

ISSN (Print) 2616-6836
ISSN (Online) 2663-1296

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

PHYSICS. ASTRONOMY Series

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

№3(128)/2019

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2019

Nur-Sultan, 2019

Нур-Султан, 2019

Бас редакторы:
ф.-м.ғ.д., профессор
А.Т. Ақылбеков (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары

Гиниятова Ш.Г., ф.-м.ғ.к., доцент
(Қазақстан)

Редакция алқасы

Арынгазин А.Қ.	ф.-м.ғ. докторы(Қазақстан)
Алдонгаров А.А.	PhD (Қазақстан)
Балапанов М.Х.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Бахтизин Р.З.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Даулетбекова А.Қ.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Ержанов Қ.К.	ф.-м.ғ.к., PhD (Қазақстан)
Жұмаділов Қ.Ш.	PhD (Қазақстан)
Здоровец М.	ф.-м.ғ.к.(Қазақстан)
Қадыржанов Қ.К.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Кайнарбай А.Ж.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Кутербеков Қ.А.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Лущик А.Ч.	ф.-м.ғ.д., проф.(Эстония)
Морзабаев А.К.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Мырзақұлов Р.Қ.	ф.-м.ғ.д., проф.(Қазақстан)
Нұрахметов Т.Н.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Сауытбеков С.С.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Салиходжа Ж.М.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Тлеукенов С.К.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Қазақстан)
Хоши М.	PhD, проф.(Жапония)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, 349 б., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті.
Тел.: +7(7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.
ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

Меншіктенуші: ҚР БЖҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж.
№16999-ж тіркеу куәлігімен тіркелген.

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі, 12/1, 349 б.,
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Тел.: +7(7172)709-500 (ішкі 31-428)

Editor-in-Chief

Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor
A.T. Akilbekov (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Giniyatova Sh.G., Candidate of Phys.-Math. Sciences,
Assoc. Prof. (Kazakhstan)

Editorial Board

Aryngazin A.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Aldongarov A.A.	PhD (Kazakhstan)
Balapanov M.Kh.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
Bakhtizin R.Z.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
Dauletbekova A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD (Kazakhstan)
Hoshi M.	PhD, Prof. (Japan)
Kadyrzhanov K.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Kainarbay A.Zh.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kuterbekov K.A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Lushchik A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Estonia)
Morzabayev A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Myrzakulov R.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Nurakhmetov T.N.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Sautbekov S.S.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Salikhodzha Z. M	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Tleukenov S.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Useinov A.B.	PhD (Kazakhstan)
Yerzhanov K.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD (Kazakhstan)
Zdorovets M.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Zhumadilov K.Sh.	PhD (Kazakhstan)

Editorial address: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpayev str., of. 349,
Nur-Sultan, Kazakhstan 010008
Tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: A.Nurbolat

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.

PHYSICS. ASTRONOMY Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan.

Registration certificate №16999-ж from 27.03.2018.

Circulation: 25 copies

Address of printing house: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 12/1 Kazhimukan str.,
Nur-Sultan, Kazakhstan 010008;

tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)

Главный редактор:
доктор ф.-м.н.
А.Т. Акилбеков, доктор ф.-м.н., профессор (Казахстан)

Зам. главного редактора

Ш.Г. Гиниятова к.ф.-м.н., доцент
(Казахстан)

Редакционная коллегия

Арынгазин А.К.	доктор ф.-м.н.(Казахстан)
Алдонгаров А.А.	PhD (Казахстан)
Балапанов М.Х.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Бахтизин Р.З.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Даулетбекова А.К.	д.ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Ержанов К.К.	к.ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Жумадилов К.Ш.	PhD (Казахстан)
Здоровец М.	к.ф.-м.н.(Казахстан)
Кадыржанов К.К.	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Кайнарбай А.Ж.	к.ф.-м.н. (Казахстан)
Кутербеков К.А.	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Лущик А.Ч.	д.ф.-м.н., проф. (Эстония)
Морзабаев А.К.	д.ф.-м.н. (Казахстан)
Мырзакулов Р.К.	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Нурахметов Т.Н.	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Сауытбеков С.С.	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Салиходжа Ж.М	к.ф.-м.н. (Казахстан)
Тлеукунов С.К.	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Казахстан)
Хоши М.	PhD, проф. (Япония)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, каб. 349, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева.
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

Собственник РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК
Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

Тираж: 25 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева. тел.: +7(7172)709-500 (вн. 31-428)

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

№3(128)/2019

МАЗМҰНЫ

<i>Аймухамбетова А.С., Разина О.В., Цыба П.Ю., Мейрбеков Б.В.</i> Валецки типті космологиялық моделдің дәрежелі шешімі.	8
<i>Ахметова Г.А., Разина О.В., Цыба П.Ю., Мейрбеков Б.</i> Фермиондық және тахиондық өрістері бар космологиялық моделі	16
<i>Ақылбеков А., Скуратов В., Даулетбекова А., Гиниятова Ш., Сейтбаев А.</i> DC-60 циклотронында in-situ иондық люминесценцияны зерттеуге арналған қондырғыны жасау	26
<i>Абуова А.У., Ускенбаев Е., Инербаев Т.М., Абуова Ф.У., Абуова Г.У., Джунисбекова Д.А.</i> Техникалық мамандықтар оқытудың интерактивті әдістері	35
<i>Баубекова Г.М., Луцик А.Ч., Асылбаев Р.Н., Ақылбеков А.Т.</i> Жылдам ауыр иондармен сәулелендірілген MgO кристалдарындағы радиациялық ақау түзілуі	41
<i>Гриценко Л.В., Калкозова Ж.К., Кедрук Е.Ю., Мархабаева А.А., Абдуллин Х.А.</i> ZnO нанобөлшектерінің гидротермалды синтезі және олардың фотокаталитикалық қасиеттері	49
<i>Даулетбекова А., Ақылбекова А., Гиниятова Ш., Баймуханов З., Власукова Л., Ақылбеков А., Усеинов А., Козловский А., Карипбаев Ж.</i> SiO ₂ /Si тректі матрицаларына электрлі тұндырылған ZnO нанокристалдарының құрылымы, электрлік қасиеттері және люминесценциясы	57
<i>Мырзакулов Н.А., Мырзакулова Ш.А.</i> Модификацияланған $F(T)$ гравитациясы мен Дирак өрісіндегі космологиялық шешімдер	67
<i>Жадыранова А.А., Ануарбекова Ы.Е.</i> $n = 3$ және $N = 2$ жағдайлары үшін $V_0 = 0$ болғандағы WDVV ассоциативтілік теңдеуінің иерархиясы	79
<i>Жангозин К.Н., Каргин Д.Б.</i> Тік қалақшалы жел турбиналарының қуатын арттыру жолдары туралы	86
<i>Жубатканова Ж.А., Мырзакулов Н.А., Мейрбеков Б.К.</i> Бранс-Дикке өрісі бар гравитацияның модификацияланған теориясының дербес жағдайы үшін космологиялық шешімдер	93
<i>Калкозова Ж.К., Тулегенова А.Т., Абдуллин Х.А.</i> Белсеңді фотолюминесценциялы цериймен легирленген (Y ₃ Al ₅ O ₁₂ :Ce ³⁺) алюмоиттрийлік гранаттың жоғары дисперсиялық ұнтағын алу	102
<i>Рысқұлов А.Е., Иванов И.А., Кислицын С.Б., Углов В.В., Здоровец М.В.</i> Ni ¹²⁺ ауыр иондармен сәулелендірудің BeO керамикада ақаулардың қалыптасуына әсері	110
<i>Нуразметов Т.Н., Салиходжа Ж.М., Долломатов М.Ю., Жунусбеков А.М., Кайнарбай А.Ж., Дауренбеков Д.Х., Балтабеков А.С., Садыкова Б.М., Жанылысов К.Б., Юсупбекова Б.Н.</i> Аралас сілтілі металл сульфаттарының зоналық құрылымы және оптикалық спектрі	117
<i>Ногай А.А., Стефанович С.Ю., Салиходжа Ж.М., Ногай А.С.</i> Өткізгіштігі және диэлектриялық қасиеттері Na ₃ Sc ₂ (PO ₄) ₃	128
<i>Карипбаев Ж.Т., Мусаханов Д.А., Лисицын В.М., Голковский М.Г., Лисицына Л.А., Алпысова Г.К., Тулегенова А.Т., Ақылбеков А.Т., Даулетбекова А.К., Балабеков К.Н., Козловский А., Усеинов А.</i> Радиация өрісіндегі ИАГ және ИАГГ люминофорларының құрылымын зерттеу және синтездеу	138
<i>Касенов Д., Абуова А.У., Инербаев Т.М., Абуова Ф.У., Каптагай Г.А.</i> Физика-химиялық процестерді ғылыми тану әдісі ретінде модельдеу	147
<i>Еримбетова Д.С., Степаненко В.Ф., Видергольд А.В., Жумадилов К.Ш.</i> Радон концентрациясын зерттеудің қазіргі жағдайы	153
<i>Фаиз А.С., Абуова Ф.У., Шәкен Н., Абуова А.У., Джунисбекова Д.А., Байман Г.Б.</i> BiCuSeO оксиселенид - жаңа келешегі жоғары термоэлектрлік материал ретінде	160

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY. PHYSICS.
ASTRONOMY SERIES

№3(128)/2019

CONTENTS

<i>Aimukhambetova A.S., Razina O.V., Tsyba P.Yu., Meyirbekov B.V.</i> Power solution of the cosmological model of the Valecki type.	8
<i>Akhmetova G.A., Razina O.V., Tsyba P.Yu., Meirbekov B.</i> Cosmological model with fermion and tachyon fields	16
<i>Akilbekov A., Skuratov V., Dauletbekova A., Giniyatova Sh., Seitbayev A.</i> Creation of facility for in-situ measurement of high-energy ionoluminescence on cyclotron DC-60	26
<i>Abuova A.U., Uskenbaev E., Inerbaev T.M., Abuova F.U., Abuova G.U., Junisbekova D.A.</i> Interactive methods of teaching physics in technical speciality	35
<i>Baubekova G.M., Lushchik A.Ch., Asylbaev R.N., Akilbekov A.T.</i> Creation of radiation defects in MgO crystals irradiated with swift heavy ions	41
<i>Gritsenko L.V., Kalkozova Zh.K., Kedruk Y.U., Markhabaeva A.A., Abdullin Kh.A.</i> Hydrothermal synthesis of ZnO nanoparticles and their photocatalytic properties	49
<i>Dauletbekova A.K., Akylbekova A., Giniyatova Sh., Baimukhanov Z., Vlasukova L., Akilbekov A., Usseinov A., Kozlovskii A., Karipbayev Zh.</i> Structure, electrical properties and luminescence of ZnO nanocrystals deposited in SiO ₂ /Si track templates	57
<i>Myrzakulov N.A., Myrzakulova Sh.A.</i> Cosmological solutions of modified $F(T)$ gravity with Dirac field	67
<i>Zhadyranova A.A., Anuarbekova Y.Ye.</i> Hierarchy of WDVV associativity equations for $n = 3$ case and $N = 2$ when $V_0 = 0$	79
<i>Zhangozin K.N., Kargin D.B.</i> About ways to increase the power of wind turbines with straight blades	86
<i>Zhubatkanova Zh.A., Myrzakulov N.A., Meirbekov B.K.</i> Cosmological solutions for particular case of modified theory of gravity with a Brans-Dicke field.	93
<i>Kalkozova Zh.K., Tulegenova A.T., Abdullin Kh.A.</i> National Nanotechnology Laboratory of open type, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan	102
<i>Ryskulov A.E., Ivanov I.A., Kislitsin S.B., Uglov V.V., Zdorovets M.V.</i> The effect of Ni ¹²⁺ heavy ion irradiation on radiation defect formation in BeO ceramics	110
<i>Nurakhmetov T.N., Salikhodzha Zh.M., Dolomatov M.Y., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A.Z., Daurenbekov D.H., Baltabekov A.S., Sadykova B.M., Zhangylyssov K.B., Yussupbekova B.N.</i> Band structure and optical spectra of mixed alkali metal sulfates	117
<i>Nogai A.A., Stefanovich S.Yu., Salikhodzha J.M., Nogai A.S.</i> Conducting and dielectric properties of Na ₃ Sc ₂ (PO ₄) ₃	128
<i>Karipbaev Zh., Musahanov D., Lisitsyn V., Golkovskii M., Lisitsyna L., Alpyssova G., Tulegenova A., Akylbekov A., Dauletbekova A., Balabekov K., Kozlovskii A., Usseinov A.</i> Synthesis, the study of the structure of YAG and YAGG phosphors in the radiation field	138
<i>Kasenov D., Abuova A.U., Inerbaev T.M., Abuova F.U., Kaptagai G.A.</i> Modeling as a method of scientific knowledge of physical and chemical processes	147
<i>Yerimbetova D., Stepanenko V., Vidergold A., Zhumadilov K.</i> Current state of radon concentration studies	153
<i>Faiz A.S., Abuova F.U., Shaken N., Abuova A.U., Junisbekova D.A., Baiman G.B.</i> BiCuSeO oxyselenides: new promising thermoelectric materials	160

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Аймухамбетова А.С., Разина О.В., Цыба П.Ю., Мейрбеков Б.В.</i> Степенное решение космологической модели типа Валецки	8
<i>Ахметова Г.А., Разина О.В., Цыба П.Ю., Мейрбеков Б.</i> Космологическая модель с фермионным и тахионным полями	16
<i>Акилбеков А., Скуратов В., Даулетбекова А., Гиниятова Ш., Сейтбаев А.</i> Создание установки для in-situ измерения высокоэнергетической ионолюминесценции на циклотроне DC-60	25
<i>Абуова А.У., Ускенбаев Е., Инербаев Т.М., Абуова Ф.У., Абуова Г.У., Джунисбекова Д.А.</i> Интерактивные методы обучения физике на технических специальностях	35
<i>Баубекова Г.М., Луцкич А.Ч., Асылбаев Р.Н., Акылбеков А.Т.</i> Создание радиационных дефектов в кристаллах MgO, облученных высокоэнергетическими ионами	41
<i>Гриценко Л.В., Калкозова Ж.К., Кедрук Е.Ю., Мархабаева А.А., Абдуллин Х.А.</i> Гидротермальный синтез наночастиц ZnO и их фотокаталитические свойства	49
<i>Даулетбекова А., Акылбекова А., Гиниятова Ш., Баймуханов З., Власукова Л., Акилбеков А., Усеинов А., Козловский А., Карипбаев Ж.</i> Структура, электрические свойства и люминесценция нанокристаллов ZnO, электроосажденных в трековые матрицы SiO ₂ /	57
<i>Мырзакулов Н.А., Мырзакулова Ш.А.</i> Космологические решения в модифицированной $F(T)$ гравитации с полем Дирака	67
<i>Жадыранова А.А., Ануарбекова Ы.Е.</i> Иерархия уравнений ассоциативности WDVV для случая $n = 3$ и $N = 2$ при $V_0 = 0$	79
<i>Жангозин К.Н., Каргин Д.Б.</i> О способах увеличения мощности ветровых турбин с прямыми лопастями	86
<i>Жубатканова Ж.А., Мырзакулов Н.А., Мейрбеков Б.К.</i> Космологические решения для частного случая модифицированной теории гравитации с полем Бранс-Дикке	93
<i>Калкозова Ж.К., Тулегенова А.Т., Абдуллин Х.А.</i> Получение высокодисперсного порошка алумоиттриевого граната, легированного церием (Y ₃ Al ₅ O ₁₂ :Ce ³⁺) с интенсивной фотолюминесценцией	102
<i>Рыскулов А.Е., Иванов И.А., Кислицын С.Б., Углов В.В., Здоровец М.В.</i> Влияние облучения тяжелыми ионами Ni ¹²⁺ на радиационное дефектообразование в керамиках BeO	110
<i>Нуразматов Т.Н., Салиходжа Ж.М., Доломатов М.Ю., Жунусбеков А.М., Кайнарбай А.Ж., Дауренбеков Д.Х., Балтабеков А.С., Садыкова Б.М., Жанылысов К.Б., Юсупбекова Б.Н.</i> Зонная структура и оптические спектры смешанных сульфатов щелочных металлов	117
<i>Ногай А.А., Стефанович С.Ю., Салиходжа Ж.М., Ногай А.С.</i> Проводящие и диэлектрические свойства Na ₃ Sc ₂ (PO ₄) ₃	128
<i>Карипбаев Ж.Т., Мусаханов Д.А., Лисицын В.М., Голковский М.Г., Лисицына Л.А., Алпысова Г.К., Тулегенова А.Т., Акылбеков А.Т., Даулетбекова А.К., Балабеков К.Н., Козловский А., Усеинов А.</i> Синтез, исследование структуры ИАГ и ИАГГ люминофоров в поле радиации	138
<i>Касенов Д., Абуова А.У., Инербаев Т.М., Абуова Ф.У., Каптагай Г.А.</i> Моделирование как метод научного познания физико-химических процессов	147
<i>Еримбетова Д.С., Степаненко В.Ф., Видергольд А.В., Жумадилов К.Ш.</i> Современное состояние исследований концентрации радона	153
<i>Фаиз А.С., Абуова Ф.У., Шәкен Н., Абуова А.У., Джунисбекова Д.А., Байман Г.Б.</i> BiCuSeO оксиселенид как новый перспективный термоэлектрический материал	160

МРНТИ 29.19.04; 29.19.21

Карипбаев Ж.Т.¹, Мусаханов Д.А.^{1,2}, Лисицын В.М.², Голковский М.Г.³,
Лисицына Л.А.⁴, Алпысова Г.К.¹, Тулегенова А.Т.⁵, Акылбеков А.Т.¹,
Даулетбекова А.К.¹, Балабеков К.Н.¹, Козловский А.⁶, Усеинов А.¹

¹ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

² Томский политехнический университет, Томск, Россия

³ Научный исследовательский институт ЯФ СО РАН, г. Новосибирск, Россия

⁴ Томский государственный университет, Томск, Россия

⁵ Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы

⁶ Институт ядерной физики, Нур-Султан, Казахстан

(E-mail: ¹ zf1@mail.ru, ^{1,2} dos_f@mail.ru, ² lisitsyn@tpu.ru, ³ golkovski@mail.ru,

⁴ lisitsyna@mail.ru, ¹ gulnur-0909@mail.ru, ⁵ tulegenova.aida@gmail.com,

¹ alma_dauletbek@mail.ru)

Синтез, исследование структуры ИАГ и ИАГГ люминофоров в поле радиации

Аннотация.: В настоящей работе предпринята попытка синтеза люминофора с использованием мощных потоков жесткой радиации. Проведены исследования поверхности, элементного состава, структуры и люминесцентные характеристики полученной YAG:Ce керамики. Керамика имеет гетерогенную структуру. Основной фазой полученной керамики является ИАГ, которая составляет от 72 до 91 % от всего объема образцов. Остальной объем образцов составляют фазы Al_2O_3 и CeO_2 . Синтезированная керамика имеет характерные для ИАГ:Ce, ИАГГ:Ce люминофоров свойства. Состояние поверхности и элементный состав поверхности образца синтезированной керамики были изучены с использованием сканирующего электронного микроскопа. Рентгеноструктурный анализ синтезированных образцов керамики проводили на дифрактометре. Количественная фазовая зависимость определялась в программе TOPAS-4.2. Приведены результаты измерения спектров люминесценции, измеренных при возбуждении поверхности раскола образцов.

Ключевые слова: белые светодиоды, иттрий-алюминиевый гранат, люминофор, керамика, синтез в поле радиации.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2019-128-3-138-146>

Введение. Белые светодиоды (СД) считаются хорошими осветительными устройствами по причине их непревзойденных качеств, таких как энергосбережение и длительный срок службы [1-2]. В наиболее распространенных СД синее излучение чипа преобразуется в желтый люминофор. Комбинация синего излучения чипа и желтого люминофора дает белый свет. В качестве люминофоров чаще всего используют микрокристаллические порошки иттрий-алюминиевого граната (YAG:Ce), активированные церием. [2-4].

YAG:Ce³⁺ люминофор излучает в диапазоне 500 нм-700 нм, максимум полосы люминесценции приходится на 550 нм [5]. Квантовая эффективность преобразования излучения YAG:Ce³⁺ люминофора может достигнуть 85 % [6].

YAG:Ce люминофор чаще всего синтезируется из оксидов металлов в экстремальных условиях: тщательное перемешивание исходных порошков, высокие температуры при спекании, дробление до нужных размеров, отжиг при высоких температурах. Воспроизводимость синтеза при такой технологии явно недостаточна. Поэтому разрабатываются другие методы: Золь-гель метод [7], метод горения [8], соосаждения [9] и другие. Но все методы синтеза все равно завершаются высокотемпературным отжигом. В практике промышленного синтеза доминирует метод твердотельных реакций как наиболее дешевый.

В последние годы развитие получили радиационные методы модификации, синтеза пленок и даже керамики [10-11]. В настоящей работе предпринята попытка синтеза люминофора с использованием мощных потоков жесткой радиации. Проведены исследование поверхности,

элементного состава, структуры и люминесцентные характеристики полученной YAG:Ce керамики.

Объекты и методика исследования. Синтезированы образцы керамики ИАГ:Ce и ИАГГ:Ce в поле радиации. Для синтеза готовилась шихта из смеси порошков окислов Al_2O_3 , Y_2O_3 , Gd_2O_3 и Ce_2O_3 марок х.ч. Соотношение окислов в шихте было равным стехиометрическому. При введении церия для активации и гадолиния для модификации соотношение исходных составов корректировалось. Предполагалось, что ионы активатора и модификатора входят в решетки посредством замещения ионов иттрия. Порошки окислов имели вид частиц не правильной формы с размерами около 1 мкм и меньше. В жидкой среде частицы имели склонность к объединению в комплексы. Шихта засыпалась в медный тигель слоем толщиной 5 мм. На тигель с шихтой направлялся поток электронов с энергией от 1,4 МэВ ускорителя ЭЛВ-6 со средней мощностью 23 кВт/см². Сечение пучка гауссовской формы на полувысоте составляла 0,7 см². Пучок сканировал по поверхности тигля со скоростью 1 см/с. Обработка всей поверхности тигля составляла 25 с. В результате обработки в тигле образовывались образцы керамики в виде капель с размерами до 0,5 × 1,0 × 2,0. Образцы имели высокую твердость, близкую к твердости сапфира. Плоскость раскола имела характерный для керамики вид с шероховатой поверхностью. Образцы ИАГ:Ce керамики имели характерный для ИАГ:Ce люминофоров светло-желтый цвет и ИАГГ:Ce – темно-желтый.

Состояние поверхности и элементный состав поверхности образцов синтезированной керамики были изучены с использованием Hitachi TM- сканирующего электронного микроскопа (SEM) 3030 с системой энергодисперсионного анализа Bruker XFlash MIN SVE при ускоряющем напряжении 15 кВ. Рентгеноструктурный анализ синтезированных образцов керамики проводили на дифрактометре D8 ADVANCE ECO с рентгеновской трубкой с медным анодом и графитовым монохроматором. Дифрактограммы регистрировали в диапазоне углов (20–110 °) 2θ с шагом 0,02 2θ . Количественная фазовая зависимость определялась в программе TOPAS-4.2. Полуширину измеренных рефлексов использовали для определения размеров кристаллитов и микронапряжений в образце. Отношение интегральной интенсивности отражений к общей интенсивности рентгеновских лучей использовали для оценки степени кристалличности образца.

Результаты и обсуждение. СЭМ снимки и элементные анализы люминофоров. Исследовались морфология, элементный состав, структура изготовленных образцов. В SEM снимках сколов видно, что образцы керамики представляют собой спаянные друг с другом частицы с размерами ~5...50 мкм. Большая часть частиц имеет вид расплава. Встречаются частицы с хорошо выраженной огранкой, что свидетельствует о формировании микрокристаллов.

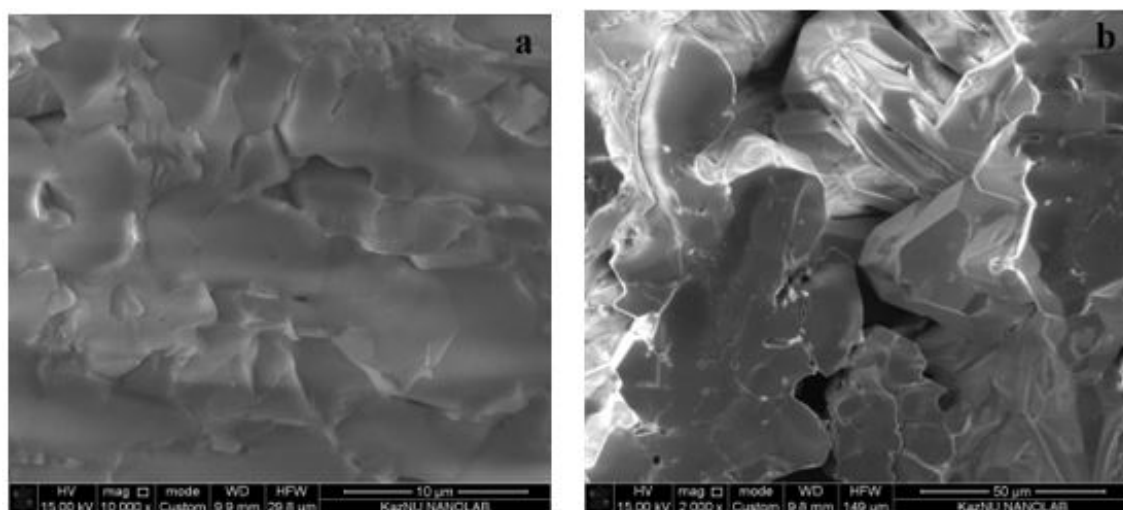


Рисунок 1 - Морфология синтезированных в поле радиации керамики: а – ИАГ:Ce, б – ИАГГ:Ce.

