

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**

№2(127)/2019

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2019

Nur-Sultan, 2019

Нур-Султан, 2019

Бас редакторы:
ф.-м.ғ. 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.	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
Бахтизин Р.З.	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.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Кайнарбай А.Ж.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Кутербеков Қ.А.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Лущик А.Ч.	ф.-м.ғ.д., проф. (Эстония)
Морзабаев А.К.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Мырзақұлов Р.Қ.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Нұрахметов Т.Н.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Сауытбеков С.С.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Салиходжа Ж.М.	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
Тлеукенов С.К.	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Қазақстан)
Хоши М.	PhD, проф. (Жапония)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, 349 б., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті.
Тел.: +7(7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат

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

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

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

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі, 12/1, 349 б.,
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Тел.: +7(7172)709-500 (ішкі 31-428)

Editor-in-Chief
Doctor of Phys.-Math. Sciences
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)
Hoshi M.	PhD, Prof. (Japan)
Kadyrzhanov K.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Kainarbay A.Zh.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kuterbekov K.A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Lushchik A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Estonia)
Morzabayev A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Myrzakulov R.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Nurakhmetov T.N.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Sautbekov S.S.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Salikhodzha Z. M	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Tleukenov S.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Useinov A.B.	PhD (Kazakhstan)
Yerzhanov K.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD(Kazakhstan)
Zdorovets M.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Zhumadilov K.Sh.	PhD (Kazakhstan)

Editorial address: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpayev str., of. 349,
Nur-Sultan, Kazakhstan 010008
Tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: A.Nurbolat

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.

PHYSICS. ASTRONOMY Series

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

Periodicity: 4 times a year

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

Registration certificate №16999-ж from 27.03.2018.

Circulation: 25 copies

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

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

Главный редактор:
доктор ф.-м.н.
А.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.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Бахтизин Р.З.	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
Гиниятова Ш.Г.	д.ф.-м.н. (Казахстан)
Даулетбекова А.К.	д.ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Ержанов К.К.	д.ф.-м.н., PhD (Казахстан)
Жумадилов К.Ш.	доктор PhD (Казахстан)
Здоровец М.	к.ф.-м.н. (Казахстан)
Кадыржанов К.К.	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Кайнарбай А.Ж.	д.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.	д.ф.-м.н. (Казахстан)
Тлеукунов С.К.	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
Усеинов А.Б.	PhD (Казахстан)
Хоши М.	PhD, проф. (Япония)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, каб. 349, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева.
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

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

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

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

Тираж: 25 экземпляров

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

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

№2(127)/2019

МАЗМҰНЫ

<i>Алиева Г.Ж., Кабдрахимова Г.Д., Садықов Б.М., Насурлла М., Мукан Ж., Усабаева Г., Кучук Я., Жолдыбаев Т. К.</i> $E_p = 30$ МэВ энергиялық ^{103}Rh ядросындағы (p,xp) реакциясының екінші реттік протондар эмиссиясы	8
<i>Аралбаева Г.М., Гиниятова Ш.Г.</i> TiO_2 -де латентті тректердің параметрлерін бағалауға арналған термиялық шыңның моделі	16
<i>Жексембаева А., Абуова Ф.У., Ақылбеков А.Т., Абуова А.У., Сарсебай Е.</i> LaMnO_3 кристалының (001) бетіндегі процестерді кванттық механикалық модельдеу	25
<i>Мейрамбай А., Ержанов К.К., Ержанова Ж.О.</i> Фейнмандық диаграммалар толық интегралданатын статистикалық тор жүйесі ретінде	31
<i>Аумаликова М., Ибраева Д., Жумадилов К., Шижкина Е., Бахтин М., Кашкинбаев Е.</i> Уран өндіретін және өндейтін кәсіпорындарда жұмыс істейтін қызметкерлер мен тұрғылықты халықтың дозалық жүктемесін есептеу	38
<i>Ибраева А.Д.</i> Si_3N_4 -те тректүзілу механизмін сипаттау үшін термиялық шыңның серпімсіз моделінің қолдануын зерттеу	48
<i>Мырзакулов Н.А., Мырзакулова Ш.А., Мейрбеков Б.К.</i> $(2+1)$ өлшемді $F(T)$ гравитациясының фермиондық өріспен байланысқандағы космологиялық шешім	57
<i>Рахымбеков А.Ж.</i> Суперионды өткізгіштегі электрлік өткізгіштікті есептеу	67
<i>Сарсенова С.М., Степаненко В.Ф., Жумадилов К.Ш.</i> Оптикалық стимуляцияланған люминесценттік (ОСЛ) дозиметрия әдісінің қазіргі жағдайы	72
<i>Суйжимбаева Н.Т., Калиев А.М., Разина О.В., Цыба П.Ю.</i> Гейзенбергінің ХХХ моделіндегі 4-еуі кері аударылған спиндер үшін Бете анзацы	80

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

№2(127)/2019

CONTENTS

<i>Aliyeva G.Zh., Kabdrakhimova G.D., Sadykov B.M., Nassurlla M., Mukan Zh., Ussabaeva G., Kucuk Y., Zholdybaev T.K.</i> The emission of secondary protons from reaction (p,xp) at an energy of 30 MeV in the nucleus of ^{103}Rh	8
<i>Aralbayeva G.M., Giniyatova Sh.G.</i> The thermal spike model to estimate the parameters of latent tracks in TiO_2	16
<i>Zheksembayeva A., Abuova F.U., Akylbekov A.T., Abuova A.U., Sarsebai E.</i> Quantum mechanical modeling of processes on the surface of a LaMnO_3 (001) crystal	25
<i>Meirambay A., Yerzhanov K.K., Yerzhanova Zh.O.</i> Feynman diagrams as a completely integrable lattice statistical system	31
<i>Aumalikova M., Ibrayeva D., Zhumadilov K., Shishkina E., Bakhtin M., Kashkinbayev Ye.</i> Calculation of radiation burden of personnel and public, working and living in area of the uranium mining and uranium-processing enterprises	38
<i>Ibrayeva A.D.</i> Study of the applicability of the inelastic thermal peak model to describe the track formation mechanism in Si_3N_4	48
<i>Myrzakulov N.A., Myrzakulova Sh.A., B.K Meirbekov</i> Cosmological solutions for $F(T)$ gravity with fermion fields in (2+1) dimensions	57
<i>Rakhymbekov A.Zh.</i> Calculation of electrical conductivity of a superionic conductor	67
<i>Sarsenova S.M., Stepanenko V.F., Zhumadilov K.Sh.</i> The modern state of optically stimulated luminescence (OSL) dosimetry method	72
<i>Suikimbayeva N.T., Kaliyev A.M., Razina O.V., Tsyba P.Yu.</i> The Bethe ansatz in the XXX model of Heisenberg for the 4-inverted spins	80

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

№2(127)/2019

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Алиева Г.Ж., Кабдрахимова Г.Д., Садыков Б. М., Насурлла М., Муқан Ж., Усабаева Г., Кучук Я., Жолдыбаев Т. К.</i> Эмиссия вторичных протонов из реакции (p,xp) при энергии 30 МэВ на ядре ^{103}Rh	8
<i>Аралбаева Г.М., Гиниятова Ш.Г.</i> Модель термического пика для оценки параметров латентных треков в TiO_2	16
<i>Жексембаева А., Абуова Ф.У., Акылбеков А.Т., Абуова А.У., Сарсебай Е.</i> Квантово-механическое моделирование процессов на поверхности кристалла LaMnO_3 (001)	25
<i>Мейрамбай А., Ержанов К.К., Ержанова Ж.О.</i> Фейнмановские диаграммы как вполне интегрируемая статистическая система решетки	31
<i>Аумаликова М., Ибраева Д., Жумадилов К., Шишкина Е., Бахтин М., Кашкинбаев Е.</i> Расчет дозовой нагрузки персонала и населения, работающих и проживающих в области уранодобывающего и ураноперерабатывающего предприятий	38
<i>Ибраева А.Д.</i> Изучение применимости модели неупругого термического пика для описания механизма трекообразования в Si_3N_4	48
<i>Мырзакулов Н.А., Мырзакулова Ш.А., Мейрбеков Б.К.</i> Космологические решения для $F(T)$ гравитации с фермионными полями в (2+1) размерности	57
<i>Рахымбеков А.Ж.</i> Расчет электрической проводимости суперионного проводника	67
<i>Сарсенова С.М., Степаненко В.Ф., Жумадилов К.Ш.</i> Современное состояние метода оптически стимулированной люминесцентной (ОСЛ) дозиметрии	72
<i>Суйкимбаева Н.Т., Калиев А.М., Разина О.В., Цыба П.Ю.</i> Анзац Бете в ХХХ модели Гейзенберга для 4-х перевернутых спинов	80

ФИЗИКА



МРНТИ 29.15.19

**Г.Ж. Алиева¹, Г.Д. Кабдрахимова¹, Б.М. Садыков², М. Насурлла^{2,3},
Ж. Мукан^{1,2}, Г. Усабаева³, Я. Кучук⁴, Т.К. Жолдыбаев^{1,2}**

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

² Институт ядерной физики, Алматы, Казахстан

³ Казахский национальный университет им. Аль Фараби, Алматы, Казахстан

⁴ Университет Акдениз, Анталия, Турция

(E-mail: guli_alieva@mail.ru, gaukharkd@gmail.com, zhuldiz_mukan@mail.ru,
ykucuk@akdeniz.edu.tr, timjol@yandex.kz)

Эмиссия вторичных протонов из реакции (p,xp) при энергии 30 МэВ на ядре ¹⁰³Rh

Аннотация: На пучке ускоренных протонов циклотрона У-150М Института ядерной физики измерены дважды-дифференциальные сечения реакций (p,xp) на ядре ¹⁰³Rh при энергии $E_p = 30$ МэВ. В качестве мишеней использовалась самоподдерживающаяся фольга толщиной 3 мкм с содержанием изотопа ¹⁰³Rh ~ 98%. Для идентификации продуктов реакции использовался двухдетекторный телескоп, состоящий из пролетного тонкого кремниевого детектора толщиной 100 мкм и детектора полного поглощения (сцинтиллятор CsI(Tl)) толщиной 2.5 см. Из дважды-дифференциальных сечений получены интегральные спектры с последующим определением полных парциальных сечений реакций (p,xp). Полученные экспериментальные результаты проанализированы в рамках модифицированной версии экситонной модели предравновесного распада в рамках расчетного кода PRECO-2006. Установлено, что сечения реакций ¹⁰³Rh(p,xp) при энергии протонов 30 МэВ преимущественно формируются механизмом предравновесного распада.

