

ISSN 2616-6836

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of the L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

PHYSICS. ASTRONOMY Series

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

№3(124)/2018

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Астана, 2018

Astana, 2018

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

Бас редактордың орынбасары

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

Редакция алқасы

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

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Сатпаев к-сі, 2, 408 б.
Тел.: (7172) 709-500 (ішкі 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген:
А. Нұрболат

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

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

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігімен
тіркелген. 27.03.2018ж. №16999-ж тіркеу куәлігі.

Тиражы: 20 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Астана қ., Қажымұқан к-сі, 12/1,
тел.: (7172)709-500 (ішкі 31-428)

Editor-in-Chief
Doctor of Phys.-Math. Sciences
A.K. Aryngazin (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

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

Editorial board

Aldongarov A.A.	PhD (Kazakhstan)
Balapanov M.Kh.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
Bakhtizin R.Z.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
Dauletbekova A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD (Kazakhstan)
Giniyatova Sh.G.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kadyrzhanov K.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Kainarbay A.Zh.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Kuterbekov K.A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Lushchik A.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Estonia)
Morzabayev A.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Myrzakulov R.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Nurakhmetov T.N.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Sautbekov S.S.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Tleukenov S.K.	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Useinov A.B.	PhD (Kazakhstan)
Yerzhanov K.K.	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD(Kazakhstan)
Zdorovets M.	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
Zhumadilov K.Sh.	PhD (Kazakhstan)

Editorial address: 2, Satpayev str., of.408, Astana, Kazakhstan, 010008
Tel.: (7172) 709-500 (ext. 31-428)
E-mail: vest_phys@enu.kz

Responsible secretary, computer layout:
A.Nurbolat

Bulletin of the 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: 20 copies

Address of printing house: 12/1 Kazhimukan str., Astana, Kazakhstan 010008;

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

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

Зам. главного редактора

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

Редакционная коллегия

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

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, каб. 408
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: 20 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Кажимукана, 12/1,
тел.: (7172)709-500 (вн. 31-428)

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

№3(124)/2018

МАЗМҰНЫ

<i>Косов В.Н., Федоренко О.В.</i> Вертикальды цилиндрлік арналардағы әртүрлі құрамдағы метан-бутан-дифтордихлорметан изотермиялық үштік газдық қоспадағы «диффузия-концентрациялық гравитациялық конвекция» режимдерінің ауысу шекарасы	8
<i>Абуова А.У., Абуова Ф.У., Ақилбеков А.Т., Джунисбекова Д.А., Бақтыбаева Д.Б.</i> Модифицирленбеген BiCuSeO және Гейслер құймалары үшін ZT төзімділігінің электрондық үлесі	14
<i>Аралбаева Г.М.</i> Жоғары энергетикалық ауыр иондардың әсерінен туындаған хиллоктардың өлшемін бағалау	21
<i>Буртебаев Н., Фомичёв А.С., Джансейтов Д.М., Керимкулов Ж.К., Жолдыбаев Т.К., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е., Насурлла М., Ходжаев Р., Аймаганбетов А.С., Амангелди Н., Ергалиұлы Г.</i> Оптикалық және фолдинг модельдер аясында альфа-бөлшектердің ^{12}C ядроларында серпімді шашырау процесстерін зерттеу	26
<i>Разина О.В., Цыба П.Ю.</i> $f(R)$ гравитациясының максвеллдік мүшесі және g -эссенциясы модельдің экспоненциальды шешемі	33
<i>Сагидуллаева Ж.М.</i> Екі қабатты M-ХСІХ теңдеуі мен екі компонентті Шредингер-Максвелл-Блох теңдеуінің калибровті эквиваленттігі туралы	41
<i>Шанина З.К., Мырзакулов Е.М.</i> Бозондық ішек-скалярлық модель	47

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

№3(124)/2018

CONTENTS

<i>Kossov V.N., Fedorenko O.V.</i> The boundary of “diffusion – concentration gravitational convection” regime change in the isothermal ternary gas mixture of methane-butane-difluorodichlor-methane with various compositions in vertical cylindrical channels	8
<i>Abuova A.U., Abuova F.U., Akilbekov A.T., Junisbekova D.A., Baktybayeva D.B.</i> Electronic contribution to the quality factor of ZT for Heusler alloys and unmodified BiCuSeO	14
<i>Aralbayeva G.M.</i> Estimation of the size of hillocks caused by swift heavy ions	21
<i>Burtebayev N., Fomichev A.S., Janseitov D.M., Kerimkulov Z h.K., Zholdybayev T.K., Alimov D.K., Mukhamejanov Y., Nassurlla M., Khojayev R., Aimaganbetov A.S., Amangeldi N., Yergaliuly G.</i> Investigation of elastic scattering of alpha-particles from ^{12}C in optical and folding models	26
<i>Razina O.V., Tsyba P.Yu.</i> Development of technological desalination schememineralized water and material balance for engineering calculation of the installation	33
<i>Sagidullayeva Zh.M.</i> On the gauge equivalence of the two-layer M-XCIX equation and the two-component Schrödinger-Maxwell-Bloch equation	41
<i>Shanina Z.K., Myrzakulov Y.M.</i> Bosonic string-scalar model	47

