

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

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

PHYSICS. ASTRONOMY Series

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

№1(130)/2020

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2020

Nur-Sultan, 2020

Нур-Султан, 2020

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

Бас редактордың орынбасары

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

Редакция алқасы

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

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, 402 б.,
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті.
Тел.: +7(7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: Г. Мендыбаева

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

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

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

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

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі, 12/1, 102 б.,
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Тел.: +7(7172)709-500 (ішкі 31-428)

Editor-in-Chief

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

Deputy Editor-in-Chief

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

Editorial Board

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. 402,
Nur-Sultan, Kazakhstan 010008
Tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: G. Mendybayeva

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.

PHYSICS. ASTRONOMY Series

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

Periodicity: 4 times a year

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

Registration certificate №16999-ж from 27.03.2018.

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

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

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

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

Зам. главного редактора

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

Редакционная коллегия

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. 402, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева.
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: Г. Мендыбаева

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

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

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

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

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

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

№1(130)/2020

МАЗМҰНЫ

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

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

№1(130)/2020

CONTENTS

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

СОДЕРЖАНИЕ

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

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы, 2020, том 130, №1, 100-109 беттер
<http://bulphysast.enu.kz>, E-mail: vest_phys@enu.kz

МРНТИ: 29.19.19; 29.19.22

Р.К. Балахаева, К.Б. Карим, А.Т. Акилбеков, З.К. Баймуханов, Ш.Г. Гиниятова,
М.Ж. Байжуманов, А.К. Даулетбекова

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
(E-mail: brk1001@yandex.kz, kazhimukan_01@mail.ru, akilbekov_at@enu.kz, zeinb77@mail.ru,
giniyatova_shg@enu.kz, zharast@mail.ru, alma_dauletbek@mail.ru)

Влияние температуры и способов осаждения на структурные свойства нанокристаллов CdTe

Аннотация: Рассмотрено формирование нанокристаллов теллурида кадмия из сульфатного и хлоридного растворов методом электрохимического и химического осаждения в трековый темплэйт α -SiO₂/Si-n. Установлено, что после химического осаждения в сульфатном растворе в нанопорах темплэйта образуются нанокристаллы CdTe с кубической кристаллической структурой. При увеличении температуры раствора результаты рентгеноструктурного анализа показали, что формируются нанокристаллы CdO с гексагональной структурой. Исследование вольт-амперной характеристики структуры с монофазой CdO позволило оценить количество межзеренных границ, высоту потенциального барьера и проводимость – n-типа.

Ключевые слова: нанокристаллы CdTe, нанокристаллы CdO, трековый темплэйт SiO₂/Si, электрохимическое осаждение, химическое осаждение, межзеренные границы.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6836-2020-130-1-100-109>

Поступила: 26.02.2020 / Доработана: 02.03.2020 / Допущена к опубликованию: 4.03.2020

Введение. Создание полимерных трековых мембран сопровождается успешным внедрением трековых технологий. Полимерные ионные трековые мембраны широко используются в качестве удобных шаблонов для формирования различных наночастиц. В последние годы был создан трековый темплэйт на основе α -SiO₂/Si [1-3], который в сочетании с электрохимическим (ЭХО) или химическим осаждением (ХО) позволил получить различные наноструктуры. Преимущество последнего типа шаблонов состоит в том, что они могут быть легко включены в кремниевую технологию. В работе [4] с использованием ЭХО были получены нанокристаллы CdTe в трековых темплэйтах α -SiO₂/Si. Следует отметить, что в последнее время интерес к исследованию CdTe заметно возрос благодаря его широкому применению в солнечных элементах в качестве детекторов ионизирующего излучения и фотоприемников [5-8]. Тем не менее, сложность управления электронными и дефектными свойствами CdTe (прежде всего при легировании) ограничивает его широкое практическое использование. Поэтому изучение и разработка технологий выращивания и легирования соединений CdTe очень актуальны.

Также существует много способов получения CdO в микро- и наночастицах. Лю и др. [9] использовали простое термическое испарение в атмосфере аргона и воздуха для получения поликристаллических нанотрубок CdO с длиной более нескольких десятков микрометров. Фан [10] синтезировал нанопроволоки и нанотрубки CdO на подложках Si при низких температурах с потоками аргона и кислорода в системе горизонтальных трубчатых печей на различных расстояниях между подложками и источником испарения.

Существуют различные способы получения теллурида кадмия, оксида теллура: начиная от простых до сложных многоэтапных, с помощью которых можно получить разные формы и структуры [5, 11]. В настоящее время с помощью трекового темплэйта α -SiO₂/Si получены различные наноструктуры [1-4]. Как известно, кристаллический CdTe может иметь гранецентрированную кубическую структуру типа цинковой обманки (сфалерит), также известны модификации метастабильного гексагонального типа вюрцита, кубического, типа

NaCl, существующего при давлениях выше 2,1 ГПа. Гексагональный тип β -Sn стабилен при давлениях выше 10 ГПа [12] (Рисунок 1).

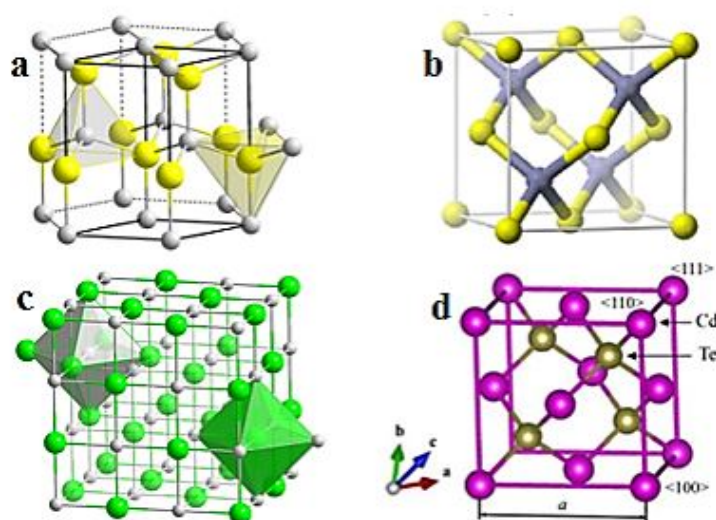


Рисунок 1 - а) вюрцит – гексагональная, б) цинковая обманка – кубическая [13], в) NaCl – кубическая структура наночастиц CdTe [14], (d) кристаллическая структура, отображающая плоскости и параметр решетки наночастиц CdTe [13]

Целью данной работы являются формирование нанокристаллов CdTe, CdO методами ХО и ЭХО и определение условий синтеза и их влияния на рост и морфологию нанокристаллов CdTe, сформированных в матрицах ионных треков α -Si₂/Si.

