

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)
Лушик 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)
Тлеуменов 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)
Тлеукенов 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., Меирбеков Б.</i> Фермиондық және тахиондық өрістері бар космологиялық моделі	16
<i>Акилбеков 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., Кедруж 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 түндырылған 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> Белсенді фотолюминесценциялы цериймен легирленген (Y ₃ Al ₅ O ₁₂ :Ce ³⁺) алюмоиттрийлік гранаттың жоғары дисперсиялық ұнтағын алу	102
<i>Рысқұлов А.Е., Иванов И.А., Кислицин С.Б., Углов В.В., Здоровец М.В.</i> Ni ¹²⁺ ауыр иондармен сәулелендірудің BeO керамикада ақаулардың қалыптасуына әсері	110
<i>Нуразметов Т.Н., Салиходжа Ж.М., 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> 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>Файз А.С., Абуова Ф.У., Шәкен Н., Абуова А.У., Джунисбекова Д.А., Байман Г.Б.</i> BiCuSeO оксиселенид - жаңа келешегі жоғары термоэлектрлік материал ретінде	160

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

№3(128)/2019

CONTENTS

<i>Aimukhambetova A.S., Razina O.V., Tsyba P.Yu., Meyirbekov B.V.</i> Power solution of the cosmological model of the Valecki type.	8
<i>Akhmetova G.A., Razina O.V., Tsyba P.Yu., Meirbekov B.</i> Cosmological model with fermion and tachyon fields	16
<i>Akilbekov A., Skuratov V., Dauletbekova A., Giniyatova Sh., Seitbayev A.</i> Creation of facility for in-situ measurement of high-energy ionoluminescence on cyclotron DC-60	26
<i>Abuova A.U., Uskenbaev E., Inerbaev T.M., Abuova F.U., Abuova G.U., Junisbekova D.A.</i> Interactive methods of teaching physics in technical speciality	35
<i>Baubekeva 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 S h., 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., Salikhodja 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

Аймухамбетова А.С., Разина О.В., Цыба П.Ю., Мейрбеков Б.В. Степенное решение космологической модели типа Валецки	8
Ахметова Г.А., Разина О.В., Цыба П.Ю., Мейрбеков Б. Космологическая модель с фермионным и тахионным полями	16
Акилбеков А., Скуратов В., Даулетбекова А., Гиниятова Ш., Сейтбаев А. Создание установки для in-situ измерения высокоэнергетической ионолюминесценции на циклотроне DC-60	25
Абуова А.У., Ускенбаев Е., Инербаев Т.М., Абуова Ф.У., Абуова Г.У., Джунисбекова Д.А. Интерактивные методы обучения физике на технических специальностях	35
Баубекова Г.М., Луцкич А.Ч., Асылбаев Р.Н., Акилбеков А.Т. Создание радиационных дефектов в кристаллах MgO, облученных высокоэнергетическими ионами	41
Гриценко Л.В., Калкозова Ж.К., Кедрук Е.Ю., Мархабаева А.А., Абдуллин Х.А. Гидротермальный синтез наночастиц ZnO и их фотокаталитические свойства	49
Даулетбекова А., Акилбекова А., Гиниятова Ш., Баймуханов З., Власукова Л., Акилбеков А., Усеинов А., Козловский А., Карипбаев Ж. Структура, электрические свойства и люминесценция нанокристаллов ZnO, электроосажденных в трековые матрицы SiO ₂ /	57
Мырзакулов Н.А., Мырзакулова Ш.А. Космологические решения в модифицированной $F(T)$ гравитации с полем Дирака	67
Жадыранова А.А., Ануарбекова Ы.Е. Иерархия уравнений ассоциативности WDVV для случая $n = 3$ и $N = 2$ при $V_0 = 0$	79
Жангозин К.Н., Каргин Д.Б. О способах увеличения мощности ветровых турбин с прямыми лопастями	86
Жубатканова Ж.А., Мырзакулов Н.А., Мейрбеков Б.К. Космологические решения для частного случая модифицированной теории гравитации с полем Бранс-Дикке	93
Калкозова Ж.К., Тулегенова А.Т., Абдуллин Х.А. Получение высокодисперсного порошка алюмоиттриевого граната, легированного церием ($Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$) с интенсивной фотолюминесценцией	102
Рыскулов А.Е., Иванов И.А., Кислицын С.Б., Углов В.В., Здоровец М.В. Влияние облучения тяжелыми ионами Ni^{12+} на радиационное дефектообразование в керамиках BeO	110
Нуралиметов 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. Зонная структура и оптические спектры смешанных сульфатов щелочных металлов	117
Ногай А.А., Стефанович С.Ю., Салиходжа Ж.М., Ногай А.С. Проводящие и диэлектрические свойства $Na_3Sc_2(PO_4)_3$	128
Карипбаев Ж.Т., Мусаханов Д.А., Лисицын В.М., Голковский М.Г., Лисицына Л.А., Алпысова Г.К., Тулегенова А.Т., Акилбеков А.Т., Даулетбекова А.К., Балабеков К.Н., Козловский А., Усеинов А. Синтез, исследование структуры ИАГ и ИАГГ люминофоров в поле радиации	138
Касенов Д., Абуова А.У., Инербаев Т.М., Абуова Ф.У., Каптагай Г.А. Моделирование как метод научного познания физико-химических процессов	147
Еримбетова Д.С., Степаненко В.Ф., Видергольд А.В., Жумадилов К.Ш. Современное состояние исследований концентрации радона	153
Фаиз А.С., Абуова Ф.У., Шәкен Н., Абуова А.У., Джунисбекова Д.А., Байман Г.Б. BiCuSeO оксиселенид как новый перспективный термоэлектрический материал	160

Л.В. Гриценко¹², Ж.К. Калкозова¹, Е.Ю. Кедрук², А.А. Мархабаева¹,
Х.А. Абдуллин¹

¹ *Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

² *Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан*

(E-mail: ¹² *gritsenko_lv@mail.ru*, ¹ *zh.kalkozova@mail.ru*, ² *janegirl10@mail.ru*,
¹ *aiko_marx@mail.ru*, ¹ *kh.a.abdullin@mail.ru*)

Гидротермальный синтез наночастиц ZnO и их фотокаталитические свойства

Аннотация: Гидротермальным методом синтезированы высокодисперсные порошки ZnO с использованием разных прекурсоров. Исследованы морфология, фотокаталитические свойства полученных образцов. Показана связь морфологии полученных образцов ZnO и их фотокаталитических свойств с условиями проведения гидротермального синтеза. Получены образцы ZnO, по фотокаталитической активности превосходящие коммерческие порошки оксида цинка.

Ключевые слова: гидротермальный метод, высокодисперсные порошки ZnO, фотокаталитические наночастицы.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2019-128-3-49-56>

Работа выполнена по гранту AP05130100 Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Введение. В настоящее время интенсивные исследования проводятся по проблеме очистки сточных вод [1]. Физические методы, такие как флокуляция, обратный осмос и адсорбция активированным углём не разрушают вредные вещества, а только переносят их в другие среды; приводя таким образом к вторичному загрязнению. Гетерогенный полупроводниковый фотокатализ [2-6] является многообещающим подходом к деградации большого количества органических загрязнителей, поскольку считается экономически эффективным. Данный процесс по сравнению с другими способами очистки обладает рядом преимуществ, таких как полная минерализация (1), отсутствие проблемы удаления отходов (2), низкая стоимость (3) и отсутствие необходимости в исключительно мягких условиях для температуры и давления (4). Полупроводниковые фотокаталитические процессы важны с точки зрения удаления органических веществ, разрушения раковых клеток, бактерий и вирусов [7-9]. Поэтому разработка экспериментальных методов синтеза фотокаталитических материалов, пригодных для фотокаталитического разложения органических соединений, весьма актуальна.

ZnO обладает фотокаталитической эффективностью для деградации загрязнителей как в кислотной, так и в щелочной среде [10]. Для процесса фотокатализа первостепенными факторами являются удельная проводимость и дефекты поверхности (особенно кислородные дефекты), которые непосредственно влияют на фотокаталитическую активность оксидных полупроводников металлов. Массивы наностержней ZnO, синтезированных гидротермальным методом, имеют высокое отношение поверхности к объёму и являются перспективными фотокатализаторами для очистки воды [11] и решения проблемы понижения качества питьевой воды. В настоящей работе проведен гидротермальный синтез наночастиц ZnO и исследованы их фотокаталитические свойства совместно с их морфологией.

Эксперимент. Порошки ZnO были синтезированы гидротермальным методом на водяной бане при 95⁰С в течение 3-6 часов. К преимуществам гидротермального синтеза можно отнести низкозатратность, воспроизводимость, возможность управления свойствами синтезируемых материалов посредством изменения таких параметров, как температура, продолжительность и концентрация компонентов раствора роста. Для синтеза порошков ZnO с мелкой дисперсностью были приготовлены два различных раствора,

основные реагенты растворов – ацетат цинка, NaOH и ПАВ (додецилсульфат натрия). Сначала был приготовлен раствор $0.1\text{M Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ в 50 мл этанола. Второй компонент – это раствор гидроксида натрия 0.5M NaOH в 100 мл дистиллированной воды, дополнительно добавлялся 10мМ натрий додецилсульфат в качестве ПАВ. Оба компонента непрерывно перемешивались в течение 30 минут на магнитной мешалке, затем в первый раствор добавлялся второй капельным способом. Синтез проводился в пределах 3-6 часов на водяной бане при температуре 95°C . Полученный после синтеза порошок несколько раз промывался дистиллированной водой и сушился. После этого проводился термический отжиг в муфельной печи при температуре 500°C в течение 6 часов.

Морфологию поверхности изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) Quanta3D200i FEI. Оптические спектры поглощения сняты на спектрофотометре Lambda 35 PerkinElmer. Рамановские спектры были сняты на установке Ntegra Spectra (NT-MDT) с возбуждением синим лазером с длиной волны 473 нм.

Результаты и обсуждение. На рисунках 1 - 3 показаны СЭМ снимки полученных образцов, а также спектры оптической плотности исходных растворов Родамина В и спектры оптической плотности растворов после экспозиции ультрафиолетовым светом в течение 30, 60, 90 и 120 минут.

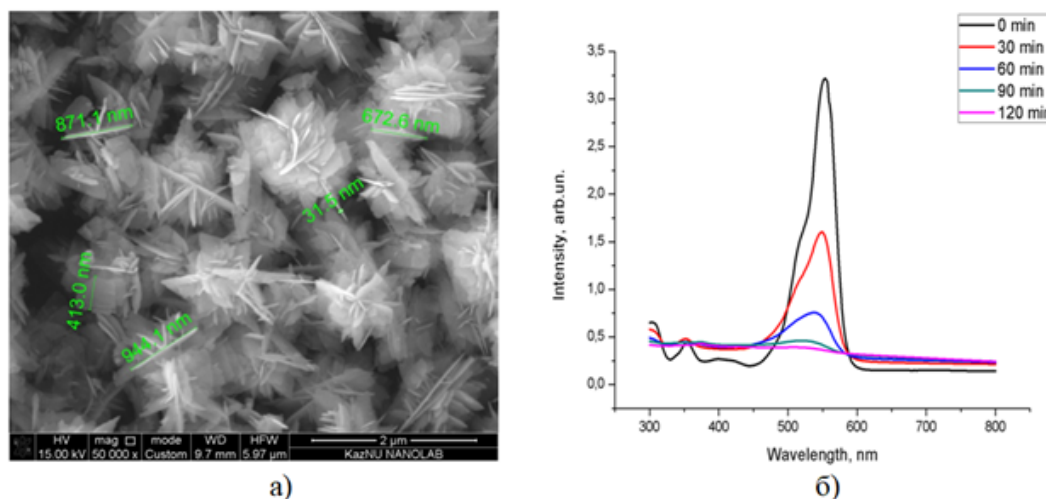


FIGURE 1 – СЭМ снимки порошка оксида цинка (а) и спектр оптической плотности раствора Родамина В с порошком оксида цинка (б). Образец №1 – $0.1\text{M Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 0.5\text{M NaOH} + 10\text{мМ ПАВ}$, температура синтеза - 95°C , продолжительность синтеза - 3 часа

СЭМ снимки показывают, что наименьшие размеры у частиц в образцах №1 и №3. Данные образцы синтезированы при одинаковых условиях и различаются только продолжительностью синтеза. Образец №1 синтезирован в течение 3 часов, а образец №3 – в течение 6 часов. Видим, что у данных образцов частицы имеют тонкую иглообразную или пластинчатую форму, длина игл и пластин зависела от продолжительности синтеза. Измерения спектров оптической плотности (рис. 1б, 2б и 3б) демонстрируют фотокаталитическую активность синтезированных образцов при деградации красителя RhB на поверхности ZnO под воздействием УФ-освещения. Из графиков видно, что максимум интенсивности поглощения исходного раствора RhB с порошком ZnO приходится на 554 нм. С увеличением времени экспонирования интенсивность поглощения RhB постепенно снижается в присутствии ZnO, что свидетельствует об уменьшении концентрации красителя RhB. Относительная концентрация красителя RhB уменьшается с увеличением времени экспонирования, при этом для всех представленных образцов краситель RhB значительно деградирует на поверхности ZnO NPs под действием УФ освещения в первые 30 минут экспонирования. У образца №1 длина частиц меньше, что, по-видимому, обеспечивает его более высокую фотокаталитическую активность.

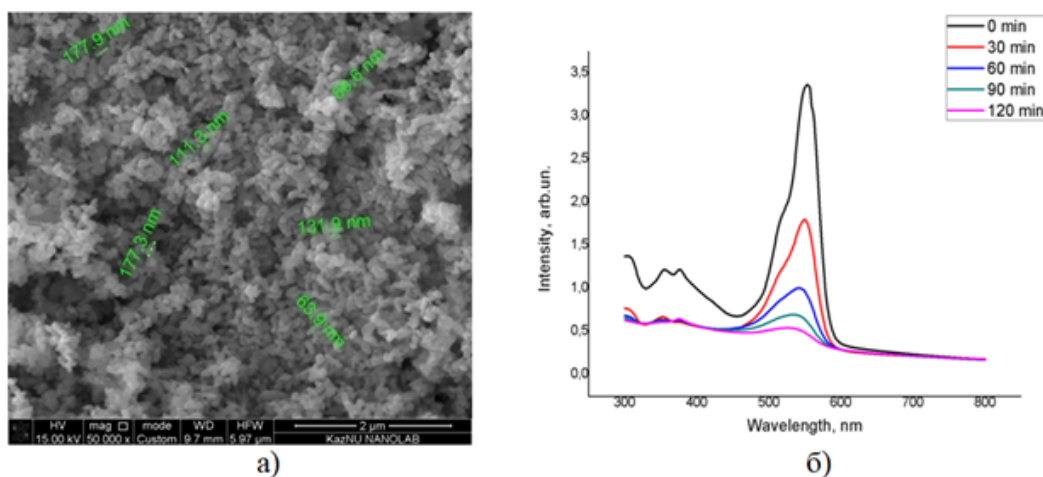


FIGURE 2 – СЭМ снимки порошка оксида цинка (а) и спектр оптической плотности раствора Родамина В с порошком оксида цинка (б). Образец №2 – $0.2\text{M Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 0.5\text{M NaOH} + 5\text{мМ ПАВ}$, температура синтеза - 95°C , продолжительность синтеза - 3 часа

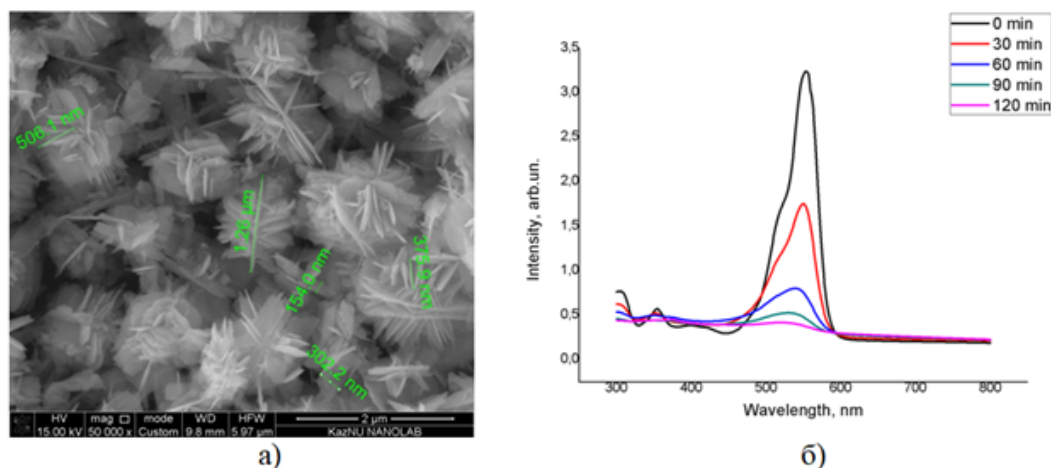


FIGURE 3 – СЭМ снимки порошка оксида цинка (а) и спектр оптической плотности раствора Родамина В с порошком оксида цинка (б). Образец №3 – $0.1\text{M Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 0.5\text{M NaOH} + 10\text{мМ ПАВ}$, температура синтеза - 95°C , продолжительность синтеза - 6 часов

При синтезе образца №2 концентрация ацетата цинка была выше, а именно 0.2 М, концентрация ПАВ 5мМ, в результате чего выросли частицы мелкие, но слипшиеся. Данный образец имел наиболее низкую фотокаталитическую активность (рис. 2б).

Сравнение синтезированного порошка ZnO с заводским порошком показывает, что фотокаталитическая активность синтезированных порошков выше. Кинетика спада оптической плотности в полосе поглощения родамина показывает (рис. 4), что фотокаталитическая активность образцов №1 и №3 выше, чем у образца №2. Учитывая тот факт, что размеры частиц в образцах №1 и №3 меньше, чем в образце №2, можно сделать вывод о влиянии размера, формы частиц и, как следствие, удельной поверхности на фотокаталитические свойства полученных образцов.

Проведены также измерения рамановских спектров полученных порошков ZnO . Известно, что кристалл ZnO со структурой вюрцита относится к пространственной группе $R\bar{6}3\text{mc}$, и в рамановском рассеянии первого порядка участвуют только оптические фононы в точке G зоны Бриллюэна [12, 13]. Колебательная мода E_2 состоит из двух мод низкочастотных и высокочастотных фононов $E_2 \text{ low}$ (96 см^{-1}) и $E_2 \text{ high}$ (437 см^{-1}), что связано с вибрацией Zn -подрешетки и атомов кислорода соответственно. Эти моды являются рамановскими активными колебаниями первого порядка и доминируют в нерезонансных

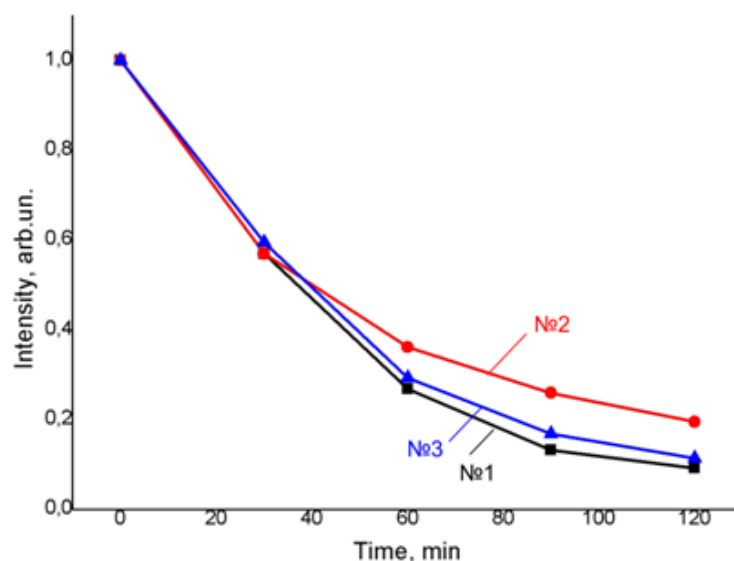


FIGURE 4 – Кинетика спада оптической плотности в полосе поглощения родамина в зависимости от времени засветки образцов ZnO №1, №2 и №3

спектрах комбинационного рассеяния (рисунок 5). Это указывает, что образец имеет высокое кристаллическое совершенство. Относительно слабый пик при 330 см^{-1} приписывается моде A1 (ТО). Также имеется слабый плечевой пик в низкочастотном крыле интенсивной полосы при 439 см^{-1} , что соответствует моде E1 (ТО). Кроме того, слабые обертоны акустического фонона и оптического фонона с симметрией A1 расположены на 203 и ниже 330 см^{-1} соответственно, что приводит к высокой фотокаталитической активности полученных образцов в отношении деградации красителя. Комбинация акустических мод A1 и E2 наблюдается в виде широкой полосы около 1150 см^{-1} . Полученные результаты хорошо совпадают с литературными данными [12-15] и свидетельствуют о хорошей закристаллизованности образцов ZnO, синтезированных гидротермальным методом.



FIGURE 5 – Типичный спектр рамановского рассеяния синтезированных порошков ZnO

Чтобы убедиться, что фотокаталитическая активность напрямую зависит от размера частиц порошка, были синтезированы порошки с относительно большими размерами частиц и проведено сравнение их фотокаталитических свойств. Синтез провели с использованием растворов нитрата цинка и уротропина в течение 1 часа при температуре 95°C . Синтез привел к образованию порошка с относительно большими размерами частиц в виде коротких стержней (рис. 6).

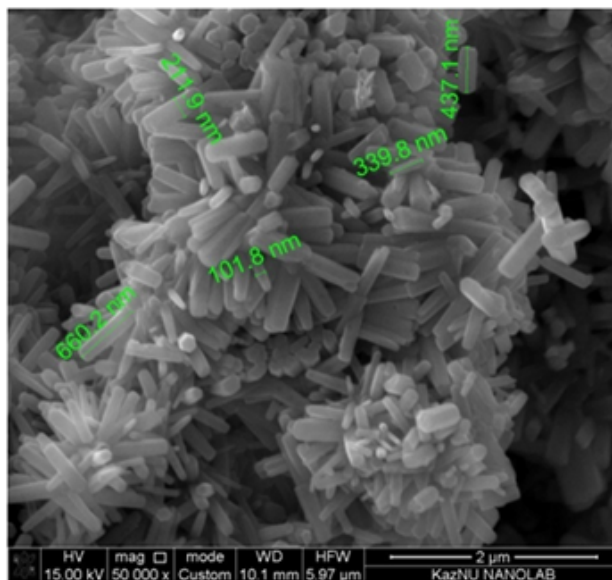


FIGURE 6 – СЭМ снимки синтезированных гидротермальным методом порошков ZnO на основе нитрата цинка и уротропина после термического отжига при 500°C . Образец №4 – $0.1\text{M} (\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ и $0.1\text{M} (\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4)$, температура синтеза – 95°C , продолжительность синтеза – 1 час

Измерена фотокаталитическая активность образца №4. На рисунке 7 показано сравнение активности образцов №1 и №4.

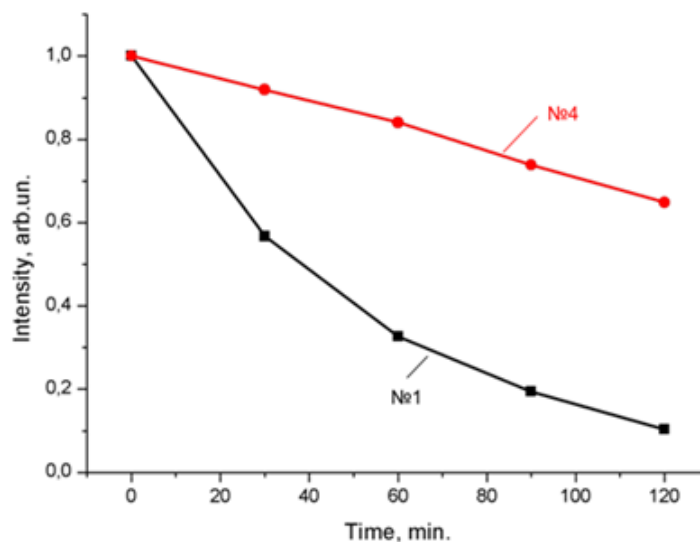


FIGURE 7 – Кинетика спада оптической плотности на полосе поглощения родамина в зависимости от времени образцов №1 и №4

Исследования показали, что фотокаталитическая активность данных порошков №4 ниже. Следовательно, фотокаталитическая активность порошков из тонких плоских кристаллических плоскостей существенно выше, чем у порошков с частицами в виде коротких стержней.

Заклучение. В ходе исследований синтезированы порошки ZnO гидротермальным методом, выяснены условия для синтеза мелкодисперсных порошков. Исследована зависимость параметров порошка от технологических параметров синтеза, таких как концентрация основных реагентов, продолжительность синтеза, температура синтеза. Исследована фотокаталитическая активность полученных порошков в зависимости от размеров и формы частиц порошков.

Список литературы

- 1 Yahya N., Aziz F., Jamaludin N.A., Mutalib M.A., Ismail A.F., Salleh W. W. N., Jaafar J., Yusof N, Ludin N.A. A review of integrated photocatalyst adsorbents for wastewater treatment // Journal of Environmental Chemical Engineering. –2018. –Vol. 6. Issue 6. –P. 7411-7425. doi:10.1016/j.jece.2018.06.051
- 2 Belvar C., Bellod R., Fuerte A., Garcia M.F. Nitrogen-containing TiO₂ photocatalysts: Part 1. Synthesis and solid characterization // Appl. Catal. B: Environ. –2006. –Vol. 65. –P.301-308. doi: 10.1016/j.apcatb.2006.02.016
- 3 Linsebigler A.L., Lu G., Yates J.T. Photocatalysis on TiO₂ surfaces: Principles, mechanisms, and selected results // J. Chem. Revs. –1995. –Vol.95. –P. 735-758. doi: 10.1021/cr00035a013
- 4 Serpone N. Brief introductory remarks on heterogeneous photocatalysis //Solar Energy Mater. Solar Cells. –1995. –Vol. 38. –P.369-379. doi.org/10.1016/0927-0248(94)00230-4
- 5 Chong M.N., Jin B., Chow C.W.K., Saint C. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: A review // Water Res. –2010. –Vol.44. –P. 2997-3027. doi.org/10.1016/j.watres.2010.02.039
- 6 Yi Yang and Joseph J. Pignatello. Participation of the Halogens in Photochemical Reactions in Natural and Treated Waters // Molecules. –2017. –Vol.22(10). –P.1684-1-1684-24. doi:10.3390/molecules22101684.
- 7 Litter M.I. Introduction to Photochemical Advanced Oxidation Processes for Water Treatment. In: Boule P., Bahnemann D.W., Robertson P.K.J. (eds) Environmental Photochemistry Part II. The Handbook of Environmental Chemistry, vol 2M. - Springer, Berlin, Heidelberg, 2018. -481p.
- 8 Kisch H. Semiconductor Photocatalysis for Chemoselective Radical Coupling Reactions // Acc Chem Res. –2017. –Vol. 50(4). –P.1002-1010. doi: 10.1021/acs.accounts.7b00023. Epub 2017.
- 9 Dhananjay S. Bhatkhande, Vishwas G. Pangarkar and Anthony ACM Beenackers. Photocatalytic degradation for environmental applications – a review // J. Chem. Technol. Biotechnol. –2001. –Vol. 177. –P.102–116. doi.org/10.1002/jctb.532
- 10 Mohd Azam Mohd Adnan, Nurhidayatullaili Muhd Julkapli, Sharifah Bee Abd Hamid. Review on ZnO hybrid photocatalyst: impact on photocatalytic activities of water pollutant degradation // Reviews in Inorganic Chemistry. –2015. –Vol. 36. Issue 2. –P. 77-104. doi.org/10.1515/revic-2015-0015
- 11 Sze-Mun Lam, Jin-Chung Sin. A Green and Facile Hydrothermal Synthesis of ZnO Nanorods for Photocatalytic Application // JOJ Material Scin. (JOJMS). –2018. –Vol. 4(1). –P.001-006. doi:10.19080/JOJMS.2018.04.555629.
- 12 Hadis Morkoz and mit zgur. Zinc Oxide: Fundamentals, Materials and Device Technology. - WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 2009. –488p.
- 13 Tu W., Lei J., Wang P., Ju H. Photoelectrochemistry of Free-Base-Porphyrin-Functionalized Zinc Oxide Nanoparticles and Their Applications in Biosensing. Chem. - Eur. J., -2011,vol. vol. 17, p. 9440-9447. doi: 10.1002/chem.201100577
- 14 Li L, Yang H, Qi G, et al. Synthesis and photoluminescence of hollow microspheres constructed with ZnO nanorods by H₂ bubble templates. Chem Phys Lett. -2008, vol. 455, p. 93–97. doi:10.1016/j.cplett.2008.02.071
- 15 Nirmalya Tripathy, Rafiq Ahmad, Jeong Eun Song, Hyun Park, and Gilson Khang. ZnO nanonails for photocatalytic degradation of crystal violet dye under UV irradiation. AIMS Materials Science, vol. 4(1). p. 267-276. (2008). doi: 10.3934/matricsci.2017.1.267

Л.В. Гриценко¹², Ж.К. Калкозова¹, Е.Ю. Кедрук², А.А. Мархабаева¹, Х.А. Абдуллин¹

¹ Ашық түрдегі Ұлттық Нанотехнологиялық Зертхана, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

² Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті, Алматы, Қазақстан

ZnO нанобөлшектерінің гидротермалды синтезі және олардың фотокаталитикалық қасиеттері

Аңдатпа. Жоғары дисперсті ZnO ұнтақтары гидротермалды әдіспен әр түрлі прекурсорларды қолдана отырып синтезделді. Алынған үлгілердің морфологиясы, фотокаталитикалық қасиеттері зерттелді. Гидротермалды синтездің өту шарттарына байланысты алынған ZnO үлгілерінің морфологиясымен фотокаталитикалық қасиеттерінің арасындағы байланыс көрсетілді. Мырыш оксидінің коммерциялық дайын ұнтағының фотокаталитикалық белсенділігінен басым болатын ZnO үлгілері алынды.

Түйін сөздер: гидротермалды әдіс, ZnO жоғары дисперсті ұнтақ, фотокаталитикалық нанобөлшектер

L.V. Gritsenko², Zh.K. Kalkozova¹, Y.U. Kedruk², A.A. Markhabaeva¹, Kh.A. Abdullin¹

¹ National Nanotechnology Laboratory of open type, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

² K.I. Satpayev Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan

Hydrothermal synthesis of ZnO nanoparticles and their photocatalytic properties

Abstract. Highly dispersed ZnO powders are synthesized by the hydrothermal method using different precursors. Morphology and photocatalytic properties of the obtained samples were investigated. The relationship of the morphology of the obtained ZnO samples with their photocatalytic properties and with the conditions of the hydrothermal synthesis was studied. Samples of ZnO, which are superior to commercial powders of zinc oxide in photocatalytic activity, were obtained.

Keywords: hydrothermal method, highly dispersed ZnO powders, photocatalytic nanoparticles

References

- 1 Yahya N., Aziz F., Jamaludin N.A., Mutalib M.A., Ismail A.F., Salleh W. W. N., Jaafar J., Yusof N, Ludin N.A. A review of integrated photocatalyst adsorbents for wastewater treatment, *Journal of Environmental Chemical Engineering*. **6** (6), 7411-7425 (2018). doi:10.1016/j.jece.2018.06.051
- 2 Belvar C., Bellod R., Fuerte A., Garcia M.F. Nitrogen-containing TiO₂ photocatalysts: Part 1. Synthesis and solid characterization, *Appl. Catal. B: Environ.* **65**, 301-308 (2006). doi: 10.1016/j.apcatb.2006.02.016
- 3 Linsebigler A.L., Lu G., Yates J.T. Photocatalysis on TiO₂ surfaces: Principles, mechanisms, and selected results, *J. Chem. Revs.* **95**, 735-758 (1995).
- 4 Serpone N. Brief introductory remarks on heterogeneous photocatalysis, *Solar Energy Mater. Solar Cells.* **38**, 369-379 (1995). doi.org/10.1016/0927-0248(94)00230-4
- 5 Chong M.N., Jin B., Chow C.W.K., Saint C. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: A review, *Water Res.* **44**, 2997-3027 (2010). doi.org/10.1016/j.watres.2010.02.039
- 6 Yi Yang and Joseph J. Pignatello. Participation of the Halogens in Photochemical Reactions in Natural and Treated Waters, *Molecules*. **22** (10), 1684-1-1684-24 (2017). doi:10.3390/molecules22101684.
- 7 Litter M.I. Introduction to Photochemical Advanced Oxidation Processes for Water Treatment. In: Boule P., Bahnemann D.W., Robertson P.K.J. (eds) *Environmental Photochemistry Part II. The Handbook of Environmental Chemistry*, vol 2M. (Springer, Berlin, Heidelberg, 2018)
- 8 Kisch H. Semiconductor Photocatalysis for Chemoselective Radical Coupling Reactions, *Acc Chem Res.* **50** (4), 1002-1010 (2017).
- 9 Dhananjay S. Bhatkhande, Vishwas G. Pangarkar and Anthony ACM Beenackers. Photocatalytic degradation for environmental applications – a review, *J. Chem. Technol. Biotechnol.* **177**, 102-116 (2001). doi.org/10.1002/jctb.532
- 10 Mohd Azam Mohd Adnan, Nurhidayatullaili Muhd Julkapli, Sharifah Bee Abd Hamid. Review on ZnO hybrid photocatalyst: impact on photocatalytic activities of water pollutant degradation, *Reviews in Inorganic Chemistry*. **36** (2), 77-104 (2015). doi.org/10.1515/revic-2015-0015
- 11 Sze-Mun Lam, Jin-Chung Sin. A Green and Facile Hydrothermal Synthesis of ZnO Nanorods for Photocatalytic Application, *JOJ Material Scin. (JOJMS)*. **4** (1), 001-006 (2018). doi:10.19080/JOJMS.2018.04.555629.
- 12 Hadis Morkoz and İmit Çizgur. Zinc Oxide: Fundamentals, Materials and Device Technology. (WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 2009).
- 13 Tu W., Lei J., Wang P., Ju H. Photoelectrochemistry of Free-Base-Porphyrin-Functionalized Zinc Oxide Nanoparticles and Their Applications in Biosensing. *Chem. Eur. J.* **17**, 9440-9447 (2011). doi: 10.1002/chem.201100577
- 14 Li L, Yang H, Qi G, et al. Synthesis and photoluminescence of hollow microspheres constructed with ZnO nanorods by H₂ bubble templates. *Chem Phys Lett.* **455**, 93-97 (2008). doi:10.1016/j.cplett.2008.02.071
- 15 Nirmalya Tripathy, Rafiq Ahmad, Jeong Eun Song, Hyun Park, and Gilson Khang. ZnO nanonails for photocatalytic degradation of crystal violet dye under UV irradiation. *AIMS Materials Science*, **4**(1): 267-276. (2008). doi: 10.3934/matricsci.2017.1.267

Сведения об авторах

Гриценко Л.В. – PhD, ассоциированный профессор, Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, ул. Сатпаева, 22, Алматы, Казахстан.

Калкозова Ж.К. - к.ф.-м.н., Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа, КазНУ им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан.

Кедрук Е.Ю. – докторант 1-ого года обучения, Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, ул. Сатпаева, 22, Алматы, Казахстан.

Мархабаева А.А. – докторант 3 курса, Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа, КазНУ им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан.

Абдуллин Х.А. – д.ф.-м.н., профессор, Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа, КазНУ им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан.

Gritsenko L. V. – PhD, associate professor, Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev, Satpayev str., 22, Almaty, Kazakhstan.

Kalkozova Zh.K. - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, National Nanotechnology Laboratory of open type, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, Al-Farabi Avenue, 71, Almaty, Kazakhstan.

Kedruk Y.U. – 1st year PhD student, Satpayev University, Satpayev str., 22, Almaty, Kazakhstan.

Markhabaeva A.A. - 3rd year PhD student, National Nanotechnology Laboratory of open type, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, Al-Farabi Avenue, 71, Almaty, Kazakhstan.

Abdullin Kh.A. - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, National Nanotechnology Laboratory of open type, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, Al-Farabi Avenue, 71, Almaty, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 28.06.2019

«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 формулаларсыз, 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 нөмірленеді.

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

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

Сілтемені беруде автор қолданған әдебиеттің бетінің нөмірін көрсетпей, келесі нұсқаға сүйеніңіз дұрыс: тараудың нөмірі, бөлімнің нөмірі, тармақтың нөмірі, теораманың (лемма, ескерту, формуланың және т.б.) нөмірі 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 Жұбанышева 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., 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). – **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

Кпп 859- за статью

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

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпп 859 - за статью

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

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпп 859 - за статью

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

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпп 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

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 author, 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: KСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпп 859- за статью

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

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпп 859 - за статью

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

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпп 859 - за статью

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

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпп 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

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 стилового файла журнала. Стилистовый 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 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://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: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпп 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³¹ Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан² Актыбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актобе, 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.

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

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

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 Локуцкий 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 Жұбанышева 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. Жұбанышева¹, 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 мәнінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде 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 chislennoy analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyy (vychislitel'nyy) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislennoy analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evraziyskogo natsional'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., Abikenova Sh.K. O normah proizvodnykh funktsiy s nulevymi znacheniyami zadannogo nabora lineynykh funktsionalov i ih primeneniya 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 Mezhdunarodnoy konferentsii, posvjashhennaya 110-letiju so dnja rozhdeniya akademika

- S.M.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcij" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekturnaja i gipolipidemicheskaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Kyrov V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vlozhenija simplekticheskoy geometrii [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie 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.

Темирғалиев 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. - Senior 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