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

№2(123)/2018

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Косов В.Н., Федоренко О.В.</i> Граница смены режимов «диффузия – концентрационная гравитационная конвекция» в изотермической тройной газовой смеси метан-бутан-дифтордихлорметан при различных составах в вертикальных цилиндрических каналах	8
<i>Абуова А.У., Абуова Ф.У., Акилбеков А.Т., Джунисбекова Д.А., Бактыбаева Д.Б.</i> Электронный вклад добротность ZT для сплавов Гейслера и немодифицированного BiCuSeO	14
<i>Аралбаева Г.М.</i> Оценка размера хиллоков, вызываемых тяжелыми ионами высоких энергий	21
<i>Буртебаев Н., Фомичёв А.С., Джансейтов Д.М., Керимкулов Ж.К., Жолдыбаев Т.К., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е., Насурлла М., Ходжаев Р., Аймаганбетов А.С., Амангелди Н., Ергалиұлы Ф.</i> Исследование процессов упругого рассеяния альфа-частиц на ядрах ^{12}C в рамках оптического и фолдинг моделей	26
<i>Разина О.В., Цыба П.Ю.</i> Экспоненциальное решение модели $f(R)$ гравитации с максвелловским членом и g -эссенцией	33
<i>Сагидуллаева Ж.М.</i> О калибровочной эквивалентности двухслойного уравнения М-ХСІХ и двухкомпонентного уравнения Шредингера-Максвелла-Блоха	41
<i>Шанина З.К., Мырзакулов Е.М.</i> Бозонная струнно-скалярная модель	47

Н. Буртебаев^{1,2,3}, А.С. Фомичёв⁴, Д.М. Джансейтов^{1,2,4}, Ж.К. Керимкулов^{1,3},
Т.К. Жолдыбаев^{1,2}, Д.К. Алимов¹, Е. Мухамеджанов¹, М. Насурлла¹,
Р. Ходжаев¹, А.С. Аймаганбетов³, Н. Амангелді³, Ғ. Ерғалиұлы³

¹ *Институт ядерной физики, Алматы, Казахстан*

² *Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

³ *Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан*

⁴ *Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Российская Федерация*

(E-mail: ^{1,2,3} nburtebayev@yandex.ru, ^{1,2,4} janseit.daniar@gmail.com, ^{1,3} zhambul-k@yandex.ru,

^{1,2} timjol@yandex.ru, ¹ diliyo@mail.ru, ¹ y.mukhamejanov@gmail.com, ¹ morzhic@mail.ru,

¹ ramazan_inp@mail.ru, ³ az.aimagambetov@mail.ru, ³ nur19792@mail.ru,

³ gani_ergaliuly@mail.ru)

Исследование процессов упругого рассеяния альфа-частиц на ядрах ^{12}C в рамках оптического и фолдинг моделей

Аннотация: В данной работе исследованы процессы упругого рассеяния альфа-частиц при энергии 50.5 МэВ. Экспериментальные угловые распределения упругого рассеяния альфа-частиц на ядрах ^{12}C измерены на выведенных пучках изохронного циклотрона У-150М Института ядерной физики (г. Алматы, Казахстан). Регистрация и идентификация рассеянных продуктов реакции осуществлялась $\Delta E - E$ телескопом кремниевых полупроводниковых детекторов. Дифференциальные сечения измерены в диапазоне углов $10^\circ - 170^\circ$ в лабораторной системе координат. В расчетах для действительной части комплексного ядерного потенциала были использованы как феноменологические, так и микроскопические потенциалы двойной свертки. Мнимая часть имела форму феноменологического объемного и поверхностного Вудс-Саксонского потенциала. Теоретически рассчитанные сечения хорошо согласуются с экспериментальными данными. Полученные результаты по данной работе будут использованы для анализа неупругого рассеяния альфа-частиц на ядрах ^{12}C и в реакции ^3He на мишени ^{13}C .

Ключевые слова: упругое рассеяние, оптическая модель, фолдинг потенциал, нормировочные коэффициенты, FRESCO

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6836-2018-124-3-26-32>

Введение. Исследования структуры ядра ^{12}C остаются актуальными, несмотря на то, что первые работы были опубликованы еще в середине прошлого столетия. Упругое рассеяние $\alpha + ^{12}\text{C}$ было исследовано в широкой области энергий, начиная от низких до области высоких энергий. Однако хорошо известно, что для данной системы не были однозначно определены глобальные оптические потенциалы, которые хорошо описывают экспериментальные данные в области как низких, так и высоких энергий. Например, для соседних ядер с системами как $\alpha + ^{16}\text{O}$, $\alpha + ^{14,15}\text{N}$ и $\alpha + ^{13,14}\text{C}$, были однозначно установлены глобальные потенциалы из систематического анализа данных упругого рассеяния. Этот контраст, по-видимому, связан с особенностью структуры ядра ^{12}C , например, предположения об увеличенных радиусах возбужденных состояний изотопов углерода.

