

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

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

PHYSICS. ASTRONOMY Series

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

№1(126)/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

Астана, 2019
Astana, 2019

Бас редакторы
ф.-м.ғ. докторы
А.Қ. Арынгазин (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары

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

Редакция алқасы

Алдонгаров А.А.	PhD (Қазақстан)
Балапанов М.Х.	доктор ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Бахтизин Р.З.	доктор ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Гиниятова Ш.Г.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
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.	доктор 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.	доктор 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)
Тлеукенов С.К.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Қазақстан)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сатпаев 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 министрлігімен
тіркелген. 27.03.2018ж. №16999-ж тіркеу куәлігі.

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана 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
A.K. Aryngazin (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

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

Editorial board

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)
Giniyatova Sh.G.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
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)
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, Astana,
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., Astana, Kazakhstan 010008;

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

Главный редактор
доктор ф.-м.н.
А.К. Арынгазин (Казахстан)

Зам. главного редактора

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

Редакционная коллегия

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

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

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

№1(126)/2019

МАЗМҰНЫ

<i>Балахаева Р., Акылбеков А., Даулетбекова А., Козловский А., Баймуханов З., Гиниятова Ш., Усеинов А., Садуова Б., Карим К.</i> SiO ₂ /Si тректі темплэйтте екі типті электролит негізінде CdTe нанокластерлерін қалыптастыру	8
<i>Дукенов А.Б., Усеинов А.Б., Акылбеков А.Т., Даулетбекова А.К., Здоровец М.В., Ыбыраев Н.С., Оралбеков Н.Б.</i> Таза және кобальтпен легирленген MgF ₂ -нің электрондық қасиеттерін Ab-initio есептеулері	15
<i>Доломатов М.Ю., Шуткова С.А., Шарипов Т.И., Бахтизин Р.З., Ишниязов З.З., Нураxметов Т.Н., Салиходжа Ж.М.</i> Мұнай асфальтені нанобөлшектерінің молекулалық және супрамолекулалық құрылымының ерекшеліктері	23
<i>Кайнарбай А. Ж., Нураxметов Т.Н., Юсупбекова Б., Кайнарбаева А., Турмаханбетова А., Базарбаева.Г.Е., Абдраман Б.</i> Биологиядан бастан күн энергетикасына шейін кең қолданыс табатын CdSe/CdS гетероқұрылымдардың алу әдістемесін жасау	32
<i>Мадиярова А.Е., Разина О.В., Цыба П.Ю.</i> f-эссенциялы Эйнштейн-Картан гравитация моделі	38
<i>Ногай А.С., Кутербеков К.А., Бекмырза К.Ж., Нураxметов Т.Н., Кабышев А.М., Кумисбек А., Жеткенбай А., Айдарбеков Н., Сулейменов А.</i> Жанармай жасушалары үшін кобальт халькогенидінің негізінде катализаторларды синтездеу және зерттеу	48
<i>Нураxметов Т.Н., Бахтизин Р.З., Салиходжа Ж.М., Жунусбеков А.М., Кайнарбай А.Ж., Дауренбеков Д.Х., Садыкова Б.М., Жанылысов К.Б., Юсупбекова Б.Н.</i> Сілтілі металл сульфаттарының зоналық құрылымы	56
<i>Санг Мей Ли, Босунг Шин, А.Сейтжан, А.Мырзагалиева, Б.Медеубаева</i> Брэгг торларына негізделген оптофлюидтық сенсорлар	67
<i>Саттинова З.К.</i> Құю қондырғысының сақиналы каналында бериллий тотығы термопласт шликерінің изотермиялық емес қату процесін модельдеу	81
<i>Тлеукенов С.К., Балабеков К.Н., Жалғасбекова З.К.</i> Ромбылық кристалдардағы топтық жылдамдық пен электромагниттік энергия ағыны	90

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

№1(126)/2019

CONTENTS

<i>Balakhayeva R., Akilbekov A., Dauletbekova A., Kozlovskii A., Baimukhanov Z., Giniyatova Sh., Usseinov A., Saduova B., Karim K.</i> Creation of CdTe nanoclusters in SiO ₂ /Si track templates using two types of electrolyte	8
<i>Dukenov A.B., Usseinov A.B., Akilbekov A.T., Dauletbekova A.K., Zdorovets M.V., Ybyraev N.S., Oralbekov N.B.</i> Ab-initio calculations of the electronic properties of pure and cobalt doped MgF ₂	15
<i>Dolomatov M.Yu., Shutkova S.A., Sharipov T.I., Bakhtizin R.Z., Ishniyazov Z.Z., Nurakhmetov T.N., Salikhodzha Z.M.</i> Band structure of alkali metal sulfates	23
<i>Kainarbai A.Zh., Nurakhmetov T.H., Usupbekova B., Kainarbaeva A., Turmakhanbetova A., Bazarbayeva.G., Abdraman B.</i> Wide application areas from biology until solar cell heterojunction CdSe/CdS synthesis method	32
<i>Madiyarova A.E., Razina O.V., Tsyba P.Yu.</i> Einstein-Cartan gravity model with f-essence	38
<i>Nogai A.S., Kuterbekov K.A., Bekmyrza K.Zh., Nurakhmetov T.N., Kabyshev A.M., Kumisbek A., Zhetkenbay A., Aidarbekov N., Suleimenov A.</i> Synthesis and Investigation of Catalysts Based on Cobalt Chalcogenide for Fuel Cells	48
<i>Nurakhmetov T.N., Bakhtizin R.Z., Salikhodja Z.M., Zhunusbekov A.M., Kainarbay A.Z., Daurenbekov D.H., Sadykova B.M., Zhangylysov K.B., Yussupbekova B.N.</i> Band structure of alkali metal sulfates	56
<i>Sang Mae Lee, Bosung Shin, A.Seitkan, A.Myrzagaliyeva, B.Medeubayeva</i> Optofluidic sensors based on bragg gratings	67
<i>Sattinova Z.K.</i> Simulation of the process of non-isothermal crystallization process of thermoplastic slurry BeO in the annular cavity of the casting plant	81
<i>Tleukenov S.K., Balabekov K.N., Zhalgasbekova Z.K.</i> Group velocity and flow of electromagnetic energy in rhombic crystals	90

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

№1(126)/2019

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Балахаева Р., Акылбеков А., Даулетбекова А., Козловский А., Баймуханов З., Гиниятова Ш., Усеинов А., Садуова Б., Карим К.</i> Создание нанокластеров CdTe в трековых темплэйттах SiO ₂ /Si с использованием двух типов электролита	8
<i>Дукенов А.Б., Усеинов А.Б., Акылбеков А.Т., Даулетбекова А.К., Здоровец М.В., Ыбыраев Н.С., Оралбеков Н.Б.</i> Ab-initio расчеты электронных свойств чистого и легированного кобальтом MgF ₂	15
<i>Доломатов М.Ю., Шуткова С.А., Шарипов Т.И., Бахтизин Р.З., Ишниязов З.З., Нурахметов Т.Н., Салиходжа Ж.М.</i> Особенности молекулярной и надмолекулярной структуры наночастиц нефтяных асфальтенов	23
<i>Кайнарбай А. Ж., Нурахметов Т.Н., Юсупбекова Б., Кайнарбаева А., Турмаханбетова А., Базарбаева.Г.Е., Абдраман Б.</i> Разработка методик получения гетероструктур CdSe/CdS широкого круга применения: от биологии до солнечной энергетики	32
<i>Мадиярова А.Е., Разина О.В., Цыба П.Ю.</i> Модель гравитации Эйнштейна-Картана с f-эссенцией	38
<i>Ногай А.С., Кутербеков К.А., Бекмырза К.Ж., Нурахметов Т.Н., Кабышев А.М., Кумисбек А., Жеткенбай А., Айдарбеков Н., Сулейменов А.</i> Синтез и исследование катализаторов на основе халькогенида кобальта для топливных элементов	48
<i>Нурахметов Т.Н., Бахтизин Р.З., Салиходжа Ж.М., Жунусбеков А.М., Кайнарбай А.Ж., Дауренбеков Д.Х., Садыкова Б.М., Жанылысов К.Б., Юсупбекова Б.Н.</i> Зонная структура сульфатов щелочных металлов	57
<i>Санг Мей Ли, Босунг Шин, А.Сейтжан, А.Мырзагалиева, Б.Медеубаева</i> Оптофлюидные датчики на основе Брэгговских решеток	67
<i>Саттинова З.К.</i> Моделирование процесса неизотермического отверждения термопластичного шликера BeO в кольцевом канале установки литья	81
<i>Тлеуженов С.К., Балабеков К.Н., Жалгасбекова З.К.</i> Групповая скорость и поток электромагнитной энергии в ромбических кристаллах	90

ФИЗИКА



МРНТИ 29.19.19; 29.19.22

Р. Балахаева¹, А. Акылбеков¹, А. Даулетбекова¹, А. Козловский², З. Баймуханов¹, Ш. Гиниятова¹, А. Усеинов¹, Б. Садуова¹, К. Карим¹

¹ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

² Институт ядерной физики, Астана, Казахстан

(E-mail: ¹ brk1001@yandex.kz, ¹ akilbekov_at@enu.kz, ¹ alma_dauletbek@mail.ru,

² artem88sddt@mail.ru, ¹ zeinb77@mail.ru, ¹ giniyatova_shg@enu.kz, ¹ ya.abay@yandex.kz,

¹ samai_b_91@mail.ru, ² kazhimukan_01@mail.ru)

Создание нанокластеров CdTe в трековых темплэитах SiO₂/Si с использованием двух типов электролита

Аннотация: В настоящей работе представлены результаты по исследованию нанокластеров CdTe, полученных при электрохимическом осаждении с использованием сульфатного и хлоридного растворов. В качестве нанопористых шаблонов использовались трековые темплэиты SiO₂/Si. Трековый темплэит a-SiO₂/Si-n был получен облучением ионами ксенона с энергией 200 МэВ, с флюенсами 10⁷–10⁸ ионов/см². Поверхность осажденных образцов исследовались с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM 7500F. Для идентификации кристаллической структуры нанокластеров CdTe был выполнен рентгеноструктурный анализ. Нанокристаллы теллурида кадмия гексагональной фазы (вюрцит) формируются совместно с аморфной фазой. Расчеты размеров кристаллитов показали, что после отжига образцов CdTe при температуре 100 °С приводит к изменениям нанокристаллитов и увеличению степени кристалличности с доминированием аморфной фазы.

Ключевые слова: теллурид кадмия, нанокристаллы CdTe, трековый темплэит SiO₂/Si, электрохимическое осаждение, сульфатный электролит, хлоридный электролит.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2019-126-1-8-14>

Введение. Теллурид кадмия CdTe – прямозонный полупроводник с шириной запрещенной зоны $E_g = 1,49$ эВ при 300 К [1]. Как известно, теллурид кадмия относится к материалам, наиболее подходящим для создания солнечных элементов [2]. Это обусловлено шириной запрещенной зоны, близкой к оптимальному значению, а также большим коэффициентом поглощения света во всем спектральном диапазоне фоточувствительности [3]. В настоящее время значительные усилия направлены на синтез и исследование нанокластеров в трековых темплэитах SiO₂/Si. Эта тенденция обусловлена перспективой их применения в оптоэлектронике, фотоэлектрохимии, катализе, медицине и др. [4, 5]. Синтез металлических и полупроводниковых кластеров осуществляется осаждением в нанопористые шаблоны – темплэиты SiO₂/Si, так как кремний является основным материалом для современной электроники. SiO₂/Si - хорошо изученная структура, полностью совместимая с кремниевой технологией. Для создания нанопор используется облучение быстрыми тяжелыми ионами (БТИ), когда создаются латентные треки, и последующая обработка в травителе приводит к формированию системы наноканалов [6-10]. Облученный БТИ аморфный диоксид кремния может стать альтернативой полимерным пленочным материалам, из которых в настоящее время делают трековые мембраны. В данной работе исследовалось электрохимическое осаждение (ЭХО) CdTe, с использованием двух типов электролита: сульфатного и хлоридного.

Экспериментальная часть. Ранее в работах [11, 12] было проведено компьютерное моделирование процессов трекообразования в структурах SiO_2/Si для ионов, получаемых на ускорителе DC-60. Было установлено, что наилучшими ионами являются криптон и ксенон. Мы в своих облучениях использовали ионы ксенона с энергией 200 МэВ, с достаточно низкими флюенсами 10^7 – 10^8 ионов/ см^2 . При таком флюенсе не наблюдается перекрытие треков, что позволяет получить достаточно равномерное распределение треков по поверхности и получить при травлении требуемый диаметр нанопор. Также наблюдается достаточно низкий фон радиационных дефектов. Структура $\text{a-SiO}_2/\text{Si-n}$ или p типа изготавливалась термическим оксидированием кремниевой подложки (Si-n типа или p -типа) в атмосфере влажного кислорода при 900°C . Толщина оксидного слоя по данным эллипсометрии составляла 700 нм. Были изготовлены образцы с размерами 5×5 мм и 20×20 мм. С помощью кода SRIM [13] были рассчитаны электронные и ядерные потери энергии для иона ксенона в структуре $\text{a-SiO}_2/\text{Si}$, а также длина пробега (Рисунок 1).

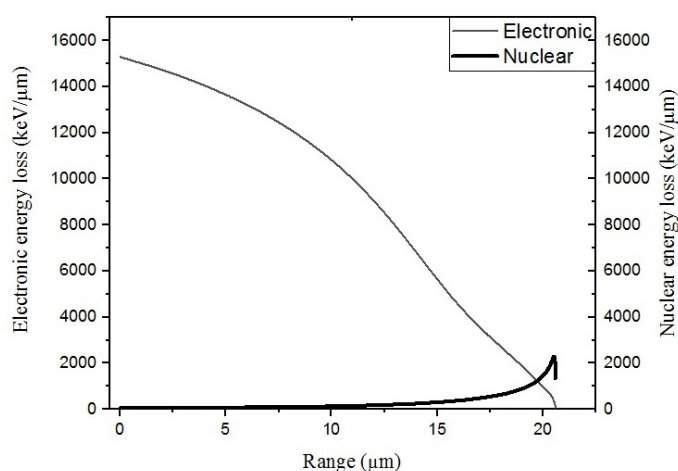


Рисунок 1 - Электронные и ядерные потери энергии иона Xe 200 МэВ в SiO_2/Si , рассчитанные кодом SRIM [15]

Химическое травление образцов SiO_2/Si проводилось в 4 % водном растворе HF, в состав травителя входил $m(\text{Pd})=0,025$ г, температура травления - $T=18^\circ\text{C}\pm 1^\circ\text{C}$. Перед травлением треков проводилась ультразвуковая очистка поверхности образцов в изопропанол в течение 15 минут в ультразвуковом очистителе 6.SB25-12DTS. После обработки в HF образцы промывались в деионизованной воде (18,2 МОм). Анализ нанопор после травления проводился на СЭМ JSM-7500F (Рисунок 2). Были получены ряды наноканалов, имеющих форму усеченного конуса со срезанной вершиной. Контроль за формой и размерами нанопор осуществлялся временем травления [14-15]. Варьируя время травления, получили диаметры нанопор от 200 до 350 нм. Электрохимическое осаждение CdTe в темплайт p -типа с использованием сульфатного и хлоридного растворах было выполнено в режиме постоянного напряжения на электродах – 1,5 В в течение 5 и 10 минут. Рентгеноструктурный анализ проводился на рентгеновском дифрактометре D8 ADVANCE ECO с использованием рентгеновской трубки с Cu-анодом в диапазоне углов 2θ 30° - 110° с шагом $0,01^\circ$ (Рисунок 3). Для идентификации фаз и исследования кристаллической структуры использовалось программное обеспечение Bruker AXSDIFFRAC.EVA v.4.2 и международная база данных ICDD PDF-2.

Результаты и обсуждения. Электрохимическое осаждение CdTe проводилось с использованием двух систем растворов: 1) $1\text{M CdSO}_4 + 1\text{mM TeO}_2$. CdSO_4 растворил в воде, TeO_2 – в минимальном количестве концентрированной серной кислоты. Объединяя два раствора и довели pH до значения 2; 2) $1\text{M CdCl}_2 + 1\text{mM TeO}_2$. CdCl_2 растворили в воде, TeO_2 – в минимальном количестве концентрированной соляной кислоты. Объединили два раствора и довели pH до значения 2. TeO_2 чрезвычайно плохо растворяется в серной кислоте, ни концентрированная серная, ни ее растворы данный оксид быстро не растворяют. На



Рисунок 2 – Сканирующий электронный микроскоп JSM-7500F



Рисунок 3 – Рентгеновский дифрактометр D8 ADVANCE ECO

растворение в серной кислоте требуется несколько часов при нагревании. В соляной же кислоте данный оксид растворяется мгновенно. На рисунке 4 а и б, представлены СЭМ изображения заполненных нанопор. Для идентификации кристаллической структуры нанокластеров CdTe был выполнен рентгеноструктурный анализ образцов, который показал, что формируются нанокристаллы теллурида кадмия гексагональной фазы (вюрцит), которые сосуществуют с аморфной фазой.

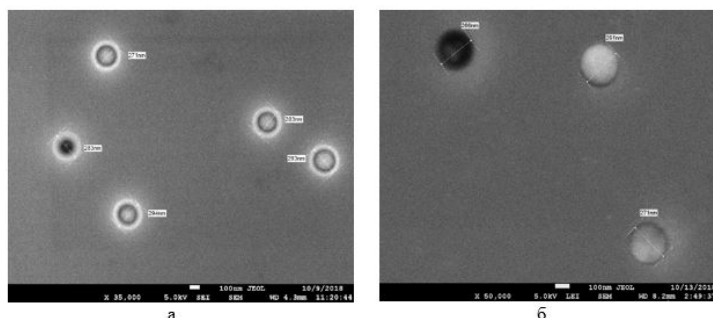


Рисунок 4 – СЭМ изображения поверхности темп-лэита n-типа после ЭХО CdTe. а) сульфатный раствор при $U=1,5$ В, $t=10$ мин., б) хлоридный раствор при $U=1,5$ В $t=5$ мин.

На рисунке 5 представлены рентгеновские дифрактограммы образцов, полученных из сульфатного раствора.

Размер кристаллитов был рассчитан для пиков (102) образца CdTe, полученных из сульфатного раствора. После отжига образцов CdTe, проведенного на воздухе при температуре 100°C , результаты показали, что размер кристаллитов уменьшился с 11,19 нм до 10,15 нм. Параметры решетки после отжига незначительно изменились. Степень кристалличности образцов, полученных из сульфатного раствора, возрастает после отжига от 45,1 % до 51,2 %. Можно предположить о преобразовании аморфных кластеров в кристаллические.

Таблица 1 – Кристаллографические характеристики сульфатного CdTe по результатам PCA

Параметры	CdTe (сульфатный)	
	Исходный	100°
Параметр кристаллической решетки, Å	$a=4.51185, c=7.40234$	$a=4.51015, c=7.40214$
Средний размер кристаллитов, нм	11.19	10.15
Степень кристалличности, %	45.1	51.2

На рисунке 6 представлены рентгеновские дифрактограммы образцов, полученных из хлоридного раствора.

В таблице 2 представлены основные кристаллографические характеристики исследуемых образцов, полученных из хлоридного раствора до и после отжига $T=100^\circ\text{C}$.

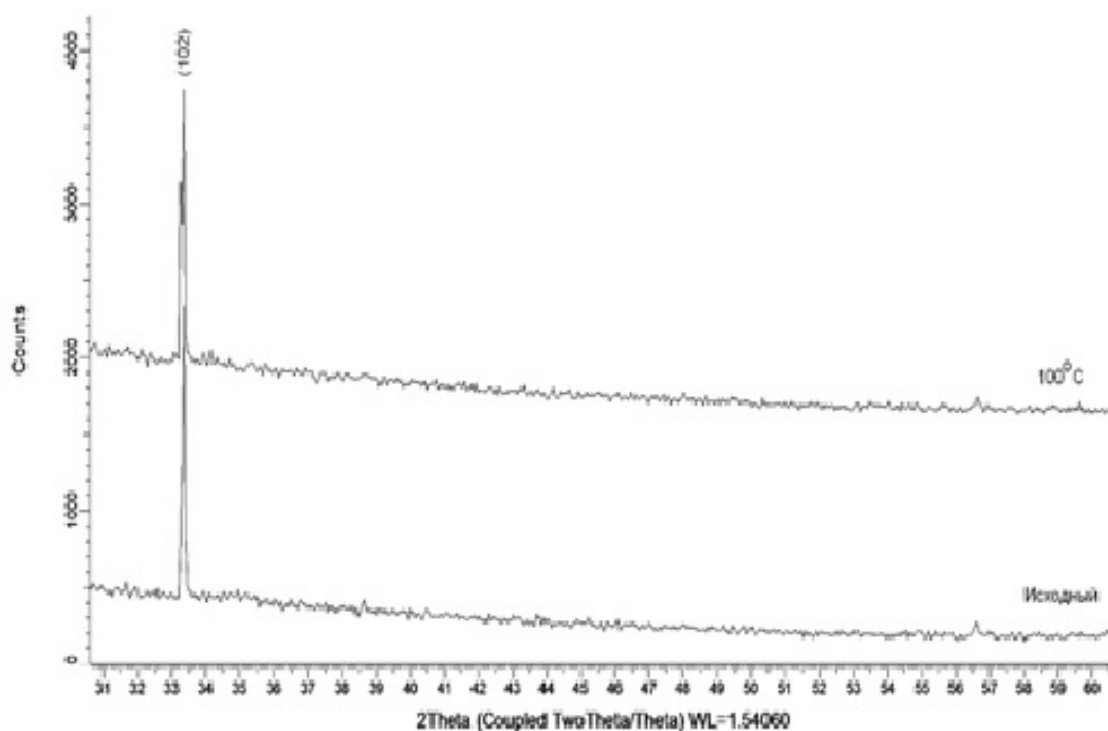


Рисунок 5 – Рентгеновские дифрактограммы образцов CdTe, полученных из сульфатного раствора

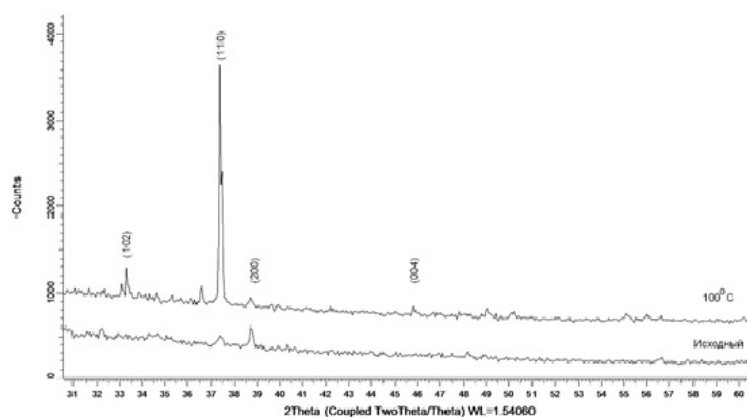


Рисунок 6 – Рентгеновские дифрактограммы образцов CdTe, полученных из хлоридного раствора

Таблица 2 – Кристаллографические характеристики хлоридного CdTe по результатам PCA

Параметры	CdTe (хлоридный)	
	Исходный	100°
Параметр кристаллической решетки, Å	a=4.53445, c=7.43525	a=4.52033, c=7.42212
Средний размер кристаллитов, нм	11.24	12.84
Степень кристалличности, %	54.5	72.6

Как видно из представленных данных использование хлоридного раствора для синтеза также приводит к формированию гексагональной фазы CdTe с несколькими текстурными плоскостями. При этом для отожженного образца наблюдается формирование выделенного направления текстуры с индексами Миллера (110). В случае хлоридного раствора размеры кристаллитов после отжига увеличиваются с 11,24 нм до 12,84 нм. Параметры кристаллической решетки изменяются более значительно, чем в случае сульфатного раствора. Степень кристалличности увеличивается с 54,5 до 72,6.

Заклучение. В данной статье представлены результаты по ЭХО CdTe с использованием двух типов электролита. Исследуемые образцы представляют собой монокристаллические структуры фазы CdTe гексагонального типа кристаллической решетки пространственной сингонии R63mc(186), сосуществующей с аморфной фазой. При этом для отожженного образца наблюдается увеличение интенсивности дифракционного пика, что обусловлено изменением степени кристалличности, а также размерными эффектами. Как видно из представленных данных использование хлоридного раствора для синтеза приводит к формированию структуры гексагональной структуры фазы CdTe с несколькими текстурными плоскостями. При этом для отожженного образца наблюдается формирование выделенного направления текстуры с индексами Миллера (110). Кристаллическая фаза доминирует над аморфной.

Список литературы

- 1 Бовина Л. А. и др. Физика соединений A^{II}B^{IV}. Под ред. А. Н. Георгобиани, М. К. Шейнкмана. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., –1986. –С. 319.
- 2 Bonnet D., Meyers P.V. Cadmium-telluride - Material for thin film solar cells // J. Mater. Res. -1998. -Vol. 13. -P. 2740.
- 3 Kosyachenko L.A., Maslyanchuk O.L., Sklyarchuk V.M., Grushko E.V. Electrical characteristics of Schottky diodes based on semi-insulating CdTe single crystals // J. Appl. Phys. -2007. -Vol. 101. -P. 013704.
- 4 Beard MC, Turner GM, Schmittenmaer CA Size-Dependent Photoconductivity in CdSe Nanoparticles as Measured by Time-Resolved Terahertz Spectroscopy // Nanoletters. - 2002. - Vol.2, № 9. - P. 983 - 987.
- 5 Asomoza R, Malodonado H, Olvera MD Conductive and transparent ZnO:Al thin films obtained by chemical spray // J Mater Sci-Mater.in Electr. - 2000. - Vol. 11. - P. 383-387.
- 6 Vlasukova L., Komarov F., Yuvchenko V., Dauletbekova A., Akilbekov A. Simulation of latent track parameters for SiO₂ and Si₃N₄ irradiated with swift ions// Radiation interaction with materials: fundamentals and applications: program and materials of 5th International conference, Kaunas, – 2014. – P.230–234.
- 7 Alzhanova A., Dauletbekova A., Komarov F., Vlasukova L., Yuvchenko V., Akilbekov A., Zdorovets M. Peculiarities of latent track etching in SiO₂/Si structures irradiated with Ar, Kr and Xe ions// Nucl. Instr. and Meth. B. – 2016. – Vol.374. – P. 121 – 124.
- 8 Vlasukova L., Komarov F., Yuvchenko V., Baran L., Milchanin O., Dauletbekova A., Alzhanova A., Akilbekov A. Etching of latent tracks in amorphous SiO₂ and Si₃N₄: Simulation and experiment // Vacuum. – 2016. – Vol.129. –P.137 – 141.
- 9 Fink D., Chadderton L.T., Hoppe K., Fahrner W.R., Chandra A., Kiv A. Swift-heavy ion track electronics (SITE)// Nucl. Instr. and Meth. B. – 2007. – V. 261. – P.72.
- 10 Alzhanova A., Dauletbekova A., Komarov F., Vlasukova L., Yuvchenko V., Akilbekov A., Zdorovets M. Peculiarities of latent track etching in SiO₂/Si structures irradiated with Ar, Kr and Xe ions// Nucl. Instr. and Meth. B. – 2016. – Vol.374. – P. 121 – 124.
- 11 Vlasukova L., Komarov F., Yuvchenko V., Baran L., Milchanin O., Dauletbekova A., Alzhanova A., Akilbekov A. Etching of latent tracks in amorphous SiO₂ and Si₃N₄: Simulation and experiment // Vacuum. – 2016. – Vol.129. – P.137–141
- 12 <http://www.srim.org/SRIM/SRIMLEGL.htm>
- 13 Dauletbekova A.K., Alzhanova A.Ye., A.T. Akilbekov, A.A. Mashentseva, M.V. Zdorovets, K.N. Balabekov. Synthesis of Si/SiO₂/ZnO Nanoporous Materials using Chemical and Electrochemical Deposition Techniques// Physics, Technologies and Innovation (PTI-2016)// – 2016. –Vol.1767.
- 14 Dauletbekova A., Kozlovskiy A., Akilbekov A., Seitbayev A., Alzhanova A. Synthesis of ZnO Nanocrystals in alpha-SiO₂/Si Ion Track Templates// Surface & Coatings Technology – 2018. – Vol.355. –P. 11–15.

Р. Балахаева¹, **А. Ақылбеков**¹, **А. Даулетбекова**¹, **А. Козловский**²,
З. Баймуханов¹, **Ш. Гиниятова**¹, **А. Усеинов**¹, **Б. Садуова**¹, **Қ. Кәрім**¹

¹ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

² Ядролық физика институты, Астана, Қазақстан

SiO₂/Si тректі темплэйтте екі типті электролит негізінде CdTe нанокластерлерін қалыптастыру

Аңдатпа: Мақалада сульфатты және хлоридтік ерітінділерімен SiO₂/Si тректі темплэйттерін электрохимиялық тұндыру арқылы алынған CdTe нанокластерлерін зерттеу нәтижелері келтірілген. α-SiO₂/Si-п тректі темплэйтті 10⁷–10⁸ ион/см² флюэнспен энергиясы 200 МэВ болатын ксенон ионымен сәулелендіру арқылы алынды. Тұндырылған үлгілердің беті JSM 7500F сканерлеуші электронды микроскоп арқылы зерттелді. CdTe нанокластерлерінің

кристалдық құрылымын анықтау үшін рентгендік құрылымдық талдау жүргізілді және кадмий теллурид нанокристалдарының аморфтық фазамен қоса гексагональды фазада (вюрцит) қалыптасатынын көрсетті. Сондай-ақ, CdTe үлгілерін 100 °C температурада қыздырғанда нанокристалдар өлшемдерінің өзгеріске ұшырайтыны және кристалдану дәрежесі аморфтық фазаның басымдылығымен жоғарлайтыны анықталды.

Түйін сөздер: кадмий теллуридi, CdTe нанокристалдары, SiO₂/Si тректі темплэйт, электрохимиялық тұндыру, сульфатты электролит, хлоридтік электролит.

R. Balakhayeva¹, **A. Akilbekov**¹, **A. Dauletbekova**¹, **A. Kozlovskii**², **Z. Baimukhanov**¹, **Sh. Giniyatova**¹, **A. Usseinov**¹, **B. Saduova**¹, **K. Karim**¹

¹ *L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

² *Institute of Nuclear Physics, Astana, Kazakhstan*

Creation of CdTe nanoclusters in SiO₂/Si track templates using two types of electrolyte

Abstract: This article presents the results of the study of CdTe nanoclusters obtained by electrochemical deposition using sulphate and chloride solutions. The SiO₂/Si track templates were used as nanoporous templates. The a-SiO₂/Si-n track template was obtained by irradiation with xenon ions with an energy of 200 MeV, with fluences of 10⁷–10⁸ ions/cm². The surface of the deposited samples was examined using a JSM 7500F scanning electron microscope. To identify the crystal structure of CdTe nanoclusters, an X-ray structural analysis was carried out to form cadmium telluride nanocrystals of the hexagonal phase (wurtzite) together with the amorphous phase. Calculations of crystallite sizes showed that after annealing of CdTe samples at a temperature of 100 °C leads to changes in nanostate and an increase in the degree of crystallinity with the dominance of the amorphous phase.

Keywords: cadmium telluride, CdTe nanocrystals, SiO₂/Si track template, electrochemical deposition, sulphate electrolyte, chloride electrolyte.

References

- 1 Bovina L.A. et al. Physica soedinenii AIBVI [Physics of AIBVI Compounds] pod red. A.N. Georgobiani, M. K. Sheinkmana. - M. : Science, Gl.red.phys.-mat.lit., -1986.
- 2 Bonnet D., Meyers P.V. Cadmium-telluride - Material for thin film solar cells // J. Mater. Res., 13, 2740 (1998).
- 3 Kosyachenko L.A., Maslyanchuk O.L., Sklyarchuk V.M., Grushko E.V. Electrical characteristics of Schottky diodes based on semi-insulating CdTe single crystals // J. Appl. Phys., 101, 013704 (2007).
- 4 Beard M.C, Turner G.M, Schmittenmaer C.A. Size-Dependent Photoconductivity in CdSe Nanoparticles as Measured by Time-Resolved Terahertz Spectroscopy // Nanoletters, (9), 983 - 987(2002).
- 5 Asomoza R, Malodonado H, Olvera MD Conductive and transparent ZnO:Al thin @lms obtained by chemical spray // J Mater Sci-Mater.in Electr., 11, 383-387 (2000).
- 6 Vlasukova L.A., Komarov F.F., Dauletbekova A.K, Akilbekov A.T., Yuvchenko V.N. Poluchenie nanoporistykh materialov na osnove struktur SiO2/Si i Si3N4/Si metodom vytravlivaniya trekov ionov [Production of nanoporous materials based on the structure of SiO2 / Si and Si3N4 / Si by etching ion tracks], Proryvnye tekhnologii i innovacii v ekonomice Belarusii i Kazakhstan: sbornik materialov nauchno-practicheskoi konferencii [Breakthrough technologies and innovations in the economy of Belarus and Kazakhstan: a collection of materials of the scientific and practical conference]. Minsk, 2013, p.3.
- 7 Vlasukova L., Komarov F., Yuvchenko V., Dauletbekova A., Akilbekov A. Simulation of latent track parameters for SiO2 and Si3N4irradiated with swift ions// Radiation interaction with materials: fundamentals and applications: program and materials of 5th International conference - Kaunas, Kaunas, 2014, pp.230-234.
- 8 Al'zhanova A., Dauletbekova A., Komarov F., Vlasukova L., Yuvchenko V., Akilbekov A., Zdorovets M. Peculiarities of latent track etching in SiO2/Si structures irradiated with Ar, Kr and Xe ions, Nucl. Instr. and Meth., 374, 121 - 124 (2016).
- 9 Vlasukova L., Komarov F., Yuvchenko V., Baran L., Milchanin O., Dauletbekova A., Alzhanova A., Akilbekov A. Etching of latent tracks in amorphous SiO2 and Si3N4: Simulation and experiment , Vacuum, 129,137 - 141 (2016).
- 10 Fink D., Chadderton L.T., Hoppe K., Fahrner W.R., Chandra A., Kiv A. Swift-heavy ion track electronics (SITE), Nucl. Instr. and Meth. B, 26, 72 (2007).
- 11 Al'zhanova A., Dauletbekova A., Komarov F., Vlasukova L., Yuvchenko V., Akilbekov A., Zdorovets M. Peculiarities of latent track etching in SiO2/Si structures irradiated with Ar, Kr and Xe ions, Nucl. Instr. and Meth. B, 374, 121 - 124 (2016).

- 12 Vlasukova L., Komarov F., Yuvchenko V., Baran L., Milchanin O., Dauletbekova A., Alzhanova A., Akilbekov A. Etching of latent tracks in amorphous SiO₂ and Si₃N₄: Simulation and experiment, *Vacuum*, 129, 137-141 (2016).
- 13 Ziegler J.F., Biersack J.P., Ziegler M. D. SRIM. The Stopping and Range of Ions in Matter. - Chester (MD), 2008.
- 14 Dauletbekova A.K., Alzhanova A.Ye., Akilbekov A.T., Mashentseva A.A., Zdorovets M.V., Balabekov K.N. Synthesis of Si/SiO₂/ZnO Nanoporous Materials using Chemical and Electrochemical Deposition Techniques, *Physics, Technologies and Innovation (PTI-2016)*, 1767, 2016
- 15 Dauletbekova A., Kozlovskiy A., Akilbekov A., Seitbayev A., Alzhanova A. // Synthesis of ZnO Nanocrystals in alpha-SiO₂/Si Ion Track Templates, *Surface Coatings Technology*, 355, 11-15 (2018).

Сведения об авторах:

Балахаева Р. - докторант кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, улица Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

Акылбеков А. - доктор физико-математических наук, профессор кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, улица Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

Даулетбекова А. - кандидат физико-математических наук, профессор кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, улица Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

Козловский А. - PhD, заведующий лабораторией физики твердого тела, Институт ядерной физики, проспект Абылай хана, 2/1, Астана, Казахстан.

Баймуханов З. - кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, улица Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

Гиниятова Ш. - кандидат физико-математических наук, доцент, заместитель декана физико-технического факультета, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, улица Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

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

Садуюва Б. - преподаватель кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, улица Кажымукана 13, Астана, Казахстан.

Карим К. - магистрант кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, улица Кажымукана, 13, Астана, Казахстан.

Balakhayeva R. - PhD Student of the Department of Technical Physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str. 13, Astana, Kazakhstan.

Akilbekov A. - Doctor of physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Technical Physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str. 13, Astana, Kazakhstan.

Dauletbekova A. - Candidate of physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Technical Physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str. 13, Astana, Kazakhstan.

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

Baymukhanov Z. - Candidate of physical and Mathematical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Technical Physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str. 13, Astana, Kazakhstan.

Giniyetova Sh. - Candidate of physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor, Deputy Dean of the Department of Physics and Technical Sciences, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str. 13, Astana, Kazakhstan.

Usseinov A. - PhD of the International Department of Nuclear Physics, New Materials and Technology, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str. 13, Astana, Kazakhstan.

Saduova B. - Lecturer of the Department of Technical Physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str. 13, Astana, Kazakhstan.

Karim K. - Master Student of the Department of Technical Physics, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str. 13, Astana, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

«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 келісімін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісімін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

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

ГТАМПК <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

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

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

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

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

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

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

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

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

Қолданылған әдебиеттер тізімін рәсімдеу мысалдары

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

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

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

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

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

7. Әдебиеттер тізімінен соң автор өзінің библиографиялық мәліметтерін орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде орындалса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде орындалса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде орындалса) жазу қажет. 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 – ЕҰУ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

Реквизиттер:

"Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева" МОН РК

Столичный филиал АО "Цеснабанк"

КБЕ 16

БИН 010140003594

БИК TSES KZ KA

Счет в кодировке IBAN-

KZ91998ВТВ0000003104-

"За публикацию ФИО авторов"

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 re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.

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

5. Structure of the article

GRNTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

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

Author's e-mail (s)

Article title

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

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

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

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

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

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

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

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

Template

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

2 Баиллов 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, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - - **Conferences proceedings**

4 Нургазина 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):

Requisites:

L.N. Gumilyov Eurasian
National University"
JSC "Tsesnabank:"
Tsesnabank КБЕ
КБЕ 16
БИН 010140003594
БИК TSES KZ KA
Счет в кодировке IBAN-
KZ91998ВТВ0000003104-
-За публикацию фио

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. Стилевой 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):

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

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (51)$$

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.

3. Ссылки и библиография

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (51)

Таблица 1 – Название таблицы

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



Рисунок 1 – Название рисунка

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

Список литературы оформляется следующим образом.

Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темиргалиев 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., Абикинова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, 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 гипополипидемическая 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. Темиргалиев**¹, **А.Б. Утесов**²

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

² Қ.Жубанов атындағы. Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтобе, 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. Temirgaliyev**¹, **A.B. Utesov**²

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

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

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

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

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

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenom analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcionov 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 Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcionov" [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 gipolipidemicheskaia aktivnost' leukomycina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Kyrov V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vlozhenija simplekticheskoj geometrii [The analytic method of embedding symplectic geometry], 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:

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

Темиргалиев 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, Актыбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой, 34, Актобе, 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.Қ. Арынгазин
Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы.
-2019 - 1(126) - Астана: ЕҰУ. 107-б.
Шартты б.т. - 9,375 Таралымы - 25 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

Редакция мекен-жайы: 010008, Астана 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