Ключевые слова: низкие энергии, сечение реакций, дифференциальное сечение, ускорение протонов, кремниевые детекторы.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2019-127-2-8-15>

Введение. В последнее десятилетие наряду с техническими разработками идут интенсивные исследования физических аспектов электроядерного метода (Accelerator Driven System, ADS) получения энергии. Созданы национальные проекты JPARC в Японии, RACE в США, большая европейская коллаборация EUROTRANS, MYRRHA в Бельгии, с которой Казахстан подписал соглашение о сотрудничестве. Ключевой в физическом сценарии работы гибридных ядерных установок является проблема константного обеспечения, практически отсутствующая информация о сечениях ядерных реакций, образованных в реакциях с заряженными частицами и нейтронами в широком диапазоне энергий возбуждения и нуклонного состава [1, 2].

Выполненные работы являются продолжением исследований, выполняемых в Институте ядерной физики по определению дважды-дифференциальных и интегральных сечений реакций, инициированных протонами с энергией 30 МэВ на ряде конструктивных элементов ядерно-энергетических систем, в частности, ADS для ядерной трансмутации долгоживущих радиоактивных отходов атомной промышленности и производства энергии. Ситуация такова, что ключевые параметры – сечение взаимодействия нуклонов с ядрами конструктивных элементов, топлива, энергетические спектры - известны с точностью в 10 раз хуже

требуемой. Такого же уровня предсказательная сила теоретических моделей и основанных на них вычислительных кодов. Необходимы новые дополнительные данные по ядерным реакциям (p,xp) и т.д., происходящим в мишенном узле, которые наряду с замедлением первичного пучка протонов вследствие ионизационных потерь приводят к образованию спектра низкоэнергетических протонов.

Постановка эксперимента. Экспериментальные данные получены на выведенном пучке протонов изохронного циклотрона У-150М Института ядерной физики [3]. Измерительно-вычислительный комплекс был адаптирован для измерения в широком диапазоне энергий вторичных частиц. Программное обеспечение апробировано для накопления и анализа экспериментальных данных при энергии протонов 30 МэВ на мишенях из средне тяжелых элементов, в частности ^{103}Rh . Измерения сечений продуктов ядерных реакций проводились: с помощью камеры рассеяния диаметром 60 см, оснащенной поворотным спектрометром заряженных частиц; монитором из сцинтилляционного детектора, установленным под углом 300; системами привода мишеней; коллимационной системой и цилиндром Фарадея для измерения числа частиц, прошедших через мишень. Основные характеристики условий эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные характеристики условий эксперимента

Телескоп $\Delta E-E$	Толщина детектора ΔE , мкм	Толщина детектора E, см	Телесный угол, мкср	Регистрируемые частицы	Диапазон энергий в с.п.м., МэВ	Углы регистрации, $\Delta\theta=15^\circ$
Si-CsI(Tl)	100	2.5	26.2 ± 0.3	протоны	4÷27	$30^\circ\div 135^\circ$

В качестве мишеней использовалась самоподдерживающаяся фольга с содержанием ^{103}Rh порядка 98%. Толщина определялась по изменению потерь энергии α -частицами от радиоактивного источника ^{226}Ra (в спектре которого есть пять α -линий с энергиями 4.782, 5.305, 5.490, 6.002 и 7.687 МэВ) при прохождении через мишень и составила 3 мкм (точность 3 - 5%).

Для определения числа частиц, падающих на мишень, применялась система цилиндр Фарадея – интегратор тока. Погрешность в определении постоянной интегратора не превышала 1 (блок–схема электроники приведена на рисунке 1).

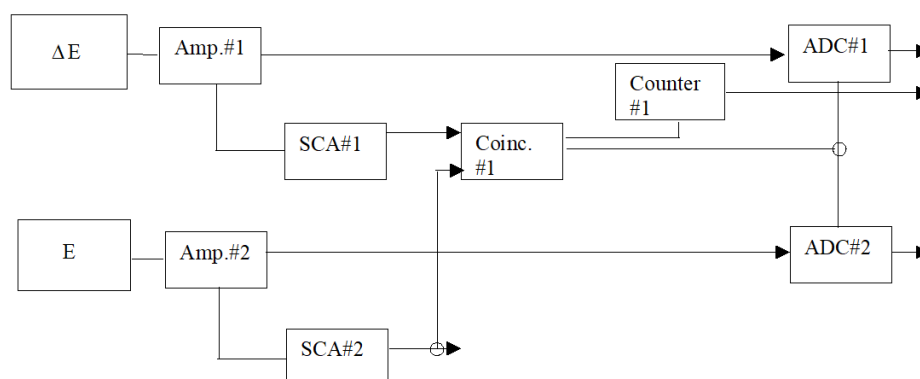


Рисунок 1 – Блок-схема электроники $\Delta E-E$ методики. Amp.#1,2 – спектроскопический усилитель; SCA#1,2 – одноканальный анализатор; Coinc.#1 – схема совпадений; Counter#1 – пересчетная схема; ADC#1,2 – амплитудно-цифровой преобразователь (АЦП)

Для калибровки E-детектора кинетическая энергия частицы, соответствующая номеру канала X, определялась по известным состояниям остаточных ядер (мишени ^{12}C , CH_2). Вычитая из нее потерю энергии частицы в мишени и ΔE -детекторе, нашли значение энергии, поглощенной E-детектором. Такая функция, связывающая номер канала в линейных спектрах с энергией, поглощенной в E-детекторе, принимается в качестве опорной калибровки. Зная ее, и восстановив по данной остаточной энергии потери в ΔE -детекторе, можно получить энергию

частицы перед попаданием в телескоп детекторов. Затем, прибавив к последней потери в мишени, находим энергию частицы, покинувшей ядро.