Проблема измерения радиусов ядер в несвязанных состояниях в последнее десятилетие привлекла большое внимание в связи с гипотезой о возможном существовании альфа-частичной бозе-эйнштейновской конденсации (α BEC) [2] в легких ядрах. Ожидается, что соответствующие ядерные состояния могут быть разбавленными системами, расположенными близко к порогам полной диссоциации к альфа-частицам. Особое внимание уделено на исследования состояний альфа-кластеров в ядрах ^{12}C , с возбуждением состояния $E^* = 7,65$ МэВ, что на 0,38 МэВ расположен выше порога 3α . Еще в 1954 году Хойл показал, что этот уровень играет чрезвычайно важную роль в нуклеосинтезе [3]. Свойства состояния Хойла (7.65 МэВ) в ^{12}C определяют отношение углерода к кислороду, образующемуся в процессе горения гелия, что сильно влияет на будущую эволюцию звезд. Существует много

исследований и теоретических моделей [4, 5], которые показали, что состояние 7.65 МэВ в ^{12}C имеет слабосвязанную 3α -структуру и увеличенный радиус.

В данной работе проводится сопоставительный анализ упругого рассеяния альфа-частиц с ядрами ^{12}C , с привлечением литературных данных в рамках оптической и фолдинг модели. Она является частью обширного исследования (анализа) взаимодействия легких заряженных частиц с ядрами $1p$ -оболочки.

Эксперимент. Экспериментальные угловые распределения упругого рассеяния альфа-частиц на ядрах ^{12}C измерены на выведенных пучках изохронного циклотрона У-150М Института ядерной физики (г. Алматы, Казахстан) при энергии $E(\alpha) = 50.5$ МэВ [6].

В эксперименте использовалась самонесущая мишень углеродной пленки толщиной 0.82 мг/см² естественного состава ^{12}C . Регистрация и идентификация рассеянных продуктов реакции регистрировались $\Delta E - E$ телескопом кремниевых полупроводниковых детекторов, чьи толщины для ΔE телескопа 100 мкм, для E телескопа 2 мм соответственно. Дифференциальные сечения упругого рассеяния были измерены в лабораторной системе координат в диапазоне $10^\circ - 170^\circ$ при $E(\alpha) = 50.5$ МэВ.

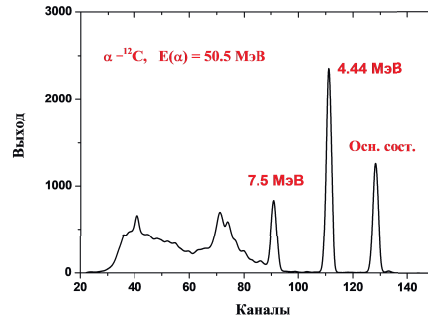


Рисунок 1 – Типичный спектр рассеянных альфа-частиц на ядрах ^{12}C при $E = 50,5$ МэВ (64°)

Теоретический анализ экспериментальных данных. Теоретический анализ экспериментальных данных проводился в несколько этапов. На первом этапе данные по упругому рассеянию анализировались в рамках стандартной оптической модели ядра (ОМ), в которой влияние неупругих каналов учитывается феноменологическим введением мнимой поглощающей части в потенциал взаимодействия между сталкивающимися ядрами. Расчеты проводились с центральным потенциалом без спин-орбитального взаимодействия:

$$U(r) = -Vf(r) - i4a_w W_d \frac{df_w(r)}{dr} + V_{SO} \left(\frac{\hbar}{m_{TTc}} \right)^2 \frac{1}{r} \frac{d}{dr} f_{SO}(r) (L\sigma) + V_C(r) \quad (1)$$

Первые два члена отвечают за ядерное взаимодействие с поверхностным поглощением. Радиальная зависимость $f_i(r)$ описывается Вудс-Саксоновским [7] формфактором с радиусом r_i и диффузностью a_i ($i = V, W$):

$$f_i = \left[1 + \exp \left(\left(r - r_i A^{1/3} \right) / a_i \right) \right]^{-1} \quad (2)$$

V_C — кулоновский потенциал равномерно заряженной сферы с радиусом r . Кулоновское взаимодействие между двумя ядрами равно

$$V_C(r) = \frac{Z_p Z_t e^2}{2R_c} \left(3 - \frac{r^2}{R_c^2} \right) \text{ при } r \leq R_c, \quad (3)$$

$$V_C(r) = Z_p Z_t e^2 / r \text{ при } r > R_c$$

где Z_p , Z_t — заряды налетающей частицы (p) и мишени (t). Во всех наших расчетах использовалось: $R_c = 1.25$ фм.

Таблица 1 – Параметры оптического и двойного фолдинг потенциалов упругого рассеяния для системы $\alpha+^{12}\text{C}$ при разных энергиях.

