

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**

№4(125)/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*

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

*Редакцияның мекенжайы:* 010008, Қазақстан, Астана қ., Сатпаев к-сі, 2, 349 б., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті.  
Тел.: +7(7172) 709-500 (ішкі 31-428)  
E-mail: vest\_phys@enu.kz

*Жауапты хатшы, компьютерде беттеген:* А. Нұрболат

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

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

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

Тиражы: 20 дана

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

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

*Deputy Editor-in-Chief*

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

*Editorial board*

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

*Editorial address:* L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpayev str., of. 349, 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: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 12/1 Kazhimukan str., Astana, Kazakhstan 010008;

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

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

*Зам. главного редактора*

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

*Редакционная коллегия*

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

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

*Ответственный секретарь, компьютерная верстка:* А. Нурболат

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

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

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

Тираж: 20 экземпляров

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

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

№4(125)/2018

МАЗМҰНЫ

<i>Оралбеков Н.Б., Усеинов А.Б., А.Т. Ақылбеков, А.К.Даулетбекова, М.В.Здоровец, Н.С.Ыбыраев, А.Б.Дукенов</i> ZnO (100) беттеріндегі CO <sub>2</sub> адсорбциясының ашық емес есептеулері	8
<i>Мендибаев К.О., Джансейитов Д.М., Кутербеков К.А., Жолдыбаев Т.К., Исатаев Т.Г., Азнабаев Д.Т., Валиолда Д.С., Кабышев А.М., Лукьянов С.М., Пеннионжскевич Ю.Э., Уразбеков Б.</i> Оптикалық және фолдинг модельдер аясында <sup>3</sup> He иондарының <sup>9</sup> Be ядроларында серпімді шашырау процесстерін зерттеу	16
<i>Каргин Д.Б., Конюхов Ю.В., Нгуен Ван Минь, Мухамбетов Д.Г., Козловский А.Л., Касымханов Ж.С., Бисикен А.Б.</i> Металлургиялық өндірістің қосалқы өнімдерін қайта өңдеудің экономикалық негіздемесі	25
<i>Бактиярқызы Ж., Шаихова Г.С.</i> Локальды емес комплексті модификацияланған Кортвег-де Фриз теңдеу жүйесінің нақты шешімдері	34
<i>Нугманова Г.Н.</i> Келісімді потенциалдары бар (1+1) өлшемдегі интегралданатын спиндік жүйелер	40
<i>Саттинова З.К., Рамазанова Г.И., Асылбеков Б.К., Ордабек А.К.</i> Құю процесіндегі бериллий керамикасының құрылымын эксперименттік және теориялық нәтижелерді салыстыра отырып зерттеу	50
<i>Жадыранова А.А., Мырзақұл Ж.Р., Ануарбекова Ы.Е.</i> $n = 3$ және $N = 2$ жағдайлары үшін $V_0 \neq 0$ болғандағы WDVV ассоциативтілік теңдеуінің иерархиясы	60

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

№3(124)/2018

CONTENTS

---

<i>Oralbekov N.B, Usseinov A.B, Akilbekov A.T, Dauletbekova A.K, Zdorovets M.V, Ybyraev N.S, Dukenov A.B.</i> Nonempirical calculations of CO <sub>2</sub> adsorption on (100) ZnO surfaces	8
<i>Mendibayev K.O, Janseitov D.M, Kuterbekov K.A, Zholdybayev T.K, Issatayev T.G, Aznabayev D.T, Valiolda D.S, Kabyshev A.M, Lukyanov S.M, Penionzhkevich Yu.E, Urazbekov B.</i> Investigation of the elastic scattering of <sup>3</sup> He from <sup>9</sup> Be in within the framework the optical and folding models	16
<i>Kargin D.B, Konyukhov Y.V, Nguyen Van Min, Mukhambetov D.G, Kozlovskiy A.L, Kassymkhanov Z.S</i> Economic feasibility of by-products processing of metallurgical production	25
<i>Bachtiyarkyzy Zh, Shaikhova G.S, Shaikhova G.N.</i> Exact solutions of the nonlocal complex modified Korteweg-de Vries system of equations	34
<i>Nugmanova G.N.</i> Integrable spin systems with self-consistent potentials in (1+1) dimensions	40
<i>Sattinova Z.K, Ramazanova G.I, Assilbekov B.K, Ordabek A.K.</i> Comparative analysis of experimental and theoretical data when investigating of the structure of beryllium ceramics in the channel of installation casting	50
<i>Zhadyranova A.A, Myrzakul Zh.R, Anuarbekova Y.Ye.</i> Hierarchy of WDVV associativity equations for $n = 3$ case and $N = 2$ when $V_0 \neq 0$	60

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

№4(125)/2018

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Оралбеков Н.Б, Усеинов А.Б, Акылбеков А.Т, Даулетбекова А.К, Здоровец М .В, Ыбыраев Н.С, Дукенов А.Б.</i> Неэмпирические расчеты адсорбции CO <sub>2</sub> на (100) поверхности ZnO	8
<i>Мендибаев К.О, Джансейтов Д.М, Кутербекоев К.А, Жолдыбаев Т.К, Исатаев Т.Г, Азнабаев Д .Т, Валиолда Д.С, Кабышев А.М , Лукъянов С.М, Пенионжскевич Ю.Э , Уразбеков Б.</i> Исследование упругого рассеяния <sup>3</sup> He на ядрах <sup>9</sup> Be в рамках оптической и фолдинг - модели	16
<i>Каргин Д.Б, Конюхов Ю.В, Нгуен Ван Минь, Мухамбетов Д.Г, Козловский А.Л , Касымханов Ж.С, Бисикен А.Б.</i> Экономическая целесообразность переработки побочных продуктов металлургического производства	25
<i>Бактиярқызы Ж, Шаихова Г.С, Шайхова Г.Н.</i> Точные решения нелокальной комплексной модифицированной системы уравнений Кортевег-де Фриза	34
<i>Нугманова Г.Н.</i> Интегрируемые спиновые системы с самосогласованными потенциалами в (1+1) измерениях	40
<i>Саттинова З.К, Рамазанова Г.И, Асилбеков Б.К, Ордабек А.К.</i> Сравнительный анализ экспериментальных и теоретических данных при исследовании структуры бериллиевой керамики в канале установки литья	50
<i>Жадыранова А.А, Мырзакул Ж.Р, Ануарбекова Ы.Е.</i> Иерархия уравнений ассоциативности WDVV для случая $n = 3$ и $N = 2$ при $V_0 \neq 0$	60

К.О. Мендибаев<sup>1,2,4</sup>, Д.М. Джансейтов<sup>2,3,4</sup>, К.А. Кутербеков<sup>1</sup>, Т.К. Жолдыбаев<sup>1,2,3</sup>, Т.Г. Исатаев<sup>1,4</sup>, Д.Т. Азнабаев<sup>4</sup>, Д.С. Валиолда<sup>3,4</sup>, А.М. Кабышев<sup>1</sup>, С.М. Лукьянов<sup>4</sup>, Ю.Э. Пенионжкевич<sup>4</sup>, Б. Уразбеков<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

<sup>2</sup> Институт ядерной физики, Алматы, Казахстан

<sup>3</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

<sup>4</sup> Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Российская Федерация

<sup>5</sup> University of Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta, Italy

(E-mail: [kkuterbekov@gmail.com](mailto:kkuterbekov@gmail.com), [kayrat1988@bk.ru](mailto:kayrat1988@bk.ru), [janseit.daniar@gmail.com](mailto:janseit.daniar@gmail.com), [timjol@yandex.ru](mailto:timjol@yandex.ru), [talgat\\_136@mail.ru](mailto:talgat_136@mail.ru), [daur\\_101@mail.ru](mailto:daur_101@mail.ru), [valiolda.dinara@gmail.com](mailto:valiolda.dinara@gmail.com), [assetenu@gmail.com](mailto:assetenu@gmail.com), [lukyuan@jinr.ru](mailto:lukyuan@jinr.ru), [pyuer@jinr.ru](mailto:pyuer@jinr.ru), [urazbekov@mail.ru](mailto:urazbekov@mail.ru))

### Исследование упругого рассеяния $^3\text{He}$ на ядрах $^9\text{Be}$ в рамках оптической и фолдинг-модели

**Аннотация:** В данной работе исследованы процессы упругого рассеяния ионов  $^3\text{He}$  при энергиях 30, 40 и 47 МэВ на бериллиевой мишени. Экспериментальные угловые распределения упругого рассеяния  $^3\text{He}$  на ядрах  $^9\text{Be}$  измерены на выведенных пучках циклотрона К-130 Университета Юваскюля (г. Юваскюля, Финляндия) и U-120 Института ядерной физики (Ржеж, Чехия). Регистрация и идентификация рассеянных продуктов реакции проводилась телескопами  $\Delta$  E-E кремниевых полупроводниковых детекторов. В теоретических 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  $^3\text{He}$  на ядрах  $^9\text{Be}$  и в реакциях однонуклонных передач.

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

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6836-2018-125-4-16-24>

**Введение.** Изучение упругих и неупругих процессов взаимодействия изотопов гелия  $^3,4\text{He}$  с ядрами является одним из основных источников информации о свойствах основного и низколежащих возбужденных состояний атомных ядер. Эти процессы, возникающие при столкновениях изотопов гелия  $^3,4\text{He}$  с энергиями в несколько десятков МэВ, позволяют получить ценную информацию о структуре конкретных ядерных состояний. Особый интерес в этом отношении представляет структурная особенность ядра  $^9\text{Be}$ . Ядро  $^9\text{Be}$  является уникальным примером ядерной системы, которая демонстрирует кластерную структуру, оставаясь стабильным, но слабо связанным ядром. Например, энергия связи одного нейтрона  $S_{1n} = 1.66$  МэВ, что даже несколько меньше, чем энергия связи одного нейтрона  $S_{1n}$  в нестабильном ядре  $^6\text{He}$ . Кроме того, ядро  $^9\text{Be}$  может рассматриваться как ядро с так называемой борромиевской структурой: оно может быть представлено в виде конфигурации из трех частиц  $\alpha + \alpha + n$ , причем каждая парная комбинация в этой структуре является несвязанной.

Кроме того, в работе [1] было высказано предположение, что состояние 1.68 МэВ ( $1/2^+$ ) в ядре  $^9\text{Be}$  имеет нейтронное гало. До сих пор нейтронное гало наблюдалось почти (или только) исключительно в основных состояниях некоторых радиоактивных ядер. Обнаружение нейтронного гало в стабильных легких ядрах (например,  $^9\text{Be}$  и  $^{13}\text{C}$ ) значительно расширило преобладающие идеи о ядерной экзотике [2, 3]. Но, тем не менее, ядро  $^9\text{Be}$  является наименее изученным ядром среди ядер с  $1p$ -оболочкой. В нескольких работах сообщалось об исследованиях упругого и неупругого рассеяния дейтронов и  $\alpha$ -частиц на  $^9\text{Be}$ . Например, в следующих работах [4, 5] – в процессах взаимодействия дейтронов [4] и  $\alpha$ -частицы [5] с ядрами



$^9\text{Be}$  были проанализированы некоторые возбужденные состояния  $^9\text{Be}$  в рамках методов искаженных волн (DWBA) и связанных каналов (СС) с феноменологическими потенциалами, а позже в работе [6] в рамках метода СС с феноменологическим и фолдинг потенциалами.

Как видно из вышеприведенных исследований [4, 5], большинство теоретических анализов для взаимодействия дейтронов и  $\alpha$ -частицы на бериллиевой мишени были проведены с использованием феноменологических потенциалов типа Вудса-Саксона (WS). Следовательно, в данной работе мы попытались исследовать справедливость потенциальной модели с полумикроскопическим двойным фолдинг (DF)-потенциалом, для описания упругого рассеяния ядра  $^3\text{He}$  ядра на  $^9\text{Be}$  в рамках оптической модели.

Данная работа является частью нашего обширного исследования кластерной структуры ядра  $^9\text{Be}$  [7,8] и посвящена анализу данных упругого рассеяния ионов  $^3\text{He}$  с ядрами  $^9\text{Be}$  при энергиях  $E(^3\text{He}) = 30$  МэВ, 40 МэВ и 47 МэВ в различных теоретических моделях.

**1. Методика эксперимента.** Эксперименты с пучками ускоренных ионов  $^3\text{He}$  на ядрах  $^9\text{Be}$  измерены на циклотронах (K-130) ускорительной лаборатории Университета Ювяскюла (Финляндия) и (U-120) Института ядерной физики (Ржеж, Чехия) при энергиях 30, 47 (Ржеж) и 40 МэВ (Ювяскюла) соответственно. Средняя интенсивность пучка бомбардирующих ионов была 10 нА. В качестве мишени использовались самоподдерживающиеся фольги металлического бериллия толщиной 12 мкм.

Для регистрации продуктов реакций  $^3\text{He} + ^9\text{Be}$  использовались несколько телескопов, которые были установлены на расстоянии  $\approx 25$  см от мишени. Идентификация продуктов реакции осуществлялась с помощью полупроводниковых телескопов, каждый из которых состоит из 3-х детекторов:  $\Delta E_0$ ,  $\Delta E$ ,  $E_r$  для измерения удельных потерь ( $\Delta E_0$ ,  $\Delta E$ ) и остаточной энергии  $E_r$ . Использовались детекторы толщиной 10 мкм, 100 мкм и 3000 мкм соответственно. Более подробно о современной системе идентификации частиц написано в нашей предыдущей работе [7]. Телескопы были установлены на вращающихся опорах, что позволило получить данные в лабораторной системе координат в угловом диапазоне  $\theta_{lab} = 20^\circ - 107^\circ$  с шагом  $1-2^\circ$ .

Данная экспериментальная методика позволяет идентифицировать частицы  $d$ ,  $t$ ,  $^3\text{He}$  и  $^4\text{He}$  и определить их полную кинетическую энергию путем сложения калиброванных значений удельных потерь  $\Delta E_0$ ,  $\Delta E$  и остаточной энергии  $E_r$ . Спектры полной кинетической энергии показаны на рисунке 1. Все пики, которые могли наблюдаться на гистограммах на рисунке 1, были идентифицированы и оказались принадлежащими к основному и возбужденным состояниям  $^9\text{Be}$ ,  $^9\text{B}$  и  $^8\text{Be}$ , в качестве дополнительных продуктов для обнаруженных частиц  $^3\text{He}$ ,  $t$  и  $^4\text{He}$  соответственно. Таким образом, используемый метод позволил нам определить канал реакции, измерить энергию продуктов и получить дифференциальное угловое распределение для различных каналов реакции.

**2. Теоретический анализ экспериментальных данных.** Теоретические расчеты упругого рассеяния ионов  $^3\text{He}$  на ядрах  $^9\text{Be}$  с использованием литературных данных [9, 10] при энергиях 50 и 60 МэВ, выполнены в рамках программного кода FRESKO [11] с использованием двух подходов (а) феноменологического оптического потенциала и (б) полумикроскопического двойного фолдинг потенциала.

**2.1. Расчет по оптической модели (ОМ): феноменологический анализ.** Стандартная оптическая модель с фолдинг-потенциалом или с подобными феноменологическими потенциалами, такими как Вудс-Саксон, не описывает некоторые аспекты экспериментальных данных, в частности, трудно получить хорошее описание экспериментальных данных неупругого рассеяния. Поэтому в настоящих расчетах мы используем реальный потенциал с мнимыми потенциалами объемного типа [12,13]. Полный потенциал состоит из ядерного ( $V_{nucl}$ ), спин-орбитального ( $V_s$ ) и кулоновского ( $V_c$ ) потенциала соответственно.

$$U(r) = V_{nucl}(r) + V_s o(r)(\bar{l}s) + V_c(r), \quad (1)$$

где, ядерный потенциал имеет форму Вудса-Саксона:

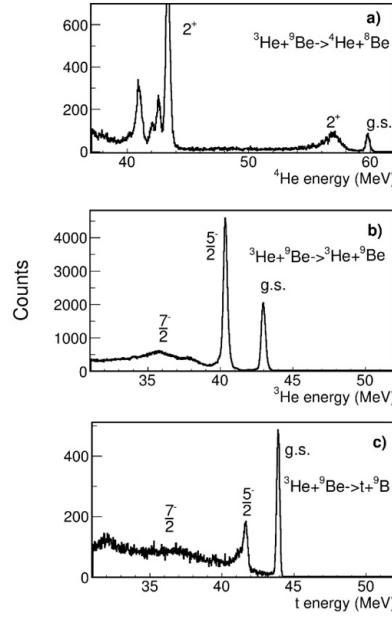


Рисунок 1 – Энергетические распределения продуктов  $^4\text{He}$  (рис. 1а),  $^3\text{He}$  (рис. 1б) и  $t$  (рис. 1с)) при  $\theta_{lab} = 24^\circ$  системы  $^3\text{He} + ^9\text{Be}$  при 47 МэВ (данные значения были рассчитаны как сумма откалиброванных потерь энергии в двух тонких (10 и 100 мкм)  $\Delta E$  детекторах и остаточной энергии  $E_r$  в E детекторе)

$$V_{nucl}(r) = V_0[1 + \exp\frac{r - R_v}{a_v}]^{-1} + iW[1 + \exp\frac{r - R_w}{a_w}]^{-1}, \quad (2)$$

спин-орбитальный потенциал определяется как:

$$V_{so}(r) = V_0^{so}(\frac{1}{r})\frac{d}{dr}[1 + \exp\frac{r - R_{so}}{a_{so}}]^{-1}, \quad (3)$$

и кулоновский потенциал однородной заряженной сферы равен:

$$V_c(r) = \frac{Z_p Z_t e^2}{2R_c} (3 - \frac{r^2}{R_c^2}), r \leq R_c, \quad (4)$$

где радиус

$$R_i = r_i(A_p^{\frac{1}{3}} + A_t^{\frac{1}{3}}), i = V, W, SO, C, \quad (5)$$

здесь  $V_0$  – глубина потенциала Вудса-Саксона,  $R$  – радиус на параметр диффузии, определяющий резкость потенциальной поверхности. Большие значения  $a$  дают более мягкую поверхность.  $Z_p$  и  $Z_t$  – зарядовые числа снаряда-налетающей частицы и мишени соответственно.

## 2.2. Расчет по оптической модели: двойной фолдинг(DF)-анализ.

Микроскопический ядерный потенциал, который также был применен для анализа экспериментальных данных для системы  $^3\text{He} + ^9\text{Be}$ , основан на модели двойного фолдинга (DF) [14]. Потенциал DF рассчитывается с использованием распределения ядерной материи как ядра снаряда-налетающей частицы, так и ядра-мишени вместе с эффективным нуклон-нуклонным потенциалом взаимодействия ( $\nu_{NN}$ ). Таким образом, DF потенциал

$$V^{DF}(R) = N_r \int dr_1 \int dr_2 \rho_p(r_1) \rho_t(r_2) \nu_{NN}(r_{12}), \quad (6)$$

где  $N_r$  – коэффициент нормировки,  $\rho_p(r_1)$  и  $\rho_t(r_2)$  – распределения плотности ядерного вещества снаряда-налетающей частицы и мишени соответственно. Для обоих ядер использовались гауссовские распределения плотности [15, 16]:

$$\rho(r) = \rho_0 \exp(-\beta r^2), \quad (7)$$

где  $\beta$  отрегулировано для воспроизведения экспериментальных значений для среднеквадратичных радиусов  ${}^3\text{He} = 1.91$  фм и  ${}^9\text{Be} = 2.51$  фм. [17]. Значения  $\rho(0)$  могут быть получены из условия нормировки

$$\int \rho(r) r^2 dr = \frac{A}{4\pi}, \quad (8)$$

где  $A$  - массовое число.

Эффективное нуклон-нуклонное взаимодействие,  $\nu_{NN}$ , интегрировано по двум распределениям плотности. Существуют несколько вариантов нуклон-нуклонного взаимодействия, которые могут быть использованы в расчетах двойного фолдинг-потенциала. Мы выбрали наиболее распространенное, нуклон-нуклонное взаимодействие МЗУ (Мичиган-3-Юкава). МЗУ имеет две формы: один соответствует МЗУ-Reid [18], а другой основан на так называемом взаимодействии МЗУ-Paris [19]. В настоящей работе мы используем форму МЗУ-Reid с соответствующей коррекцией обмена из-за принципа Паули,

$$\nu_{NN}(r) = 7999 \frac{\exp(-4r)}{4r} - 2134 \frac{\exp(-2.5r)}{2.5r} + J_{00}(E) \delta(r) \text{ MeV}, \quad (9)$$

где  $J_{00}(E)$  представляет собой обменный член, поскольку нуклонный обмен возможен между снарядом-налетающей частицей и мишенью.  $J_{00}(E)$  имеет линейную зависимость от энергии и может быть выражена как

$$J_{00}(E) = 276 \left[ 1 - 0.005 \frac{E_{lab}}{A_p} \right] \text{ MeV fm}^3, \quad (10)$$

В этом случае, действительная часть оптической модели была получена с использованием вышеописанной двойной фолдинг модели, а мнимая часть потенциала была равна соответственно мнимой части WS потенциала:

$$W(r) = W_0 \left[ 1 + \exp\left(\frac{r - R_w}{a_w}\right) \right]^{-1}, \quad (11)$$

Таким образом, DF потенциал для нуклон-нуклонного случая, состоит из вещественной и мнимой частей:

$$U^{DF}(r) = N_r V_{DF}(r) + iW(r), \quad (12)$$

Теоретические расчеты проводились с использованием кода программы FRESKO.

**3. Результаты и обсуждения.** Сравнение экспериментальных данных с теоретическими расчетами для системы  ${}^9\text{Be}({}^3\text{He}, {}^3\text{He}){}^9\text{Be}$  при вышеупомянутых энергиях показано на рисунке 2 на основе потенциальных параметров, которые перечислены в таблице 2. На рисунке 2 аббревиатура WS соответствует расчетам оптической модели с потенциалом Вудса-Саксона, DF соответствует расчетам оптической модели с двойным фолдинг потенциалом для действительной части, а мнимый потенциал был взят из расчетов WS.

Таблица 1 - Параметры потенциалов, полученные для упругого рассеяния  ${}^3\text{He}$  на ядрах  ${}^9\text{Be}$  при соответствующих энергиях

E (МэВ)	Модель	V (МэВ)	$r_v$ (фм)	$a_v$ (фм)	W (МэВ)	$r_w$ (фм)	$a_w$ (фм)	$V_{so}$ (МэВ)	$r_{so}$ (фм)	$a_{so}$ (фм)	$\chi^2/N$	$N_r$
30	WS	75.43	1.255	0.821	23.03	1.57	0.91	6.76	1.07	0.66	3.99	
30	DF				23.03	1.57	0.91	6.76	1.07	0.66	3.99	1.2
40	WS	68.43	1.255	0.821	25.03	1.57	0.91	5.76	1.07	0.66	15.2	
40	DF				25.03	1.57	0.91	5.76	1.07	0.66	14.33	0.9
47	WS	63.43	1.265	0.821	19.03	1.57	0.91	5.06	1.07	0.66	7.58	
47	WS				19.03	1.57	0.91	5.06	1.07	0.66	9.54	1.09
50	WS	60.43	1.265	0.821	23.03	1.57	0.91	5.06	1.07	0.66	13	
50	DF				23.03	1.57	0.91	5.06	1.07	0.66	28	0.92
60	WS	58.43	1.265	0.821	26.03	1.57	0.91	3.66	1.07	0.66	49	
60	DF				26.03	1.57	0.91	3.66	1.07	0.66	68	0.93

Один из исходных потенциалов был взят из работы [20], в которых были предложены эмпирические выражения для центрального потенциала с чисто поверхностным поглощением, значения параметров которых зависят от энергии  $^3\text{He}$  и массы ядра-мишени. Такая потенциальная яма описывает рассеяние  $^3\text{He}$  в диапазоне энергий от 10 до 220 МэВ на разных ядрах-мишенях от бериллия до свинца. Поиск параметров оптического потенциала проводился путем вычисления рассчитанных угловых распределений экспериментальных данных с использованием компьютерного кода FRESKO.

Чтобы устранить дискретную неоднозначность при определении оптических параметров потенциала, радиусы распределения ядерной плотности ( $r$ ) и диффузность были зафиксированы. В нашем случае радиусы действительной части:  $r_v = 1.255$  фм для 30 МэВ, 40 МэВ и, следовательно при, 47 МэВ, 50 МэВ и 60 МэВ  $r_v = 1.265$  фм; радиусы мнимой части  $r_w = 1.57$  фм для всех энергий, а значения радиуса спин-орбитального взаимодействия  $r_{so} = 1.07$  фм. Параметры диффузности: для реальной и мнимой частей объемного потенциала были равны  $a_v = 0.821$  и  $0.91$  фм соответственно, и  $a_{so} = 0.66$  для спин-орбитальной части. Вариация остальных трех параметров оптического потенциала ( $V$ ,  $W$  и  $V_{so}$ ) проводилось путем минимизации  $\chi^2$  теоретических расчетов к экспериментальным данным.

В расчетах DF потенциала коэффициент нормировки ( $N_r$ ) для реальной части выбран в диапазоне от 0.9 до 1.2.

Как видно из рисунка 2, несмотря на то, что  $^9\text{Be}$  является кластерным ядром, параметры обоих оптических потенциалов как с WS и DF хорошо описывают полученные экспериментальные данные.

Следует отметить, что данные при 30, 40 и 47 МэВ были измерены до  $\approx 0^\circ$  градусов. Поэтому мы не видим вклада кластерных конфигураций в сечение рассеяния  $^9\text{Be}$ . Например, в случае 50 и 60 МэВ ясно видно, что на задних углах следует учитывать передачу кластера в сечение рассеяния. С другой стороны, стремление получить глобальные оптические параметры и энергетическую зависимость в данном диапазоне энергий привело к набору параметров потенциалов WS и DF, которые не вполне адекватно могут описывать экспериментальные данные при задних углах при энергиях 50 МэВ и 60 МэВ. В рамках оптической модели сложно описать увеличение сечения на задних углах.

**Заключение.** Получены новые экспериментальные данные упругого рассеяния с использованием пучков  $^3\text{He}$  при энергиях 30, 40 и 47 МэВ, налетающих на мишень  $^3\text{He} + ^9\text{Be}$ . Экспериментальные данные по упругому рассеянию проанализированы с использованием двух подходов: оптической модели (феноменологический потенциал) и двойной фолдинг-модели (полумикроскопический потенциал). Кроме того, найденные оптические параметры потенциалов были применены для анализа литературных данных при более высоких энергиях.

Найденные оптические параметры для системы  $^3\text{He} + ^9\text{Be}$ , планируется использовать в будущих работах для анализа неупругого рассеяния  $^3\text{He}$  на ядрах  $^9\text{Be}$  и в реакции  $^9\text{Be}(^3\text{He}, ^4\text{He})^8\text{Be}$ .

Работа была поддержана Российским научным фондом (17-19-01170), CANAM (IPN ASCR), грантами в ОИЯИ (Дубна) из Чешской Республики, Республикой Польша и грантом на мобильность от Академии Финляндии.

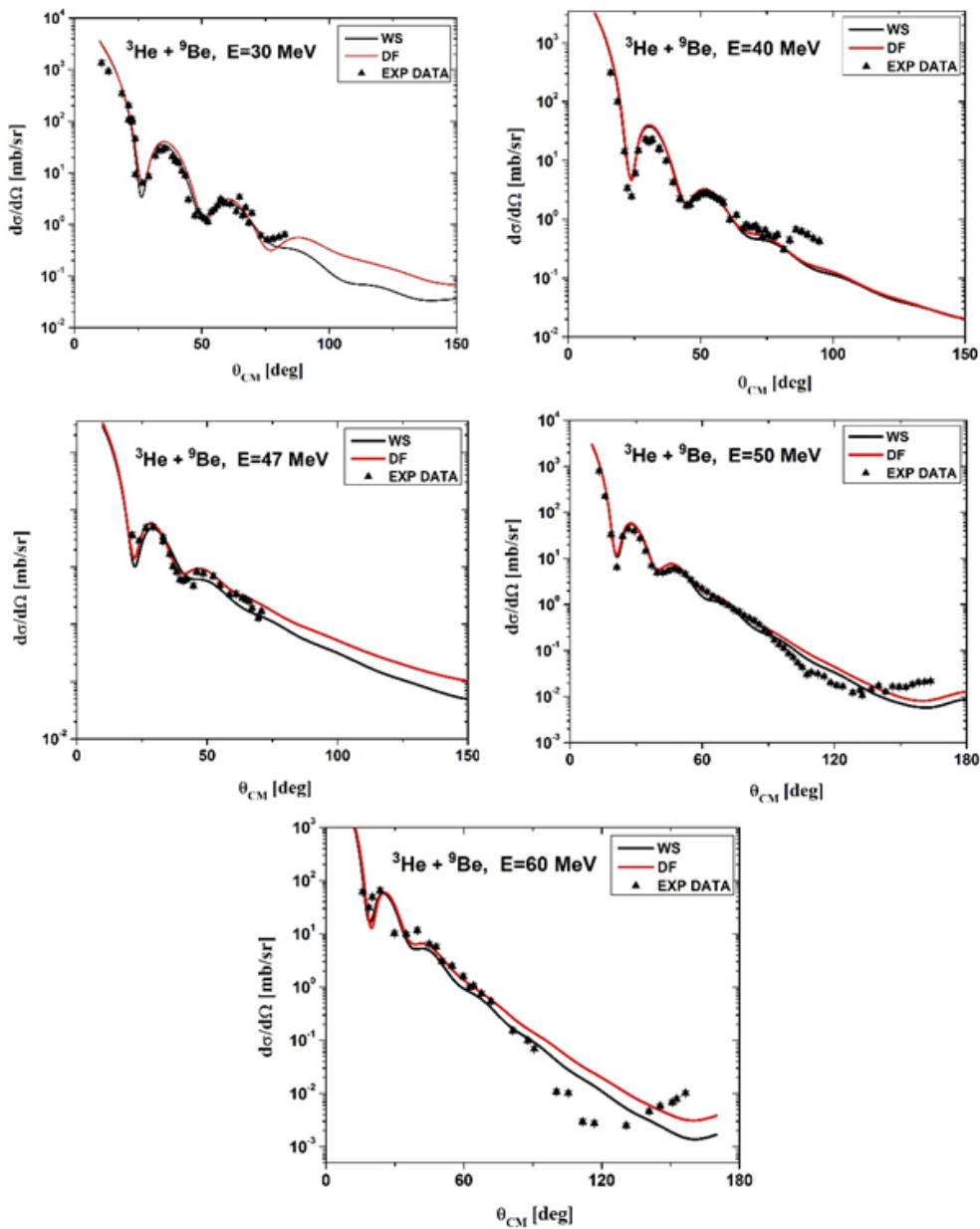


Рисунок 2 – Сравнение экспериментальных данных и расчетного дифференциального сечения упругого рассеяния  $^3\text{He}$  на  $^9\text{Be}$  при энергиях 30, 40, 47, 50 и 60 МэВ с использованием потенциалов WS и DF

Мы хотели бы также поблагодарить ускорительную лабораторию Университета Ювяскуля (Финляндия) и Институт ядерной физики (Ржеж, Чехия) за предоставленную нам возможность выполнить данные исследования.

### Список литературы

- 1 Demyanova A.S. et al. Neutron halo in the exotic first excited state of  $^9\text{Be}$  // JETP Letters. - 2015. - Vol. 102(7). - P. 413.
- 2 Burtebayev N et al. Investigation of exotic states of  $^{13}\text{C}$  at low energy // Int. J. Modern Phys. E. - 2018. - Vol. 27(3). - P. 1850025.
- 3 Demyanova A.S. et al. Spectroscopy of exotic states of  $^{13}\text{C}$  // EPJ Web of Conferences. - 2014. - Vol. 66. - P. 02027.
- 4 Harakeh M.N. et al. Strong coupled-channels effects in the  $^9\text{Be}(\alpha, t)^{10}\text{B}$  reaction // Nucl. Phys A. - 1980. - Vol. 344. - P. 15.
- 5 Tanaka S. et al. Elastic and Inelastic Scattering of Deuterons by  $^9\text{Be}$  in the Energy Range of 12.17 MeV to 14.43 MeV // Jour. Phys. Soc. of Japan. - 1978. - Vol. 45(3). - P. 733.

- 6 Roy S. et al. Coupled Channel Folding Model Description of  $\alpha$  Scattering from  $^9\text{Be}$  // *Phys. Rev. C*. - 1995. - Vol. 52. - P. 1524.
- 7 Lukyanov S.M. et al. Study of internal structures of  $^{9,10}\text{Be}$  and  $^{10}\text{B}$  in scattering of  $^4\text{He}$  from  $^9\text{Be}$  // *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* - 2014. - Vol. 41. - P. 035102.
- 8 Urazbekov B.A. et al. Исследование реакций взаимодействия дейтронов с ядрами  $^9\text{Be}$  при низких энергиях. // *Изв. Росс.Акад. Н.: Физ.* - 2017. - Т. 81(6). - С. 690.
- 9 Burtebayev N et al. // Data retrieved from the EXFOR database.
- 10 Rudchik A.T. et al., Studying the reactions of deuteron interaction with  $^9\text{Be}$  nuclei at low energies. // *Nucl.Phys A.*, 609, 147, (1996).
- 11 Thompson I.J. Coupled reaction channels calculations in nuclear physics // *Comput. Phys. Rep.* - 1988. - Vol. 167. - P. 7.
- 12 Kucuk Y., Boztosun I. Global examination of the  $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$  reaction data at low and intermediate energies // *Nucl. Phys A.* - 2006. - Vol. 764. - P. 160.
- 13 Freer M. et al. Reexamination of the excited states of  $^{12}\text{C}$  // *Phys. Rev. C*. - 2007. - Vol. 76. - P. 034320.
- 14 Cook J. Comp.DFPOT - A program for the calculation of double folded potentials // *Phys. Comm.* - 1982. - Vol. 25. - P. 125.
- 15 Karakoc M., Boztosun I.  $\alpha$ - $\alpha$  double folding cluster potential description of the  $^{12}\text{C} + ^{24}\text{Mg}$  system // *Phys. Rev. C*. - 2006. - Vol. 73. - P. 047601.
- 16 Aygun M et al. Microscopic few-body and Gaussian-shaped density distributions for the analysis of the  $^6\text{He}$  exotic nucleus with different target nuclei // *Nucl. Phys. A.* - 2010. - Vol. 848. - P. 245.
- 17 DeVries H., DeJager C.W., DeVries C. Nuclear charge-density-distribution parameters from elastic electron scattering // *Atomic Data and Nuclear Data Tables.* - 1987. - Vol. 36. - P. 495.
- 18 Bertsch G. et al. Interactions for Inelastic Scattering Derived from Realistic Potentials // *Nucl. Phys A.* - 1977. - Vol. 284. - P. 399.
- 19 Anantaraman N., Toki H., Bertsch G.F. An Effective Interaction for Inelastic Scattering Derived from the Paris Potential // *Nucl. Phys. A.* - 1983. - Vol. 398. -P. 269.
- 20 Trost H., Lezoch P., Strohbush U. Simple Optical Model Treatment of the Elastic  $^3\text{He}$  Scattering // *Nucl.Phys. A.* - 1987. - Vol. 462. - P. 333.

К.О. Мендибаев<sup>1,2,4</sup>, Д.М. Джансейтов<sup>2,3,4</sup>, К.А. Кутербеков<sup>1</sup>, Т.К. Жолдыбаев<sup>1,2,3</sup>,  
Т.Г. Исатаев<sup>1,4</sup>, Д.Т. Азнабаев<sup>4</sup>, Д.С. Валиолда<sup>3,4</sup>, А.М. Кабышев<sup>1</sup>, С.М. Лукьянов<sup>4</sup>,  
Ю.Э. Пенионжкевич<sup>4</sup>, Б. Уразбеков<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

<sup>2</sup> Ядролық физика институты, Алматы, Қазақстан

<sup>3</sup> ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

<sup>4</sup> Ядролық зерттеулердің біріккен институты, Дубна, Ресей

<sup>5</sup> University of Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta, Italy

**Оптикалық және фолдинг модельдер аясында <sup>3</sup>He иондарының <sup>9</sup>Be ядроларында серпімді шашырау процесстерін зерттеу**

**Аннотация:** Осы жұмыста 30, 40 және 47 МэВ энергияда <sup>3</sup>He иондарының <sup>9</sup>Be ядросында серпімді шашырау процесстері зерттелген. <sup>3</sup>He иондарының <sup>9</sup>Be ядросында серпімді шашыраған тәжірибелік бұрыштық таралымы Ювяскуля Университетінің (Ювяскуля, Финляндия) және Ядролық физика институтының (Ржеж, Чех Республикасы) циклотронында өлшенді. Реакция нәтижесінде шашыраған бөлшектер жартылай өткізгіш кремний Δ E-E телескоптары арқылы тіркеліп және анықталды. 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. Теориялық есептелген қималар, тәжірибелік мәліметтермен жақсы үйлеседі. Осы жұмыста алынған нәтижелер, болашақта <sup>3</sup>He иондарының <sup>9</sup>Be ядросында серпімсіз шашырауының есептеулерінде және <sup>3</sup>He иондарының <sup>9</sup>Be реакциясында қолданылатын болады.