Элементный состав изготовленных образцов ИАГ:Се, ИАГГ:Се отличаются от заложенного при изготовлении шихты. Доля ионов алюминия превышала заложенную при формировании шихты относительно доли Y, Ce, Gd. Следовательно, полученная керамика имеет нестехиометрический состав.

Таблица 1 – Элементный состав поверхности полученных образцов керамики

Atom (at.%)	Al ₂ O ₃ (56,8%) + Y ₂ O ₃ (34,1%) + Ce ₂ O ₃ (9,1%) + (22 КВт)	Al ₂ O ₃ (59,5%) + Y ₂ O ₃ (35,7%) + Ce ₂ O ₃ (4,8%) + (22 КВт)	Al ₂ O ₃ (56,8%) + Y ₂ O ₃ (22,7%) + Gd ₂ O ₃ (11,4%) + Ce ₂ O ₃ (9,1%) (22 КВт)	Al ₂ O ₃ (59,5%) Y ₂ O ₃ (23,8%) Gd ₂ O ₃ (11,9%) Ce ₂ O ₃ (4,8%) (25 КВт)
O	65.84	62.74	69.58	57.51
Al	26.16	33.02	28.72	36.36
Y	7.23	3.66	0.93	4.15
Ce	0.77	0.53	0.63	0.71
Gd	-	0.06	0.15	1.26

Таблица 2 – Элементный состав измельченного люминофора

Atom (at.%)	Al ₂ O ₃ (56,8%) + Y ₂ O ₃ (34,1%) + Ce ₂ O ₃ (9,1%) + (22 КВт)	Al ₂ O ₃ (56,8%) + Y ₂ O ₃ (22,7%) + Gd ₂ O ₃ (11,4%) + Ce ₂ O ₃ (9,1%) (22 КВт)	Al ₂ O ₃ (56,8%) Y ₂ O ₃ (34,1%) Ce ₂ O ₃ (9,1%) (25 КВт)
O	57.39	52.81	66.32
Al	33.26	37.76	25.65
Y	7.55	7.29	7.49
Ce	1.8	1.35	0.54
Gd	-	0.8	-

Рентгеноструктурный анализ показал, что полученная керамика имеет высокую степень кристалличности, около 80 % (Рисунок 2). Основу ИАГ керамики составляют кристаллы размерами 47 нм, ИАГГ – 81 нм. В керамике обнаружено существование отдельной фазы корунда. Параметры решетки ИАГ, ИАГГ и Al₂O₃ близки к известным для кристаллов: a, b, c ≈ 12,023 в ИАГ, 12,055 в ИАГГ, 4,75 в Al₂O₃ (Таблица 3).

Таким образом полученная керамика представляет собой систему из мелких кристаллитов, которые могут объединяться в микрокристаллы до 50 мкм, имеет доминирующую ИАГ (или ИАГГ) фазу, состав, близкий к соответствующему этой фазе, но нестехиометрический.

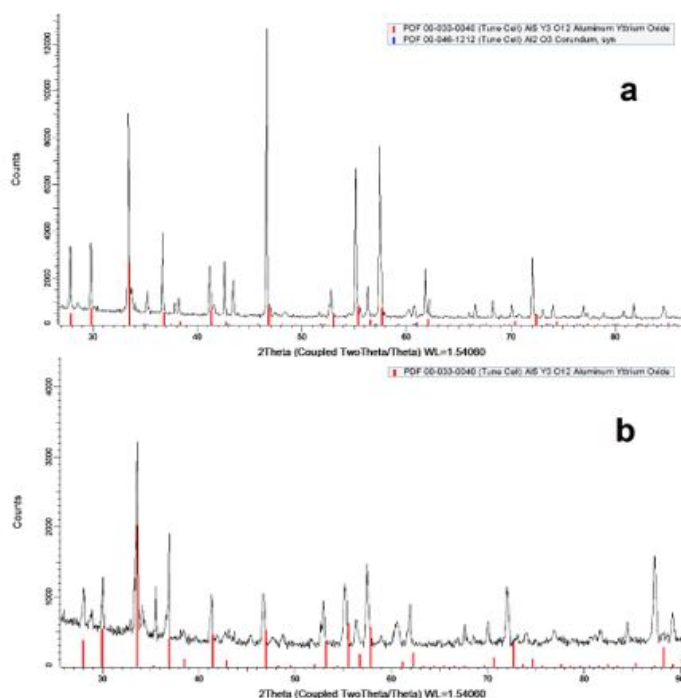


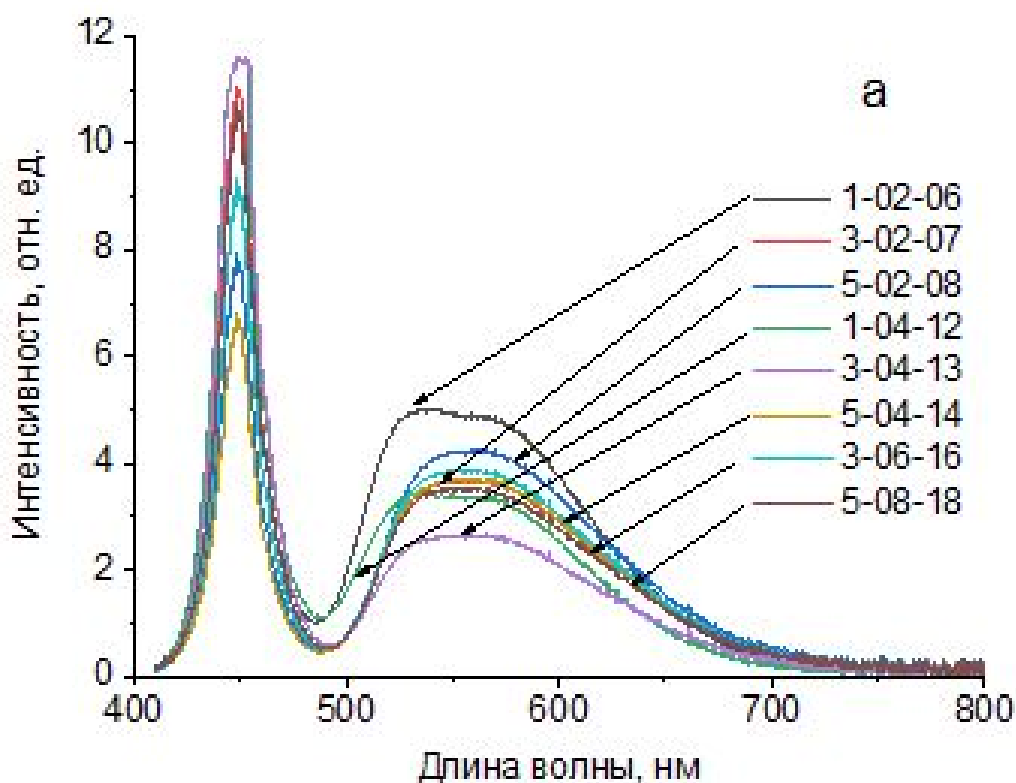
Рисунок 2 - Diffractograms of the investigated samples: a - Al_2O_3 (59,5%) + Y_2O_3 (35,7%) + Ce_2O_3 (4,8%), b - Al_2O_3 (56,8%) + Y_2O_3 (22,7%) + Gd_2O_3 (11,4%) + Ce_2O_3 (9,1%)

Таблица 3 - Элементный состав измельченного люминофора

Исходный состав	Фаза	Параметр ячейки, Å	Размер кристаллитов, нм	Степень кристалличности, %	Фазовое содержание %
Al_2O_3 (59,5%) + Y_2O_3 (35,7 %) + Ce_2O_3 (4,8 %) (22КВт, 12.04.2018)	$\text{Al}_2\text{Y}_3\text{O}_{12}$ – Cubic Ia-3d(230)	a=11.98300	64.5	91.0	71.7
	Al_2O_3 – Rhombo.H.axes – R-3c(167)	a=4.74657, c=13.01621	61.5		28.3
Al_2O_3 (56,8%) + Y_2O_3 (34,1 %) + Ce_2O_3 (9,1 %) (22КВт, 11.04.2018)	$\text{Al}_2\text{Y}_3\text{O}_{12}$ – Cubic Ia-3d(230)	a=11.96366	48.3	91.1	82.4
	Al_2O_3 – Rhombo.H.axes – R-3c(167)	a=4.80604, c=13.04118	44.7		14.9
	CeO_2 – Cubic Fm-3m(225)	a=5.53065	51.7		2.6
Al_2O_3 (59,5%) + Y_2O_3 (23,8 %) + Gd_2O_3 (11,9 %) + Ce_2O_3 (4,8 %) (25КВт, 11.04.2018)	$\text{Al}_2\text{Y}_3\text{O}_{12}$ – Cubic Ia-3d(230)	a=11.95920	28.7	88.1	83.0
	Al_2O_3 – Rhombo.H.axes – R-3c(167)	a=4.72784 c=12.93445	42.9		17.0
Al_2O_3 (56,8%) + Y_2O_3 (34,1 %) + Ce_2O_3 (9,1 %) (22КВт, 11.04.2018)	$\text{Al}_2\text{Y}_3\text{O}_{12}$ – Cubic Ia-3d(230)	a=12.01313	46.1	86.3	91.2
	Al_2O_3 – Rhombo.H.axes – R-3c(167)	a=4.76400, c=12.99785	44.4		8.8
Al_2O_3 (56,8%) + Y_2O_3 (34,1 %) + Ce_2O_3 (9,1 %) (22КВт, 12.04.2018)	$\text{Al}_2\text{Y}_3\text{O}_{12}$ – Cubic Ia-3d(230)	a=11.94255	47.4	92.4	82.3
	Al_2O_3 – Rhombo.H.axes – R-3c(167)	a=4.79379, c=13.11022	44.7		2.0
	CeO_2 – Cubic Fm-3m(225)	a=5.52306	50.6		15.7

Al ₂ O ₃ (56,8%) + Y ₂ O ₃ (22,7 %) + Gd ₂ O ₃ (11,4 %) + Ce ₂ O ₃ (9,1 %) (22КВт, 11.04.2018)	Al ₂ Y ₃ O ₁₂ – Cubic Ia-3d(230)	a=11.96328	71.5	89.8	73.6
	Al ₂ O ₃ – Rhombo.H.axes – R-3c(167)	a=4.79285, c=13.07166	98.2		1.7
	CeO ₂ – Cubic Fm-3m(225)	a=5.50465	81.7	24.6	
Al ₂ O ₃ (56,8%) + Y ₂ O ₃ (22,7 %) + Gd ₂ O ₃ (11,4 %) + Ce ₂ O ₃ (9,1 %) (22КВт, 12.04.2018)	Al ₂ Y ₃ O ₁₂ – Cubic Ia-3d(230)	a=11.91594	48.5	86.3	100

Фотолюминесценция при возбуждении синим светодиодом. Образцы синтезированной ИАГ керамики интенсивно люминесцируют при возбуждении излучением чипа на 460 нм в диапазоне от 500-700 нм, характерном для ИАГ:Се и ИАГГ:Се люминофоров [9, 12-14]. На рис (а, b) приведены результаты измерения спектров люминесценции, измеренных при возбуждении поверхности раскола образцов. Вся область раскола хорошо люминесцирует, однако распределение яркости по поверхности неоднородное. Максимум люминесценции ИАГ:Се керамики приходится на 555 нм, полуширина полосы равна 0,45 эВ. В ИАГГ:Се керамике максимум люминесценции на 555 нм, полуширина полосы равна 0,48 эВ. Смещение полосы в ИАГГ:Се керамике относительно полосы в ИАГ:Се является характерным признаком люминофоров, содержащих ионы Gd³⁺ в качестве модификаторов. Значения полуширины полос люминесценции в синтезированных образцах керамики находятся в пределах, измеренных в [13, 15] соответствующих люминофорах и керамике [16] на основе ИАГ:Се.



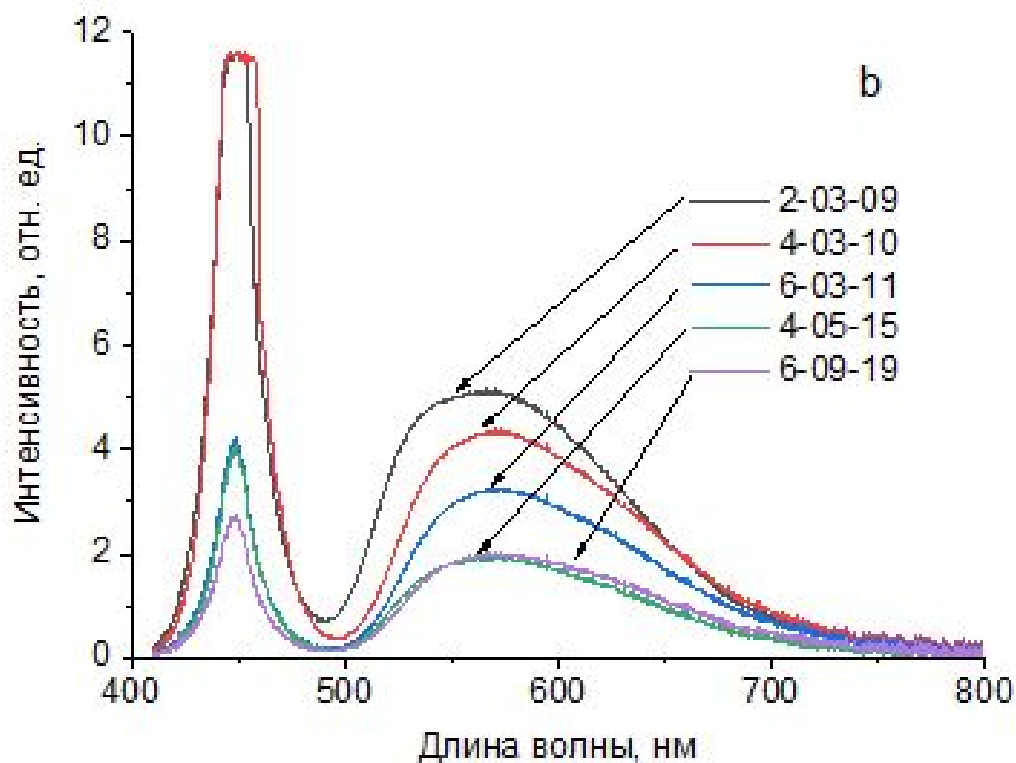


Рисунок 3 - Спектры люминесценции а - ИАГ:Се, б - ИАГГ:Се керамика при возбуждении чипа на 460 нм

Заключение. Впервые синтезирована ИАГ:Се керамика в поле мощного потока радиации. Керамика имеет гетерогенную структуру. Основной фазой полученной керамики является ИАГ, которая составляет от 72 до 91% от всего объема образцов. Остальной объем образцов составляют фазы Al_2O_3 и CeO_2 . Синтезированная керамика имеет характерные для ИАГ:Се, ИАГГ:Се люминофоров свойства.

Таким образом, возможен синтез люминесцирующей ИАГ:Се, ИАГГ:Се керамики в поле радиации. Достоинства этого метода очевидны. Время синтеза составляет 1 секунду. Эффективность синтеза по сравнению с обычно используемым термическим определяется ионизационными процессами, но не термическими. При использованных режимах облучения за время воздействия потока радиации в шихте поглощается энергия 6.1023 эВ/см^3 , создается 6.1022 см^{-3} электронных возбуждений (ионов, экситонов, электронно-дырочных пар). Следовательно, формирование структурных фаз происходит из совокупности элементов шихты с высокой степенью ионизации, то есть из состояния, близкого к плазменному. Это обеспечивает хорошее перемешивание элементов состава, может быть получена керамика с составом, близким к стехиометрическому. Поле радиации, распределение поглощенной энергии в шихте могут хорошо контролироваться. Следовательно, синтез в поле радиации может обеспечить высокую воспроизводимость получаемого материала.

Список литературы

- 1 Kong D.S., Kim M.J., Song H.J., Cho I.S., Jeong S., Shin H., Lee S., Jung H.S. Fine tuning of emission property of white light-emitting diodes by quantum-dot-coating on YAG: Ce nanophosphors // Appl. Surf. Sci. - 2016. - № 379. - P. 467-473.
- 2 Nakamura S., Mukai T., Senoh M. Candela-class high-brightness InGaN/AlGaIn double-heterostructure blue-light-emitting diodes // J. Appl. Phys.- 1994 - № 763. - P. 1687-1689.
- 3 Xia Z., Meijerink A. Ce³⁺-Doped garnet phosphors: composition modification, luminescence properties and applications // Chem. Soc. Rev. - 2017. - № 46. - P. 275-299.
- 4 Lee S., Seo S.Y. Optimization of yttrium aluminum garnet:Ce³⁺ phosphors for white light-emitting diodes by combinatorial chemistry method // J. Electrochem. Soc. - 2002. - № 149. - P. 85-88.
- 5 Ralph R. Jacobs, William F. Krupke, and Marvin J. Weber Measurement of excited state absorption loss for Ce³⁺ in Y₃Al₅O₁₂ and implications for tunable 5d²/4f rare earth lasers // Applied Physics Letters – Appl. Phys. Lett. - 1978. - № 33. - P. 410-415.
- 6 Ming Li, Ding Zhou, Cui Ping Li, Zhe Zhao Low temperature molten salt synthesis of YAG: Ce spherical powder and its thermally stable luminescent properties after post-annealing treatment // Materials Science in Semiconductor Processing - 2016. - № 44. - P. 101-107.
- 7 Kareiva, A. Aqueous Sol-Gel Synthesis Methods for the Preparation of Garnet Crystal Structure Compounds // Materials science. - 2011. - № 17. - P. 428-437
- 8 Fu Y.-P. Preparation of Y₃Al₅O₁₂:Ce powders by microwave induced combustion process and their luminescent properties // J. Alloys Compd.- 2006. № 414. - P.181-185.
- 9 Young Hyun Song, Eun Kyung Ji, Byung Woo Jeong, Mong Kwon Jung, Eun Young Kim, Chul Woo Lee, Dae Ho Yoon Design of laser-driven high-efficiency Al₂O₃/YAG:Ce³⁺ ceramic converter for automotive lighting: Fabrication, luminous emittance, and tunable color space // Dyes and Pigments - 2017. - № 139. - P. 688-692.
- 10 Yi-Chen Chen, Yung-Tang Nien Microstructure and photoluminescence properties of laser sintered YAG:Ce phosphor ceramics // Journal of the European Ceramic Society - 2017. № 37.- P. 223-227.
- 11 Yung-Tang Nien, Yi-Chen Chen, I-Chi Chiu Microstructure, phase transformation and photoluminescence of YAG:Ce ceramics by CO₂ laser sintering // Journal of Alloys and Compounds - 2018. - № 797. - P. 110-116.
- 12 Zehua Liu, Shuxing Li, et.al. Composite ceramic with high saturation input powder in solid-state laser lighting: Microstructure, properties, and luminous emittances // ScienceDirect Ceramics International- 2018.- № 44. - P. 20232-20238.
- 13 Hongling Shi, Chen Zhu, et al. Luminescence properties of YAG:Ce, Gd phosphors synthesized under vacuum condition and their white LED performances // Optical Materials Express - 2014.- № 4. - P. 649-655.
- 14 Xianqiang Chen, Haiming Qina, Ye Zhang, Jun Jiang, Haochuan Jiang Highly transparent ZrO₂-doped (Ce,Gd)₃Al₃ Ga₂O₁₂ ceramics prepared via oxygen sintering // Journal of the European Ceramic Society - 2015.- № 35. - P. 3879-3883.
- 15 Dusan Bucevac, Vladimir Krstic The effect of SiC addition on photoluminescence of YAG:Ce phosphor for white LED // Journal of the European Ceramic Society - 2018.- № 38. - P. 5519-5524.
- 16 Zehua Liu, Shuxing Li et al. The effect of the porosity on the Al₂O₃-YAG:Ce phosphor ceramic: Microstructure, luminescent efficiency, and luminous stability in laser-driven lighting // Journal of Alloys and Compounds - 2019. - № 85 - P. 125-130.

Карипбаев Ж.Т.¹, Мусаханов Д.А.^{1,2}, Лисицын В.М.², Голковский М.Г.³,
Лисицына Л.А.⁴, Алпысова Г.К.¹, Тулегенова А.Т.⁵, Акылбеков А.Т.¹,
Даулетбекова А.К.¹, Балабеков К.Н.¹, Козловский А.⁶, Усеинов А.¹

¹ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

² Томск политехникалық университеті, Томск, Ресей

³ РФА СБ ЯФ ғылыми зерттеу институты, Новосибирск, Ресей

⁴ Томск мемлекеттік университеті, Томск, Ресей

⁵ Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

⁶ Ядролық физика институты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Радиация өрісіндегі ИАГ және ИАГГ люминофорларының құрылымын зерттеу және синтездеу

Аңдатпа. Осы жұмыста қатты радиацияның күшті ағындарын пайдаланып, фосфор синтездеуге әрекет жасалды. Алынған YAG: Ce керамиканың беткі құрылымы, элементтік құрамы және люминесценттік қасиеттері зерттелді. Керамика гетерогенді құрылымға ие. Алынған керамиканың негізгі фазасы YAG болып табылады, ол үлгілердің жалпы көлемінің 72-91% құрайды. Үлгілердің қалған көлемі Al₂O₃ және CeO₂ фазаларынан тұрады. Синтезделген керамика YAG:Ce, YAGG: Ce люминофорларының сипаттамаларына тән. Скандерлі электронды микроскоптың көмегімен синтезделген керамика беті мен бетінің күйі зерттелді. Синтезделген керамикалық үлгілердің рентгендік талдауы дифрактометрде жүргізілді. ТОПАС-4.2 бағдарламасында сандық фаза тәуелділігі анықталды. Үлгілердің беттік қоздыру кезіндегі люминесценттік спектрлерінің өлшеу нәтижелері келтірілген.

Түйін сөздер: ақ жарық диодтары, иттрий- алюминий гранат, люминофор, керамика, радиация өрісіндегі синтез.

Karipbaev Zh.¹, Musahanov D.¹, Lisitsyn V.², Golkovskii M.³,
Lisitsyna L.⁴, Alpysova G.¹, Tulegenova A.⁵, Akylbekov A.¹,
Dauletbekova A.¹, Balabekov K.¹, Kozlovskii A.⁶, Usseinov A.¹

¹ L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

² Tomsk Politechnical University, Tomsk, Russia

³ Scientific Research Institute of Nuclear Physics SB RAS, Novosibirsk, Russia

⁴ Tomsk State University, Tomsk, Russia

⁵ Al-Farabi Kazakh National University, Almaty

⁶ Institute of Nuclear Physics, Nur-Sultan, Kazakhstan

Synthesis, the study of the structure of YAG and YAGG phosphors in the radiation field

Abstract: In the present work, it was attempted phosphor synthesis using powerful hard radiation fluxes. The surface, elemental composition, structure and luminescent characteristics of obtained YAG:Ce ceramics were studied. Ceramics has a heterogeneous structure. The main phase of the obtained ceramics is YAG, which makes up from 72 to 91% of the total volume of the samples. The remaining volume of samples consists of the phases Al_2O_3 and CeO_2 . Synthesized YAG:Ce, YAGG:Ce ceramics has such characteristic of phosphors. The state of the surface and the elemental composition of the surface of a sample of synthesized ceramics were studied using a scanning electron microscope. X-ray analysis of the synthesized ceramic samples was carried out on a diffractometer. Quantitative phase dependence was determined in the TOPAS-4.2 program. The results of measuring the luminescence spectra measured upon excitation of the surface of the split of the samples are presented.

Keywords: white LEDs, yttrium-aluminum garnet, phosphor, ceramics, synthesis in the radiation field.