E (MeV)	Model	V_0 (MeV)	r_v (fm)	a_v (fm)	W_0 (MeV)	r_w (fm)	a_w (fm)	r_c (fm)	N_r
50.5	OM	130.9	1.245	0.80	15.23	2.32	0.175	1.25	
	DF				25.23	2.26	0.175	1.25	1.25
65	OM	99.15	1.244	0.80	13.17	1.99	0.458	1.25	
	DF				15.33	1.86	0.335	1.25	1.28
104	OM	96.363	1.245	0.80	16.94	1.57	0.97	1.25	
	DF				17.93	1.7	0.556	1.25	1.14
120	OM	96.36	1.245	0.80	16.94	1.67	0.828	1.25	
	DF				17.93	1.7	0.556	1.25	1.1
139	OM	91.49	1.245	0.80	28.61	1.57	0.6	1.25	
	DF				18.73	1.83	0.38	1.25	1.16

Учитывая компактные размеры налетающей частицы, мы ограничились поверхностным типом потенциала поглощения для мнимой части. Параметры оптических потенциалов подбирались таким образом, чтобы достичь наилучшего согласия между теоретическими и экспериментальными угловыми распределениями.

На втором этапе, для ограничения дискретной неоднозначности оптического потенциала, дополнительно был проведен анализ данных в рамках фолдинг модели. Потенциал двойной свертки или двойной фолдинг потенциал (double folding (DF)) рассчитывается с учетом распределения ядерной материи как налетающего ядра, так и ядра мишени с использованием эффективного потенциала нуклон-нуклонного (V_{NN}) взаимодействия. Таким образом, фолдинг потенциал представляется в виде:

$$V_p(r) \int dr_1 \int dr_2 \rho_p(r_1) \rho(r_2) V_{NN}(r_{12}) \quad (4)$$

где $\rho_p(r_1)$ и $\rho_t(r_2)$ – плотности ядерной материи налетающего ядра и ядра мишени, соответственно. Гауссово распределение плотности для обоих ядер определяется как

$$\rho(r) = \rho_0 \left(1 + \frac{wr^2}{c^2} \right) / (1 + \exp((r - c)/z)) \quad (5)$$

где $w = -0.149$, $z = 0.5224$ и $c = 2.355$ для ^{12}C и $w = 0.445$, $z = 0.327$ и $c = 1.008$ для α -частиц.

В расчетах эффективное нуклон-нуклонное (V_{NN}) взаимодействие бралось в форме МЗУ-взаимодействия [7], заданным как

$$V_{NN}(r) = 2999 \frac{\exp(-4r)}{4r} - 2134 \frac{\exp(-2.5r)}{2.5r} + J_{00}(E) \delta(r) \text{ MeV} \quad (6)$$

где

$$J_{00}(E) = 276 [1 - 0.005 E_{Lab}/A_p] \text{ MeV fm}^3$$

3. Результаты и обсуждения. Как отмечено выше, анализ полученных данных выполнялся с использованием различных теоретических подходов. Для устранения линейной и дискретной неоднозначности оптических параметров была проведена его систематизация для широкого диапазона энергий с привлечением экспериментальных данных из различных литературных источников. Упругое рассеяние альфа-частиц на ^{12}C было проанализировано при энергиях: 50.5, 65, 104, 120 и 139 МэВ [6, 8, 9, 10, 11]. В таблице 1 представлены оптические параметры для разных энергий, 50.5, 65, 104, 120 и 139 МэВ упругого рассеяния α -частиц на ядрах ^{12}C , выполненные в рамках OM и DF.

Поиск параметров оптического потенциала осуществлялся подгонкой расчетных угловых распределений к экспериментальным данным с использованием компьютерного кода FRESKO [11]. Чтобы убрать дискретную неоднозначность при определении оптических параметров,

радиус распределения плотности ядерного вещества (r_v) и диффузность (a_v) вещественной части потенциала были зафиксированными. Подгонка экспериментальных данных к теоретическим расчетам, производилась вариацией 4-х оставшихся параметров ОП (V , W — глубины вещественной и мнимой частей потенциала; r_w и a_w — радиус распределения плотности ядерного вещества и диффузность мнимой части потенциала, соответственно).

В случае с фолдинг потенциалом оптимальное согласие теории с экспериментом достигалось варьированием параметров мнимой части и нормировочного коэффициента « N_r » микроскопической вещественной части, найденной из анализа (таблица 1). Отличие N_r от единицы может свидетельствовать о вкладе членов второго порядка по эффективным силам в реальную часть оптического потенциала. Анализ проводился с использованием программы FRESKO [11]. На рисунке 2 приведено описание экспериментальных данных по упругому рассеянию с полученными параметрами ОП.

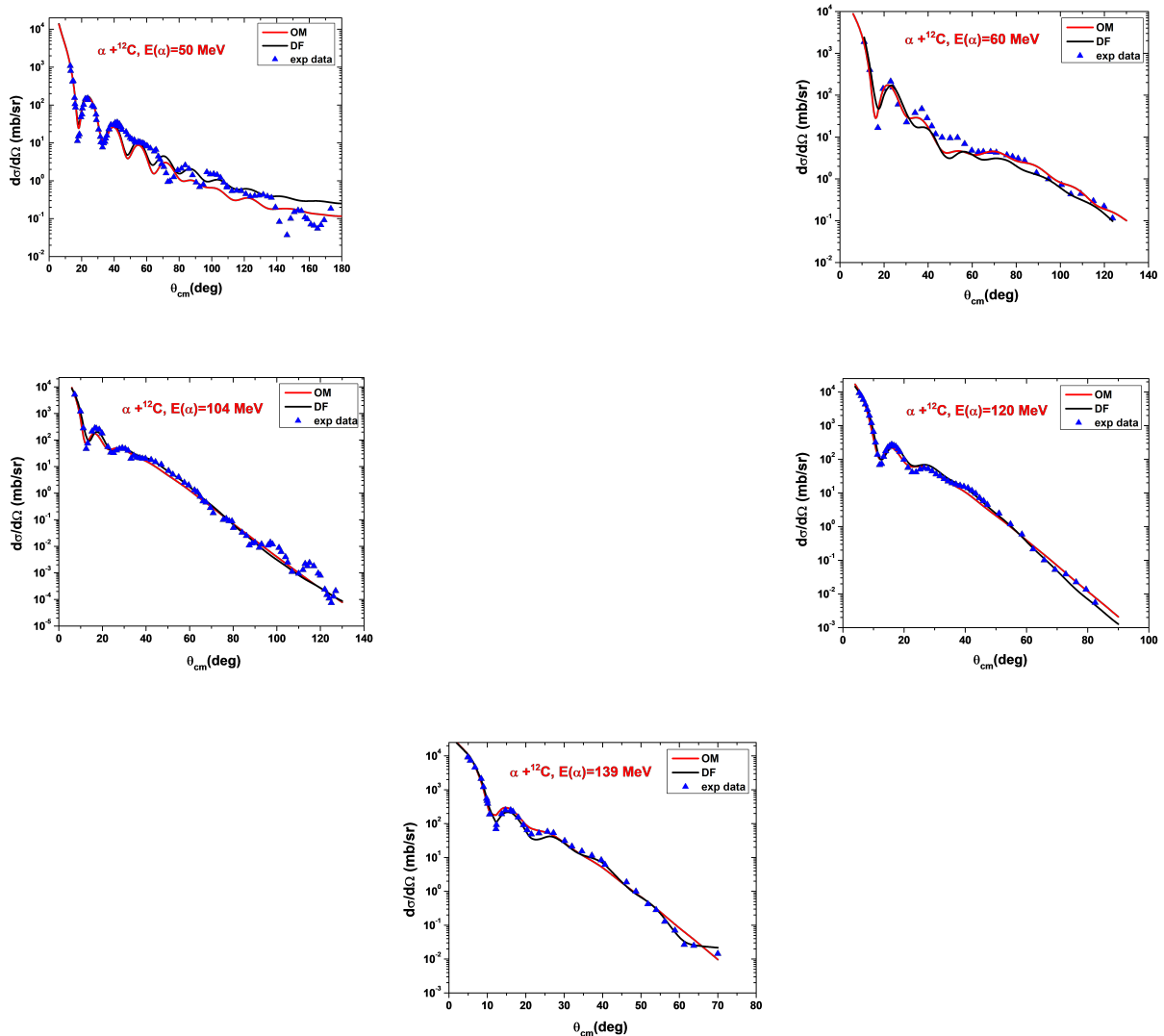


Рисунок 2 – Сравнение экспериментальных и теоретических дифференциальных сечений упругого рассеяния альфа-частиц на ядрах ^{12}C при разных энергиях. Треугольники — экспериментальные данные, красная линия — сечения, рассчитанные в рамках оптической модели ядра (ОМ), черная линия — сечения, рассчитанные в рамках фолдинг модели (ДФ)

Вывод. Проведен комплексный анализ экспериментальных данных в рамках стандартной оптической модели ядра, с привлечением литературных данных. В рамках модели двойной свертки на основе полного МЗУ-эффективного взаимодействия построены потенциалы для

альфа-частиц, взаимодействующих при энергии 50.5 с ядрами ^{12}C . Проведен анализ угловых распределений упругого рассеяния ионов ^4He на ядрах ^{12}C с использованием потенциалов двойной свертки. Получено удовлетворительное описание экспериментальных данных с нормировочными коэффициентами для вещественной части оптического потенциала. Показано, что оба потенциала коррелируют между собой и дают схожее описание экспериментальных данных.

Найденные оптические параметры для системы $\alpha+^{12}\text{C}$, планируются использовать для анализа неупругого рассеяния альфа-частиц на ядрах ^{12}C и в реакции $^{13}\text{C}(^3\text{He}, \alpha)^{12}\text{C}$ в будущих работах.

Работа была выполнена в рамках гранта МЭ РК «Развитие комплексных научных исследований в области ядерной и радиационной физики на базе казахстанских ускорительных комплексов».

Список литературы

- Schuck P., Funaki Y., Horiuchi H., Ropke G., Tohsaki A., Yamada T. Alpha-particle condensation in nuclei // Nucl. Phys. A. – 2004. – Vol.738, № 19. – P. 94 – 100;
- Hoyle F. Synthesis of the Elements in Stars // Astrophys. J. Suppl. – 1954. – Vol.1. – P. 121
- Uegaki E., Okabe S., Abe Y., Tanaka H. Structure of the Excited States in ^{12}C // Prog. Theor. Phys. – 1977. – Vol. 57. – P. 1262 – 1276.
- Fukushima Y., Kamimura M. Proceedings Int. Conf. on Nuclear Structure. – Tokyo, 1977 // J. Phys. Soc. Japan Suppl. – 1978. – Vol.44. – P. 225.
- Буртебаев Н., Дуйсебаев А. Д., Иванов Г. Н. и др. Анамольное рассеяние альфа-частиц на ядрах ^9Be , ^{12}C , ^{13}C при энергии 50 МэВ // Академия Наук КазССР, Известия, Серия физ.-мат. – 1978. – Н.4. – С. 13 – 16.
- Hodgson P. E. The Optical Model of Elastic Scattering / – Oxford: Clarendon Press, 1963 – VIII, p.211.
- Satchler G. R., Love W. G. Folding model potentials from realistic interactions for heavy-ion scattering // Phys. Rep. – 1979. – Vol.55, № 3. – P. 183 – 254.
- Yasue M., Tanabe T., Soga F., Kokame J., Shimokoshi F., Kasagi J., Toba Y., Kadot Y., Ohsawa T., Furuno K. Deformation parameter of ^{12}C via $^{12}\text{C}(\alpha, \alpha')$ and $^{12}\text{C}(\alpha, \alpha', \alpha)$ reactions // Nucl. Phys. A. – 1983. – Vol. 394, № 1 – 2. – P. 14 – 21.
- Hauser G., Lohken R., Rebel H., Schatz G., Schweimer G. W., Specht J. Elastic scattering of 104 MeV alpha particles // Nucl. Phys. A. – 1969. – Vol. 128, № 1. – P. 81 – 109.
- Wiktor S., Mayer-Boricke C., Kiss A., Rogge M., Turek P., Dabrowski Elastic Scattering of 120, 145 and 172.5 MeV α -Particles by ^{12}C , ^{24}Mg and ^{27}Al and optical model analysis // ACTA PHYSICA POLONICA. – 1981. – Vol. B12. – P. 491 – 503.
- Smith S.M., Tibell G., Cowley A.A., Goldberg D.A., Pugh H.G., Reichart W., Wall N.S. The (α, α') , (α, α) and $(\alpha, ^3\text{He})$ reactions on ^{12}C at 139 MeV // Nucl. Phys. A. – 1973. – Vol. 207, № 2. – P. 273 – 288.
- Thompson I.J. Coupled reaction channels calculations in nuclear physics // Comput. Phys. Rep. 7 (1988)

Н. Буртебаев^{1,2,3}, А.С. Фомичёв⁴, Д.М. Джансейтов^{1,2,4}, Ж.К. Керимкулов^{1,3}, Т.К. Жолдыбаев^{1,2},
Д.К. Алимов¹, Е. Мухамеджанов¹, М. Насурлла¹, Р. Ходжаев¹, А.С. Аймаганбетов³,
Н. Амангелді³, Ғ. Ергалиұлы³

¹ Ядролық физика институты, Алматы, Қазақстан

² эл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан

³ Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан

⁴ ЯЗБИ, Дубна, Ресей

Оптикалық және фолдинг модельдер аясында альфа-бөлшектердің ^{12}C ядроларында серпімді шашырау процесстерін зерттеу

Аннотация: Осы жұмыста 50 МэВ энергияда альфа-бөлшектердің ^{12}C ядросында серпімді шашырау процесстері зерттелген. альфа-бөлшектердің ^{12}C ядросында Серпімді шашыраған тәжірибелік бұрыштық таралымы Ядролық физика институтының (Алматы қ, Қазақстан) изохронды циклотронында өлшенді. Реакция нәтижесінде шашыраған бөлшектер жартылай өткізгіш кремний $\Delta E - E$ телескоптары арқылы тіркеліп және анықталды. Дифференциалдық қималар $10^\circ - 170^\circ$ арасында лабораториялық координаттар жүйесінде өлшенді. Серпімді шашырау оптикалық модель аясында талданды.

Есептеулерде комплексті ядролық потенциалдың нақты бөлігі үшін микроскопиялық потенциалмен (фолдинг потенциал) қоса, феноменологиялық потенциалдар да қолданылды. Потенциалдың жорамал бөлігі үшін Вудс-Саксон потенциалының беттік феноменологиялық түрі қолданылды. Теоретикалық есептелген қималар, тәжірибелік мәліметтермен жақсы үйлеседі. Осы жұмыста алынған нәтижелер, болашақта альфа-бөлшектердің ^{12}C ядросында серпімсіз шашырауының есептеулерінде және ^3He иондарының ^{13}C реакциясында қолданылатын болады,

Түйін сөздер: серпімді шашырау, оптикалық модель, фолдинг потенциал, нормалау коэффициенттері, FRESKO.

N. Burtebayev^{1,2,3}, A.S. Fomichev⁴, D.M. Janseitov^{1,2,4}, Zh.K. Kerimkulov^{1,3}, T.K. Zholdybayev^{1,2}, D.K. Alimov¹, Y. Mukhamejanov¹, M. Nassurlla¹, R. Khojayev¹, A.S. Aimaganbetov³, N. Amangeldi³, G. Yergaliuly³

¹ Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan

² Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

³ Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

⁴ Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russian Federation

Investigation of elastic scattering of alpha-particles from ^{12}C in optical and folding models

Abstract: Processes of elastic scattering of alpha-particles from ^{12}C nuclei at energy 50 MeV was studied in this paper. The experimental angular distributions of the elastic scattering of alpha particles on ^{12}C nuclei were measured on the extracted beams of the isochronous cyclotron U-150M of the Institute of Nuclear Physics (Almaty, Kazakhstan). Registration and identification of the scattered reaction products was carried out by the $\Delta E - E$ telescope of silicon semiconductor detectors. The differential cross sections measured at laboratory system in the range $10^\circ - 170^\circ$.

Analysis of elastic scattering was made within optical model. Both microscopic double folding potentials and phenomenological potentials were used for real part of complex nuclear potential. Imaginary part had the shape of phenomenological surface Woods-Saxon potential. The calculated theoretical cross sections are in good agreement with experimental data. The results obtained in this paper will be used to analyze the inelastic scattering of alpha particles by ^{12}C nuclei and in the ^3He reaction on a ^{13}C target.

Keywords: elastic scattering, optic model, folding potential, normalization coefficients, FRESKO.

References

- 1 Schuck P., Funaki Y., Horiuchi H., Ropke G., Tohsaki A., Yamada T. Alpha-particle condensation in nuclei. Nucl. Phys. A. **738** (19), 94-100 (2004).
- 2 Hoyle F. Synthesis of the Elements in Stars. Astrophys. J. Suppl. **1**, 121 (1954).
- 3 Uegaki E., Okabe S., Abe Y., Tanaka H. Structure of the Excited States in ^{12}C . Prog. Theor. Phys. **57**, 1262 – 1276 (1977).
- 4 Fukushima Y., Kamimura M. Proceedings Int. Conf. on Nuclear Structure. – Tokyo, J. Phys. Soc. Japan Suppl. **44**, 225 (1978).
- 5 Burtebayev N., Duisebayev A.D., Ivanov G.N. et all. Anomal'noe rasseyaniye alfa-chastits na yadrakh ^9Be , ^{12}C , ^{13}C pri energii 50 MeV [Anomalous scattering of 50 MeV α -particles by the nuclei ^9Be , ^{12}C , ^{13}C], Akademiya Nauk KazSSR, Izvestiya, Seriya fiz.-mat. [Academy of science of KazSSR, Bulletin, Physics-mathematics part] **4**, 13 – 16 (1978). [in Russian]
- 6 Hodgson P. E. The Optical Model of Elastic Scattering, p.211. (Clarendon Press, Oxford, 1963)
- 7 Satchler G.R., Love W.G. Folding model potentials from realistic interactions for heavy-ion scattering. Phys. Rep. **55**(3), 183-254 (1979).
- 8 Yasue M., Tanabe T., Soga F., Kokame J., Shimokoshi F., Kasagi J., Toba Y., Kadot Y., Ohsawa T., Furuno K. Deformation parameter of ^{12}C via $^{12}\text{C}(\alpha, \alpha')$ and $^{12}\text{C}(\alpha, \alpha', \alpha)$ reactions // Nucl. Phys. A. **394**(1 – 2), 14 – 21 (1983).
- 9 Hauser G., Lohken R., Rebel H., Schatz G., Schweimer G. W., Specht J. Elastic scattering of 104 MeV alpha particles. Nucl. Phys. A., **128**(1), 81 – 109 (1969).
- 10 Wiktor S., Mayer-Boricke C., Kiss A., Rogge M., Turek P., Dabrowski Elastic Scattering of 120, 145 and 172.5 MeV α -Particles by ^{12}C , ^{24}Mg and ^{27}Al and optical model analysis // ACTA PHYSICA POLONICA B **12**, 491-503 (1981).
- 11 Smith S.M., Tibell G., Cowley A.A., Goldberg D.A., Pugh H.G., Reichart W., Wall N.S. The (α, α') , (α, α) and $(\alpha, ^3\text{He})$ reactions on ^{12}C at 139 MeV. Nucl. Phys. A. **207**(2), 273 – 288 (1973)
- 12 Thompson I.J. Coupled reaction channels calculations in nuclear physics. Comput. Phys. **7**, 12 – 15 (1988).

Сведения об авторах:

Буртебаев Н. — заместитель генерального директора РГП «Институт ядерной физики» по научной и методической работе, Ибрагимова, 1, Алматы, Казахстан.

Фомичёв А.С. — Начальник сектора лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований, Жолио-Кюри, 6, Дубна, Россия.

Джансейтов Д.М. — старший научный сотрудник лаборатории низкоэнергетических ядерных реакций РГП «Институт ядерной физики», Ибрагимова, 1, Алматы, Казахстан.

Керимкулов Ж.К — заместитель заведующего лабораторией низкоэнергетических ядерных реакций РГП «Институт ядерной физики», Ибрагимова, 1, Алматы, Казахстан.

Жолдыбаев Т.К — заведующий лабораторией ядерных процессов РГП «Институт ядерной физики», Ибрагимова, 1, Алматы, Казахстан.

Алимов Д.К. — старший научный сотрудник лаборатории низкоэнергетических ядерных реакций РГП «Институт ядерной физики», Ибрагимова, 1, Алматы, Казахстан.

Мухамеджанов Е. — старший научный сотрудник лаборатории низкоэнергетических ядерных реакций РГП «Институт ядерной физики», Ибрагимова, 1, Алматы, Казахстан.

Насурлла М. — старший научный сотрудник лаборатории низкоэнергетических ядерных реакций РГП «Институт ядерной физики», Ибрагимова, 1, Алматы, Казахстан.

Ходжаев Р. — младший научный сотрудник лаборатории низкоэнергетических ядерных реакций РГП «Институт ядерной физики», Ибрагимова, 1, Алматы, Казахстан.

Аймаганбетов А.С. — докторант PhD, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, пр. Абылай Хана, 2/1, Астана, Казахстан.

Амангелди Н. — доцент кафедры ядерной физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, пр. Абылай Хана, 2/1, г. Астана, Казахстан.

Ергалиұлы Ғ. — докторант PhD, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, пр. Абылай Хана, 2/1, Астана, Казахстан.

Burtebayev N. — Deputy Director General of RSE "Institute of Nuclear Physics" for science and methodology, Ibragimov 1, Almaty, Kazakhstan.

Fomichev A.S. — Head of the Sector, Laboratory of Nuclear Reactions, Joint Institute of Nuclear Researches, Joliot Curie 6, Dubna, Russia.

Janseitov D. M. — Senior Researcher of the Laboratory of Low-Energy Nuclear Reactions of the RSE "Institute of Nuclear Physics", Ibragimov 1, Almaty, Kazakhstan.

Kerimkulov Zh. K. — Deputy Head of the Laboratory of Low Energy Nuclear Reactions of the RSE "Institute of Nuclear Physics", Ibragimov 1, Almaty, Kazakhstan.

Zholdybayev T. K. — Head of the Laboratory of Nuclear Processes RSE "Institute of Nuclear Physics", Ibragimov 1, Almaty, Kazakhstan.

Alimov D. K. — Senior Researcher of the Laboratory of Low-Energy Nuclear Reactions of the RSE "Institute of Nuclear Physics", Ibragimov 1, Almaty, Kazakhstan.

Mukhamejanov Y. — Senior Researcher of the Laboratory of Low-Energy Nuclear Reactions of the RSE "Institute of Nuclear Physics", Ibragimov 1, Almaty, Kazakhstan.

Nassurulla M. — Senior Researcher of the Laboratory of Low-Energy Nuclear Reactions of the RSE "Institute of Nuclear Physics", Ibragimov 1, Almaty, Kazakhstan.

Khojaev R. — Junior Researcher of the Laboratory of Low-Energy Nuclear Reactions of the RSE "Institute of Nuclear Physics", Ibragimov 1, Almaty, Kazakhstan.

Aimaganbetov A. S. — PhD student, Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Abylai Khan Ave. 2/1, Astana, Kazakhstan.

Amangeldi N. — Assistant professor of the Department of Nuclear Physics, Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Abylai Khan Ave. 2/1, Astana, Kazakhstan.

Yergaliuly G. — PhD student, Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Abylai Khan Ave. 2/1, Astana, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

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://sem.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

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

8. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статьям отправляются автору. Авторам в течение трех дней

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

Периодичность журнала: 4 раза в год.

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

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³

¹ *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

² *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: ¹ *axaulezh@mail.ru*, ² *ntmath10@mail.ru*, ³ *adilzhan_71@mail.ru*)

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

Заголовок секции

1.1 Заголовок подсекции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

Теорема 2 (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

Д о к а з а т е л ь с т в о. Текст доказательства.

2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (25)$$

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

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

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

3. Ссылки и библиография

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (25)

Таблица 1 – Название таблицы

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



Рисунок 1 – Название рисунка

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

Список литературы оформляется следующим образом.

Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темиргалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. doi: ... (при наличии) - **статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикинова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

А.Ж. Жұбанышева¹, Н. Теміргалиев¹, А.Б. Утесов²

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

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

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде функцияларды сандық дифференциалдау

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

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

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

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

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

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

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

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

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenngo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]

- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislennom analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], **4** (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcij s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionalov i ih primeneniya k poperechnikovym zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nicol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcij" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skij]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekturnaja i gipolipidemicheskaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Kyrov V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vlozhenija simplekticheskoj geometrii [The analytic method of embedding symplectic geometry], Sibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], **14**, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

Сведения об авторах:

Жубаньшьева 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, Актобинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой, 34, Актобе, Казахстан.

Zhubanysheva A.Zh. - Senior researcher of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Utesov A.B. - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

Редакторы: А.Қ. Арынгазин
Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы.
-2018 - 3(124) - Астана: ЕҰУ. 61-б.
Шартты б.т. - 27,25. Таралымы - 20 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді

Редакция мекен-жайы: 010008, Астана қ.,
Сәтпаев көшесі, 2.
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: (8-717-2) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды