

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC

**«АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ  
ТЕХНОЛОГИЯЛАР: БІЛІМ, ҒЫЛЫМ, ТӘЖІРІБЕ»**  
атты II Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының  
**ЕҢБЕКТЕРІ**

Алматы, Қазақстан, 3-4 желтоқсан, 2015 жыл

**II том**

**ТРУДЫ**

II Международной научно-практической конференции  
**«ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ: ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ПРАКТИКА»**,

Алматы, Казакстан, 3-4 декабря, 2015 года

**II том**

**THE PROCEEDINGS**

Of the II International scientific - practical conference  
**«INFORMATION AND TELECOMMUNICATION  
TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE AND PRACTICE»**,

Almaty, Kazakhstan, December 3-4, 2015

**II volume**

Алматы 2015

УДК 004(063)  
ББК 32.97  
А37

Редакционная коллегия

Ахметов Б.С. (главный редактор), Калижанова А.У., Козбакова А.Х., Кашаганова Г.Б.,  
Заманова С.К., Абдолдина Ф.Н., Иманбекова Ұ., Мамырова А., Тайсариева Қ.Н., Жұмашева Ж.Т.,  
Юбузова Х.И.

- А37 Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе:  
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің II Халықаралық  
ғылыми-тәжірибелік конференция еңбектері. 3-4 желтоқсан, 2015 ж. Алматы, Қазақстан =  
Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика:  
II Международная научно-практическая конференция, Алматы, Казахстан. 3-4 декабря 2015 г. =  
Information and telecommunication technologies: education, science and practice: II International  
scientific - practical conference, December, 3-4. 2015. Almaty, Kazakhstan. – Алматы: Қ.И.  
Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, 2015 – қазақша, орысша, ағылшынша. II-том. -2015. – 615 б.

ISBN 978-601-228-813-1

*II Международная научно-практическая конференция «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика» организована с целью анализа современного состояния и перспектив развития информационных и телекоммуникационных технологий, определения путей интеграции образования, науки и инноваций, улучшения качества подготовки IT-специалистов в высших учебных заведениях Республики Казахстан.*

*Данный сборник содержит научные статьи участников конференции. Работы посвящены решению актуальных проблем в областях: информационные и телекоммуникационные технологии в образовании, информационные и телекоммуникационные технологии в науке, информационные и телекоммуникационные технологии: радиозлектроника, телекоммуникации и управление, перспективы развития информационных и телекоммуникационных технологий, современные проблемы фундаментальной науки (информатика, математика, механика, физика).*

УДК 004(063)  
ББК 32.97

Доклады, включенные в сборник, одобрены и рекомендованы программным и редакционным комитетами конференции, публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-601-228-813-1 (2 Т)  
ISBN 978-601-228-811-7 (орт)

© КазННТУ имени К.И. Сатпаева, 2015

<sup>1</sup>Т.А. Шмыгалева, <sup>2</sup>А.И. Купчишина, <sup>3</sup>Е. В. Шмыгалев, <sup>1</sup>Л.Ш. Черикбаева

<sup>1</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. Абая, Алматы, Казахстан

[Shmyg1953@mail.ru](mailto:Shmyg1953@mail.ru)

## ОСОБЕННОСТИ ПОДБОРА ПАРАМЕТРОВ АППРОКСИМАЦИИ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ИОНОВ С ВЕЩЕСТВОМ

**Аннотация.** В работе рассмотрены особенности подбора аппроксимационного выражения, входящего в рекуррентное соотношение, из которого получаются аналитические выражения каскадно-вероятностных функций (КВФ). Работа выполнена в рамках каскадно-вероятностного метода, суть которого заключается в получении и дальнейшем использовании каскадно-вероятностных функций. КВФ имеют смысл вероятности того, что частица, образованная на глубине  $h^1$  достигнет глубины  $h$  после  $n$ -го числа соударений. Показаны особенности и сложности, возникающие при подборе аппроксимационного выражения и пути их устранения. Обоснован выбор аппроксимационного выражения, которое входит в рекуррентное соотношение. Описаны правила выбора начальных данных для параметров аппроксимации. Результаты расчетов представлены в виде графиков и таблиц. Подбор аппроксимационных выражений для сечений взаимодействия осуществлен в интервале энергий 100- 1000 кэВ.

**Ключевые слова:** каскадно-вероятностная функция, аппроксимация, энергия, теоретическое корреляционное отношение, ион, рекуррентное соотношение, сечение взаимодействия.

**Summary.** In work features the approximating expression selection entering a recurrence relation from which analytical expressions the cascade and probabilistic functions (CPF) turn out are considered. Work is performed within a cascade and probabilistic method which essence consists in receiving and further use of cascade and probabilistic functions. CPF make sense to probability of that the particle formed at  $h$  depth will reach  $h$  depth after  $n$  number of impacts. The features and difficulties arising at selection approximating expression and a way on their elimination are shown. The choice on approximating expression which enters a recurrence relation is reasonable. Rules on a choice at initial data for approximation parameters are described. Results of calculations are presented in the schedules and tables

form. Selection on approximating expressions for interaction sections is carried out in the energy range 100 - 1000 KeV.

Keywords: cascade and probabilistic function, approximation, energy, theoretical correlation relation, ion, recurrence relation, interaction section.

Для расчета каскадно-вероятностных функций (КВФ) с учетом потерь энергии для ионов необходимо подобрать аппроксимационное выражение и найти коэффициенты аппроксимации, входящие в выражение для КВФ. Каскадно-вероятностные функции получаются из рекуррентного соотношения, в которое входит сечение взаимодействия, вычисляемое для ионов по формуле Резерфорда. Поскольку в этом случае интеграл не берется аналитически, выражение для сечения взаимодействия заменяется аппроксимационным выражением. Подбор различных аппроксимационных выражений связан с выбором оптимальных параметров. Этот метод, являющийся одной из модификаций метода кратных интегральных уравнений, получил в настоящее время очень широкое распространение [1].

Характерной особенностью этого метода является то, что даже если аппроксимация выбрана и не совсем удачной, т.е. в ней допускается большое количество отклонений, то все равно в процессе интегрирования происходит сглаживание многих кривых и конечный результат получается на удивление удовлетворительным.

Аппроксимировать выражения можно в принципе любой функцией, в частности полиномом. Мы руководствовались при подборе аппроксимационного выражения следующими соображениями: определялся примерный вид функции, учитывались известные физические параметры. Вид аппроксимационного выражения выбирался таким образом, чтобы выражение, в которое оно входит, отражало физическую сущность процесса, было интегрируемым и теоретическое корреляционное отношение было достаточно высоким. С учетом полученных аппроксимаций нами были разработаны математические модели, позволяющие получить аналитические выражения для каскадно-вероятностных функций.

Нами было выбрано следующее аппроксимационное выражение [2]:

$$\sigma(h) = \sigma_0 \left( \frac{1}{a(E_0 - kh)} - 1 \right), \quad (1)$$

где  $\sigma_0$ ,  $a$ ,  $E_0$ ,  $k$  – параметры аппроксимации.

На рисунке 1 представлена зависимость  $\sigma(h)$  для алюминия в вольфраме. Видно, что согласие аппроксимационных значений (точки) и исходных (сплошные линии) практически идеально.

При подборе аппроксимационных кривых возникают некоторые особенности и сложности. Отметим их.

1. Основная сложность заключается в подборе коэффициентов аналитического выражения, описывающего рассчитанные сечения взаимодействий.

2. После выбора аппроксимационной формулы в левой части выражения имеем значения сечений, порядки которых возрастают пропорционально атомному весу от  $10^7$  до  $10^{11}$ , а в правой части имеются очень малые значения глубин от  $10^{-6}$  до  $10^{-3}$  см., причем с увеличением сечения взаимодействия глубины уменьшаются еще сильнее. Эта сложность реализуется следующим образом: обе части подобранного аппроксимационного выражения делим на коэффициент  $10^n$ , где  $n$  - порядок масштабирования. Например, для азота, титана, кремния, меди, серебра, золота в титане  $n=7$ ; для золота в титане, кремнии, серебре, меди  $n=10$ , для золота в золоте  $n=11$ . Значение  $n$  зависит от атомного веса налетающей частицы, но не зависит от атомного номера мишени (табл. 1, 2). Необходимо выбрать  $n$  таким образом, чтобы аппроксимационная формула наилучшим образом описывала рассчитанные значения сечений, т.е. чтобы было как можно выше теоретическое корреляционное отношение.

3. Поскольку шаг по глубине неравномерен, необходимо достаточно хорошо задать начальные данные  $\sigma_0$ ,  $a$ ,  $E_0$ ,  $k$ . Процесс подбора аппроксимационной кривой может состоять из нескольких этапов, включающих в себя последовательное улучшение коэффициентов аппроксимации, пока теоретическое корреляционное отношение не будет достаточно высоко.

4. При максимальной точности расчета необходимо также определить то минимальное число точек, участвующих в аппроксимационном подборе, которое позволит достичь желаемого результата.

Коэффициенты  $\sigma_0$ ,  $a$ ,  $E_0$ ,  $k$ , входящие в аппроксимационные выражения находятся по методу наименьших квадратов. Опишем основные правила выбора начальных данных.

1. Рассматривается зависимость энергии от глубины наблюдения для данной налетающей частицы, конкретной мишени и заданной первоначальной энергии. Отсюда находится начальное значение коэффициента  $k$ . За начальное значение  $\sigma_0$  берется значение сечения, рассчитанное по формуле Резерфорда при энергии, равной первоначальной энергии первичной частицы.

2. За начальное значение  $E_0$ , берется значение первоначальной энергии первичной частицы.

3. Коэффициент  $a$  находится индивидуально для каждой зависимости сечения взаимодействия от глубины наблюдения.

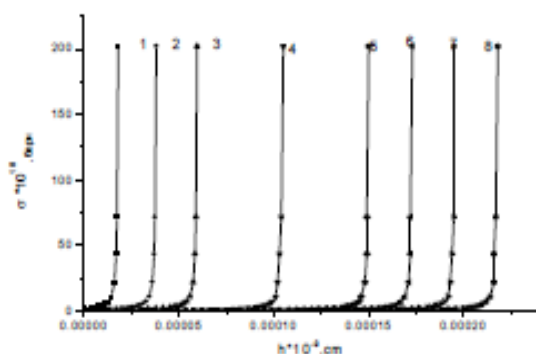


Рис. 1. Аппроксимация модифицированного сечения каскадно-вероятностной функции для алюминия в вольфраме  $E_0= 100(1), 200(2), 300(3), 500(4), 700(5), 800(6), 900(7), 1000(8)$  кэВ. Точки – расчетные данные зависимости сечения от глубины, сплошная линия – аппроксимация

Таблица 1. Значения коэффициентов масштабирования для различных налетающих ионов при всех энергиях

Налетающая частица		<i>C</i>	<i>N</i>	<i>Al</i>	<i>Ti</i>	<i>Fe</i>	<i>Ag</i>	<i>Au</i>
Значение $n$ и тип мишени	<i>Ti</i>	7	7	8	8	9	9	10
	<i>Cu</i>	-	7	8	9	9	10	10
	<i>Au</i>	-	7	8	9	9	10	11

Таблица 2. Значения коэффициентов масштабирования для различных мишеней при всех энергиях

	мишень	<i>Si</i>	<i>Ti</i>	<i>Cu</i>	<i>Ag</i>	<i>Au</i>
Значение $n$ и тип налетающей частицы	<i>N</i>	7	7	7	7	7
	<i>Au</i>	10	10	10	10	11

В результате подбора аппроксимационных кривых получены аппроксимационные параметры для различных налетающих частиц и мишеней, в частности в таблицах 3,4 представлены аппроксимационные коэффициенты для алюминия в меди и для титана в железе. В этих же таблицах приведены значения теоретических корреляционных отношений  $\eta$ , показывающих, насколько хорошо аппроксимационные кривые согласуются с расчетами.

Таблица 3. Аппроксимационные параметры для алюминия в меди

$E_0$	$\sigma_0 \cdot 10^8$	$a$	$E_0'$	$k$	$\eta$
1000	0.33462	0.2253	0.615	1007.8	0.9951
800	1.09636	0.4542	0.999	1999.9	0.9929
500	0.6552	0.1619	0.655	2048.4	0.9966

200	0.1732	0.0349	0.655	5307.2	0.9966
100	3.84019	0.3169	0.487	8289.3	0.9950

Таблица 4. Аппроксимационные параметры для титана в железе

$E_0$ , МэВ	$\sigma_0$	$a$	$E_0'$	$K$	$\eta$
1000	0.2109	0.367	0.655	1569.85	0.99971
900	0.1674	0.306	0.573	1522.75	0.9997
800	0.1453	0.246	0.541	1615.39	0.99969
700	0.1609	0.229	0.568	1936.69	0.99969
500	0.7080	0.377	0.689	3303.54	0.99318
300	0.2253	0.138	0.353	2881.21	0.99284
200	1.3367	0.862	0.314	4278.37	0.99979
100	0.0968	0.121	0.056	1407.55	0.99597

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крылов В.И. Вычислительные методы высшей математики. - Минск: Высшэйш. школа, 1972. - 584 с.
2. Э.Г. Боос, А.А.Купчишин, А.И.Купчишин, Е.В. Шмыгалева, Т.А.Шмыгалева. Каскадно-вероятностный метод, решение радиационно-физических задач, уравнений Больцмана. Связь с цепями Маркова. Монография. Алматы.: КазНПУ им. Абая, НИИ НХТ и М КазНУ им. аль-Фараби. 2015 г. – 388 с.

#### Literature

1. Krylov V. Y. Vyshlytelnyye metody vyshey matematyky. Mynsk: Vysheysh. shkola, 1972. – 584 s.
2. E.G. Boos, A.A.Kupchyshyn, A.I. Kupchyshyn, T.A.Shmygaleva. E.B.Shmygaleva. Kaskadno-beroyatnosty metod, reshenye radyasyonnyh-fyzycheskyykh zadash, uravneniy Bolsmana. Svyaz s sepyamy Markova. Monografiya. Almaty.: KazNPU im. Abaya, NII NXT i M KazNU imeny al-Faraby. 2015 g. – 388 s.

СЕРИЯ 5  
SECTION 5

Проблемы вычислительной (аппаратная, математика, механика, физика) и алгоритмической (информатика, математика, механика, физика) Modern problems of fundamental science (computer science, mathematics, mechanics, physics)

Абдуллаева Ж.С. Из истории математических терминов.....	512
Адылбаева А.Ж., Шайкынова А.К. Особенности обучения математическим заданиям студентов технических вузов для подготовки к использованию программы Mathcad.....	516
Айтос Е.Ж., Батбаев Исзу Нерешенные для прямой задачи теории приближений по системе типа Хаара.....	519
Ахметов Б.Б., Ниязов А.Н., Мамытова Е.А., Серикова Ю.Н., Витченко С.Е. Определение значений параметров числа степенной свободы хи-квадрат распределения на малой тестовой выборке.....	523
Вельям Т.Т., Азизжанова А.А.	526

Производственные функции в экономическом моделировании и прикладные численные и стратегические решения в компьютерной деятельности информационно-управляющей компании.....	529
Дадиева А.Н., Боканов Е.Т., Азизжанова Ш.А., Курмангалы А. Об одной математической модели технологии усвоения порошкового материала при выходящей матрице.....	534
Жамкеев И. Самостоятельную исследовательскую деятельность математических моделей.....	537
Жауганшарова Г.Д. Математические математические модели.....	540
Кайратов Ж.Е., Адылбаев М.Д. Определение элементов объекта второго порядка с помощью кривой разгона.....	543
Касымов Е.А. О некоторых свойствах численных методов в квадратурной формуле прямоугольного типа.....	547
Касымов М.Г., Галеев С.А., Трофименко В.Н. Ускоренное интегрирование $n$ -го корня в декартовом поле.....	552
Кабдыллина Б.О., Оралбаева К.О., Уалиев Ж.Р., Усенов Н.Б. Физико-математическое исследование моделирующей системы.....	555
Касымбекова М.Т. Пятигранная структура данных структуры моделирования безопасности курсов модели.....	560
Лушкаева Л.К. Аппроксимация функции двух переменных с использованием РБФ-сети.....	563
Мещеряков Ж.Б. Линейные турбулентные турбулентные структуры моделирующей системы.....	568
Мурашова Ж.А. Популяционная динамика системы математических моделей.....	572
Муратов А.Н. Математические подходы к использованию вычислительных ресурсов на уроках математики.....	575
Сатыбалдиев О.С., Наурузова М.Д. Условия полноты системы канонических векторов оператора Штурма-Лиувилляевского порядка.....	578
Сатыбалдиев О.С., Талганбаев А.Ж. Модельная структура системы моделирования пространственных математических функций турбулентности моделирующей системы.....	581
Сатыбалдиев А.М. Популяционная динамика системы дифференциальных уравнений турбулентности.....	586
Серикбаев А.К. Особенности применения ограниченной теории короткого взаимодействия.....	589
Турусбекова Б.С. Математические моделирование структуры гидродинамической турбулентности, структуры турбулентности.....	593
Хайруллин Е.М., Азизжанова А.А. Детерминированная структура модели турбулентности и моделирования.....	600
Хромов И.В., Алексеева Т.Н., Тусов Т.Т., Мурашова Ж.А., Ермольев Ю.В., Ермольев В.Н., Семенов А.С. Влияние структуры на физико-математические свойства пористых структур.....	603
Шынгалиева Т.А., Кучишвили А.Н., Шынгалиев Е.В., Чернышова Л.Ш. Особенности выбора параметров аппроксимации при взаимодействии модели с объектом.....	603
Шынгалиева Т.А., Кучишвили А.Н., Шынгалиев Е.В., Чернышова Л.Ш., Ходарина Н.Н. Кинематическое моделирование процесса радиационного дефектообразования в материалах, обработанных лазером.....	603

Компьютерная верстка

*Л.Т. Касжанова*

*Сверстано и отпечатано с авторских оригиналов. Ответственность за научное содержание, стилистические, грамматические и пунктуационные ошибки несут авторы.*

Подписано в печать 2015 г.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 1.  
Объем 38,5 уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ № .  
Цена договорная

Издание Казахского национального исследовательского технического университета  
имени К.И. Сатпаева  
Учебно-издательский центр  
г. Алматы, ул. Сатпаева, 22