References

- 1 Kong D.S., Kim M.J., Song H.J., Cho I.S., Jeong S., Shin H., Lee S., Jung H.S., Fine tuning of emission property of white light-emitting diodes by quantum-dot-coating on YAG: Ce nanophosphors, *Appl. Surf. Sci.*, 379, 467–473 (2016).
- 2 Nakamura S., T. Mukai, and M. Senoh, Candela-class high-brightness InGaN/AlGaIn double-heterostructure blue-light-emitting diodes, *J. Appl. Phys.* 76(8189), 1687–1689 (1994).
- 3 Z. Xia, A. Meijerink, Ce_{3+} -Doped garnet phosphors: composition modification, luminescence properties and applications, *Chem. Soc. Rev.* 46, 275-299 (2017).
- 4 S. Lee, S.Y. Seo, Optimization of yttrium aluminum garnet: Ce^{3+} phosphors for white light-emitting diodes by combinatorial chemistry method, *J. Electrochem. Soc.* 149, 85-88 (2002).
- 5 Ralph R. Jacobs, William F. Krupke, and Marvin J. Weber Measurement of excited state absorption loss for Ce^{3+} in $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ and implications for tunable $5d \rightarrow 4f$ rare earth lasers, *Applied Physics Letters*, 33(5), 410-415 (1978).
- 6 Ming Li, Ding Zhou, Cui Ping Li, Zhe Zhao Low temperature molten salt synthesis of YAG: Ce spherical powder and its thermally stable luminescent properties after post-annealing treatment, *Materials Science in Semiconductor Processing*, Vol. 44, 101-107 (2016).
- 7 Kareiva, A. Aqueous Sol-Gel Synthesis Methods for the Preparation of Garnet Crystal Structure Compounds, *Materials science*. 17 (4), 428-437 (2011)
- 8 Y.-P. Fu, «Preparation of $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ powders by microwave induced combustion process and their luminescent properties», *J. Alloys Compd.*, 181–185 (2006).
- 9 Young Hyun Song, Eun Kyung Ji, Byung Woo Jeong, Mong Kwon Jung, Eun Young Kim, Chul Woo Lee, Dae Ho Yoon Design of laser-driven high-efficiency $\text{Al}_5\text{O}_{12} / \text{YAG} : \text{Ce}^{3+}$ ceramic converter for automotive lighting: Fabrication, luminous emittance, and tunable color space, *Dyes and Pigments*, 139, 688-692 (2017).
- 10 Yi-Chen Chen, Yung-Tang Nien Microstructure and photoluminescence properties of laser sintered YAG:Ce phosphor ceramics, *Journal of the European Ceramic Society*, 223–227 (2017).
- 11 Yung-Tang Nien, Yi-Chen Chen, I-Chi Chiu Microstructure, phase transformation and photoluminescence of YAG:Ce ceramics by CO_2 laser sintering, *Journal of Alloys and Compounds* 797, 110-116 (2018).
- 12 Zehua Liu, Shuxing Li, et.al. Composite ceramic with high saturation input powder in solid-state laser lighting: Microstructure, properties, and luminous emittances, *ScienceDirect Ceramics International* 44, 20232–20238 (2018).
- 13 Hongling Shi, Chen Zhu, et al. Luminescence properties of YAG:Ce, Gd phosphors synthesized under vacuum condition and their white LED performances, *Optical Materials Express*, 4(4), 649-655 (2014).
- 14 Xianqiang Chen, Haiming Qina, Ye Zhang, Jun Jiang, Haochuan Jiang Highly transparent ZrO_2 -doped (Ce,Gd) $3\text{Al}_3\text{Ga}_2\text{O}_{12}$ ceramics prepared via oxygen sintering, *Journal of the European Ceramic Society* 35, 3879-3883 (2015).
- 15 Dusan Bucevac, Vladimir Krstic The effect of SiC addition on photoluminescence of YAG:Ce phosphor for white LED, *Journal of the European Ceramic Society* 38, 5519-5524 (2018).
- 16 Zehua Liu, Shuxing Li at all. The effect of the porosity on the Al_2O_3 -AG:Ce phosphor ceramic: Microstructure, luminescent efficiency, and luminous stability in laser-driven lighting, *Journal of Alloys and Compounds* 785, 125–130 (2019).

Сведения об авторах:

Карипбаев Ж.Т. - доктор PhD, и.о. доцента кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

Мусаханов Д.А. - старший преподаватель кафедры радиотехники, электроники и телекоммуникации, аспирант 3 курса, Томский политехнический университет, Томск, Россия.

Лисицын В.М. - доктор физико-математических наук, профессор, Томский политехнический университет, Томск, Россия.

Голковский М.Г. - кандидат химических наук, руководитель лаборатории, Научно-исследовательский институт ЯФ СО РАН, г. Новосибирск, Россия.

Лисицына Л.А. - доктор физико-математических наук, профессор, Томский государственный университет, Томск, Россия.

Алпысова Г.К. - докторант кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

Түлегенова А.Т. - кандидат технических наук, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

Ажылбеков А.Т. - доктор физико-математических наук, профессор кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

Даулетбекова А.К. - кандидат физико-математических наук, профессор кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

Балабеков К.Н. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

Козловский А. - PhD, заведующий лабораторией физики твердого тела, Институт ядерной физики, пр. Абылай хана, 2/1, Нур-Султан, Казахстан.

Усеинов А. - PhD, и.о. доцента международной кафедры ядерной физики, новых материалов и технологии, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

Карипбаев Ж. - PhD of the International Department of technical physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str., 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Mussakhanov D. - graduate student, Tomsk Politechnical University, Tomsk, Russia.

Lisitsyn V. - Doctor of physical and mathematical sciences, professor, Tomsk Politechnical University, Tomsk, Russia.

Golkovskii M. - Candidate of Chemical Sciences, Head of Laboratory, Scientific Research Institute of Nuclear Physics SB RAS, Novosibirsk, Russia.

Lisitsyna L. - Doctor of physical and mathematical sciences, professor, Tomsk State University, Tomsk, Russia.

Alpyssova G. - PhD student of the Department of technical physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str., 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Tulegenova A. - Candidate of Technical Sciences, Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty.

Akilbekov A. - Doctor of physical and mathematical sciences, professor of the Department of technical physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str., 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Dauletbekova A. - Candidate of physical and mathematical sciences, professor of the Department of technical physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str., 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Balabekov K. - Candidate of physical and mathematical sciences, assistant professor of the Department of technical physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str., 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Kozlovskiy A. - PhD, Head of the Laboratory of Solid State Physics, Institute of Nuclear Physics, Abilaikhan avenue, 2/1, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Usseinov A. - PhD of the International Department of nuclear physics, new materials and technology, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str., 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 3.07.2019

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы» журналында мақала жариялау ережесі

Журнал редакциясы авторларға осы нұсқаулықпен толық танысып, журналға мақала әзірлеу мен дайын мақаланы журналға жіберу кезінде басшылыққа алуды ұсынады. Бұл нұсқаулық талаптарының орындалмауы сіздің мақалаңыздың жариялануын кідіртеді.

1. Журнал мақсаты. Физика мен астрономия салаларының теориялық және эксперименталды зерттелулері бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Баспаға (барлық жариялаушы авторлардың қол қойылған қағаз нұсқасы және электронды нұсқа) журналдың түпнұсқалы стильдік файлының міндетті қолданысымен LaTeX баспа жүйесінде дайындалған Tex- пен Pdf-файлындағы жұмыстар ұсынылады. Стильдік файлды *bulphysast.enu.kz* журнал сайтынан жүктеп алуға болады. Сонымен қатар, автор(лар) ілеспе хат ұсынуы керек.

3. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысында басуға келісін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

4. Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

FTAMPK <http://grnti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

Аңдатпа (100-200 сөз; күрделі формулаларсүзсыз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы /зерттеу /әдістері нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

Түйін сөздер (6-8 сөз не сөз тіркесі. Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-ізвестіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

Негізгі мәтін мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

5. Таблица, суреттер – Жұмыстың мәтнінде кездесетін таблицалар мәтіннің ішінде жеке нөмірленіп, мәтін көлемінде сілтемелер түрінде көрсетілуі керек. Суреттер мен графиктер PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX форматындағы стандарттарға сай болуы керек. Нүктелік суреттер кеңейтілімі 600 dpi кем болмауы қажет. Суреттердің барлығы да айқын әрі нақты болуы керек.

Мақаладағы **формулалар** тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана нөмірленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда жасалдырылуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетке көрсетіледі.

6. Жұмыста қолданылған әдебиеттер тек жұмыста сілтеме жасалған түпнұсқалық көрсеткішке сай (сілтеме беру тәртібінде немесе ағылшын әліпбиі тәртібі негізінде толтырылады) болуы керек. Баспадан шықпаған жұмыстарға сілтеме жасауға тұйым салынады.

Сілтемені беруде автор қолданған әдебиеттің бетінің нөмірін көрсетпей, келесі нұсқаға сүйеніңіз дұрыс: тараудың номері, бөлімнің номері, тармақтың номері, тараманың (лемма, ескерту, формуланың және т.б.) номері көрсетіледі. Мысалы: қараңыз [3; § 7, лемма 6]», «...қараңыз [2; 5 теоремадағы ескерту]». Бұл талап орындалмаған жағдайда мақаланы ағылшын тіліне аударғанда сілтемелерде қателіктер туындауы мүмкін.

Әдебиеттер тізімін рәсімдеу мысалдары

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. –М: Физматлит, –1994, –376 стр. – **кітап**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики –2014. –Т.54. № 7. –С. 1059-1077. – **мақала**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. – **конференция еңбектері**

4 Нуртазина К. Рыцарь математики и информатики. –Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. –С.7. – **газеттік мақала**

5 Кыров В.А., Михайловиченко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semj.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). – **электронды журнал**

7. Әдебиеттер тізімінен соң автор өзінің библиографиялық мәліметтерін орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде орындалса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде орындалса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде орындалса) жазу қажет. Соңынан транслиттік аударма мен ағылшын тілінде берілген әдебиеттер тізімінен соң әр автордың жеке мәліметтері (қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде – ғылыми атағы, қызметтік мекенжайы, телефоны, e-mail-ы) беріледі.

8. Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек. Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

9. Төлемақы. Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 2018 жылы 4500 тенге – ЕҰҰ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: KСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

4) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк
Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Physics. Astronomy series"

The journal editorial board asks the authors to read the rules and adhere to them when preparing the articles, sent to the journal. Deviation from the established rules delays the publication of the article.

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific.

2. The scientific publication office accepts the article (in electronic and printed, signed by the author) in Tex- and Pdf-files, prepared in the LaTeX publishing system with mandatory use of the original style log file. The style log file can be downloaded from the journal website *bulphysast.enu.kz*. And you also need to provide the cover letter of the author(s). Language of publications: Kazakh, Russian, English.

3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the republication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

5. Structure of the article

GRNTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

Full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

Author's e-mail (s)

Article title

Abstract (100-200 words, it should not contain a big formulas, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

Key words (6-8 words/word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

The main text of the article should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

Tables are included directly in the text of the article; it must be numbered and accompanied by a reference to them in the text of the article. Figures, graphics should be presented in one of the standard formats: PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. Bitmaps should be presented with a resolution of 600 dpi. All details must be clearly shown in the figures.

In the article, only those **formulas** are numbered, to which the text has references.

All **abbreviations**, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on **the financial** support of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

6. The list of literature should contain only those sources (numbered in the order of quoting or in the order of the English alphabet), which are referenced in the text of the article. References to unpublished issues, the results of which are used in evidence, are not allowed. Authors are recommended to exclude the reference to pages when referring to the links and guided by the following template: chapter number, section number, paragraph number, theorem number (lemmas, statements, remarks to the theorem, etc.), number of the formula. For example, "... see [3, § 7, Lemma 6]"; "... see [2], a remark to Theorem 5". Otherwise, incorrect references may appear when preparing an English version of the article.

Template

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. -М: Физматлит, -1994, -376 стр.-**book**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики -2014. -Т.54. № 7. -С. 1059-1077. - **journal article**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - - **Conferences proceedings**

4 Нуртазина К. Рыцарь математики и информатики. -Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. -С.7. **newspaper articles**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия -2017. -Т.14. -С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. - URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **Internet resources**

7. At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language). Then a combination of the English-language and transliterated parts of the references list and information about authors (scientific degree, office address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English) is given.

8. Work with electronic proofreading. Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days. Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

Periodicity of the journal: 4 times a year.

9. Payment. Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment on the following requisites (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge):

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: КСЖВКЗКХ

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпп 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпп 859 - за статью

3) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпп 859 - за статью

4) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк
Казахстан"

БИК Банка: HSBKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпп 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия: Физика. Астрономия»

Редакция журнала просит авторов ознакомиться с правилами и придерживаться их при подготовке работ, направляемых в журнал. Отклонение от установленных правил задерживает публикацию статьи.

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ по актуальным проблемам теоретических и экспериментальных исследований в области физики и астрономии.

2. В редакцию (в бумажном виде, подписанном всеми авторами и в электронном виде) представляются Tex- и Pdf-файлы работы, подготовленные в издательской системе LaTeX, с обязательным использованием оригинального стилевого файла журнала. Стилиевой файл можно скачать со сайта журнала *bulphysast.enu.kz*. Автору (авторам) необходимо предоставить сопроводительное письмо.

Язык публикаций: казахский, русский, английский.

3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

4. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

5. Схема построения статьи

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и фамилия автора(ов)

Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

E-mail автора(ов)

Название статьи

Аннотация (100-200 слов; не должна содержать громоздкие формулы, по содержанию повторять название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы).

Ключевые слова (6-8 слов/словосочетаний. Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

Основной текст статьи должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы включаются непосредственно в текст работы, они должны быть пронумерованы и сопровождаться ссылкой на них в тексте работы. Рисунки, графики должны быть представлены в одном из стандартных форматов: PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. Точечные рисунки необходимо выполнять с разрешением 600 dpi. На рисунках должны быть ясно переданы все детали.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры и сокращения**, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

6. Список литературы должен содержать только те источники (пронумерованные в порядке цитирования или в порядке английского алфавита), на которые имеются ссылки в тексте работы. Ссылки на неопубликованные работы, результаты которых используются в доказательствах, не допускаются.

Авторам рекомендуется при оформлении ссылок исключить упоминание страниц и руководствоваться следующим шаблоном: номер главы, номер параграфа, номер пункта, номер теоремы (леммы, утверждения, замечания к теореме и т.п.), номер формулы. Например, "..., см. [3; § 7, лемма 6]"; "..., см. [2; замечание к теореме 5]". В противном случае при подготовке англоязычной версии статьи могут возникнуть неверные ссылки.

Примеры оформления списка литературы

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. -М: Физматлит, -1994, -376 стр. - **книга**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики -2014. -Т.54. № 7. -С. 1059-1077. - **статья**

3 Жубаньшиева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - **труды конференции**

4 Нургазина К. Рыцарь математики и информатики. -Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. -С.7. - **газетная статья**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия -2017. -Т.14. -С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. - URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

7. После списка литературы, необходимо указать библиографические данные на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке). Затем приводится комбинация англоязычной и транслитерированной частей списка литературы и сведения по каждому из авторов (научное звание, служебный адрес, телефон, e-mail - на казахском, русском и английском языках).

8. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статьям отправляются автору. Авторам в течение трех дней необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию, к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

Периодичность журнала: 4 раза в год.

9. Оплата. Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию, необходимо произвести оплату по следующим реквизитам (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге): Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: KСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпп 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпп 859 - за статью

3) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпп 859 - за статью

4) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпп 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³

¹ *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

² *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: ¹ *axaulezh@mail.ru*, ² *ntmath10@mail.ru*, ³ *adilzhan_71@mail.ru*)

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

Заголовок секции

1.1 Заголовок подсекции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

Теорема 2 (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

Д о к а з а т е л ь с т в о. Текст доказательства.

2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (1)$$

где $\delta_N(\varepsilon_N; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv$

$$\equiv \sup_{f \in F} \left\| Tf(\cdot) - \varphi_N \left(l_N^{(1)}(f) + \gamma_N^{(1)} \varepsilon_N^{(1)}, \dots, l_N^{(N)}(f) + \gamma_N^{(N)} \varepsilon_N^{(N)}; \cdot \right) \right\|_Y.$$

$$\left| \gamma_N^{(\tau)} \right| \leq 1 (\tau=1, \dots, N)$$

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

Таблица 1 – Название таблицы

Простые	Не простые
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14

3. Ссылки и библиография

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (1)

Для руководства по ЛАТЭХ и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете ЛАТЭХ. Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.



FIGURE 1 – Название рисунка

Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темирғалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. doi: ... (при наличии) - **статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гиполипидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темірғалиев¹, А.Б. Утесов²

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Астана, Қазақстан

² Қ.Жұбанов атындағы. Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебега коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөздер].

Түйін сөздер: жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

A.Zh.Zhubanysheva¹, N. Temirgaliyev¹, A.B. Utesov²

¹ Institute of theoretical mathematics and scientific computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

² K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

Numerical differentiation of functions in the context of Computational (numerical) diameter

Abstract: The computational (numerical) diameter is used to completely solve the problem of approximate differentiation of a function given inexact information in the form of an arbitrary finite set of trigonometric Fourier coefficients. [100-200 words]

Keywords: approximate differentiation, recovery from inexact information, limiting error, computational (numerical) diameter, massive limiting error. [6-8 words/word combinations]

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'juternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenom analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcij s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionalov i ih primenenija k poperechnikovym zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika

- S.M.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcij" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekturnaja i gipolipidemicheskaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Kyrov V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vlozhenija simplekticheskoj geometrii [The analytic method of embedding symplectic geometry], Sibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], **14**, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

Сведения об авторах:

Жубанышева А.Ж. - старший научный сотрудник Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Теміргалиев Н. - директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Утесов А.Б. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой, 34, Актөбе, Казахстан.

Zhubanysheva A.Zh. - Senoir researcher of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Utesov A.B. - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

Редакторы: А.Т. Ақылбеков
Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы.
-2019 - 3(128) - Нұр-Сұлтан: ЕҰУ. 175-б.
Шартты б.т. - 9,375 Таралымы - 25 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

Редакция мекен-жайы: 010008, Нұр-Сұлтан: қ.,
Сәтбаев көшесі, 2.
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: +7(7172) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды