

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**

№1(130)/2020

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, 2020**

**Nur-Sultan, 2020**

**Нур-Султан, 2020**

*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*

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

*Редакцияның мекенжайы:* 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, 402 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:* Г. Мендыбаева

**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.

Ашық қолданудағы электрондық нұсқа: <http://bulphysast.enu.kz/>

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі, 12/1, 102 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*

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

*Editorial address:* L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpayev str., of. 402,  
Nur-Sultan, Kazakhstan 010008  
Tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)  
E-mail: vest\_phys@enu.kz

*Responsible secretary, computer layout:* G. Mendybayeva

**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.

Available at: <http://bulphysast.enu.kz/>

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*

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

*Адрес редакции:* 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, каб. 402, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева.  
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)  
E-mail: vest\_phys@enu.kz

*Ответственный секретарь, компьютерная верстка:* Г. Мендыбаева

**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.

Электронная версия в открытом доступе: <http://bulphysast.enu.kz/>

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

№1(130)/2020

МАЗМҰНЫ

<i>Сарсенова С.М., Сүлейменов Т.Б., Жумадилов К.Ш.</i> Ақмола облысы аумағында дозиметриялық зерттеулер жүргізу үшін үлгілерді дайындау әдістемесі	8
<i>Кайнарбай А.Ж., Нуразметов Т.Н., Салиходжа Ж.М., Балабеков К.Н., Ахметова А.С., Юсупбекова Б.Н., Жунусбеков А.М., Дауренбеков Д.Х., Какимшишов Е.А.</i> Полимер матрицасындағы CdSe және CdSe/CdS жоғарылюминесцентті нанокристалдар негізіндегі гибриді композиттердің оптикалық қасиеттері	16
<i>Нуразметов Т.Н., Садықова Б.М., Жаңылысов К.Б., Юсупбекова Б.Н., Әлбай Т., Таймуратова Л.У., Әділ Б., Досполов А., Төлеков Д.А.</i> CaSO <sub>4</sub> және K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> кристалдарындағы меншікті люминесценция табиғаты	26
<i>Ажылбекова А., Шаяманов Б., Усеинов А., Даулетбекова А., Баймуханов З., Козловский А., Гиниятова Ш., Попов А.И., Байжуманов М.</i> ZnSe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> нанокристалдарының эксперименттік және теориялық зерттеулері	34
<i>Инербаев Т.М., Базарбек А.Б., Сағатов Н.Е., Ажылбеков А.Т.</i> Жер ядросының қысымындағы темір фосфидтерінің жай-күйі теңдеулерінің алғашқы ретті есептері	44
<i>Мендибаев К.О., Уразбеков Б.А., Лукьянов С.М., Кутербеков К.А., Джансейтов Д.М., Исатаев Т.Г., Жолдыбаев Т.К., Азнабаев Д., Валиолда Д.С., Кроха В., Мразек Д., Пеннионжеквич Ю.Э., Кабышев А.М., Мұхамбетжан А.М.</i> Дейтрондардың <sup>9</sup> Be ядросымен өзара әрекеттесуі кезінде түрлі теориялық модельдер шеңберінде бір нуклонды берілістерді зерттеу	50
<i>Опахай С., Кутербеков К.А., Соловьев А.А., Нуркенов С.А., Нығыманова А.С.</i> Жұқа пленкалы материалдар негізіндегі төмен температурадағы қатты оксидті отын элементтерінің дамуы	64
<i>Ракишев Ж.Б., Аппазова Ш.Т., Бейсембаева Б.С.</i> Ғарыш ашпараттының қозғалысын сипаттау нұсқалары туралы	74
<i>Амангелді Н., Солдатхан Д., Ергалиұлы Ғ.</i> <sup>16</sup> O+ <sup>12</sup> O ядролық жүйе үшін 20, 24 МэВ энергияларындағы серпінді шашыраудың оптикалық потенциалының параметрлерін анықтау	78
<i>Дәтей А.М., Амангалиева Р.Ж., Гиниятова Ш.Г.</i> Термоядролық реакторда қабырға маңындағы плазмалы-тозанды құрылымдардың қасиеттерін зерттеу	84
<i>Усеинов А.Б., Усеинов Б.М., Ажылбеков А.Т., Бекжанов Е.С.</i> Мырыш оксиді кристалдарының электр өткізгіштігі. «Алғашқы принциптер» зерттеу	90
<i>Балахаева Р., Кәрім Қ., Ажылбеков А., Баймуханов З., Гиниятова Ш., Байжуманов М., Даулетбекова А.</i> Температура мен тұндыру әдістерінің CdTe нанокристалдарының құрылымдық қасиеттеріне әсері	100

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

№1(130)/2020

CONTENTS

<i>Sarsenova S.M., Suleimenov T.B., Zhumadilov K.Sh.</i> Methodology of sample preparation for conducting dosimetric research on the territory of Akmola region	8
<i>Kainarbay A.Z., Nurakhmetov T.N., Ussipbekova B., Salikhodzha Z.M., Balabekov K.N., Akhmetova A.S., Yussupbekova B.N., Zhunusbekov A.M., Daurenbekov D.H., Kakimishov E.A.</i> Optical properties of hybrid composites based on highly luminescent CdSe and CdSe / CdS nanocrystals in the polymer matrix	16
<i>Nurakhmetov T.N., Sadykova B.M., Zhangylyssov K.B., Yussupbekova B.N., Alibay T.T., Taimuratova L.U., Adil B., Dospolov A., Tolekov D.A.</i> The nature of intrinsic luminescence in CaSO <sub>4</sub> and K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> crystals	26
<i>Akylbekova A., Shayamanov B., Usseinov A., Dauletbekova A., Baimukhanov Z., Kozlovskiy A., Giniyatova Sh., Popov A., Baizhumanov M.</i> Experimental and theoretical studies of ZnSe <sub>2</sub> O <sub>5</sub> nanocrystals	34
<i>Inerbaev T.M., Bazarbek A.B., Sagatov N.E., Akilbekov A.T.</i> First principle calculations of iron phosphide state equations at earth core pressures	44
<i>Mendibayev K.O., Urazbekov B.A., Lukyanov S.M., Kuterbekov K.A., Janseitov D.M., Isataev T., Zholdybayev T., Aznabayev D., Valiolda D.S., Kroha V., Mrazek D., Penionzhkevich Yu.E., Kabyshev A.M., Mukhambetzhana A.M.</i> Study of one-nucleon transfer reaction for the interaction of deuterons with the <sup>9</sup> Be nuclei within various theoretical models	50
<i>Opakhai S., Kuterbekov K.A., Solovyev A.A., Nurkenov S.A., Nygmanova A.S.</i> Development in low-temperature solid oxide fuel cells based on thin-film materials	64
<i>Rakishev Zh.B., Appazova Sh.T., Beisembayeva B.S.</i> About some options of the probability theory of description of motion of space vehicle	74
<i>Amangeldi N., Soldatkhan D., Yergaliuly G.</i> Determination of elastic scattering potential parameter at energies of 20, 24 MeV for the nuclear system <sup>16</sup> O+ <sup>12</sup> C	78
<i>Datey A.M., Amangaliyeva R.Zh., Giniyatova Sh.G.</i> Investigation of plasma-dust structures properties formed near the walls of a thermonuclear reactor	84
<i>Usseinov A.B., Useinov B.M., Akilbekov A.T., Bekzhanov E.S.</i> The electrical conductivity of zinc oxide crystals. First principles study	90
<i>Balakhayeva R., Karim K., Akilbekov A., Baymukhanov Z., Giniyatova Sh., Baizhumanov M., Dauletbekova A.</i> Influence of temperature and deposition methods on the structural properties of CdTe nanocrystals	100

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Сарсенова С.М., Сулейменов Т.Б., Жумадилов К.Ш.</i> Методика подготовки образцов для проведения дозиметрических исследований на территории Акмолинской области	8
<i>Кайнарбай А.Ж., Нуралиметов Т.Н., Салиходжа Ж.М., Балабеков К.Н., Ахметова А.С., Юсупбекова Б.Н., Жунусбеков А.М., Дауренбеков Д.Х., Какимишов Е.А.</i> Оптические свойства гибридных композитов на основе высоколюминесцирующих нанокристаллов CdSe и CdSe/CdS в матрице полимеров	16
<i>Нуралиметов Т.Н., Садыкова Б.М., Жанылысов К.Б., Юсупбекова Б.Н., Алибай Т.Т., Таймуратова Л.У., Адиль Б., Досполов А., Толеков Д.А.</i> Природа собственной люминесценции в кристаллах CaSO <sub>4</sub> и K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	26
<i>Акылбекова А., Шаяманов Б., Усеинов А., Даулетбекова А., Баймуханов З., Козловский А., Гиниятова Ш., Попов А.И., Байжуманов М.</i> Экспериментальные и теоретические исследования нанокристаллов ZnSe <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	34
<i>Инербаев Т.М., Базарбек А.Б., Сагатов Н.Е., Акилбеков А.Т.</i> Первопринципные расчеты уравнений состояния фосфидов железа при давлениях ядра Земли	44
<i>Мендибаев К.О., Уразбеков Б.А., Лукьянов С.М., Кутербек К.А., Джансейтов Д.М., Исатаев Т.Г., Жолдыбаев Т.К., Азнабаев Д., Валиолда Д.С., Кроха В., Мразек Д., Пеннионжскевич Ю.Э., Кабышев А.М., Мухамбетжан А.М.</i> Исследование однонуклонных передач при взаимодействии дейтронов с ядром <sup>9</sup> Be в рамках различных теоретических моделей	50
<i>Опахай С., Кутербек К.А., Соловьев А.А., Нуркенов С.А., Ныгыманова А.С.</i> Развитие низкотемпературных твердооксидных топливных элементов на основе тонкопленочных материалов	64
<i>Ракишев Ж.Б., Аппазова Ш.Т., Бейсембаева Б.С.</i> О некоторых вариантах описания движения космического аппарата	74
<i>Амангелди Н., Солдатхан Д., Ергалиұлы Ф.</i> Определение параметров потенциала упругого рассеяния при энергиях 20, 24 МэВ для ядерной системы <sup>16</sup> O+ <sup>12</sup> C	78
<i>Датей А.М., Амангалиева Р.Ж., Гиниятова Ш.Г.</i> Исследование свойств плазменно-пылевых структур, образующихся вблизи стенок термоядерного реактора	84
<i>Усеинов А.Б., Усеинов Б.М., Акилбеков А.Т., Бекжанов Е.С.</i> Электропроводность кристаллов оксида цинка. Исследования из первых принципов	90
<i>Балахаева Р.К., Карим К.Б., Акилбеков А.Т., Баймуханов З.К., Гиниятова Ш.Г., Байжуманов М.Ж., Даулетбекова А.К.</i> Влияние температуры и способов осаждения на структурные свойства нанокристаллов CdTe	100

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы, 2020, том 130, №1, 26-33 беттер  
<http://bulphysast.enu.kz>, E-mail: vest\_phys@enu.kz

МРНТИ: 29.19.01

Т.Н. Нурахметов<sup>1</sup>, Б.М. Садыкова<sup>1</sup>, К.Б. Жанылысов<sup>1</sup>, Б.Н. Юсупбекова<sup>1</sup>, Т.Т. Алибай<sup>1</sup>,  
Л.У. Таймуратова<sup>2</sup>, Б. Адиль<sup>1</sup>, А. Досполов<sup>1</sup>, Д.А. Толеков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

<sup>2</sup> Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга им. Ш.Есенова,  
Ақтау, Казахстан  
(E-mail: batsaiy\_s@mail.ru)

### Природа собственной люминесценции в кристаллах $\text{CaSO}_4$ и $\text{K}_2\text{SO}_4$

**Аннотация:** На основе полученных результатов по исследованию собственных коротковолновых излучений при возбуждении высокоэнергетическими фотонами 10,3 эВ и 12,4 эВ при 15 К методами вакуумно-ультрафиолетовой спектроскопии предлагается модель возникновения собственных коротковолновых излучений для  $\text{CaSO}_4$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

**Ключевые слова:** собственная люминесценция, фотон, электроны, рекомбинация, запрещенная зона, валентная зона, радикалы.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6836-2020-130-1-26-33>

Поступила: 23.01.2020 / Доработана: 21.02.2020 / Допущена к опубликованию: 4.03.2020

**Введение.** При взаимодействии ионизирующих излучений с сульфатами щелочных и щелочноземельных металлов протекают сложные релаксационные процессы, которые порождают возникновение собственных излучений кристаллов. Для идентификации отдельных полос собственного излучения необходимо знать электронную структуру данного кристалла. Авторы работы [1] провели расчет энергетической структуры кристалла  $\text{CaSO}_4$ , которые представлены на рисунке 1. Из рисунка 1 видно, что верхняя часть валентной зоны образована из 2р состояния кислорода анионного комплекса  $\text{SO}_4^{2-}$ . Зона проводимости образована из 4s и 3d состояний иона  $\text{Ca}^{2+}$ . На рисунке 1 указаны возможные электронные переходы из валентной зоны в зону проводимости.

Оцененная величина ширины запрещенной зоны для  $\text{CaSO}_4$  составляет  $E_g = 9,8$  эВ. В результате проведенных расчетов ширина запрещенной зоны для кристаллов  $\text{LiNaSO}_4$ ,  $\text{LiKSO}_4$ ,  $\text{LiNH}_4\text{SO}_4$  находится в пределах от 5,5 эВ до 5,9 эВ [2-4]. Экспериментальные результаты о ширине запрещенной зоны, полученные авторами работы [5-8] для литийсодержащих смешанных сульфатов, подтверждают расчетные данные авторов [2-4] и составляют от 4,5 эВ до 6 эВ. Наши экспериментальные данные, полученные в последнее время [9,10], подтверждают расчетные и экспериментальные данные авторов работы [2-8]. В нашей недавно опубликованной работе [10] для кристалла  $\text{CaSO}_4$  экспериментально показано, что ширина запрещенной зоны составляет около 5,5 ÷ 6,0 эВ. Собственная люминесценция впервые была изучена в работах Плеханова и Осмина [11].

В облученном рентгеновскими лучами кристалле  $\text{K}_2\text{SO}_4$  появляются коротко-волновая полоса излучения при 3,8 эВ и длинноволновые широкие полосы при 3,0 ÷ 3,1 эВ, 2,7 эВ и 2,3 эВ (рисунок 2). Предполагалось, что коротковолновое излучение 3,8 эВ связано с излучательным распадом автолокализованного экситона, а длинноволновое излучение 3,0 ÷ 3,1 эВ, 2,7 эВ, 2,3 эВ связаны с наведенными облучением электронно-дырочными центрами захвата.

В дальнейшем нами было показано, что коротковолновая полоса при 3,8 эВ связана с рекомбинацией электрона с локализованной дыркой  $\text{SO}_4^-$  [12]. Экспериментально показано, что увеличение концентрации локализованных дырок  $\text{SO}_4^-$  приводит к увеличению интенсивности рекомбинационного излучения при 3,8 эВ в кристаллах  $\text{K}_2\text{SO}_4 - \text{NO}_3^-$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4 - \text{Mn}^{2+}$ . Из рисунка 2 (кривые 3, 4) видно, что в кристаллах с примесью  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{Mn}^{2+}$  интенсивность коротковолнового рекомбинационного излучения в 2-3 раза



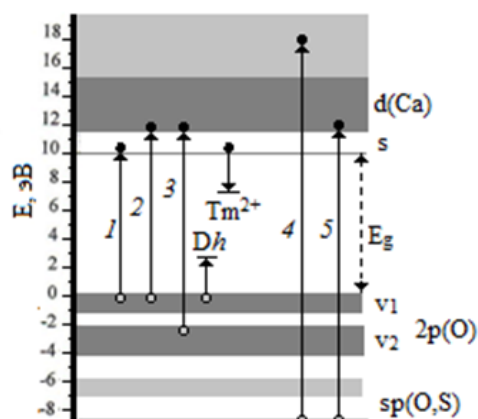


Рисунок 1 – Упрощенная энергетическая диаграмма ангидрита  $\text{CaSO}_4$ , построенная на основе теоретического расчета [1]

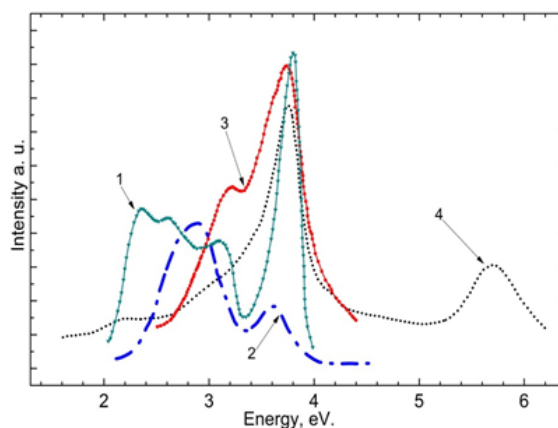


Рисунок 2 – Рентгенолюминесценция кристаллов, облученных при 80 K: 1)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  [11] 2)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  3)  $\text{K}_2\text{SO}_4 - \text{NO}_3^-$  4)  $\text{K}_2\text{SO}_4 - \text{Mn}$

больше, чем в чистом  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (рисунок 2, кривая 2). В кристаллах, где созданы условия для захвата электронов, концентрация дырок  $\text{SO}_4^-$  резко увеличивается. Примеси  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{Mn}^{2+}$  – являются захватчиками свободных электронов. Увеличение в 2-3 раза интенсивности излучения при 3,8 эВ показывает, что это связано с рекомбинацией электронов с локализованными дырками.

В последующих наших работах [9,10] были экспериментально обнаружено, что коротковолновая полоса излучения оказалась очень сложной и состоит из нескольких полос излучения в спектральном интервале  $3,64 \div 5,5$  эВ. Все эти полосы возникают при рекомбинации электронов с неэквивалентно расположенными локализованными дырками  $\text{SO}_4^-$ . В настоящей работе мы на основе своих экспериментальных результатов и с привлечением экспериментальных результатов и расчетов других авторов [13,14] постараемся объяснить существование в сульфатах щелочных и щелочноземельных металлов нескольких рекомбинационных коротковолновых полос излучений.

**Объекты и методы исследования.** Нами исследовались естественные кристаллы  $\text{CaSO}_4$  (ангидрид),  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и прессованные порошковые образцы  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  с чистотой 99,99%. Кристаллы и порошки  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  исследованы методами фотолюминесценции, рентгенолюминесценции и вакуумно-ультрафиолетовой спектроскопии. Для возбуждения в ультрафиолетовой области спектра использован источник ВУФ радиации – проточная водородная лампа с энергией фотонов  $6,2 \div 11,5$  эВ. Для измерения спектров излучения и возбуждения в спектральной области  $1,5 \div 6,2$  эВ использован спектрофлуориметр Solar CM

2203. Измерение спектров возбуждения и излучения в области спектра  $4 \div 11,5$  эВ проводилось на вакуумном монохроматоре, собранном по схеме Seya-Namioka в широкой области температур  $15 \div 400$  К. Регистрация излучения кристаллов проводилась через монохроматор МДР-41 с помощью ФЭУ (Photomultiertube) 1P28 (Hamamatsu, Japan). Спектр возбуждения исправлен на спектральное распределение интенсивности возбуждающего излучения.

**Экспериментальные результаты и их обсуждение.** Как показано в наших предыдущих работах [9,10,12] при возбуждении сульфатов щелочных металлов низкоэнергетическими фотонами появляются элементарные полосы излучения 3,64 и 3,8 эВ при 300 К и 15 К. С увеличением энергии возбуждающих фотонов появляются коротковолновые полосы излучения от 3,64 до 4,3 эВ. На рисунке 3 представлен спектр излучения порошка  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (с чистотой 99,99%) при возбуждении высокоэнергетическими фотонами с энергией 10,3 эВ (кривая 1) и 12,4 эВ (кривая 2) при 15 К. Из рисунка 3 (кривые 1, 2) видно, что появляется набор коротковолновых полос излучения от 3,64 эВ до  $5,5 \div 5,6$  эВ.

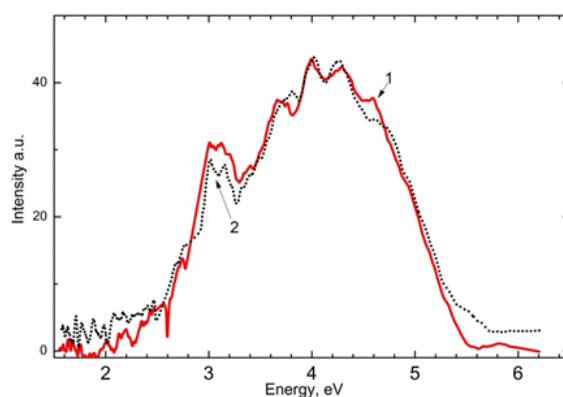


Рисунок 3 – Спектр излучения порошка (99,99%)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , облученного фотонами с энергией 10,3 эВ (кривая 1) и 12,4 эВ (кривая 2)

На рисунке 4 представлен спектр излучения порошка  $\text{CaSO}_4$  (с чистотой 99,99%), возбужденного высокоэнергетическими фотонами с энергией 10,3 эВ (кривая 1) при 15 К и 10,3 эВ (кривая 2) при 300 К.

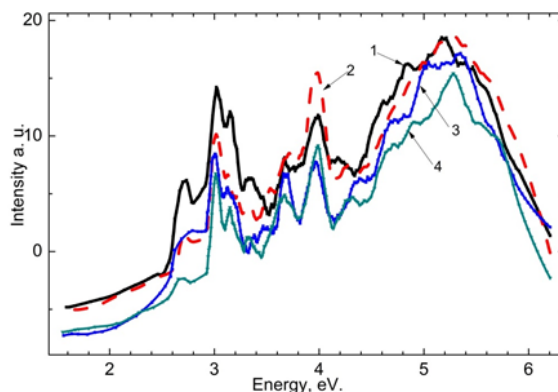


Рисунок 4 – Спектр излучения порошка (99,99%)  $\text{CaSO}_4$ , облученного фотонами с энергией: 1) 10,3 эВ при 15 К; 2) 10,3 эВ при 300 К; 3) 12,4 эВ при 15 К; 4) 12,4 эВ при 300 К

Из рисунка 4 видно, что появляется несколько групп коротковолновых и длинноволновых полос излучений от 5,4 эВ до 4,3 эВ, от 4,2 эВ до 3,64 эВ, от 3,3 эВ до 2,9 эВ,  $2,6 \div 2,7$  эВ. Таким образом, в образцах  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{CaSO}_4$  при облучении высокоэнергетическими фотонами появляется набор коротковолновых полос излучения. В наших опубликованных

работах [9,10,12] мы предполагали, что появление нескольких полос излучений должно быть связано с рекомбинацией электронов с неэквивалентно расположенными дырками  $SO_4^-$  в трех кристаллографических направлениях в кристаллической решетке. Возможно [13,14], существование неэквивалентно расположенных дырок или радикалов  $SO_4^-$  исходит из структурной особенности кристалла  $CaSO_4$ . Каждый сульфат-ион содержит две пары кристаллографически различных атомов кислорода, одна пара выровнена вдоль оси  $a$  (тип А), а другая – вдоль оси  $b$  (тип В). Каждый кислород в центре типа А имеет два соседних атома Са, один на расстоянии 0,2341 нм, а другой на 0,2510 нм. Точно также кислород в центре типа В имеет двух соседей Са на расстояниях 0,2459 нм и 0,2561 нм. Каждая из двух плоских групп атомов кислорода имеет две разные длины связи Са – О (рисунок 5). После облучения рентгеновскими лучами в кристалле  $CaSO_4$  при 120 К появляются два типа радикала  $SO_4^-$  (А) и  $SO_4^-$  (В) и соответствующие им четыре линии спектра ЭПР. Ширина линий обоих центров имеет необычную температурную зависимость. В каждом случае линии быстро расширяются в диапазоне 30 К, тип I (А) становится недоступным при температуре выше 190 К, а тип II (В) выше 215 К. Оба набора линий появляются снова ниже 160 К. Для измерения стабильности центров, ответственных за эти сигналы ЭПР, использовался метод ступенчатого отжига, при котором образец возвращался к 120 К, а интенсивность сигнала записывалась после каждого шага отжига.

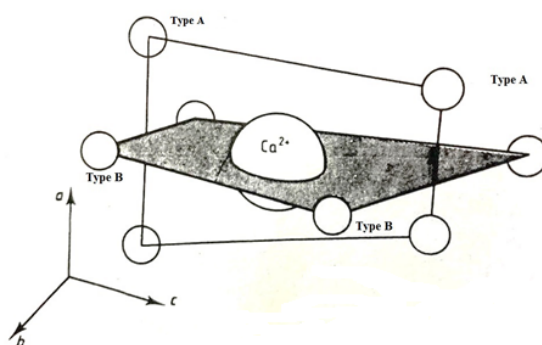


Рисунок 5 – Проекция, показывающая распределение соседних атомов кислорода вокруг иона  $Ca^{2+}$  в  $CaSO_4$

Эти измерения показывают, что центр типа I (А) можно удалить путем поэтапного отжига образца до 385 К. Центр типа II (В) в свою очередь может быть удален путем ступенчатого отжига до 465 К. На рисинке 6 показаны зависимость интенсивности линий спектра ЭПР от температуры ступенчатого отжига для каждого центра и кривая ТСЛ образца для двух центров типов А и В. Результаты отжига показывают связь между пиком ТСЛ 355 К и отжигом сигнала ЭПР типа I (А), пик ТСЛ при 395 К связывается отжигом центра типа II (В). Таким образом, экспериментальные факты поэтапного отжига центров типа А и типа В говорят о том, что существует набор  $SO_4^-$  радикалов, которые отжигаются постепенно в температурных интервалах 353-380 К и 385-465 К. Также авторы работы [14] на основе полуэмпирических расчетов показали, что диаграмма орбитальной энергии неспаренных электронов, которая является основным состоянием для радикала  $SO_4^-$ , будет немного отличаться при переходе от симметрии  $T_d \rightarrow C_{3V}(SO_4^{2-} \rightarrow SO_4^-)$  во время облучения кристаллов. Показано, что для трех кристаллографических направлений -  $C_{3V}(a)$ ,  $C_{3V}(b)$  и  $C_{3V}(c)$  - орбитальные энергии неспаренного электрона, которые являются основным состоянием для дырочного центра  $SO_4^-$ , будут намного отличаться. Локальные энергетические уровни, соответствующие таким дыркам  $SO_4^-$ , должны отстоять от потолка валентной зоны на разных энергетических расстояниях.

Из рисунка 6 видно, что центр типа I и типа II начинает отжигаться в температурном интервале от 355 К до 395 К. Таким образом, в температурном интервале  $\Delta T = 40$  К поэтапно отжигаются несколько наборов дырочных  $SO_4^-$  радикалов. Локальные уровни, соответствующие этим дыркам, отстают от потолка валентной зоны на разных энергетических расстояниях.

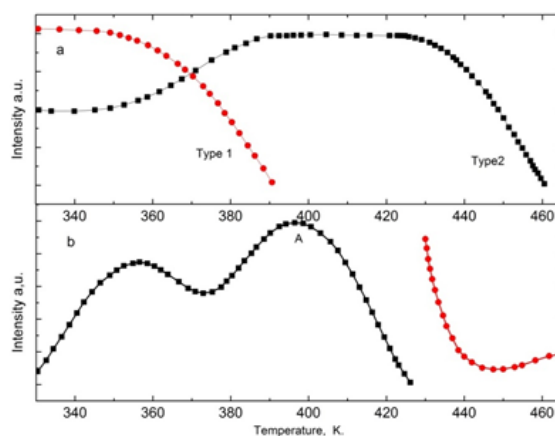


Рисунок 6 – (а) Изменение интенсивности сигнала при 120 К после ступенчатого отжига до указанных температур, (б) Кривая ТСЛ X-облученного  $\text{CaSO}_4$  при 80 К

На рисунке 7 представлена примерная зонная схема электронных переходов, порождающих большое количество локальных энергетических уровней, которые соответствуют локализованным радикалам  $\text{SO}_4^-$ , т.е. дырочным центрам захвата.

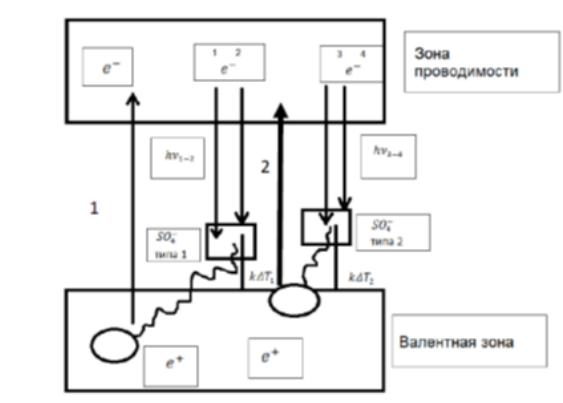


Рисунок 7 – Зонная схема электронных переходов во время возбуждения (1 и 2) и после релаксационных процессов, порождающих собственные излучения ( $h\nu_{1-2}$  и  $h\nu_{3-4}$ )

Во время возбуждения фотонами с разной энергией от 5,5 эВ до 12,4 эВ, электроны с валентной зоны переходят в зону проводимости. В зависимости от энергии возбуждающего фотона в валентной зоне в трех кристаллографических направлениях создаются дырки ( $\text{SO}_4^-$  - радикалы) с разной орбитальной энергией: центры типа А и типа В (при переходе 1 и 2).

Эти дырки типа А и В во время релаксации всплывают в локальные состояния над валентной зоной на разные энергетические расстояния. Таким образом, над валентной зоной создается набор локализованных дырок типа А и В расположенных на разных энергетических расстояниях от потолка валентной зоны. Предполагаем, что при рекомбинации электронов с такими локализованными дырками создается набор собственных излучений с разной энергией: от 3,64 эВ до 5,5эВ.

**Закключение.** В настоящей работе на основе собственных экспериментальных результатов и с привлечением расчетных и экспериментальных данных других авторов [13,14] предлагается модель появления собственных коротковолновых излучений в кристаллах  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{CaSO}_4$  при возбуждении высокоэнергетическими фотонами при 15 К.

- обнаружены собственные излучения - от 3,64 эВ до 5,5 эВ в  $\text{K}_2\text{O}_4$  и  $\text{CaSO}_4$  - при возбуждении фотонами с энергиями 10,3 эВ и 12,4 эВ при 15 К;

- впервые предлагается модель возникновения коротковолновых излучений в  $K_2SO_4$  и  $CaSO_4$ .

### Список литературы

- 1 Kudryavtseva I., Klopov M., Lushchik A., Luchik Ch., Maaros A., Pishtshev A. Electronic excitations and self-trapping of electrons and holes in  $CaSO_4$  // Phys. Scr.- 2014.- Vol. 89.- P. 44013.
- 2 Kityk I.V., Kasperczyk J., Andrievskii B.V. Energy band structure of  $KLiSO_4$  single crystals // Physics Letters A. – 1996. – Vol. 216. - №1-5.- P. 161-166.
- 3 Щепанский П.А., Стадник В.И., Рудиш М.Я., Брезвин Р.С., Андриевский Б.В. Зонно-энергетическая структура и оптические спектры кристаллов  $LiNaSO_4$  // Оптика и спектроскопия.- 2018.- Т.125. -№ 9.- С. 339-343.
- 4 Stadnyk V.Yo., Andrievskii B.V., Karplyuk L.T., Onufriv O. R. Band structure and birefringence of  $LiRbSO_4$  crystals // J. Optics and Spectroscopy.- 2016.-Vol.121. №2.- P.283-288.
- 5 El-Fade A.A., Gaffar M.A., Omar M.H. Absorption spectra and optical parameters of lithium-potassium sulphate single crystals // Physica B. – 1999.- Т. 269. - №3-4.- P. 403-408.
- 6 Abdulwahub A.M. Fundamental absorption edge and normal dispersion of  $\beta - LiNaSO_4$  single crystal // Journal of Physics and Chemistry of Solids.- 2016.- Vol.99.- P. 11-18.
- 7 Puppawara S.P., Dhoble S.J. Development of high sensitive  $LiNaSO_4 :Cu,Mg$  phosphor for TL dosimetry // Journal of Luminescence.- 2013.- Vol.137.-P. 245-251.
- 8 El-Muraikhi M. Effect of electric field on optical properties of post gamma-irradiated lithium potassium sulphate crystals // Materials Letters.- 2001.- Т. 51.- №1.- P. 19-26.
- 9 Nurakhmetov T.N., Sadykova B.M., Salikhodzha Z. M., Zhunusbekov A. M., Kainarbay A. Zh., Daurenbekov D.H. and Zhanylysov K.B. Radiation defects in sulfates of alkali and alkaline-earth metals creating at excitation by ultraviolet photons // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series.- 2018. - Т.1115 - P. 052037.
- 10 Salikhodzha Zh.M., Nurakhmetov T.N., Akilbekov A.T., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A. Zh., Sadykova B.M., Daurenbekov D.H., Zhanglylysov K.B. Recombination luminescence in  $CaSO_4$  // Journal of Radiation Measurements.- 2019.- Vol.125.- P. 19-24.
- 11 Plekhanov V.G., Osminin V.S. Reflectance spectra of alkali-metal sulfates at 78 degrees //J. Optics and spectroscopy.- 1975.- Vol. 39. - №3. - P. 604-605.
- 12 Nurakhmetov T.N., Salikhodzha Zh.M., Bakhtizin R.Z., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A.Zh., Daurenbekov D.H., Sadykova B.M., Zhanglylysov K.B., Yussupbekova B.N. The creation spectra of intrinsic emission of a  $LiKSO_4$  crystal irradiated by ultraviolet photons // J.Optik.- 2019.- Vol. 185.- P. 156-160.
- 13 Danby R.J., Boas J.F., Calvert R.L., John R. ESR of thermoluminescent centers in  $CaSO_4$  single crystals // J.Phys.C: Solid State Phys.-1982.-Vol.15.- P. 2483-2493.
- 14 Нурахметов Т.Н., Кайнарбай А.Ж., Салиходжа Ж. М., Жунусбеков А. М., Кутербек К. А., Дауренбеков Д. Х., Жаңылысов К. Б., Нурланова М. С., Шульденов С. Природа рекомбинационной люминесценции кристалла  $K_2SO_4$  // Вестник ЕНУ.- 2017.- Т.117. - №2- С.24-29.
- 15 Nair S.R., Kondawar V.K., Upadeo S.V., Moharil S.V., Gundurao T.K. Redox reactions, radio-photoluminescence and thermoluminescence in  $CaSO_4 :Eu$  // J.Phys.: Condens. Matter.-1997.-Vol.9.-P. 8307-8323.

Т.Н. Нурахметов<sup>1</sup>, Б.М. Садыкова<sup>1</sup>, К.Б. Жаңылысов<sup>1</sup>, Б.Н. Юсупбекова<sup>1</sup>, Т.Т. Әлібай<sup>1</sup>,  
Л.У. Таймуратова<sup>2</sup>, Б.. Әділ<sup>1</sup>, А. Досполов<sup>1</sup>, Д.А. Төлеков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<sup>2</sup> Ш.Есенов атындағы Каспий мемлекеттік технологиялар және инженеринг университеті, Ақтау, Қазақстан

$CaSO_4$  және  $K_2SO_4$  кристалдарындағы меншікті люминесценция табиғаты

**Аннотация.** 15 К температурада жоғары энергиялы 10,3 эВ және 12,4 эВ фотондармен қоздырғанда пайда болатын меншікті қысқа толқынды сәуле шығарулардың нәтижелерін вакуумды-ультракүлгін спектроскопия әдістерімен зерттеу барысында  $CaSO_4$  және  $K_2SO_4$  кристалдары үшін меншікті қысқа толқынды сәуле шығару модельдері ұсынылды.

**Түйін сөздер:** меншікті люминесценция, фотон, электрондар, рекомбинация, тыйым салынған зона, валенттік зона, радикалдар.

T.N. Nurakhmetov<sup>1</sup>, B.M. Sadykova<sup>1</sup>, K.B. Zhangylyssov<sup>1</sup>, B.N. Yussupbekova<sup>1</sup>, T.T. Alibay<sup>1</sup>,  
L.U. Taimuratova<sup>2</sup>, B. Adil<sup>1</sup>, A. Dospolov<sup>1</sup>, D.A. Tolekov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

<sup>2</sup> Caspian state university of technology and engineering Sh. Yessenov, Aktau, Kazakhstan

### The nature of intrinsic luminescence in $\text{CaSO}_4$ and $\text{K}_2\text{SO}_4$ crystals

**Abstract.** Based on the results obtained in the study of intrinsic short-wavelength emissions whilst excited by high-energy photons of 10,3 eV and 12,4 eV at 15 K by vacuum-ultraviolet spectroscopy, a model of intrinsic short-wavelength emissions for  $\text{CaSO}_4$  and  $\text{K}_2\text{SO}_4$  is proposed.

**Keywords:** intrinsic luminescence, photon, electrons, recombination, band gap, valence band, radicals.

## References

- 1 Kudryavtseva I., Klopov M., Lushchik A., Luchik Ch., Maaroo A., Pishtshev A. Electronic excitations and self-trapping of electrons and holes in  $\text{CaSO}_4$ , Phys. Scr., 89, 44013 (2014).
- 2 Kityk I.V., Kasperczyk, J., Andrievskii B.V. Energy band structure of  $\text{KLiSO}_4$  single crystals, Physics Letters A., 216 (1-5), 161-166 (1996).
- 3 Schepansky P.A., Stadnik V.I., Rudish M.Ya., Brezvin R.S., Andrievsky B.V. Zonno-energeticheskaya struktura i opticheskie spektri kristallov  $\text{LiNaSO}_4$ , Optika i spektroskopiya, 125( 9), 339-343(2018).
- 4 Stadnyk V.Yo., Andrievskii B.V., Karplyuk L.T., Onufriv O. R. Band structure and birefringence of  $\text{LiRbSO}_4$  crystals, J. Optics and Spectroscopy, 121(2), 283-288 (2016).
- 5 El-Fade A.A., Gaffar M.A., Omar M.H. Absorption spectra and optical parameters of lithium-potassium sulphate single crystals, Physica B., 269 (3-4), 403-408 (1999).
- 6 Abdulwahub A.M. Fundamental absorption edge and normal dispersion of  $\beta - \text{LiNaSO}_4$  single crystal, Journal of Physics and Chemistry of Solids, 99, 11-18 (2016).
- 7 Puppawara S.P., Dhoble S.J. Development of high sensitive  $\text{LiNaSO}_4:\text{Cu,Mg}$  phosphor for TL dosimetry, Journal of Luminescence, 137, 245-251(2013).
- 8 El-Muraikhi M. Effect of electric field on optical properties of post gamma-irradiated lithium potassium sulphate crystals, Materials Letters, 19-26 (2001).
- 9 Nurakhmetov T.N., Sadykova B.M., Salikhodzha Z. M., Zhunusbekov A. M., Kainarbay A. Zh., Daurenbekov D.H. and Zhanylysov K.B. Radiation defects in sulfates of alkali and alkaline-earth metals creating at excitation by ultraviolet photons, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series, 052037, 1115(2018).
- 10 Salikhodzha Zh.M., Nurakhmetov T.N., Akilbekov A.T., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A. Zh., Sadykova B.M., Daurenbekov D.H., Zhangylysov K.B. Recombination luminescence in  $\text{CaSO}_4$ , Journal of Radiation Measurements, 125, 19-24(2019).
- 11 Plekhanov V.G., Osminin V.S. Reflectance spectra of alkali-metal sulfates at 78 degrees, J. Optics and spectroscopy, 39(3), 604-605 (1975).
- 12 Nurakhmetov T.N., Salikhodzha Zh.M., Bakhtizin R.Z., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A.Zh., Daurenbekov D.H., Sadykova B.M., Zhangylyssov K.B., Yussupbekova B.N. The creation spectra of intrinsic emission of a  $\text{LiKSO}_4$  crystal irradiated by ultraviolet photons, J.Optik, 185, 156-160 (2009).
- 13 Danby R.J., Boas J.F., Calvert R.L., John R. ESR of thermoluminescent centers in  $\text{CaSO}_4$  single crystals, J.Phys.C: Solid State Phys., 15, 2483-2493 (1982).
- 14 Nurakhmetov T.N., Salikhodzha Zh.M., Zhunusbekov A.M., Kuterbekov K.A., Kaynarbay A.Zh., Daurenbekov D.K., Zhanylysov K.B., Nurlanova M.S., Shuldenov S. Priroda rekombinatsionnoy lyuminestsentsii kristalla  $\text{K}_2\text{SO}_2$ , Vestnik ENU im. L.N. Gumilyova. Seriya Fizika i astronomiya, 2 (117), 24-29 (2017).
- 15 Nair S.R., Kondawar V.K., Upadeo S.V., Moharil S.V., Gundurao T.K. Redox reactions, radio-photoluminescence and thermoluminescence in  $\text{CaSO}_4:\text{Eu}$ , Phys.: Condens. Matter., 9, 8307-8323 (1997).

### Сведения об авторах:

**Нуррахметов Т.Н.** – доктор физико-математических наук, профессор кафедры технической физики ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

**Садькова Б.М.** – докторант 3-го курса кафедры технической физики, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

**Жанылысов К.Б.** – докторант 2-го курса кафедры технической физики, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

**Юсупбекова Б.Н.** – докторант 2-го курса кафедры технической физики, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

**Таймуратова Л.У.** – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры естественных наук, Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш.Есенова, 32 микрорайон, Актау, Казахстан.

**Алибай Т.Т.** – докторант 1-го курса кафедры технической физики, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

**Адил Б.** – магистрант 1-го курса кафедры технической физики, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

**Досполов А.** – магистрант 2-го курса кафедры технической физики, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

**Толеков Д.А.** – лаборант кафедры технической физики, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

**Nurakhmetov T.N.** – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the department of technical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Str. Kazhymukan, 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

**Sadykova B.M.** – 3<sup>rd</sup> year PhD student of the Department of technical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Str. Kazhymukan, 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

**Zhanglyssov K.B.** – 2<sup>nd</sup> year PhD student of the Department of technical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Str. Kazhymukan, 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

**Yussupbekova B.N.** – 2<sup>nd</sup> year PhD student of the Department of technical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Str. Kazhymukan, 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

**Taimuratova L.U.** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Natural Sciences, Caspian state University of Technologies and Engineering named after Sh. Esenov, 32 microregion Aktau, Kazakhstan.

**Alibay T.T.** – 1<sup>st</sup> year PhD student of the Department of technical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Str. Kazhymukan, 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

**Adil B.** – 1<sup>st</sup> year master student of the Department of technical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Str. Kazhymukan, 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

**Dospolov A.** – 2<sup>nd</sup> year master student of the Department of Technical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Str. Kazhymukan, 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

**Tolekov D.A.** – Laboratory Assistant, Department of Technical Physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Str. Kazhymukan, 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

«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 және шаблонды *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 келісімін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісімін 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).

ГТАМРК <http://grmti.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 формулаларсызсыз, 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 мәтінінде 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 номерленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетте 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 тыйым салынады.

Сілтемені беруде автор қолданған әдебиеттің бетінің нөмірін көрсетпей, келесі нұсқаға сүйеніңіз дұрыс: тараудың номері, бөлімнің номері, тармақтың номері, теораманың (лемма, ескерту, формуланың және т.б.) номері көрсетіледі. Мысалы: қараңыз [3; § 7, лемма 6]», «...қараңыз [2; 5 теорамандағы 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 Нургазина К. Рыцарь математики и информатики. –Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. –С.7. – **газеттік мақала**

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). - **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. Сонынан 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) он 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 4500 тенге – ЕҰУ 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: КСЖВКЗКХ

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: КІНСКЗКА

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

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

БИК Банка: ІРТҮКЗКА

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: HSBKКЗКХ

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 and template 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 re-publication 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., Абикинова 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 ten 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: КСJBKZKX

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"

**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 и шаблон 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 исключать 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 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. - **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://semi.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 десяти 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:

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"

### СОПРОВОДИТЕЛЬНОЕ ПИСЬМО

Настоящим письмом авторы гарантируют, что размещение научной статьи "НАЗВАНИЕ СТАТЬИ" (Произведение) авторов ФИО АВТОРА(ОВ) в журнале "Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия Физика. Астрономия" не нарушает ничьих авторских прав. Авторы предоставляют издателю журнала, Евразийскому национальному университету имени Л.Н. Гумилева исключительные права на неограниченный срок:

- право на воспроизведение Произведения (опубликование, обнародование, дублирование, тиражирование или иное размножение Произведения) без ограничения тиража экземпляров, право на распространение Произведения любым способом. При этом каждый экземпляр произведения должен содержать имя автора (ов) Произведения;

- право на включение в составное произведение;

- право на доведение до всеобщего сведения;

- право на использование метаданных (название, имя автора (правообладателя), аннотации, библиографические материалы, полный текст Произведения и пр.) Произведения путем распространения и доведения до всеобщего сведения, обработки и систематизации, а также включения в различные базы данных и информационные системы, в том числе полнотекстовых версий опубликованного Произведения.

Территория, на которой допускается использование прав на Произведения, не ограничена.

**Автор(ы)** также предоставляют издателю журнала право хранения и обработки своих персональных данных без ограничения по сроку (фамилия, имя, отчество, сведения об образовании, сведения о месте работы и занимаемой должности). Персональные данные предоставляются для их хранения и обработки в различных базах данных и информационных системах, включения их в аналитические и статистические отчетности, создания обоснованных взаимосвязей объектов произведений науки, литературы и искусства с персональными данными и т.п.

**Автор(ы)** в полном объеме несут ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права в соответствии с действующим законодательством Республики Казахстан.

Настоящим письмом автор(ы) дают свое согласие на проверку Произведения на предмет плагиата издателем журнала.

**Автор(ы)** подтверждают, что направляемое Произведение нигде ранее не было опубликовано, не направлялось и не будет направляться для опубликования в другие научные издания.

*\*Сопроводительное письмо оформляется на официальном бланке организации и подписывается руководителем организации (для вузов - курирующим проректором по научно-исследовательской работе).*

*\*\* Сопроводительное письмо авторов, являющихся сотрудниками ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, заверяется деканом факультета.*

Исп.: ФИО автора(ов)

Редакторы: А.Т. Ақылбеков  
Шығарушы редактор, дизайн: Г. Мендыбаева

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің  
Хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы.  
-2020 - 1(130) - Нұр-Сұлтан: ЕҰУ. 117-б.  
Шартты б.т. - 9,375 Таралымы - 25 дана.

Ашық қолданудағы электрондық нұсқа: <http://bulphysast.enu.kz/>

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