE.2018.2808284>