Систематические ошибки измеренных сечений обусловлены, главным образом, погрешностями в определении толщины мишени (<5%), калибровки интегратора тока (1%) и телесного угла спектрометра (1.3%). Энергия пучка ускоренных частиц измерялась с точностью 1.2%. Полная систематическая ошибка не превышала 10%. Статистическая ошибка, величина которой зависела от типа и энергии регистрируемых частиц, составляла 1-8%.

Полученные экспериментальные дважды-дифференциальные сечения представлены на рисунке 2. Спектр характеризуется расположенным в области кулоновского барьера низкоэнергетическим распределением, плавной высокоэнергетической компонентой и бампом, соответствующем упругим и квазиупругим процессам в самой жесткой его части. С увеличением угла вылета сечение в высокоэнергетической области исследуемых реакций падает. После интегрирования по углу дважды-дифференциальных сечений определены интегральные сечения реакций $^{103}\text{Rh}(p,xp)$, усредненные в диапазоне энергий 0.5 МэВ (рисунок 3). Величина экспериментального парциального сечения реакции (p,xp) составила 351.5 ± 2.3 мб.

Анализ экспериментальных данных. Анализ экспериментальных результатов реакций (p,xp) на ядре ^{103}Rh при $E_p=30$ МэВ выполнен в рамках экситонной модели распада ядер, которая по своей сути является статистическим подходом, описывающим переход возбужденного ядра в равновесное состояние [4]. Она широко используется при интерпретации многих экспериментальных результатов. Одним из достоинств модели является то, что кинетические уравнения, на которых она основана, описывают весь процесс релаксации возбужденной ядерной системы, начиная от простейших квазичастичных конфигураций и заканчивая установлением статистического равновесия. Это, в частности, позволяет по-новому взглянуть на ставший уже традиционным механизм испускания частиц из составного ядра.

Разработанные быстрые методы решения кинетических уравнений открыли возможность изучения многочастичной эмиссии частиц. Модель описывает одновременно энергетические спектры не только нуклонов, но и сложных частиц, а современные ее версии включают также описание и угловых распределений. К тому же оказалось, что экситонная модель очень удобна для введения в нее дополнительных физических моделей и в настоящее время в ней учитываются парные корреляции нуклонов в ядре, оболочечная структура и изотопический спин.

В рамках этой модели принимается, что ядро характеризуется параметрами p_π , h_π , p_ν и h_ν , где p и h обозначают частичные и дырочные, а π и ν – протонные и нейтронные степени свободы соответственно. Они связаны с параметрами однокомпонентной модели соотношениями $p = p_\pi + p_\nu$ и $h = h_\pi + h_\nu$. Их также можно комбинировать, чтобы получить полное число n экситонов $n = p + h = p_\pi + h_\pi + p_\nu + h_\nu = n_\pi + n_\nu$.

Частицы и дырки определяются их положением относительно уровня Ферми, определяемом как половина расстояния между последним заполненным и первым вакантным частичными состояниями, когда ядро находится в основном состоянии. Таким образом, число протонов должно быть равным числу протонных дырок и то же самое для нейтронов.

Однако в процессе поглощения или испускания частиц из ядра уровень Ферми смещается выше или ниже. Частицы или дырки в результате этого могут образоваться очень близко от уровня Ферми. Такие частицы и дырки называются «пассивными», потому что они не обладают энергией и не участвуют во взаимодействиях. Однако их необходимо учесть для выполнения принципа запрета Паули.

Принимается, что компаунд ядро формируется с частично-дырочной конфигурацией, которая учитывает только налетающие нуклоны как частичные степени свободы и не учитывает дырочные степени свободы. Такая конфигурация обозначается как $(p_\pi, h_\pi, p_\nu, h_\nu) = (Z_a, 0, N_a, 0)$, где a относится к бомбардирующей частице.

Предполагается, что разность между числом частиц и дырок в процессе перехода в равновесное состояние остается постоянной и для компаунд ядра $p_\pi - h_\pi = Z_a$, $p_\nu - h_\nu = N_a$

и $p - h = A_a$, где A_a массовое число налетающей частицы. Это условие не всегда верно, особенно при приближении к состоянию равновесия, но вполне адекватно для предравновесных вычислений.

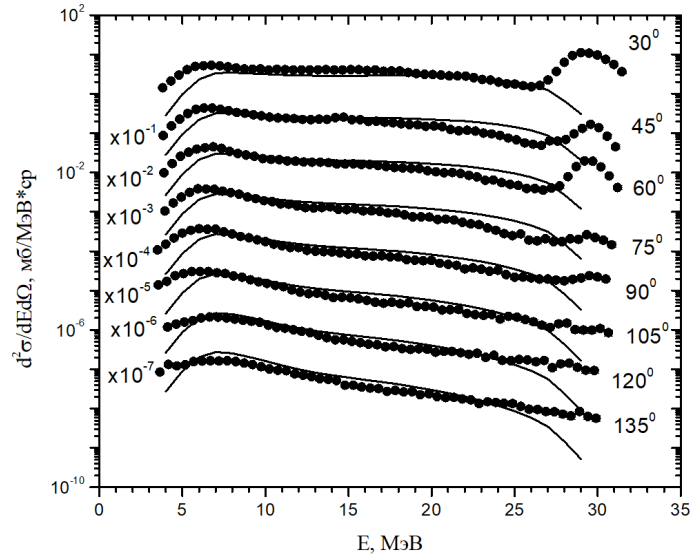


Рисунок 2 – Сравнение экспериментальных дважды-дифференциальных сечений реакций $^{103}\text{Rh}(p, xp)$ с расчетами в рамках экситонной модели. Точки - эксперимент, линии - теоретические расчеты

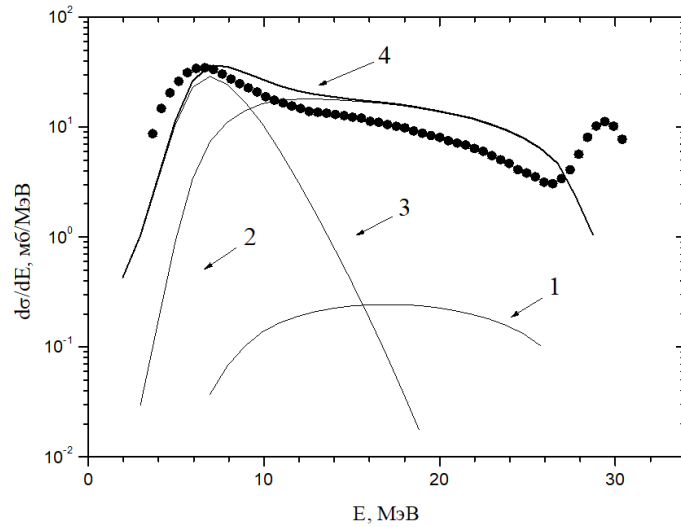


Рисунок 3 – Сравнение экспериментальных интегральных сечений реакций $^{103}\text{Rh}(p, xp)$ с расчетами в рамках экситонной модели. Символы - эксперимент, линии – теоретические расчеты: 1 - одноступенчатые процессы, 2 - предравновесная компонента, 3 - эмиссия частиц из равновесного состояния, 4 - суммарное интегральное сечение

В двух-компонентной экситонной модели, расчеты плотности одночастичных состояний рассчитываются независимо для протонов $g_{\pi 0}$ и нейтронов $g_{\nu 0}$ соответственно. Принимается, что эти плотности пропорциональны Z и N рассматриваемого ядра,

$$g_{\pi 0} = \frac{Z}{K_g}, \quad (1)$$

$$g_{\nu 0} = \frac{N}{K_g}, \quad (2)$$

где K_g – нормировочный коэффициент. Через них определяется плотность частично-дырочных состояний [5]:

$$\omega_{ESM}(p, p_\pi, E) = \frac{(g_{\pi 0})^{n_\pi} (g_{\nu 0})^{n_\nu} (E - A(p, p_\pi, E))^{n-1}}{p_\pi h_\pi! p_\nu! h_\nu! (n-1)!}, \quad (3)$$

где $A(p, p_\pi, E)$ - поправка, определяемая принципом Паули.

Полученные плотности частично-дырочных состояний используются для вычисления вероятностей переходов, которые переводят ядро из одной частично-дырочной конфигурации в другую. Последняя конфигурация используется для описания процесса перехода ядра в равновесное состояние, в то время как предыдущая конфигурация используется для вычисления энергетического спектра вылетевших частиц.

В силу предположения о малости остаточных двухчастичных взаимодействий для нахождения отнесенной к единице времени вероятности внутриядерных переходов λ используется первый порядок теории возмущения [6]:

$$\lambda = \frac{2\pi}{\hbar} \langle |M|^2 \rangle \omega, \quad (4)$$

где $|M|^2$ – среднеквадратичный матричный элемент, определяющий интенсивность внутриядерных переходов, то есть переходов между состояниями с различным n , а ω – плотность конечных состояний, реально достижимых при данном переходе. Предполагается, что матричные элементы имеет одинаковую формулу и отличаются только нормализующими коэффициентами K_{ij} [6]:

$$|M_{ij}|^2 = K_{ij} A_a g_0^{-3} \left(\frac{E}{3A_a} + 20.9 \right)^{-3}, \quad (5)$$

где A_a - масса налетающей частицы.

На любом этапе релаксации системы возможна эмиссия частиц типа b в канал с энергией ε . Скорость испускания частицы из этого состояния рассчитывается по формуле:

$$W_b(p, p_\pi, E, \varepsilon) = \frac{2s_b + 1}{\pi^2 \hbar^3} \mu_b \varepsilon \sigma_b(\varepsilon) \frac{\omega(p_\pi - Z_b, h_\pi, p_\nu - N_b, h_\nu, U)}{\omega(p_\pi, h_\pi, p_\nu, h_\nu, E)}, \quad (6)$$

где Z_b и N_b – число протонов и нейтронов вылетевшей частицы, s_b – ее спин, а μ_b ее масса. Величина $\sigma_b(\varepsilon)$ – сечение инверсного процесса образования составного ядра, U – энергия возбуждения, определяемая как $U = E - \varepsilon - B_b$, где B_b – энергия связи испускаемой частицы.

Эволюция составного ядра к равновесию описывается в терминах силовых функций: $P_1(p, p_\pi)$, которая представляет вероятность заселения только через создание новых пар начиная с самых простых состояний и $P_2(p, p_\pi)$, которая дает вероятность полного процесса с учетом превращения одного вида пар в другую.

Кинетические уравнения начинаются с:

$$P_2(A_a, p_\pi) = \begin{cases} 1 & \text{для } p_\pi = Z_a \\ 0 & \text{для всех других случаев} \end{cases}$$

что соответствует начальным условиям:

$$(p_\pi, h_\pi, p_\nu, h_\nu, E) = (Z_a, 0, N_a, 0), \quad (7)$$

Следующие значения P находятся из рекуррентных соотношений:

$$P_1(p, p_\pi) = P_2(p-1, p_\pi-1) \Gamma_{\pi+}(p-1, p_\pi-1) + P_2(p-1, p_\pi) \Gamma_{\pi+}(p-1, p_\pi), \quad (8)$$

$$P_2(p, p_\pi) = P_1(p, p_\pi) + L(p, p_\pi) [P_1(p, p_\pi-1) \Gamma_{\nu\pi}(p, p_\pi-1) + P_1(p, p_\pi+1) \Gamma_{\pi\nu}(p, p_\pi+1)], \quad (9)$$

Если ввести силовую функцию, пропорциональную интенсивности заселения состояний:

$$S_{pre}(p, p_\pi) = P_2(p, p_\pi) + \tau(p, p_\pi), \quad (10)$$

где

$$\tau(p, p_\pi) = \left[\lambda_{\pi^+}(p, p_\pi) + \lambda_{\nu^+}(p, p_\pi) + \sum_b \int W_b(p, p_\pi, E, \varepsilon) d\varepsilon \right]^{-1}, \quad (11)$$

тогда предравновесная компонента дифференциального сечения запишется как:

$$\left[\frac{d\sigma_{a,b}}{d\varepsilon_a} \right]_{pre} = \sigma_{a,pre}(\varepsilon_a) \sum_p \sum_{p_\pi} W_b(p, p_\pi, E, \varepsilon), \quad (12)$$

Здесь $\sigma_{a,pre}$ - сечение образования составного ядра за вычетом сечений, соответствующих процессам, идущим через механизм прямых реакций, $\lambda_{\pi^+}(p, p_\pi)$ и $\lambda_{\nu^+}(p, p_\pi)$ - вероятность рождения протонной и нейтронной пары частица-дырка.

Теоретический анализ экспериментальных результатов был выполнен в рамках модифицированной версии экситонной модели. Расчеты проводились по программе PRECO-2006 [7], которая была оптимизирована для рассматриваемого случая. В качестве исходной бралась $(p_\pi, h_\pi, p_\nu, h_\nu) = (1, 0, 0, 0)$ частично-дырочная конфигурация. Нормировочный коэффициент K_g принимался равным 15 МэВ. При параметризации квадрата матричных элементов использовались значения нормировочных констант: $K_{\pi\pi} : K_{\pi\nu} : K_{\nu\nu} = 2200:900:900$ МэВ². Эти значения параметров являются рекомендованными в программе PRECO-2006. При определении $\sigma_{a,pre}$ использовались параметры оптического потенциала Vecchetti-Greenlees [8] для протонов. Были определены энергия возбуждения и энергия связи протонов при первичной и вторичной эмиссии.

В дополнение к вычислениям в рамках экситонной модели были проведены расчеты в рамках других механизмов ядерных реакций: прямых процессов (передача – выбивание нуклонов, неупругое рассеяние) и равновесного сечения с использованием формализма распада составного ядра Вайскопфа.

На рисунках 2,3 приведено сравнение теоретических и экспериментальных данных по дважды-дифференциальным и интегральным сечениям реакции (p,xp) на ядре ¹⁰³Rh. Установлено, что основной вклад в формирование интегрального сечения реакций (p,xp) в диапазоне энергий от 10 МэВ до бампа, соответствующего упругому и неупругому рассеянию, дает предравновесный механизм (линия 2 на рисунке 3). В низкоэнергетической части спектра, в дополнение к предравновесному, является значительным вклад составных процессов (линия 3 на рисунке 3). Вклад одноступенчатых процессов (линия 1 на рисунке 3) незначителен.

Заключение. Проведена адаптация измерительно-вычислительного комплекса, оптимизированы спектрометрические линейки телескопа ΔE-E, рассчитаны кинематика реакции, подготовлены мишени с требуемой рабочей толщиной. Получены экспериментальные дважды дифференциальные сечения реакции (p,xp) на ядре ¹⁰³Rh в широком диапазоне энергий (от 4 до 30 МэВ) и углов 30–135° (с шагом 15°) из реакций, инициированных протонами с энергией 30 МэВ. Определены экспериментальные интегральные и парциальные сечения исследованных реакций. Величина экспериментального парциального сечения реакции (p,xp) составила 351.5 ± 2.3 мб. Установлено, что основной вклад в формирование интегрального сечения реакций (p,xp) в диапазоне энергий от 10 МэВ до бампа, соответствующего упругому и неупругому рассеянию, дает предравновесный механизм. В низкоэнергетической части спектра, в дополнение к предравновесному, является значительным вклад составных процессов. Полученные экспериментальные результаты восполняют базу ядерных данных по сечениям реакций и могут быть использованы при конструировании безопасных и безотходных гибридных ядерно-энергетических установок.

Список литературы

- 1 Риволь Ж.-П. Электроядерная установка для уничтожения ядерных отходов // УФН. – 2003. – Т. 173, Вып. 7. – С. 747-755.
- 2 Герасимов А.С., Киселев Г.В. Научно-технические проблемы создания электроядерных установок для трансмутации долгоживущих радиоактивных отходов и одновременного производства энергии (российский опыт) // ЭЧАЯ – 2001. – Т. 32, Вып. 1. – С. 143-188.

- 3 Арзуманов А.А., Неменов Л.М., Анисимов О.И. и др. Изохронный циклотрон с регулируемой энергией ионов // Изв. АН КазССР, сер. физ.-мат. – 1973. – № 4. – С.6-15.
- 4 Griffin J.J. Statistical model of intermediate structure // Phys. Rev. Lett. – 1966. – Vol. 17, № 9. – P. 478-481.
- 5 Williams F. C. Particle-hole state density in the uniform spacing model // Nucl. Phys. – 1971. – Vol.A166. – P.231-240.
- 6 Williams F.C. Intermediate state transitions in the Griffin model // Phys. Lett. – 1970. – Vol.B31, №4. – P.184-186.
- 7 Kalbach C., PRECO-2006: Program for Calculating Pre-equilibrium and Direct Reaction Double Differential Cross-Sections. // LA-10248-MS, February 2006.
- 8 Becchetti F.D., Greenlees G.W. Nucleon-nucleus optical-model parameters, A340, E<50 MeV // Phys.Rev. - 1969. - Vol.182. - P.1190-1209.

Г.Ж. Алиева¹, Г.Д. Кабдрахимова¹, В.М. Садыков², М. Насурлла^{2,3}, Ж. Мукан^{1,2}, Г. Усабаева³,
Я. Кучук⁴, Т.К. Жолдыбаев^{1,2}

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

² Ядролық физика институты, Алматы, Қазақстан

³ Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

⁴ Ақдениз университеті, Анталия, Түркия

$E_p = 30$ МэВ энергиялық ^{103}Rh ядросындағы (p,xp) реакциясының екінші ретті протондар эмиссиясы

Аңдатпа: Ядролық физика институтындағы У-150М үдеткішінде үдетілген протондар шоғырында $E_p = 30$ МэВ энергияда ^{103}Rh ядросындағы (p,xp) реакциясының екі ретті дифференциалды қимасы өлшенді. Нысана ретінде құрамында $^{103}\text{Rh} \sim 98\%$ изотобы бар, қалыңдығы 3 мкм өзіндік тірекке ие фольга қолданды. Реакция өнімдерін сәйкестендіруде екі тіркегішті телескоп қолданылды, қалыңдығы 100 мкм ұшып өту уақытын тіркейтін жұқа тіркегіш және қалыңдығы 2.5 см (CsI(Tl) сцинтилляторлы) толық жұтатын тіркегіш. Екі ретті дифференциалды қимасынан (p,xp) реакциясының толық парциалды қимасын анықтаумен интегралдық спектрі алынды. Алынған тәжірибелік нәтижелер PRECO-2006 есептеу кодының шеңберінде тепе-теңдік алды ыдыраудың экситонды моделінің модификацияланған нұсқасы шеңберінде талданды. Анықталғаны, протондардың 30 МэВ энергиясында ^{103}Rh (p,xp) реакция қимасы негізінен тепе-теңдік алды ыдырау механизмімен қалыптасады.

Түйін сөздер: төменгі энергия, реакциялар қимасы, дифференциалдық қима, протондарды үдету, кремнийлі тіркегіштер.

G.Zh. Aliyeva¹, G.D. Kabdrakhimova¹, V.M. Sadykov², M. Nassurlla^{2,3}, Zh. Mukan^{1,2}, G. Ussabaeva³,
Y. Kucuk⁴, T.K. Zholdybaev^{1,2}

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

² Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan

³ Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

⁴ Akdeniz University, Antalya, Turkey

The emission of secondary protons from reaction (p,xp) at an energy of 30 MeV in the nucleus of ^{103}Rh

Abstract: On the beam of accelerated protons of the U-150M cyclotron of the Institute of Nuclear Physics, double – differential reaction cross sections (p, xp) were measured on a ^{103}Rh nucleus at an energy $E_p = 30$ MeV. A self-sustaining foil with a thickness of 3 μm with an isotope content of $^{103}\text{Rh} \sim 98\%$ was used as targets. To identify the reaction products, a two-detector telescope was used, consisting of a transient thin silicon detector with a thickness of 100 μm and a total absorption detector (CsI (Tl) scintillator) 2.5 cm thick. The integral spectra were obtained from the double – differential cross sections with the subsequent determination of the total partial cross sections for the reactions (p, xp). The experimental results obtained were analyzed in the framework of a modified version of the exciton model of pre-equilibrium decay within the PRECO-2006 calculation code. It has been established that the cross sections for the reactions ^{103}Rh (p, xp) at a proton energy of 30 MeV are predominantly formed by the mechanism of pre-equilibrium decay.

Keywords: low energies, reaction cross section, differential cross section, proton acceleration, silicon detectors.

References

- 1 Rivol Zh.-P. Jelektrojadernaja ustanovka dlja unichtozhenija jadernyh othodov [Nuclear power plant for the destruction of nuclear waste], UFN, 173(7), 747-755(2013).
- 2 Gerasimov A.S., Kiselev G.V. Nauchno-tehnicheskie problemy sozdaniya jelektrojadernyh ustanovok dlja transmutacii dolgozhivushhih radioaktivnyh othodov i odnovremennogo proizvodstva jenerгии (rossijskij opyt) [Scientific and technical problems of creation of electro-nuclear installations for transmutation of long-lived radioactive waste and simultaneous production of energy (Russian experience) (ECHAYA, 32(1),143-188(2001).
- 3 Arzumantov A.A., Nemenov L.M., Anisimov O.I. i dr. Izohronnyj ciklotron s reguliruemoj jenergiej ionov [Isochronous cyclotron with controlled ion energy], Izv.AN KazSSR, ser. Physical-Mat, (4)6-154,(1973) [in Russian].
- 4 Griffin J.J. Statistical model of intermediate structure, Phys. Rev,17(9),478-481(1966).
- 5 Williams F. C. Particle-hole state density in the uniform spacing model, Nucl. Phys, A166, 231-240.(1971).
- 6 Williams F.C. Intermediate state transitions in the Griffin mode, Phys. Lettb. B 31(4),184-186(1970).

- 7 Kalbach C., PRECO-2006: Program for Calculating Pre-equilibrium and Direct Reaction Double Differential Cross-Sections, LA-10248-MS, February 2006.
- 8 Becchetti F.D., Greenlees G.W. Nucleon-nucleus optical-model parameters, A340, E<50 MeV, Phys.Rev, 182, 1190-1209(1969).

Сведения об авторах:

Алиева Г.Ж - Халықаралық ядролық физика, Жаңа материалдар және технологиялар кафедрасының докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Сәтпаев к. 2, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Кабдрахимова Г.Д – PhD, Халықаралық ядролық физика, Жаңа материалдар және технологиялар кафедрасында доцент міндетін атқарушы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Сәтпаев к. 2, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Садыков Б.М – Ядролық физика институты, Ибрагимов 1, Алматы, Қазақстан.

Насурлла М. – Ядролық физика институты, Ибрагимов 1, Алматы, Қазақстан.

Мукан Ж. – Халықаралық ядролық физика, жаңа материалдар және технологиялар кафедрасының докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Сәтпаев Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Усабаева Г. – әл-Фараби ат. ҚазҰУ, әл-Фараби 71, Алматы, Қазақстан.

Кучук Я. – ассоциирленген профессор, физика факультеті, Ақдениз Университеті, Анталия, Түркия. *Жолдыбаев Т.К.* – ф.-м.ғ.к., асқақартылған профессор, Ядролық физика институтының ядролық процестер зертханасының меңгерушісі, Ядролық физика институты, Ибрагимов 1, Алматы, Қазақстан.

Алиева Г.Ж. - PhD, Student of the International Department of Nuclear Physics, New Materials and Technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpaev str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Kabdrakhimova G.D. - PhD, Acting Associate Professor at the Department of International Nuclear Physics, New Materials and Technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev str, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Sadykov B.M. - The Institute of Nuclear Physics, Ibragimov str. 1, Almaty, Kazakhstan.

Nasurlla M. - The Institute of Nuclear Physics, Ibragimov str. 1, Almaty, Kazakhstan.

Mukan Zh.T. - PhD Student of the International Department of Nuclear Physics, New Materials and Technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University of 2, Satpaev str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Ussabayeva G. - Al-Farabi Kazakh National University, al-Farabi ave 71., Almaty, Kazakhstan.

Kucuk Y. - Associate Professor, Department Physics, Akdeniz University, 07058, Antalya, Turkey.

Zholdybayev T.K. - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Nuclear Processes, The Institute of Nuclear Physics, Ibragimov str. 1, Almaty, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 25.04.2019

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

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

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

2. Баспаға (барлық жариялаушы авторлардың қол қойылған қағаз нұсқасы және электронды нұсқа) журналдың түпнұсқалы стильдік файлының міндетті қолданысымен LaTeX баспа жүйесінде дайындалған Tex- пен Pdf-файлындағы жұмыстар ұсынылады. Стильдік файлды *bulphysast.enru.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 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 тұйым 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.

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.

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: HSBKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

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

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

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

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

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the 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., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - - **Conferences proceedings**

4 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 board's of the journal for discussion and approval for publication.

Periodicity of the journal: 4 times a year.

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

Реквизиты:

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

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: KСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

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: HSBKZKX

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. 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://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 трех дней необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию, к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

Периодичность журнала: 4 раза в год.

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

Реквизиты:

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

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: KСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

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"

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

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (28)$$

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

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

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

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

Таблица 3 – Название таблицы

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

3. Ссылки и библиография

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (28)

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

Список литературы оформляется следующим образом.



Рисунок 1 – Название рисунка

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., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и 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. Темиргалиев¹, А.Б. Утесов²

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

² Қ.Жубанов атындағы. Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебега коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөздер].

Түйін сөздер: жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

A.Zh.Zhubanysheva¹, N. Temirgaliyev¹, A.B. Utesov²

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

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

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

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

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

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenno go analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenno m 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 funkciy s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionalov i ih primenenija k poperechnikovy m 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 funkciy" [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 gipolipidemicheskaaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Куров В.А., Мижличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], **14**, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

Сведения об авторах:

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

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, Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой, 34, Актюбе, 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 - 2(127) - Нұр-Сұлтан: ЕҰУ. 100-б.
Шартты б.т. - 9,375 Таралымы - 25 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

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

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды