

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⁺) алюмоитрийлік 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 ВеО 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>Akismetova 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 алюмоиттриевого граната, легированного церием ($Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$) 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

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан² М. Тынышбаев атындағы көлік және коммуникация академиясы, Алматы, Қазақстан
(E-mail: Fatika_82@mail.ru)**BiCuSeO оксиселенид - жаңа келешегі жоғары термоэлектрлік материал ретінде**

Аңдатпа: Жоғары сапалы жаңа термоэлектрикалық материалдарды жылдам табу үшін Гейслер қорытпаларының теориялық зерттеулері жүргізіледі, сонымен қоса болжамды оксид материалдарын модельдеу жүргізіледі. Металл оксидінің термоэлектрлік материалдарының артықшылығы төмен бағасында және олардың синтез әдісінің салыстырмалы қарапайымдылығы болып келеді. Сонымен қоса металлоксидті термоэлектриктер жоғары температураларда тұрақтылық қасиетіне ие, коррозияға ұшырамайды және оттегінің әсерінен қосымша қорғанысты қажет етпейді.

Түйін сөздер: Жылуды электрге тікелей түрлендіру, баламалы энергетика, термоэлектрлік материалдар, тығыздық функционалы әдісі, Больцманның теориясы

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2019-128-3-160-165>

Соңғы онжылдықта термоэлектрикалық материалдарды зерттеу осы материалдардың практикалық әлеуеті, баламалы энергия көздерінің бірі болып табылады және автоматты, қашықтағы жүйелер мен құрылыстарды ұзақ мерзімді энергиямен жабдықтаудың іс жүзіндегі жалғыз жолы бола отырып, өзіне көптеген ғалымдар мен инженерлердің назарын аудартыр отыр. Қазіргі уақытта өнеркәсіптік энергияның 50% -ы жылу түрінде жоғалады. Егер кем дегенде энергоресурстардың тіпті аз бөлігінің өзі қысқартылса да, үлкен энергия үнемдеуге қол жеткізуге болады. Термоэлектрлік материалдарды осындай мақсаттар үшін пайдалануға болады, өйткені олар температура градиентінің әсерінен электр энергиясын өндіре алады. Жылуды электр энергиясына түрлендіру үшін термоэлектрлік материалдардың тиімділігі өлшемсіз параметр бойынша сипатталған, оны сапалық деп атайды (ZT), оны былай табады

$$ZT = S^2 \sigma T / k$$

Мұнда S, k, σ - Зеебек коэффициенті, тиісінше электр және жылуөткізгіштік болып табылады. Сонымен қоса $S^2 \sigma$ көбейтіндісін күш факторы деп те атайды. Сәйкесінше жылуды электр энергиясына тиімді түрлендіру үшін материал Зеебек коэффициентінің, электр өткізгіштік, кішігірім жылуөткізгіштіктің үлкен мәндеріне ие болу керек.

Сапа коэффициентін арттыру үшін пайдаланатын ұғымдар мен технологиялар: зоналар құрылымының өзгерісі [1, 2], зоналардың әсерлесуі [3, 4], кванттық шектелу аумағы [5], Зеебек коэффициентін арттыру үшін электрондарды энергия деңгейімен сүзу [6], нанокұрылым [7], фонндық жылуөтімділігін азайту үшін және т.б. барлық өлшемдер қажет болады.

Термоэлектрлік материалдар қалыпты температурасына сай үшке бөлінеді [9-11]: төмен температуралы (200-400K) - висмут халькогенидтері (Bi-Sb-Te, Bi-Te-Se, және Bi-S) [12]; орташа температуралы (200-400K) - халькогенидтер (PbTe, PbSe, және PbS) [13], 4 топ элементтерімен магнийдің қосындысы (Mg-Si-Sn) [4,19], скуттерудиттер, Гейслер ерітінділері мен клатраттар және жоғары температуралы (> 900K) - SiGe және Зинтель фазалары [14]. Жоғарыда көрсетілген қосылыстардың көбісі өзінің құрамында ауыр металдар, сирек және қымбат элементтері бар болуымен ерекшеленеді, сонымен қоса жоғары температураларда бөлек компоненттер бөлініп, тотықталынып, қайнап және ери алады. Сонда термоэлектрлік материалдар ретінде қолжетімді, тұрақты әрі арзан болатын элементтер қолданылады, мысалы: SrTiO₃, NaCo, CaCo және т.б. [15].

Bi_2Te_3 және PbTe термоэлектрлік материалдардың сапасы коммерциялық талаптарды қанағаттандырады, бірақ экологиялық қырамы және материалдардың жоғары құны жағынан олардың тартымдылығы төмендейді. Сонымен қатар, белгілі бір озық тәжірибелер мен синергетикалық тәсілдердің пайда болуы, олардың өз потенциалын әлі жоғалтпағандығын көрсетеді, атап айтқанда Bi-Sb-Te [13], $\text{AgPb}_m\text{SbTe}_{m+2}$ нанонүктелер [7], иерархиялық архитектуралар PbTe-SrTe-Na және т.б. қосылыстар рекордтық термоэлектрлік өнімділікті көрсетеді [16].

Бұл қосылыстардың қол жеткізілген жоғары қарқынына қарамастан, осындай жоғары өнімділігі бар термоэлектрлік генераторлар туралы әлі күнге дейін ешқандай мәлімет жоқ. Сонымен, термоэлектрлік қасиеті өте жақсы тағы бір қосылысқа көңіл аударып көрейік. BiCuSeO қосылысы 650K температурадан жоғары болғанда сапасы 1-ге дейін жетеді және 950K температурада бірқалыпты 1,4-ке дейін артатындығы байқалған [17]. Беріктік қисығы мен температура осінің ауданы ретінде алынған орташа беріктік өрістік шарттарға бейімділігін бағалауға арналған ыңғайлы сипаттама болып табылады. BiCuSeO орташа беріктігі қарапайым термоэлектриктердің орташа беріктігінен асып түсетіндігі көрініп тұр. Сонымен қатар, ауыр металдар негізіндегі термоэлектрлік материалдармен салыстырғандар, BiCuSeO улағыш емес, салыстырмалы түрде арзан элементтерден тұрады, бұл қасиеттер осы қосылыстың жарамсыз жылуды қайта өңдеуге арналған генераторларда термоэлектрлік материалдар жасауға арналған өте жақсы үміткер бола алатындығын көрсетеді.

BiCuSeO қосылысының жылуөткізгіштік қасиеті айтарлықтай төмен болып келеді, сондықтан оның беріктілігін арттырудың ең тиімді әдісі электрөткізгіштікті оптимизациялау болып табылады. Бөлме температурасында заряд тасымалдаушылардың концентрациясы 10^{18} см^{-3} тең, яғни $10^{19} - 10^{20} \text{ см}^{-3}$ оптималды шамасынан төмен [18]. Зеебектің оң коэффициенті заряд тасымалдаушылардың кемтіктер болып табылатындығы көрсетеді, сол себепті олардың санын арттыру керек болады. Зоналық құрылымды есептеу кезінде $\text{Cu} - \text{Se}$ қатты гибридтенуі әсерінен BiCuSeO «иондық» моделі бойынша сипаттауға мүмкін болмауына қарамастан, бұл моделді BiCuSeO қозғалысын оны допирлеу кезіндегі көрінісі үшін қолдануға болады. Валенттілігі < 3 оң элементтер Bi орнына р-қоспа ретінде, ал валеттігіндегі < 1 элементтер Cu атомын орнын алмастыра алады. Se мен O үшін теріс зарядты валенттік > 2 болу керек, ол кейбір қасиеттермен байланысты [19]. Осылайша, $\text{Bi}_{1-x}\text{M}_x\text{CuSeO}$ қосылысының электрлік тасымалдау қасиеттерін арттыру үшін валенттігі $2+$ (M^{2+}) болатын қосылыстардың көп мөлшері зерттелінді.

Эксперименттік үлгілерде поликристалды BiCuSeO қосылысының барлық тасымалдау қасиеттері бір бағытта өлшенеді, өйткені үлгі түйіршіктердің (зерна) созымдылығына, ал ол өз кезегінде құраушылары әр түрлі бағытта өлшенген кездегі беріктіктің 25-30%-ға бұрмалануына әкеп соғатын қабатты құрылымды көрсетеді. BiCuSeO қосылысын қоспалау кезінде электрлік тасымалдау қасиеттері жартылай өткізгіштіктен металдық түрге ауыстырылады. Ең жоғары электрөткізгіштік 0,125 Ва үлгілері үшін алынған. Ең төменгі электрөткізгіштік Mg үшін алынған. M^{2+} қоспалауы Зеебек коэффициентін BiCuSeO үшін заряд тасымалдаушылардың артуымен байланысты $350 \text{ мкВ}\cdot\text{К}^{-1}$ (300K) - $425 \text{ мкВ}\cdot\text{К}^{-1}$ (923K)-дан $69 \text{ мкВ}\cdot\text{К}^{-1}$ -ге дейін (300K), 0,125 Ва үшін $167 \text{ мкВ}\cdot\text{К}^{-1}$ (923K) -ге дейін төмендетеді. Жылуөткізгіштіктің төмендеуі Кэллэуэй моделі (Callaway model) бойынша түсіндіріледі, қатты ерітінділердегі шашыраудың нүктелік ақаулары масса мен өлшемнің әр түрлілігі мен қоспа атомы мен тор арасындағы атомаралық қос күштердің айырмашылығымен байланысты. Сонымен қатар, фонндық жылуөткізгіштік бариймен қоспаланған үлгілер үшін түйіршіктердің 200-400 нм-ге дейін азаюы арқасында $923 \text{ К-де } 0.25 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-1} \text{ К}^{-1}$ дейін төмендейді.

Қабатты оксихалькогенидтермен қатар термоэлектрлік материалдар ретінде жақсы келешегі бар қосылыстар ретінде Гейслер қорытпаларын айтуға болады. Жартылай өткізгішті Гейслер қорытпаларының жарты ғасырға жуық тарихы бар. Алғаш рет олар 1970 жылы синтездеп алынды [20], алайда зоналық құрылым мен тасымалдау қасиеттерінің алғашқы зерттеулері 20 жылдан кейін жүргізіле бастады. Қайргі уақытқа дейін белсенді

зерттелетін жартылай өткізгіш Гейслер қорытпалары ретінде $C1_b$ құрылымы бар (жартылай-Гейслерлік қорытпалар, half-Heusler alloys), $MNiSn$ мен $MCoSb$ ($M = Ti, Zr, Hf$) негізіндегі қосылыстар алынады, олар 700 К-дан жоғары температурада практикалық қолдану үшін келешегі бар термоэлектрлік материалдар боп есептеледі. Бұл Гейслер қорытпалары өте кіші зоналық жартылай өткізгіштер болып табылады, жоғары Зеебек коэффициентіне S ие ($MNiSn$ қосылысы үшін -200-ден -400 $\mu V/K$ -ге дейін) және электрлік өткізгіштігінің σ жоғары мәніне ие. $MNiSn$ мен $MCoSb$ қосылыстарының негізгі кемшілігі - салыстырмалы түрде жоғары κ жылуөткізгіштігінің болуында (бөлме температурасында $10 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-1}\text{К}^{-1}$). Соңғы 20 жыл бойы $PF = S^2 \sigma$ термоэлектрлік қуатының жоғары коэффициентін сақтау кезінде осы материалдардың жылуөткізгіштігін төмендету үшін көп күш салынды. $MniSn$ негізіндегі n-типтес қосылыс үшін көптеген зерттеу топтары $ZT \sim 1$ термоэлектрлік беріктілік мәнін алғандығы туралы мәліметтер бар. Ал ZT мәндері $MCoSb$ негізіндегі p-типтес қосылыс үшін тек $\sim 0,5$ -ке дейін ғана жеткізе алды.

Соңғы уақытқа дейін $L2_1$ құрылымы бар (толық Гейслер қорытпалары, full Heusler alloys) жартылай өткізгіш Гейслер қорытпалары өкілдерінің арасында термоэлектрлік қасиеттері жағынан Fe_2Val қорытпасына көңіл үлкен бөлініп отыр. n-типтес және p-типтес қосылыс үшін 0,3-тен аспайтын ZT -ның салыстырмалы түрде төмен шамасына қарамастан, Fe_2Val зерттеуіне осы қорытпа негізіндегі термоэлектрлік материалдардың арзандылығына байланысты айтарлықтай назар аударылуды. 2007 жылы жапондық зерттеушілер пайдаланылған газдағы жылу энергиясының рекуперациясы үшін Fe_2Val негізіндегі термоэлектрлік модульді жасап шығарғанын хабарлады [21]. $MNiSn$, $MCoSb$ мен Fe_2Val Гейслер қорытпалары негізіндегі термоэлектрлік қорытпалармен қоса соңғы кездері қарқынды түрде термоэлектрлік қасиеттері жоғары басқа да Гейслер қорытпаларына арналған эксперименттік және теориялық зерттеулер жүргізіліп жатыр. Эксперименттік жұмыстар $FeRSb$ ($R = V, Nb$) Гейслер қорытпасы негізіндегі $ZT \sim 1$ тең p-типтес материалдарды өңдеумен аяқталды, ал теориялық зерттеулер термоэлектрлік қасиеттерін эксперименттік талдауға лайықты, темір негізіндегі кейбір толық Гейслер қорытпаларын анықтауға мүмкіндік берді.

$FeRSb$ қорытпаларын алғашқы жүйелік зерттеулер көрсеткендей, олар тривиалды термоэлектрлік қасиетке ие. 240-500 К интервалында өлшенген S Зеебек коэффициенті n-типтес жартылай өткізгіш $FeVSb$ үшін -80 $\mu V/K$ -ден аспады, $FeNbSb$ үшін нөлге жуық болды. $FeNbSb$ салыстырмалы түрде жоғары ρ электрлік кедергісімен ($T = 300 \text{ К}$ кезінде $\sim 140 \text{ м}\Omega\cdot\text{см}$) сипатталатынын ескере отырып, $FeNbSb$ теңгерілген жартылай өткізгіш болуы мүмкін деп болжам айтылды. S пен ρ допирлеуге сезімтал болуына қарамастан, осы материалдардың жоғары жылуөткізгіштігі ($T = 300 \text{ К}$ кезінде $\sim 15 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-1}\text{К}^{-1}$) көптеген ғалымдарға ZT -ның жоғары мәнін алуға мүмкіндік бермей отыр. ZT арттыруды елеулі жетістікке Zou et al. [22] жұмысы қол жеткізді, онда $FeVSb$ құрамында ванадийдің артуы әсерінен Зеебек коэффициентінің -175 $\mu V/K$ дейін өсуі көрсетілді, ал металдық қоспа жасап шығару әдісі жылуөткізгіштікті азайтуға мүмкіндік береді. Нәтижесінде, $T = 573 \text{ К}$ температурада $FeV_{1,15}Sb$ үлгісінде $ZT \approx 0,31$ тең мәні алынды. Сол сияқты ZT мәндері кейінгі кесекті ұсақтауымен левитациялық балқыту әдісімен және ұнтақты ұшқынды плазмалық біріктіру әдісімен нығайту арқылы алынған стехиометриялық $FeVSb$ үшін де алынды. Қорытпалар мен қосылыстың қатты ерітінділерінде кішкене радиусы бар «жеңіл» атомды үлкен радиустағы «ауыр» атоммен ауыстыру кристалдық торда локальді кернеудің, сонын салдарынан фонндар шашырауының қосымша центрлерінің пайда болуына әкеп соғатынын ескеріліп, көптеген жұмыстарда V элементін Nb -мен ауыстырудың $FeV_{1-x}Nb_xSb$ жылуөткізгіштігіне әсері зерттелді. Мұндай алмастыру, $FeV_{0,6}Nb_{0,4}Sb$ үлгісінің жылуөткізгіштігін, $FeVSb$ үлгісінен екі есе кем, $\sim 5,5 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-1}\text{К}^{-1}$ мәніне дейін төмендетуге мүмкіндік береді екен. V -ді Nb -ге алмастыру тек жылуөткізгіштіктің төмендеуіне әкеп қоймай, $FeV_{0,6}Nb_{0,4}Sb$ үлгінің электрлік кедергісінің өсуіне әкеп соғады ал ол ZT -ге кері әсерін тигізеді. Бұл n-типті қосылыстағы заряд тасымалдаушылардың концентрациясы, $Fe_{1-x}Co_xV_{0,6}Nb_{0,4}Sb$ затында темір атомдарын ішінара кобальт

атомдарына ауыстырудың арқасында оптимизацияланады және ZT мәнін $x = 0,015$ -тен $\sim 0,33$ -ке өсіруге мүмкіндік берді.

Гейслердің n-типті термоэлектрлік құймасында ZT мәнін $\sim 0,33$ -ке дейін жоғарылату фундаменталды маңызы көп екені мәлім, себебі, осы типті өткізгіштікті жартылайөткізгіш қосылыстарда ZT - нің мәндері бірге жетеді. FeRSb құймаларының фундаменталды және практикалық тұрғыда маңызы артуының басты факторы болып, Зеебек коэффициентінің тек мәнімен қоймай таңбасы да бұл қосылыстарда допирлеуге сезімтал болуында. Бұл, басында р-типті Гейслер құймаларына жоғары ZT $\sim 0,43$ м?нің FeV_{0,8}Ti_{0,4}Sb затында алуға мүмкіндік береді, ол сосын Fe(V_{0,6}Nb_{0,4})_{1-x}Ti_xSb затында ZT $\sim 0,8$ дейін жоғарылатылады және FeNbSb затының негізінде жасалған материалдарда рекордты ZT ≥ 1 мән, бастапқы қосылыстың, FeNbSb зоналық құрылымын оптимизациялауға бағытталған, комплексты допирлеу арқасында алынған. Допирлеу және стехиометрияны бақылау, оптималды құрамын анықтау үшін зерттелетін қосылыстардың тасымалдаушы қасиеттерін оптимизациялануда қолданылады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Heremans, J.P., et al., Enhancement of Thermoelectric Efficiency in PbTe by Distortion of the Electronic Density of States. *Science*. - 2008. - Vol.321.- P. 554-557.
- 2 Heremans, J.P., B. Wiendlocha, and A.M. Chamoire, Resonant levels in bulk thermoelectric semiconductors. *Energy & Environmental Science*.- 2012. - Vol.5. - P. 5510-5530.
- 3 Pei, Y., et al., Convergence of electronic bands for high performance bulk thermoelectrics. *Nature*. - 2011.- Vol. 473. - P. 66-69.
- 4 Liu, W., et al., Convergence of Conduction Bands as a Means of Enhancing Thermoelectric Performance of n-Type Solid Solutions. *Physical Review Letters*. - 2012. -Vol.108. - P. 166601.
- 5 Hicks, L.D., et al., Experimental study of the effect of quantum-well structures on the thermoelectric figure of merit. *Physical Review B*. - 1996. -Vol. 53.- P. R10493-R10496.
- 6 Heremans, J.P., C.M. Thrush, and D.T. Morelli, Thermopower enhancement in lead telluride nanostructures. *Physical Review B*. 2004. -Vol. 70.- P. 115334.
- 7 Hsu, K.F., et al., Cubic AgPb: Bulk Thermoelectric Materials with High Figure of Merit. *Science*. - 2004.- Vol. 303. - P. 818-821.
- 8 Biswas, K., et al., High-performance bulk thermoelectrics with all-scale hierarchical architectures. *Nature*. - 2012. - Vol. 489. - P. 414-418.
- 9 Sootsman, J.R., D.Y. Chung, and M.G. Kanatzidis, New and old concepts in thermoelectric materials. *Angew Chem Int Ed Engl*. - 2009. -Vol. 48.- P. 8616-39.
- 10 Kanatzidis, M.G., Nanostructured Thermoelectrics: The New Paradigm? *Chemistry of Materials*. - 2010.- Vol.22. - P. 648-659.
- 11 Dresselhaus, M.S., et al., New Directions for Low-Dimensional Thermoelectric Materials. *Advanced Materials*. - 2007. -Vol. 19. - P. 1043-1053.
- 12 Chung, D.Y., et al., CsBi(4)Te(6): A high-performance thermoelectric material for low-temperature applications. *Science*. - 2000.- Vol. 287. - P. 1024-7.
- 13 Zhao, L.-D., et al., High thermoelectric performance via hierarchical compositionally alloyed nanostructures. *Journal of the American Chemical Society*.- 2013.- Vol. 135. - P. 7364-7370.
- 14 Brown, S.R., et al., Yb14MnSb11: New high efficiency thermoelectric material for power generation. *Chemistry of Materials*. - 2006.- Vol. 18. - P. 1873-1877.
- 15 Koumoto, K., et al., Thermoelectric Ceramics for Energy Harvesting. *Journal of the American Ceramic Society*. - 2013. -Vol. 96. - P. 1-23.
- 16 Zhao, L.-D., V.P. Dravid, and M.G. Kanatzidis, The panoramic approach to high performance thermoelectrics. *Energy & Environmental Science*.- 2014. - Vol. 7. - P. 251-268.
- 17 Sui, J., et al., Texturation boosts the thermoelectric performance of BiCuSeO oxyselenides. *Energy & Environmental Science*.- 2013. - Vol. 6. -P. 2916-2920.
- 18 Snyder, G.J. and E.S. Toberer, Complex thermoelectric materials. *Nature materials*.- 2008. - Vol. 7. - P. 105-114.
- 19 Zhao, L.-D., et al., BiCuSeO oxyselenides: new promising thermoelectric materials. *Energy & Environmental Science*. - 2014. - Vol. 7. - P. 2900-2924.
- 20 Jeitschko, W., Transition metal stannides with MgAgAs and MnCu2Al type structure. *Metallurgical Transactions*. - 1970. - Vol. 1. - P. 3159-3162.
- 21 Mikami, M., et al., Development of a Thermoelectric Module Using the Heusler Alloy Fe2VAI. *Journal of Electronic Materials*. - 2009. - Vol. 38 . - P. 1121-1126.

22 Minmin, Z., et al., Synthesis and thermoelectric properties of fine-grained FeVSb system half-Heusler compound polycrystals with high phase purity. *Journal of Physics D: Applied Physics*. - 2010. - Vol. 43. - P. 415-403.

А.С. Фаиз¹, Ф.У. Абуова¹, Н. Шакен¹, А.У. Абуова¹, Д.А. Джунисбекова¹, Г.Б. Байман²

¹ *Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилев, Нур-Султан, Казахстан*

² *Казахская академия транспорта и коммуникации им. М.Тыншпаева, Алматы, Казахстан*

BiCuSeO оксиселенид -как новый перспективный термоэлектрический материал

Аннотация. Для быстрого обнаружения новых термоэлектрических материалов высокого качества проводятся теоретические исследования сплавов Гейслера, а также моделирование прогнозируемых оксидных материалов. Преимущества термоэлектрических материалов оксида металла заключаются в низкой цене и относительной простоте их метода синтеза. Кроме того, металлоксидные термоэлектрики обладают стойкими свойствами при высоких температурах, не подвергаются коррозии и не требуют дополнительной защиты от воздействия кислорода. **Ключевые слова:** прямые преобразования тепла в электричество, альтернативная энергетика, термоэлектрические материалы, метод функционала плотности, теория Больцмана

A.S. Faiz¹, F.U. Abuova¹, N.Shaken¹, A.U.Abuova¹, D.A. Junisbekova¹, G.B.Baiman G.B.²

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

² *Kazakh Academy of Transport and Communications M.Tynshpaeva, Almaty, Kazakhstan*

BiCuSeO oxyselenides: new promising thermoelectric materials

Abstract: For the rapid detection of new thermoelectric materials of high quality, theoretical studies of Geisler alloys are carried out, as well as modeling of the predicted oxide materials. The advantages of thermoelectric metal oxide materials are the low cost and relative simplicity of their synthesis method. In addition, metal oxide thermoelectrics have stable properties at high temperatures, are not subject to corrosion and do not require additional protection from the effects of oxygen.

Keywords: direct conversion of heat into electricity, alternative energy, thermoelectric materials, density functional method, Boltzmann theory

References

- 1 Heremans, J.P., et al., Enhancement of Thermoelectric Efficiency in PbTe by Distortion of the Electronic Density of States. *Science*, **321**(5888): p. 554-557 (2008).
- 2 Heremans, J.P., B. Wiendlocha, and A.M. Chamoire, Resonant levels in bulk thermoelectric semiconductors. *Energy & Environmental Science*, **5**(2): p. 5510-5530 (2012).
- 3 Pei, Y., et al., Convergence of electronic bands for high performance bulk thermoelectrics. *Nature*, **473**(7345): p. 66-69 (2011).
- 4 Liu, W., et al., Convergence of Conduction Bands as a Means of Enhancing Thermoelectric Performance of n-Type Solid Solutions. *Physical Review Letters*, **108**(16): p. 166601 (2012).
- 5 Hicks, L.D., et al., Experimental study of the effect of quantum-well structures on the thermoelectric figure of merit. *Physical Review B*, **53**(16): p. R10493-R10496 (1996).
- 6 Heremans, J.P., C.M. Thrush, and D.T. Morelli, Thermopower enhancement in lead telluride nanostructures. *Physical Review B*, **70**(11): p. 115334 (2004).
- 7 Hsu, K.F., et al., Cubic AgPb: Bulk Thermoelectric Materials with High Figure of Merit. *Science*, **303**(5659): p. 818-821 (2004).
- 8 Biswas, K., et al., High-performance bulk thermoelectrics with all-scale hierarchical architectures. *Nature*, **489**(7416): p. 414-418 (2012).
- 9 Sootsman, J.R., D.Y. Chung, and M.G. Kanatzidis, New and old concepts in thermoelectric materials. *Angew Chem Int Ed Engl*, **48**(46): p. 8616-8639 (2016).
- 10 Kanatzidis, M.G., Nanostructured Thermoelectrics: The New Paradigm? *Chemistry of Materials*, **22**(3): p. 648-659 (2010).
- 11 Dresselhaus, M.S., et al., New Directions for Low-Dimensional Thermoelectric Materials. *Advanced Materials*, **19**(8): p. 1043-1053 (2007).
- 12 Chung, D.Y., et al., CsBi(4)Te(6): A high-performance thermoelectric material for low-temperature applications. *Science*, **287**(5455): p. 1024-7 (2000).
- 13 Zhao, L.-D., et al., High thermoelectric performance via hierarchical compositionally alloyed nanostructures. *Journal of the American Chemical Society*, **135**(19): p. 7364-7370 (2013).
- 14 Brown, S.R., et al., Yb14MnSb11: New high efficiency thermoelectric material for power generation. *Chemistry of Materials*, **18**(7): p. 1873-1877 (2006).
- 15 Koumoto, K., et al., Thermoelectric Ceramics for Energy Harvesting. *Journal of the American Ceramic Society*, **96**(1): p. 1-23 (2013).

- 16 Zhao, L.-D., V.P. Dravid, and M.G. Kanatzidis, The panoramic approach to high performance thermoelectrics. *Energy & Environmental Science*, **7**(1): p. 251-268 (2014).
- 17 Sui, J., et al., Texturation boosts the thermoelectric performance of BiCuSeO oxyselenides. *Energy & Environmental Science*, **6**(10): p. 2916-2920 (2013).
- 18 Snyder, G.J. and E.S. Toberer, Complex thermoelectric materials. *Nature materials*, **7**(2): p. 105-114 (2008).
- 19 Zhao, L.-D., et al., BiCuSeO oxyselenides: new promising thermoelectric materials. *Energy & Environmental Science*, **7**(9): p. 2900-2924 (2014).
- 20 Jeitschko, W., Transition metal stannides with MgAgAs and MnCu₂Al type structure. *Metallurgical Transactions*, **1**(11): p. 3159-3162 (1970).
- 21 Mikami, M., et al., Development of a Thermoelectric Module Using the Heusler Alloy Fe₂VAl. *Journal of Electronic Materials*, **38**(7): p. 1121-1126 (2009).
- 22 Minmin, Z., et al., Synthesis and thermoelectric properties of fine-grained FeVSb system half-Heusler compound polycrystals with high phase purity. *Journal of Physics D: Applied Physics*, **43**(41): p. 415403 (2010).

Авторлар туралы мәлімет:

Фаиз А.С. - Ядролық физика, жаңа материалдар және технологиялар халықаралық кафедрасының "Наноматериалдар және нанотехнологиялар" мамандығының I курс магистранты, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қажымұқан көш. 13, Нұр - Сұлтан, Қазақстан.

Абуова Ф.У. - ядролық физика, жаңа материалдар және технологиялар халықаралық кафедрасының доцент м.а., Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қ.Мұңайтпасов көшесі 13, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Шәкен Н. - техникалық физика кафедрасының 6M072300-Техникалық физика мамандығының 1 - курс магистранты, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қ.Мұңайтпасов көшесі 13, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Абуова А.У. - техникалық физика кафедрасының доцент м.а., Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қ.Мұңайтпасов көшесі 13, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Джунисбекова Д.А. - техникалық физика кафедрасының инженері, техника ғылымдарының магистрі, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қ.Мұңайтпасов көшесі 13, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Байман Г.Б. - Тынышбаев атындағы көлік және коммуникация академиясының аға оқушысы, Алматы, Қазақстан.

Фаиз А.С. - Магистрант I курса по специальности "Наноматериалы и нанотехнологии" кафедры международная кафедра ядерной физики, новых материалов и технологий, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул.К.Мұңайтпасова 13, Нұр-Сұлтан, Казахстан.

Faiz A.S. - master of 1 course of specialty "Nanomaterials and nanotechnologies" at the international department of nuclear physics, new materials and technologies, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 13 Munaitpasov str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Abuova F.U. - acting associate professor at the international department of nuclear physics, new materials and technologies, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 13 Munaitpasov str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Shaken N. - master of 1 course of specialty 6M072300-Technical physics at the department of technical physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 13 Munaitpasov str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Abuova A.U. - acting associate professor at the department of technical physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 13 Munaitpasov str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Junisbekova D.A. - engineer at the department of technical physics, master of technical sciences, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 13 Munaitpasov str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Байман Г.Б. - Senior lecturer of the Kazakh Academy of transport and communication named after M. Tynyshbayev, Almaty, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 30.04.2019

«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 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 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:

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: HSBKZKX

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

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

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

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 chislenного analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'juternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenном 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 vložhenija 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