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

К.О. Mendibayev<sup>1,2,4</sup>, D.M. Janseitov<sup>2,3,4</sup>, K.A. Kuterbekov<sup>1</sup>, T.K. Zholdybayev<sup>1,2,3</sup>, T.G. Issatayev<sup>1,4</sup>,  
D. T. Aznabayev<sup>4</sup>, D.S. Valiolda<sup>3,4</sup>, A.M. Kabyshev<sup>1</sup>, S.M. Lukyanov<sup>4</sup>, Yu.E. Penionzhkevich<sup>4</sup>,  
B. Urazbekov<sup>5</sup>

<sup>1</sup> L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup> Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan

<sup>3</sup> Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>4</sup> Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russian Federation

<sup>5</sup> University of Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta, Italy

**Investigation of the elastic scattering of <sup>3</sup>He from <sup>9</sup>Be in within the framework the optical and folding models**

**Abstract:** Processes of elastic scattering of <sup>3</sup>He from <sup>9</sup>Be nuclei at energies 30, 40 and 47 MeV were studied in this paper. The experimental angular distributions of the elastic scattering of <sup>3</sup>He on <sup>9</sup>Be nuclei were measured on the extracted beams of the cyclotrons K-120 of the University of Jyväskylä (Jyväskylä, Finland) and U-120 of the Institute of Nuclear Physics (Rez, Czech Republic). Registration and identification of the scattered reaction products was carried out by the Δ E-E telescope of silicon semiconductor detectors.

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 <sup>3</sup>He by <sup>9</sup>Be nuclei and in the <sup>3</sup>He reaction on a <sup>9</sup>Be target.

**Key words:** elastic scattering, optic model, folding potential, normalization coefficients, FRESCO.

## References

- 1 Demyanova A.S. et al. Neutron halo in the exotic first excited state of <sup>9</sup>Be, JETPLetters., 102(7), 413 (2015).
- 2 Burtebayev N et al. Investigation of exotic states of <sup>13</sup>C at low energy, Int. J. Modern Phys. E., 27(3), 1850025 (2018).
- 3 Demyanova A.S. et al. Spectroscopy of exotic states of <sup>13</sup>C, EPJ Web of Conferences., 66, 02027, (2014).
- 4 Harakeh M.N. et al. Strong coupled-channels effects in the <sup>9</sup>Be(α, t)<sup>10</sup>B reaction, Nucl. Phys. A., 344, 15, (1980).
- 5 Tanaka S. et al. Elastic and Inelastic Scattering of Deuterons by <sup>9</sup>Be in the Energy Range of 12.17 MeV to 14.43 MeV, Jour. Phys. Soc. of Japan., 45 (3), 733, (1978).
- 6 Roy S. et al. Coupled Channel Folding Model Description of α Scattering from <sup>9</sup>Be, Phys. Rev. C., 52, 1524, (1995).
- 7 Lukyanov S.M. et al. Study of internal structures of <sup>9,10</sup>Be and <sup>10</sup>B in scattering of <sup>4</sup>He from <sup>9</sup>Be., J. Phys. G: Nucl. Part. Phys., 41, 035102, (2014).
- 8 Urazbekov B.A. et al. Исследование реакций взаимодействия дейтронов с ядрами <sup>9</sup>Be при низких энергиях., Изв. Росс.Акад. Н.: Физ., 81 (6), 690, (2017)
- 9 Burtebayev N et al., Data retrieved from the EXFOR database.
- 10 Rudchik A.T. et al., Studying the reactions of deuteron interaction with <sup>9</sup>Be nuclei at low energies., Nucl.Phys A., 609, 147, (1996).
- 11 Thompson I.J., Coupled reaction channels calculations in nuclear physics., Comput. Phys. Rep., 167, 7, (1988).

- 12 Kucuk Y., Boztosun I., Global examination of the  $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C}$  reaction data at low and intermediate energies., Nucl. Phys A., 764, 160, (2006).
- 13 Freer M. et al., Reexamination of the excited states of  $^{12}\text{C}$ ., Phys. Rev. C., 76, 034320, (2007).
- 14 Cook J., Comp.DFPOT - A program for the calculation of double folded potentials., Phys. Comm., 25, 125, (1982).
- 15 Karakoc M., Boztosun I.,  $\alpha - \alpha$  double folding cluster potential description of the  $^{12}\text{C} + ^{24}\text{Mg}$  system 1., Phys. Rev. C., 73, 047601, (2006).
- 16 Aygun M et al., Microscopic few-body and Gaussian-shaped density distributions for the analysis of the  $^6\text{He}$  exotic nucleus with different target nuclei., Nucl. Phys. A., 848, 245, (2010).
- 17 DeVries H., DeJager C.W., DeVries C., Nuclear charge-density-distribution parameters from elastic electron scattering., Atomic Data and Nuclear Data Tables., 36, 495, (1987).
- 18 Bertsch G. et al., Interactions for Inelastic Scattering Derived from Realistic Potentials., Nucl. Phys A., 284, 399, (1977).
- 19 Anantaraman N., Toki H., Bertsch G. F., An Effective Interaction for Inelastic Scattering Derived from the Paris Potential., Nucl. Phys. A., 398, 269, (1983).
- 20 Trost H., Lezoch P., Strohbush U., Simple Optical Model Treatment of the Elastic  $^3\text{He}$  Scattering., Nucl.Phys. A., 462, 333, (1987).

**Сведения об авторах:**

*Мендибаев К.О.* - младший научный сотрудник Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований, Жолио-Кюри, 6, Дубна, Россия.

*Джансейтов Д.М.* - старший научный сотрудник Лаборатории низкоэнергетических ядерных реакции, РГП «Институт ядерной физики», Ибрагимова, 1, Алматы, Казахстан.

*Кутербеков К.А.* - доктор физико-математических наук, профессор Евразийского национального университета им. Л.Н.Гумилева.

*Жолдыбаев Т.К.* - заведующий Лабораторией ядерных процессов РГП «Институт ядерной физики», Ибрагимова, 1, Алматы, Казахстан.

*Исатаев Т.Г.* - сотрудник Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований, Жолио-Кюри, 6, Дубна, Россия.

*Азнабаев Д.Т.* - сотрудник Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований, Жолио-Кюри, 6, Дубна, Россия.

*Валиолда Д.С.* - старший преподаватель кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный Университет им.аль-Фараби, пр.аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан.

*Кабышев А.М.* - доктор (PhD) кафедры ядерной физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

*Лукьянов С.М.* - старший научный сотрудник Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований, Жолио-Кюри, 6, Дубна, Россия.

*Пенионзкевич Ю.Э.* - главный научный сотрудник Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований, Жолио-Кюри, 6, Дубна, Россия.

*Mendibayev K.O.* - junior researcher of the Laboratory of nuclear reactions «Joint Institute for Nuclear Research», 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.

*Kuterbekov K.A.* - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the L.N. Gumilyov Eurasian National University.

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

*Issatayev T.G.* - senior researcher of the Laboratory of nuclear reactions «Joint Institute for Nuclear Research», Joliot-Curie 6, Dubna, Russia.

*Aznabayev D. T.* - senior researcher of the Laboratory of nuclear reactions «Joint Institute for Nuclear Research», Joliot-Curie 6, Dubna, Russia.

*Valiolda D.S.* -senior teacher of the Department of theoretical and nuclear physics, al-Farabi Kazakh National University, al-Farabi, 71, Almaty, Kazakhstan.

*Kabyshv A. M.* - PhD of the Department of Nuclear Physics, L.N. Gumilev Eurasian National University, Satpayev 2, Astana, Kazakhstan.

*Lukyanov S.M.* - senior researcher of the Laboratory of nuclear reactions «Joint Institute for Nuclear Reserach», Joliot-Curie 6, Dubna, Russia.

*Penionzhkevich Yu. E* - Chief researcher of the Laboratory of nuclear reactions «Joint Institute for Nuclear Research», Joliot-Curie, 6, Dubna, Russia.

*Поступила в редакцию 18.10.2018*



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

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

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

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

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

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

**ГАМПК** <http://grnti.ru/>

**Автор(лар)дың аты-жөні**

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

**Автор(лар)дың E-mail-ы**

**Мақала атауы**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://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.

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

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК Банка: КСЖВКЗКХ

ИИК: KZ978562203105747338 (KZT)

Кнп 861

Кбе 16

"Мақала үшін (автордың аты-жөні)"

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

АО "Bank RBK"

БИК Банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073 (KZT)

"Мақала үшін (автордың аты-жөні)"

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

АО "Forte"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847 (KZT)

"Мақала үшін (автордың аты-жөні)"

**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., 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. - - **Conferences proceedings**

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

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

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

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

**Periodicity of the journal:** 4 times a year.

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

Реквизиты:

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

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК Банка: КСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338 (KZT)

Кнп 861

Кбе 16

"За публикацию в Вестник ЕНУ ФИО автора"

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

АО "Bank RBK"

БИК Банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073 (KZT)

"За публикацию в Вестник ЕНУ ФИО автора"

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

АО "Forte"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847 (KZT)

"За публикацию в Вестник ЕНУ ФИО автора"

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

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

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

**2.** В редакцию (в бумажном виде, подписанном всеми авторами и в электронном виде) представляются Tex- и Pdf-файлы работы, подготовленные в издательской системе LaTeX, с обязательным использованием оригинального стилевого файла журнала. Стилиевой файл 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 Нуртазина К. Рыцарь математики и информатики. -Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. -С.7. - **газетная статья**

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

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

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

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

**Периодичность журнала:** 4 раза в год.

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

Реквизиты:

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

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК Банка: КСЖВКЗКХ

ИИК: KZ978562203105747338 (KZT)

Кнп 861

Кбе 16

"За публикацию в Вестник ЕНУ ФИО автора"

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

АО "Bank RBK"

БИК Банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073 (KZT)

"За публикацию в Вестник ЕНУ ФИО автора"

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

АО "Forte"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847 (KZT)

"За публикацию в Вестник ЕНУ ФИО автора"

## Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

**А.Ж. Жубанышева<sup>1</sup>, Н. Темиргалиев<sup>2</sup>, А.Б. Утесов<sup>3</sup>**

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

<sup>2</sup> *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: <sup>1</sup> axaulezh@mail.ru, <sup>2</sup> ntmath10@mail.ru, <sup>3</sup> adilzhan\_71@mail.ru)

### **Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника**

**Аннотация:** В рамках компьютерного (вычислительного) перечника полностью решена задача приближенного дифференцирования функций, принадлежащих классам Соболева по неточной информации, полученной от произвольного конечного множества тригонометрических коэффициентов Фурье-Лебега дифференцируемой функции... [100-200 слов].

**Ключевые слова** приближенное дифференцирование, восстановление по неточной информации, предельная погрешность, компьютерный (вычислительный) перечник. [6-8 слов/словосочетаний].

### **Введение**

Текст введения...

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

### **Заголовок секции**

#### **1.1 Заголовок подсекции**

Окружения.

**Теорема 1.** ...

**Лемма 1.** ...

**Предложение 1.** ...

**Определение 1.** ...

**Следствие 1.** ...

**Замечание 1.** ...

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

**Доказательство.** Текст доказательства.

## 2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left( \varepsilon_N; \left( l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (17)$$

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, каждой иллюстрации должна следовать надпись.

Таблица 1 – Название таблицы

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



Рисунок 1 – Название рисунка

## 3. Ссылки и библиография

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (17)

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

Список литературы оформляется следующим образом.

### 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, посвященной 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. Жұбанышева<sup>1</sup>, Н. Темірғалиев<sup>1</sup>, А.Б. Утесов<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Қ.Жұбанов атындағы. Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

**Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде функцияларды сандық дифференциалдау**

**Аннотация:** Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебег 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.Zhubanysheva<sup>1</sup>, N. Temirgaliyev<sup>1</sup>, A.B. Utesov<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> 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 chislennogo 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.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teoriya priblizheniya funkcij" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekornaja i gipolipidemicheskaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Kyrov V.A., Mihajlischenko G.G. Analiticheskij metod vložhenija simplekticheskoj geometrii [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], 14, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

### Сведения об авторах:

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

*Темірғалиев 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, Ақтөбе, Қазақстан.

*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 - 4(125) - Астана: ЕҰУ. 75-б.  
Шартты б.т. - 9,375 Таралымы - 20 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

Редакция мекен-жайы: 010008, Астана қ.,  
Сәтпаев 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