Экспериментальная часть. Диски α -SiO₂/Si-n или p-типа получены термическим окислением кремниевой подложки (Si-n-типа или p-типа) с толщиной оксидного слоя 700 нм по данным эллипсометрии. Диски были облучены ионами Хе с энергией 200 МэВ до флюенса 10⁷ ионов/см² (Рисунок 2 а). Из дисков вырезались образцы размером 5x5 мм и 20x20 мм. Химическое травление (Рисунок 2 б) облученных образцов проводилось при комнатной температуре в 4 % водном растворе HF, в состав травителя входил m(Pd) = 0,025 г. Изменяя время травления, получили диаметры нанопор от 200 до 350 нм (Рисунок 3).

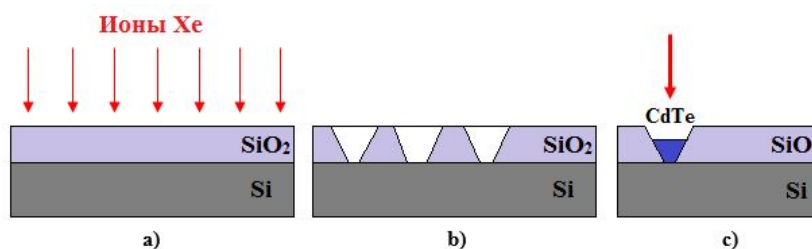


Рисунок 2 - а) облученная подложка; б) протравленные треки; в) осажденные треки

Так как техника химического осаждения не требует специального оборудования, для осаждения нанокристаллов CdTe все составляющие раствора с помощью магнитной мешалки растворяются в 100 мл деионизированной воды (Рисунок 4 а). Для проведения ЭХО изготавливается специальная ячейка (Рисунок 4 б, в). После тщательной промывки в деионизированной воде анод и катод устанавливают в ячейку, также в ячейку помещается образец для осаждения CdTe. Далее в емкость наливают требуемый объем (50 мл) сульфатного (1M CdSO₄ + 1мМ TeO₂) или хлоридного (1M CdCl₂ + 1мМ TeO₂) растворов и подключают к стабилизированному источнику питания постоянного тока. Важно, чтобы температура во время электролиза не изменялась, поэтому электролит термостатируют. Катодной пластиной служит полированная медная пластина. Электрохимическое осаждение проводится в течение 5 и 10 минут в режиме постоянного напряжения на электродах – 1,5 В. По завершении опыта образец извлекается, промывается в деионизированной воде и сушится в воздухе.

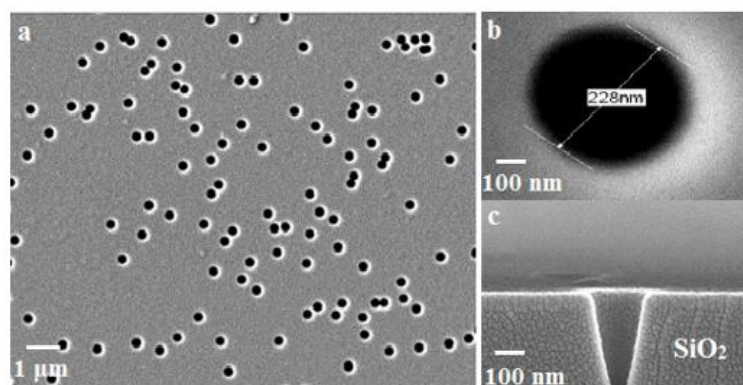


Рисунок 3 - а) облученная подложка; б) протравленные треки; в) осажденные треки

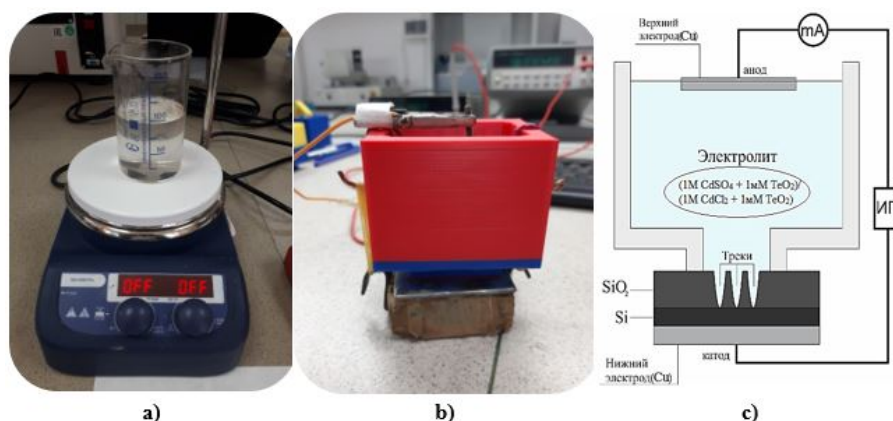


Рисунок 4 - Процесс: а) химического осаждения; б) электрохимического осаждения; в) модель ячейки для ЭХО

Результаты и обсуждения. СЭМ и РСА. СЭМ-анализ нанопор после травления и осаждения (Рисунок 2 в) с использованием СЭМ JSM-7500F позволяет контролировать форму, размеры и «заполнение» нанопор. На рисунке 5 (а, б) и 6 (а, б) показаны соответствующие СЭМ изображения заполненных нанопор после ХО.

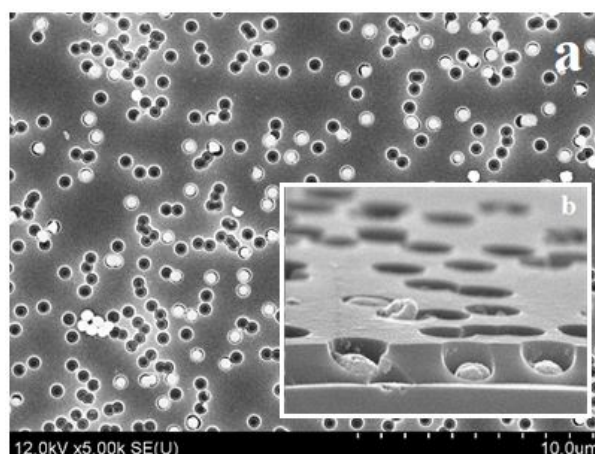


Рисунок 5 - СЭМ изображения поверхностей темплэйта p-типа после ХО CdTe при комнатной температуре: а) фронтальной скол и б) поперечный скол

Образование двух фаз после химического осаждения хорошо видно на снимке СЭМ (Рисунок 6 а), что подтверждается соответствующими результатами дифракции рентгеновских лучей. Рентгеноструктурный анализ (РСА) проводили на рентгеновском дифрактометре D8 ADVANCE ECO с использованием рентгеновской трубки с медным анодом в диапазоне углов 2θ 30° - 110° с шагом $0,01^\circ$. Для идентификации фаз и анализа кристаллической структуры

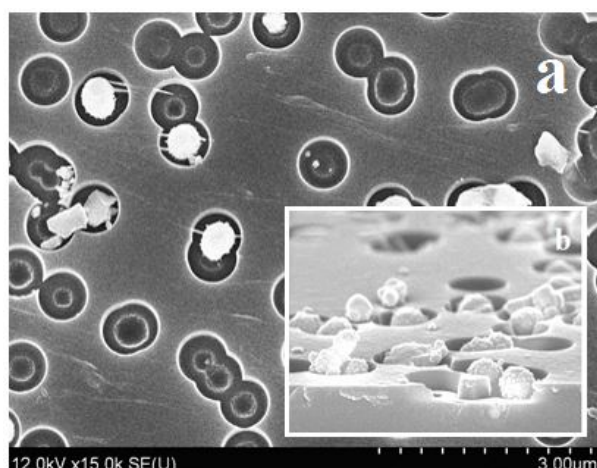


Рисунок 6 - СЭМ изображения поверхностей темплэнта n-типа после ХО CdO при температуре 40 ° C: а) фронтальный скол и б) поперечный скол

были использованы программное обеспечение Bruker AXSDIFFRAC.EVA v.4.2 и международная база данных ICDD PDF-2. PCA образцов, полученных с помощью ХО, показал создание нанокристаллов CdTe в структуре цинковой обманки и оксида кадмия с гексагональной кристаллической структурой (таблица 1). Повышение температуры электролита во время ХО приводит к увеличению доли фазы оксида кадмия, и только кристаллиты оксида кадмия с гексагональной кристаллической структурой образуются в нанопорах при 343 К. Хорошо известно, что оксид кадмия является полупроводником n-типа [15].

Таблица 1 – Результаты рентгеноструктурного анализа после химического осаждения

T=298 K								
Фаза	Структура	Пространственная группа	(hkl)	$2\theta^\circ$	d, Å	Параметры кристаллической решетки, Å	Степень кристалличности, %	Содержание фазы, %
CdTe	Кубическая	F-43m(216)	220	40.345	2.23375	a=6.31817	54	68.4
			311	46.964	1.93321			
CdO	Гексагональная	P63mc(186)	002	32.184	2.77904	a=3.54588, c=5.72256	61	31.6
			101	33.312	2.68746			
			103	56.628	1.62406			
T=343 K								
CdO	Гексагональная	P63mc(186)	311	47.528	1.91157	a=3.56465, c=5.72368	61	100

В таблице 2 также представлены основные характеристики исследованных образцов, полученных методом ЭХО из сульфатного и хлоридного растворов до и после отжига при T = 100 ° C.

Таблица 2 – Результаты рентгеноструктурного анализа после химического осаждения

Параметры	CdTe (хлоридный раствор)		CdTe (сульфатный раствор)	
	Исходный	100°	Исходный	100°
Параметр кристаллической решетки, Å	a=4.53445 Å, c=7.43525 Å	a=4.52033 Å, c=7.42212 Å	a=4.51185 Å, c=7.40234 Å	a=4.51015 Å, c=7.40214 Å
Средний размер кристаллитов, нм	11.24	12.84	11.19	10.15
Степень кристалличности, %	54.5	72.6	45.1	51.2

Сравнение наших экспериментальных значений параметров элементарной ячейки CdTe (Таблица 1 и 2) с литературными данными - сфлерит $a=0,6478$ нм, $z=4$, пространственная группа F43m [12] и вюрцит $a=0,457$ нм, $c=0,747$ нм, $z=2$ [12] - свидетельствуют о хорошем совпадении. Исследования тонких плёнок теллурида кадмия, проведенные методом рентгеноструктурного анализа, показали, что микроструктура плёнок зависит от температуры подложки, и при этом возможно образование аморфной, гексагональной и кубической модификаций [16-21]. Микроструктура плёнок теллурида кадмия зависит от температуры подложки: при 493 К образуется кубическая объёмноцентрированная, а при 620 К – гексагональная [22]. Существует достаточное количество работ, где получены тонкие и сравнительно толстые плёнки теллурида оксида кадмия на различных подложках [23-25, 20]. Однако авторы этих работ стремились получить поликристаллические плёнки. Нами получена монофазная вюрцитная структура оксида кадмия при достаточно низкой температуре 343К, простым химическим осаждением в трековый темплэйт.

Влияние способов осаждения на структуру. Таким образом, при использовании одного и того же раствора для ХО и ЭХО мы получаем разные кристаллические структуры из-за наличия и отсутствия электрического поля (Рисунок 7). Здесь стоит учитывать влияние заряженных дефектов, возникающих при облучении структуры $\alpha\text{-SiO}_2/\text{Si-n}$.

Проведенное нами фотолуминесцентное исследование для облученных SiO_2/Si показало, что спектр ФЛ исходного образца SiO_2/Si включает только одну слабую полосу 450 нм. Следует отметить, что перекрывание треков до флюенса $1 \cdot 10^{-10} \text{ см}^{-2}$ незначительно. Отжиг не изменяет спектр ФЛ исходного образца. Поэтому эту полосу можно отнести к собственным дефектам диоксида кремния, так называемому ODC (II) кислородно-дефицитного центра (II) [26-28]. Таким образом, точечные дефекты не будут оказывать существенного влияния. Треки, возникающие при облучении в слое аморфного диоксида кремния, в основном содержат оборванные кислородные связи, что приводит к кремнизации поверхности трека. Под воздействием внешнего поля во время ЭХО отрицательно заряженные ионы кислорода и гидроксильные группы накапливаются в поверхностном слое диоксида. Таким образом, появляется дополнительное электрическое поле. В результате ионы Cd^{+2} и Te^{+4} в электролите будут более подвижными, чем в обычном процессе ХО. Кроме того, соотношение масс $m_{\text{Cd}}/m_{\text{Te}}$, ионы теллура будут более подвижны, чем ионы кадмия. Эти условия более удобны для образования нанокристаллитов CdTe типа вюрцита. Данное предположение подтверждается полученными результатами в работе [29], когда при электроосаждении пленок CdTe из щелочного раствора состав и фазовая структура пленки изменялись в зависимости от положения на электродах. Фаза вюрцита увеличилась с ростом потенциала, и соответствующим увеличением отношения Te/Cd .

Повышение температуры приводит к усилению роли кислорода, что в свою очередь приводит к образованию TeO_2 , связанного с окислением теллура при повышении температуры.

Вольт-амперная характеристика. Вольт-амперная характеристика была выполнена методом подключения управляемого источника тока к электродам образца и с помощью измерительных приборов-вольтметров и амперметров - измеряются напряжения и токи в цепях образцов при различных значениях напряжения (Рисунок 8). Полученные вольт-амперные характеристики для образцов, синтезированных при разных температурах имеют разный вид, что обусловлено различием фазового состава (Рисунок 9). В нашем случае CdO также имеет n- типа проводимость. На проводимость поликристаллических образцов оказывают сильное влияние межзеренные границы. Это наглядно видно из двух ВАХ. ВАХ для образца, содержащего две фазы CdTe+CdO (Рисунок 9, кривая 1), намного ниже, чем ВАХ монофазного образца CdO (Рисунок 9, кривая 2).

Для объяснения проводимости поликристаллических образцов используют диффузионную и термоэмиссионную модели. Если ширина барьера W много больше, чем длина свободного пробега носителей l , то применима теория диффузии. Модель термоэлектронной эмиссии применяется в случае $l > W$. В соответствии с этой моделью границу могут пересекать лишь те носители, кинетическая энергия которых больше, чем высота барьера. Если считать, что к каждому барьеру, мы полагаем, что у нас барьеры одного типа, в среднем приложено

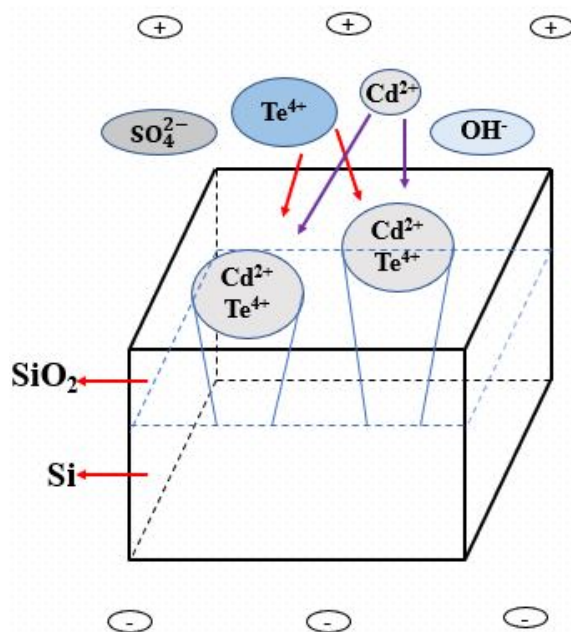


Рисунок 7 - Получение нанокристаллитов CdTe методом осаждения трекового темплайта SiO₂/Si

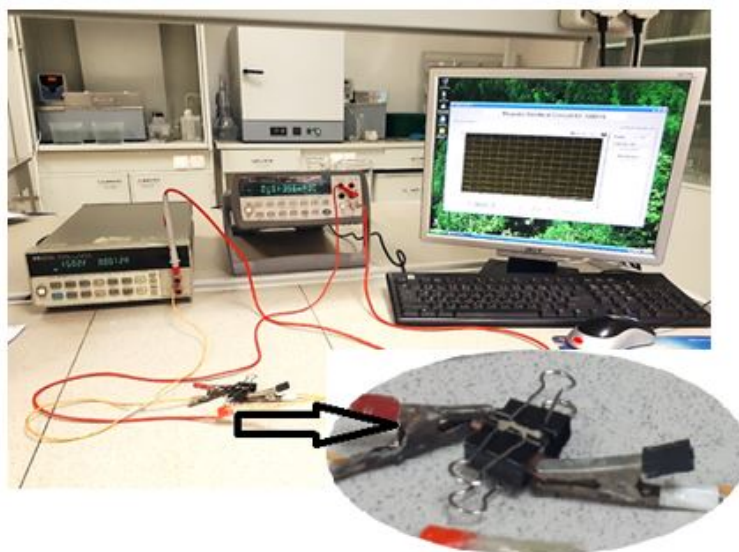


Рисунок 8 - Измерение вольт-амперной характеристики

напряжение V/m (m - число барьеров между электродами, V - межэлектродное напряжение), то для вольт-амперной характеристики можно записать соотношение:

$$I = \frac{I_0 \exp \left[-e \left(\varphi - \frac{V}{m} \right) \right]}{kT}$$

с помощью которого определяется высота потенциального барьера φ и число последовательно включенных барьеров m . Это соотношение использовалось для анализа токопереноса в поликристаллическом фосфите галлия [30, 31]. Число барьеров можно оценить из формулы

$$m = \frac{H}{h_k}$$

где H – высота нанопоры, h_k - линейный размер нанокристаллита, в качестве которого мы взяли среднее значение параметров кристаллической решетки из Таблицы 3.

Заключение. Посредством использования двух типов электролитов - сульфатного и хлоридного темплатным синтезом с использованием ЭХО были получены нанокристаллы CdTe

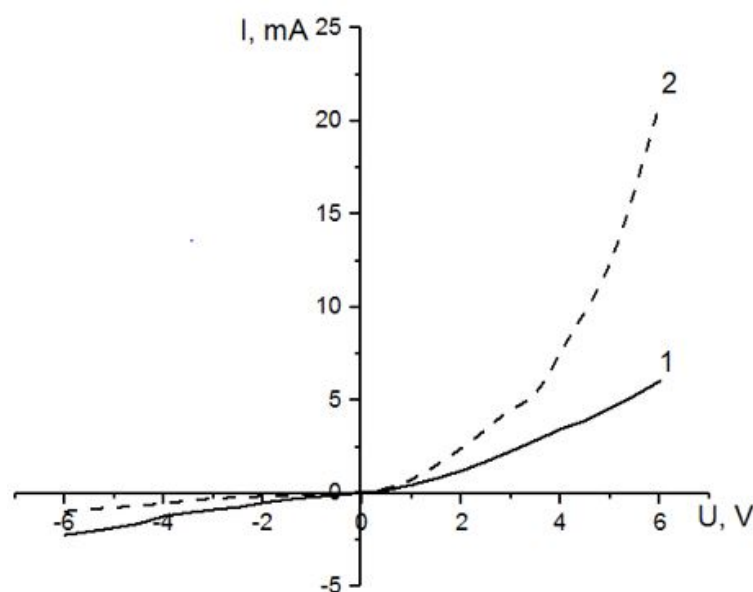


Рисунок 9 - Вольт-амперная характеристика CdTe и CdO (химическое осаждение) при комнатной температуре (1 – n-типе CdTe+CdO 25 ° C, 2 – CdO)

Таблица 3 – Результаты рентгеноструктурного анализа после химического осаждения

Н, нм	Т, К	m	$h_k, \text{Å}$	Высота барьера E, эВ
700	300	1522	4,6	1,05

с WS монофазой. При ХО сульфатного раствора получены нанокристаллы в структуре ZBS с CdO. Сравнение результатов осаждения позволяет предположить влияние электрического поля на структуру нанокристаллов. Следует подчеркнуть, что нами получена монофазная вюрцитная структура оксида кадмия при достаточно низкой температуре 343K простым химическим осаждением в трековый темплэйт. Исследование вольтамперной характеристики структуры с монофазой CdO позволило оценить количество межзеренных границ 1522, высоту межзеренного барьера в 1.05 эВ и проводимость – n-типа.

Список литературы

- Giniyatova S., Dautbekova A., Baimukhanov Z., Vlasukova L., Akilbekov A., Usseinov A., Kozlovskiy A., Akyzbekova A., Seitbayev A., Karipbayev Z. Structure, electrical properties and luminescence of ZnO nanocrystals deposited in SiO₂/Si track templates // Radiation Measurements. – 2019. – Vol.125. – P. 52-56.
- Bundyukova V.D., Yakimchuk D.V., Kozlovskiy A., Shlimas D.I., Tishkevich D.I. and Kaniukov E.Yu. Synthesis of gold nanostructures using wet chemical deposition in SiO₂/Si template // Lithuanian Journal of Physics. – 2019. – Vol.59.- №3. – P. 139-145.
- Ivanova Yu. A., Ivanou D. K., Fedotov A. K., Streltsov E. A., Demyanov S. E., Petrov A. V., Kaniukov E. Yu., Fink D. Electrochemical deposition of Ni and Cu onto monocrystalline // Journal of Materials Science. – 2007. – Vol.42. – P. 9163-9169.
- Ivanou D.K., Streltsov E.A., Fedotov A.K., Mazanik A.V., Fink D., Petrov A.. Electrochemical deposition of PbSe and CdTe nanoparticles onto p-Si(100) wafers and into nanopores in SiO₂/Si (100) structure // Thin Solid Films. – 2005. – Vol.490. – P. 154-160.
- Zhao Y., Boccard M., Liu S., Becker J., Zhao X.-H., Campbell C.M., Suarez E., Lassise M.B., Holman Z., Zhang Y.-H. Monocrystalline CdTe solar cells with open-circuit voltage over 1 v and efficiency of 17% // Nature Energy. – 2016. – Vol.1. - №6. – P. 16067.
- Lalev G.M., Wang J., Lim J.-W., Abe S., Masumoto K., Isshiki M. Direct growth of CdTe(1 0 0) epilayers on Si(100) substrate by hot wall epitaxy // Applied Surface Science. – 2005. – Vol.242. - №3-4. – P. 295-303.
- Luschitz J., Siepchen B., Schaffner J., Lakus-Wollny K., Haindl G., Klein A., Jaegermann W. CdTe thin film solar cells: Interrelation of nucleation, structure, and performance // Thin Solid Films. – 2009. – Vol.517. - №7. – P. 2125-2131.

- 8 Gomez H., Henriquez R., Schreiber R., Cordova R., Ramirez D., Riveros G., Dalchiec E.A. Electrodeposition of CdTe thin films onto n-Si(100): nucleation and growth mechanisms // *Electrochimica Acta*. – 2005. – Vol.50. – P. 1299-1305.
- 9 Lu H.B., Liao L., Li H., Tian Y., Wang D.F., Li J.C., Fu Q., Zhu B.P., Wu Y. Fabrication of CdO nanotubes via simple thermal evaporation // *Materials Letters*. – 2008. – Vol.62. – P.3928-3930.
- 10 Fan D.H. Catalyst-free growth and crystal structures of CdO nanowires and nanotubes // *Journal of Crystal Growth*. – 2009. – Vol.311. – P. 2300-2304.
- 11 Xue H., Wu R., Xie Y., Tan Q., Qin D., Wu H., Huang W. Recent Progress on Solution-Processed CdTe Nanocrystals Solar Cells // *Applied Science*. – 2016. – Vol.6. – P. 197-212.
- 12 Ковтуненко П. В., Хариф Я. Л. Кадмия теллурид. [Electronic resource] – Url: <https://www.medpulse.ru/encyclopedia/5052.html> (Дата обращения: 22.02.2020).
- 13 NaCl polyhedra. [Electronic resource] – Url: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3837309> [Accessed 22.02.2020].
- 14 Crystal structure. [Electronic resource] – Url: https://en.wikipedia.org/wiki/Wurtzite_crystal_structure [Accessed 22.02.2020].
- 15 Chu T. L. and Shirley S. Chu. Degenerate cadmium oxide films for electronic devices // *Journal of Electronic Materials*. – 1990. – Vol.19. – №9. – P. 1003-1005.
- 16 Shafes P., Niesch H. Growth of (100) and (111) CdTe film an (100) GaAs by hot well epitaxg // *Physica Status solidi (a)*. – 1987. – Vol.1. – №99. – P. 41-44.
- 17 Kolodriejski L.A., Gunshor R.L., Otsuka N., Choi C. Epitaxial growth of CdTe on GaAs by molecular beam epitaxial // *Journal of Vacuum Science and Technology A*. – 1986. – Vol.4.- №4. – P. 2150-2152.
- 18 S. Pol U. Sana, Chaudhuri A.K., Banepjes H.D. Structure charocteritotion of thin films of CdTe // *Thin Solid films*. – 1988. – Vol.1. – №2. – P. 85-86.
- 19 Telaya O., Sancher P., Pena J.L. Characteritaton of CdTe Polycrystalline films by X-roy photoelectron and Auger spectroscopys // *Journal of Vacuum Science and Technology A*. – 1989. – Vol.2. – P. 245-248.
- 20 Janowitz C., Kipp L., Manike R., Orlowski B.A. Experimental surface band structure of CdTe (110) // *Surface Science*. – 1990. – Vol.231.- №2. – P. 25-31.
- 21 Lu P.Y., Willams L.M., Chu N.G. Crystal orientation of CdTe film on GaAs by metal-organical vapor deposition // *Journal of Vacuum Science and Technology A*. – 1986. – Vol.4. – P. 2137-2140.
- 22 Touskova J., Tousek J., Klier E., Kusel R. Preparation and basic electrical properties of CdTe thick films // *Physica Status Solidi Applied Research*. – 1979. – Vol.56.- №1. – P. 315-322.
- 23 Tatarenko S., Cubert J., Gobil Y., Feuillet G., Ligeon E., Dang Le Si, Saminadayar K. (111) CdTe molecular beam epitaxy growth on (001) GaAs substrate. *Journal of Crystal Growth*. – 1990. – Vol.101.- №1-4. – P. 126-130.
- 24 Belyaev A.P., Zibets V.A., Kalinkin I.P. Electrophysical characteristics of epitaxial CdTe films. *Soviet Physics Journal*. – 1990. – Vol.33. – P. 263-266.
- 25 Литвиненко Ю.Ю., Панин Г.Н, Сердюк В.В. Влияние кинетики роста на структурные и электрофизические свойства плёнок CdTe // *Поверхность Физика. Химия. Механика*. – 1992. – №5. – С. 107.
- 26 Salh R. Defect Related Luminescence in Silicon Dioxide Network: A Review. *Crystalline Silicon. Properties and Uses*, 2011. – 135-173 p.
- 27 Sun S., Jia B., Yan B., Li S., Gao C., Wang J., Yang B., Lu P. Optical absorption of Bi²⁺-ODC(II) active center in Bi-doped silica optical fiber // *Journal of Luminescence*. – 2019. – Vol.213. – P. 304-309.
- 28 Mohanty T., Singh F., Raman R. and Kanjilal D. Optical Studies of Swift Heavy Ion Induced Defects in Fused Silica. *National Laser Symposium*, 2003. – P. 315-317.
- 29 Shan B., Wu W., Feng K., Nan H. Electrodeposition of wurtzite CdTe and the potential dependence of the phase structure // *Materials Letters*. – 2016. – Vol.166. – P. 85-88.
- 30 E.A. Davis. States in the gap and defects in amorphous semiconductors. *Amorphous Semiconductors. Topics in Applied Physics*, 2005. – Vol.36. – P. 41-72.
- 31 Belyaev A.P., Rubets V.P., Nuzhdin M.Yu. Electrical properties of cadmium telluride films synthesized in a thermal field of a temperature gradient // *Semiconductors*. – 2003. – Vol. 37. – P. 646-648.

Р. Балахаева, Қ. Кәрім, А. Акилбеков, З. Баймуханов, Ш. Гиниятова, М. Байжуманов, А. Даулетбекова
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Температура мен тұндыру әдістерінің CdTe нанокристалдарының құрылымдық қасиеттеріне әсері

Аннотация. a-SiO₂/Si-n тректі темплэйтіне электрохимиялық және химиялық тұндыру әдістерімен сульфат және хлорид ерітінділерінен теллурид кадмий нанокристалдарының түзілуі қарастырылды. Сульфат ерітіндісінде химиялық тұндыру барысында темплэйт нанотректерінде CdTe нанокристалдарының кубтық кристаллдық құрылымы түзілетіні және ерітіндінің температурасын арттырғанда рентгенқұрылымдық сараптау нәтижесі бойынша CdO нанокристалдарының гексагоналды кристаллдық құрылымы қалыптасатыны анықталды. CdO монофазалық құрылымын вольт-амперлік сипаттамасын зерттеу барысында түйіршікаралық шекара саны, потенциалдық тосқауыл және n-тип өткізгіштігі белгілі болды.

Түйін сөздер: CdTe нанокристалдары, CdO нанокристалдары, SiO₂/Si тректі темплэйті, электрохимиялық тұндыру, химиялық тұндыру, түйіршікаралық шекара.

R. Balakhayeva, K. Karim, A. Akilbekov, Z. Baymukhanov, Sh. Giniyatova, M. Baizhumanov, A. Dauletbekova

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

Influence of temperature and deposition methods on the structural properties of CdTe nanocrystals

Abstract. The formation of cadmium telluride nanocrystals from sulfate and chloride solutions by the method of electrochemical and chemical deposition into a track template a-SiO₂/Si-n is considered. It was found that after chemical deposition in a sulfate solution, CdTe nanocrystals with a cubic crystal structure are formed in the nanopores of the template, with an increase in the solution temperature, the results of X-ray diffraction analysis showed that CdO nanocrystals with a hexagonal structure are formed. The study of the current – voltage characteristics of the structure with the CdO monophase made it possible to estimate the number of grain boundaries and the height of the potential barrier, and n-type conductivity.

Keywords: CdTe nanocrystals, CdO nanocrystals, SiO₂/Si track template, electrochemical deposition, chemical deposition, grain boundaries.

References

- 1 Giniyatova S., Dauletbekova A., Baimukhanov Z., Vlasukova L., Akilbekov A., Usseinov A., Kozlovskiy A., Akylbekova A., Seitbayev A., Karipbayev Z. Structure, electrical properties and luminescence of ZnO nanocrystals deposited in SiO₂/Si track templates, *Radiation Measurements*, 125, 52-56 (2019).
- 2 Bundyukova V.D., Yakimchuk D.V., Kozlovskiy A., Shlimas D.I., Tishkevich D.I. and Kaniukov E.Yu. Synthesis of gold nanostructures using wet chemical deposition in SiO₂/Si template, *Lithuanian Journal of Physics*, 59(3), 139-145 (2019).
- 3 Ivanova Yu. A., Ivanou D. K., Fedotov A. K., Streltsov E. A., Demyanov S. E., Petrov A. V., Kaniukov E. Yu., Fink D. Electrochemical deposition of Ni and Cu onto monocrystalline, *Journal of Materials Science*, 42, 9163-9169 (2007).
- 4 Ivanou D.K., Streltsov E.A., Fedotov A.K., Mazanik A.V., Fink D., Petrov A. Electrochemical deposition of PbSe and CdTe nanoparticles onto p-Si(100) wafers and into nanopores in SiO₂/Si (100) structure, *Thin Solid Films*, 490, 154-160 (2005).
- 5 Zhao Y., Boccard M., Liu S., Becker J., Zhao X.-H., Campbell C.M., Suarez E., Lassise M.B., Holman Z., Zhang Y.-H. Monocrystalline CdTe solar cells with open-circuit voltage over 1 v and efficiency of 17%, *Nature Energy*, 1(6), 16067 (2016).
- 6 Lalev G.M., Wang J., Lim J.-W., Abe S., Masumoto K., Isshiki M. Direct growth of CdTe(100) epilayers on Si(100) substrate by hot wall epitaxy, *Applied Surface Science*, 242(3-4), 295-303 (2005).
- 7 Luschitz J., Siepchen B., Schaffner J., Lakus-Wollny K., Haindl G., Klein A., Jaegermann W. CdTe thin film solar cells: Interrelation of nucleation, structure, and performance, *Thin Solid Films*, 517(7), 2125-2131 (2009).
- 8 Gomez H., Henriquez R., Schrebler R., Cordova R., Ramirez D., Riveros G., Dalchielec E.A. Electrodeposition of CdTe thin films onto n-Si(1 0 0): nucleation and growth mechanisms, *Electrochimica Acta*, 50(6), 1299-1305 (2005).
- 9 Lu H.B., Liao L., Li H., Tian Y., Wang D.F., Li J.C., Fu Q., Zhu B.P., Wu Y. Fabrication of CdO nanotubes via simple thermal evaporation, *Materials Letters*, 62, 3928-3930 (2008).
- 10 Fan D.H. Catalyst-free growth and crystal structures of CdO nanowires and nanotubes, *Journal of Crystal Growth*, 311, 2300-2304 (2009).
- 11 Xue H., Wu R., Xie Y., Tan Q., Qin D., Wu H., Huang W. Recent Progress on Solution-Processed CdTe Nanocrystals Solar Cells, *Applied Science*, 6, 197-212 (2016).
- 12 P.V. Kovtunenکو, Ya.L. Khalif. Cadmium telluride: [Electronic resource] – Url: <https://www.medpulse.ru/encyclopedia/5052.html> [Accessed 22.02.2020].
- 13 NaCl polyhedra. [Electronic resource] – Url: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3837309> [Accessed 22.02.2020].
- 14 Crystal structure. [Electronic resource] – Url: https://en.wikipedia.org/wiki/Wurtzite_crystal_structure [Accessed 22.02.2020].
- 15 Chu T. L. and Shirley S. Chu. Degenerate cadmium oxide films for electronic devices, *Journal of Electronic Materials*, 19(9), 1003-1005 (1990).
- 16 Shafes P., Niesch H. Growth of (100) and (111) CdTe film an (100) GaAs by hot well epitaxg, *Physica Status solidi (a)*, 1(99), 41-44 (1987).
- 17 Kolodriejski L.A., Gunshor R.L., Otsuka N., Choi C. Epitaxial growth of CdTe on GaAs by molecular beam epitaxial, *Journal of Vacuum Science and Technology A*, 4(4), 2150-2152 (1986).
- 18 S. Pol U. Sana, Chaudhuri A.K., Banepjes H.D. Structure charoctrctitotion of thin films of CdTe, *Thin Solid films*, 1(2), 85-86 (1988).
- 19 Telaya O., Sancher P., Pena J.L. Characteritaton of CdTe Polycrystalline films by X-roy photoelectron and Auger spectroscopys, *Journal of Vacuum Science and Technology A*, 2, 245-248 (1989).
- 20 Janowitz C., Kipp L., Manike R., Orłowski B.A. Experimental surface band structure of CdTe (110), *Surface Science*, 231(2), 25-31 (1990).
- 21 Lu P.Y., Willams L.M., Chu N.G. Crystal orientation of CdTe film on GaAs by metal-organical vapor deposition, *Journal of Vacuum Science and Technology A*, 4, 2137-2140 (1986).

- 22 Tousek J., Tousek J., Klier E., Kusel R. Preparation and basic electrical properties of CdTe thick films // Physica Status Solidi Applied Research, 56(1), 315-322 (1979).
- 23 Tatarenko S., Cubert J., Gobil Y., Feuillet G., Ligeon E., Dang Le Si, Saminadayar K. (111) CdTe molecular beam epitaxy growth on (001) GaAs substrate, Journal of Crystal Growth, 101(1-4), 126-130 (1990).
- 24 Belyaev A.P., Zibets V.A., Kalinkin I.P. Electrophysical characteristics of epitaxial CdTe films. Soviet Physics Journal, 33, 263-266 (1990).
- 25 Litvinenko Yu.Yu., Panin G.N., Serdyuk V.V. Vliyanie kinetiki rosta na strukturnye I electrofizicheskie svoystva plenok CdTe [The influence of growth kinetics on the structural and electrophysical properties of CdTe films], Poverhnost. Fizika. Himiya. Mehanika [Surface Physics. Chemistry. Mechanics], 5, 107 (1992). [in Russian]
- 26 Salh R. Defect Related Luminescence in Silicon Dioxide Network: A Review. Crystalline Silicon. Properties and Uses, 135-173 (2011).
- 27 Sun S., Jia B., Yan B., Li S., Gao C., Wang J., Yang B., Lu P. Optical absorption of Bi²⁺-ODC(II) active center in Bi-doped silica optical fiber, Journal of Luminescence, 213, 304-309 (2019).
- 28 Mohanty T., Singh F., Raman R. and Kanjilal D. Optical Studies of Swift Heavy Ion Induced Defects in Fused Silica. National Laser Symposium, 315-317 (2003).
- 29 Shan B., Wu W., Feng K., Nan H. Electrodeposition of wurtzite CdTe and the potential dependence of the phase structure, Materials Letters, 166, 85-88 (2016).
- 30 E.A. Davis. States in the gap and defects in amorphous semiconductors. Amorphous Semiconductors. Topics in Applied Physics, 36, 41-72 (2005).
- 31 Belyaev A.P., Rubets V.P., Nuzhdin M.Yu. Electrical properties of cadmium telluride films synthesized in a thermal field of a temperature gradient. Semiconductors, 37, 646-648 (2003).

Сведения об авторах:

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

Карим К.Б. - магистрант кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

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

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

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

Байжусманов М.Ж. - PhD, старший преподаватель кафедры технической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 13, Нур-Султан, Казахстан.

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

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

Karim K. - Master student of the Department of technical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str. 13, Nur-Sultan, 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, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Baumukhanov Z. - Candidate of physical and mathematical sciences, Senior lecturer of the Department of technical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str. 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Giniyatova 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, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Baizhumanov M. - PhD, Senior lecturer of the Department of technical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan str. 13, Nur-Sultan, Kazakhstan.

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

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

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

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

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

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

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

ГТАМРК <http://grmti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

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

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

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

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

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

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

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

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

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

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

Әдебиеттер тізімін рәсімдеу мысалдары

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

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

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

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

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

7. Әдебиеттер тізімінен соң автор өзінің библиографиялық мәліметтерін орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде орындалса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде орындалса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде орындалса) жазу қажет. 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) он күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек. Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

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

Реквизиты:

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

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: КСЖВКЗКХ

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

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

Бик банка: КІНСКЗКА

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

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

БИК Банка: ІРТҮКЗКА

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

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

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

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

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

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

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

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

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

5. Structure of the article

GRNTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

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

Author's e-mail (s)

Article title

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

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

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

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

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

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

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

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

Template

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

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

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

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

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

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

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

Periodicity of the journal: 4 times a year.

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

Реквизиты:

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

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: КСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

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

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

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

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

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

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

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

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

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

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

Язык публикаций: казахский, русский, английский.

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

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

5. **Схема построения статьи**

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и фамилия автора(ов)

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

E-mail автора(ов)

Название статьи

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Примеры оформления списка литературы

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

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

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

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

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

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

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

Периодичность журнала: 4 раза в год.

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

Реквизиты:

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

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: KСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

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

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

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

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

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

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

СОПРОВОДИТЕЛЬНОЕ ПИСЬМО

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

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

- право на включение в составное произведение;

- право на доведение до всеобщего сведения;

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

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

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

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

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

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

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

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

Исп.: ФИО автора(ов)

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

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

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

Мазмұнына типография жауап бермейді.

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

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды