

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

6 (316)

**ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2017 Ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2017 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2017**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Жұмаділдаев А.С. проф., академик (Қазақстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Қазақстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Өмірбаев У.У. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Жүсіпов М.А. проф. (Қазақстан)
Жұмабаев Д.С. проф. (Қазақстан)
Асанова А.Т. проф. (Қазақстан)
Бошқаев К.А. PhD докторы (Қазақстан)
Сұраған Д. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Қырғыстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Белорус)
Пашаев А. проф., академик (Әзірбайжан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5543-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.
Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

Джумадилаев А.С. проф., академик (Казахстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Казахстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умирбаев У.У. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Жусупов М.А. проф. (Казахстан)
Джумабаев Д.С. проф. (Казахстан)
Асанова А.Т. проф. (Казахстан)
Бошкаев К.А. доктор PhD (Казахстан)
Сураган Д. чл.-корр. (Казахстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Кыргызстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Беларусь)
Пашаев А. проф., академик (Азербайджан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

E d i t o r i n c h i e f
doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK **G.M. Mutanov**

E d i t o r i a l b o a r d:

Dzhumadildayev A.S. prof., academician (Kazakhstan)
Kalmenov T.Sh. prof., academician (Kazakhstan)
Zhantayev Zh.Sh. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umirbayev U.U. prof. corr. member. (Kazakhstan)
Zhusupov M.A. prof. (Kazakhstan)
Dzhumabayev D.S. prof. (Kazakhstan)
Asanova A.T. prof. (Kazakhstan)
Boshkayev K.A. PhD (Kazakhstan)
Suragan D. corr. member. (Kazakhstan)
Quevedo Hernando prof. (Mexico),
Dzhunushaliyev V.D. prof. (Kyrgyzstan)
Vishnevskiy I.N. prof., academician (Ukraine)
Kovalev A.M. prof., academician (Ukraine)
Mikhalevich A.A. prof., academician (Belarus)
Pashayev A. prof., academician (Azerbaijan)
Takibayev N.Zh. prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.
Tiginyanu I. prof., academician (Moldova)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
[www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics.kz)

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 316 (2017), 67 – 77

A.N. Issadykov^{1,2}, M.A. Ivanov¹, G.S. Nurbakova^{2,3},
G.G. Saidullaeva^{2,3}, S.B. Rustembayeva^{2,3}

¹Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russian Federation;

²Scientific Research Institutes of Experimental and theoretical physics, Almaty, Republic of Kazakhstan;

³Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan)

issadykov.a@gmail.com, g.nurbakova@gmail.com

CALCULATION OF B–S TRANSITION FORM FACTORS

Abstract. In this paper we perform the straightforward calculation of the $B(B_s) \rightarrow S$ (S is a scalar meson) transition form factors in the full kinematical region within the covariant quark model. The diagram of the matrix element of $B \rightarrow S$ transition was shown. Calculation of form factors was carried out for different values of the parameter Λ_S . We varied this parameter in the interval $\Lambda_S \in [0.8, 1.5]$ GeV. Form factors are more sensitive to the choice of the parameter Λ_S at small values of the transferred momentum and less sensitive near the zero recoil. The numerical values of the obtained form factors are compared with the results of other theoretical approaches. We restrict ourselves to the scalar mesons below 1 GeV: $f_0(500)$, $f_0(980)$, $a_0(980)$ и $K_0^*(800)$ on the assumption that they are simple quark-antiquark states.

Keywords: Form factors, scalar meson, covariant quark model.

УДК 539.126.4

А.Н. Исадыков^{1,2}, М.А. Иванов¹, Г.С. Нурбакова^{2,3},
Г.Г. Сайдуллаева^{2,3}, С.Б. Рустембаева^{2,3}

¹Объединенный Институт Ядерных Исследований, г. Дубна, Российская Федерация;

²Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики,
г. Алматы, Республика Казахстан;

³Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан)

ВЫЧИСЛЕНИЕ ФОРМФАКТОРОВ В–S ПЕРЕХОДА

Аннотация. В данной работе в рамках ковариантной модели кварков вычислены формфакторы переходов $B(B_s) \rightarrow S$, где S есть скалярный мезон. Показана диаграмма матричного элемента $B \rightarrow S$ перехода. Поведение формфакторов получено во всей кинематической области квадрата переданного импульса. Вычисление формфакторов проводилось для разных значений параметра Λ_S . Мы варьировали этот параметр в интервале $\Lambda_S \in [0.8, 1.5]$ ГэВ. Формфакторы более чувствительны к выбору параметра Λ_S при малых значениях переданного импульса и менее чувствительны вблизи нулевой отдачи. Численные значения полученных формфакторов сравниваем с результатами других работ. Вычисления проведены для нонета скалярных мезонов с массами меньше 1 ГэВ ($f_0(500)$, $f_0(980)$, $a_0(980)$ и $K_0^*(800)$) в предположении, что они являются простейшими кварк-антикварковыми состояниями.

Ключевые слова: Формфакторы, скалярный мезон, ковариантная модель кварков.

Введение

В последнее время большое внимание было уделено изучению редкого распада В-мезона $B \rightarrow K^*(\rightarrow K\pi)\mu^+\mu^-$, происходящего за счет нейтральных токов с изменением флэйвора. Одной

из основных причин, вызвавших столь широкий интерес к данному распаду, явились экспериментальные данные по измерению угловых распределений, выполненные коллаборацией LHCb [1,2]. Оказалось, что имеется расхождение между измеренным значением для одной из наблюдаемых и соответствующим предсказанием СМ на уровне 3.7 стандартных отклонений. Много усилий было потрачено на возможное объяснение этого отклонения с помощью привлечения эффектов новой физики (НФ) [3-8].

Хорошо известно, что при описании эксклюзивных распадов тяжелых адронов, в частности таких, как редкие распады В-мезона, возможно отделить вклады малых расстояний (высоких энергий) от вкладов больших расстояний (низких энергий). Вклады малых расстояний вычисляются по теории возмущений Стандартной Модели, и поэтому погрешность вычислений находится под контролем. Оценка вкладов больших расстояний требует выхода за рамки теории возмущений или, другими словами, привлечения непертурбативных методов. Как следствие, возникает большая неопределенность при оценке теоретической погрешности при вычислении данных вкладов. Задача состоит в вычислении матричных элементов соответствующих кварковых токов в обкладках начального состояния и продуктов его распада в конечном состоянии.

Обычно матричные элементы полулептонных и редких распадов тяжелых адронов параметризуются с помощью скалярных функций, называемых формфакторами, которые зависят от квадрата переданного импульса лептонной паре. Вычисление формфакторов перехода $B \rightarrow K^*$ было выполнено во многих теоретических подходах и моделях. Перечислим некоторые из них: правила сумм КХД на световом конусе [9], стандартные правила сумм КХД [10], дисперсионная кварковая модель [11], простая параметризация формфакторов с помощью дипольного приближения [12], пертурбативная КХД в области больших отдал [13], релятивистская модель кварков [14], уравнения Дайсона-Швингера в КХД [15].

Формфакторы переходов B_S и D_S мезонов в скалярный мезон с большой массой $K_0^*(1430)$ были вычислены в рамках подхода, основанного на правилах сумм КХД [16], в рамках кварковой модели на световом конусе [17] и в рамках правил сумм КХД для трехточечных функций [18]. Формфакторы переходов В-мезона в скалярные мезоны были исследованы в рамках правил сумм КХД на световом конусе в работе [19] и в пертурбативной КХД в работе [20]. Используя эти формфакторы, были рассчитаны ширины распадов и брэнчинги полулептонных $B \rightarrow Sl\bar{\nu}$ и редких $B \rightarrow Sl^+l^-$ распадов.

Формфакторы перехода $B_S \rightarrow f_0(980)$ были вычислены в работе [21] с помощью правил сумм КХД на световом конусе в лидирующем порядке по сильной константе связи, а также была проведена оценка поправок, возникающих в следующем за лидирующим порядке. Правила сумм КХД на световом конусе были также использованы в работе [22] для вычисления формфакторов $B_S \rightarrow S$ переходов и затем для расчетов брэнчингов распадов $B \rightarrow Sl\bar{\nu}_l, \bar{l}l$ ($l = e, \mu, \tau$). Амплитуды распределения на световом конусе твиста 3 для скалярных мезонов были исследованы в работе [23] с помощью правил сумм КХД. Данные амплитуды были использованы при вычислении формфакторов $B \rightarrow S$ переходов с помощью введения соответствующих киральных токов в коррелятор. Формфакторы $B \rightarrow S$ переходов для двух нонетов скалярных мезонов, лежащих соответственно ниже и выше 1 ГэВ, были вычислены в работе [24] с учетом пертурбативных $O(\alpha_s)$ -поправок для амплитуд твиста 2 в рамках правил сумм КХД на световом конусе.

Легкие скалярные мезоны

SU(3) нонет скалярных мезонов ниже 1 ГэВ можно записать в следующей матричной форме:

$$\hat{S} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sum_{i=0}^8 S^i \lambda^i, \quad (1)$$

где $\lambda^0 = \sqrt{\frac{2}{3}}I$.

Физические скалярные поля связаны с декартовым базисом следующим образом:

$$S^\pm = \frac{1}{\sqrt{2}}(S^1 \mp iS^2), \quad S^0 = S^3,$$

$$\begin{aligned}
S_S^+ &= \frac{1}{\sqrt{2}}(S^4 - iS^5), S_S^0 = \frac{1}{\sqrt{2}}(S^6 - iS^7), \\
S_S^- &= \frac{1}{\sqrt{2}}(S^4 + iS^5), \bar{S}_S^0 = \frac{1}{\sqrt{2}}(S^6 + iS^7), \\
S' &= S^0 \cos \theta_S + S^8 \sin \theta_S, S = -S^0 \sin \theta_S + S^8 \cos \theta_S,
\end{aligned} \tag{2}$$

где θ_S – угол октет-синглетного смешивания.

Кварковый ток, описывающий скалярные мезоны, записывается в виде:

$$\begin{aligned}
\Box_{S\bar{q}q} &= \bar{q}\hat{S}q \\
&= S^+\bar{u}d + S^-\bar{d}u + S^0\frac{1}{\sqrt{2}}(\bar{u}u - \bar{d}d) + S_S^+\bar{u}s + S_S^0\bar{d}s + S_S^-\bar{s}u + \bar{S}_S^0\bar{s}d \\
&\quad + S'\left(\cos\delta_S\frac{1}{\sqrt{2}}(\bar{u}u + \bar{d}d) - \sin\delta_S\bar{s}s\right) \\
&\quad - S\left(\sin\delta_S\frac{1}{\sqrt{2}}(\bar{u}u + \bar{d}d) + \cos\delta_S\bar{s}s\right),
\end{aligned} \tag{3}$$

где $\delta_S = \theta - \theta_I$ и угол идеального смешивания $\theta_I = \arctan(1/\sqrt{2})$.

Далее используются следующие обозначения для скалярных мезонов ниже 1 ГэВ из PDG [25]:

$$\begin{aligned}
S_S &\equiv K_0^*(800), I(J^P) = \frac{1}{2}(0^+), m_{K_0^*(800)} = 682 \pm 29 \text{ МэВ}; \\
S &\equiv f_0(980), I^G(J^{PC}) = 0^+(0^{++}), m_{f_0(980)} = 990 \pm 20 \text{ МэВ}; \\
S' &\equiv f_0(500), I^G(J^{PC}) = 0^+(0^{++}), m_{f_0(500)} = 400 \div 550 \text{ МэВ}; \\
S^{\pm,0} &\equiv a_0(980), I^G(J^{PC}) = 1^-(0^{++}), m_{a_0(980)} = 980 \pm 20 \text{ МэВ}.
\end{aligned} \tag{4}$$

Кроме того, предполагается, что $\delta_S = 0$, чтобы обеспечить чистое $\bar{s}s$ состояние для $f_0(980)$ мезона.

$K_0^*(800)$ мезон имеет моды распада $K_0^*(800) \rightarrow K\pi$. Полная ширина распада мезона $\Gamma = 547 \pm 24$ МэВ [26, 27];

$f_0(980)$ мезон имеет моды распада $f_0(980) \rightarrow \pi\pi$ и $f_0(980) \rightarrow K\bar{K}$. Полная ширина распада мезона $\Gamma = 40 \div 100$ МэВ [26];

$f_0(500)$ мезон распадается на $f_0(500) \rightarrow \pi\pi, \gamma\gamma$. Полная ширина распада мезона $\Gamma = 400 \div 700$ МэВ [27];

$a_0(980)$ мезон (старое название δ мезон) легкий не имеющий «аромата» ($S = C = B = 0$) [28]. Квантовые числа мезона $I^G(J^{PC}) = 1^-(0^{++})$. Мезон состоит из смешанного состояния u, d и s кварков.

Масса мезона $m_{a_0(980)} = 980 \pm 20$ МэВ. Имеет моды распада $a_0(980) \rightarrow \eta\pi$ и $a_0(980) \rightarrow K\bar{K}$. Полная ширина распада $\Gamma = 50 \div 100$ МэВ. В данной работе использовались данные из PDG [25].

Формфакторы $B \rightarrow S$ перехода в ковариантной модели кварков

Диаграмма матричного элемента $B \rightarrow S$ перехода представлена на рисунке 1.

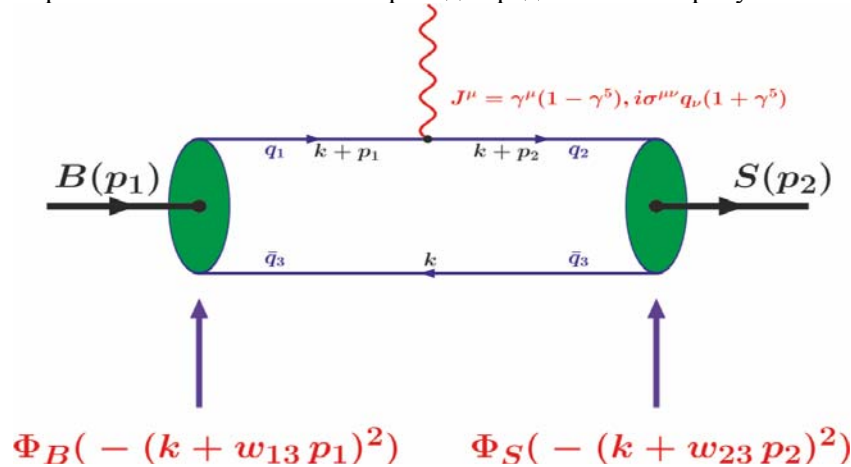


Рисунок 1 – Схематическое представление матричных элементов в уравнениях 5 и 6

Формфакторы определены как:

$$\begin{aligned} & \left\langle S_{[\bar{q}_3 q_2]}(p_2) \left| \bar{q}_2 O^\mu q_1 \right| B_{[\bar{q}_1 q_3]}(p_1) \right\rangle = \\ & = N_c g_B g_S \int \frac{d^4 k}{(2\pi)^4 i} \tilde{\Phi}_B \left(-(k + w_{13} p_1)^2 \right) \tilde{\Phi}_S \left(-(k + w_{23} p_2)^2 \right) \times \text{tr} \left[S_2(k + p_2) O^\mu S_1(k + p_1) \gamma^5 S_3(k) \right] = (5) \\ & = F_+^{BS}(q^2) P^\mu + F_-^{BS}(q^2) q^\mu, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \left\langle S_{[\bar{q}_3 q_2]}(p_2) \left| \bar{q}_2 (i\sigma^{\mu\nu} q_\nu (1 + \gamma^5)) q_1 \right| B_{[\bar{q}_1 q_3]}(p_1) \right\rangle = \\ & = N_c g_B g_S \int \frac{d^4 k}{(2\pi)^4 i} \tilde{\Phi}_B \left(-(k + w_{13} p_1)^2 \right) \tilde{\Phi}_S \left(-(k + w_{23} p_2)^2 \right) \times \\ & \times \text{tr} \left[S_2(k + p_2) i\sigma^{\mu\nu} q_\nu (1 + \gamma^5) S_1(k + p_1) \gamma^5 S_3(k) \right] = (6) \\ & = -\frac{1}{m_1 + m_2} (q^2 P^\mu - q P q^\mu) F_T^{BS}(q^2). \end{aligned}$$

Здесь $p_i^2 = m_i^2$, $q_1 = b$, $q_2 = u, s, d$, и $q_3 = s, d$. Поскольку существуют три вида кварков, участвующих в этих процессах, введены обозначения с двумя индексами: $w_{ij} = m_{q_j} / (m_{q_i} + m_{q_j})$ m_{q_j} m_{q_j} ($i, j = 1, 2, 3$), так что $w_{ij} + w_{ji} = 1$ [29].

Численные результаты $B \rightarrow S$ перехода

На рисунках 2 и 3 приведены результаты наших численных расчетов, которые хорошо аппроксимируются следующей дипольной параметризацией:

$$F(q^2) = \frac{F(0)}{1 - as + bs^2}, \quad s = \frac{q^2}{m_1^2}. \quad (7)$$

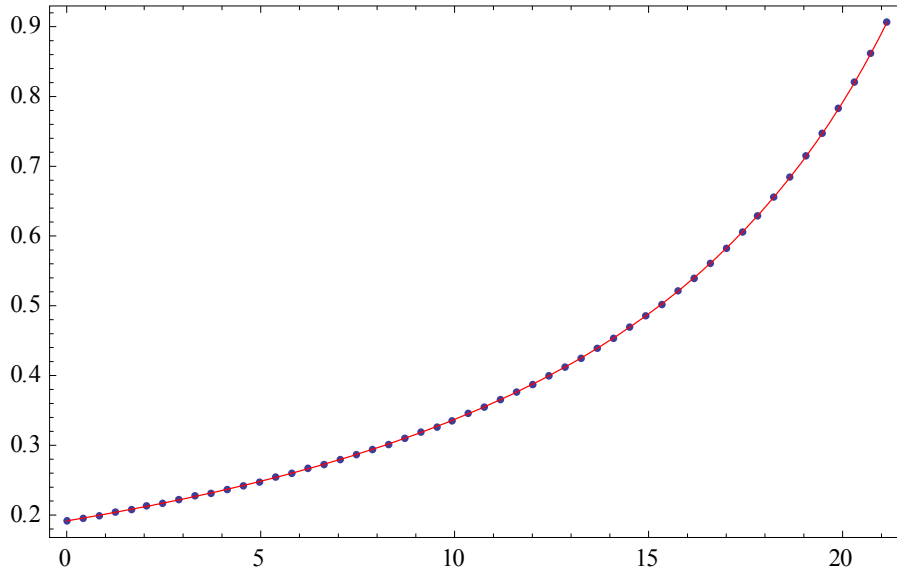


Рисунок 2 – Формфакторы, описывающие $B \rightarrow S$ переход, в зависимости от переданного импульса q^2 : точные численные результаты (синие пунктиры), аппроксимированные результаты (сплошная красная линия)

Значения $F(0)$, a и b были вычислены для разных значений параметра Λ_S . Мы варьировали этот параметр в интервале $\Lambda_S \in [0.8, 1.5]$. Результаты численных расчетов приведены в таблице 1.

На рисунках 4–8 приведены формфакторы $F_+(q^2)$, а на рисунках 9–11 показано поведение формфакторов $F_T(q^2)$ $B \rightarrow S$ переходов во всей кинематической области $0 \leq q^2 \leq q^2_{max}$. Поведение $-F_-(q^2)$ очень похоже на $F_+(q^2)$, так что мы не приводим их графики. Можно видеть, что формфакторы более чувствительны к выбору Λ_S при малых q^2 и менее чувствительны вблизи нулевой отдачи.

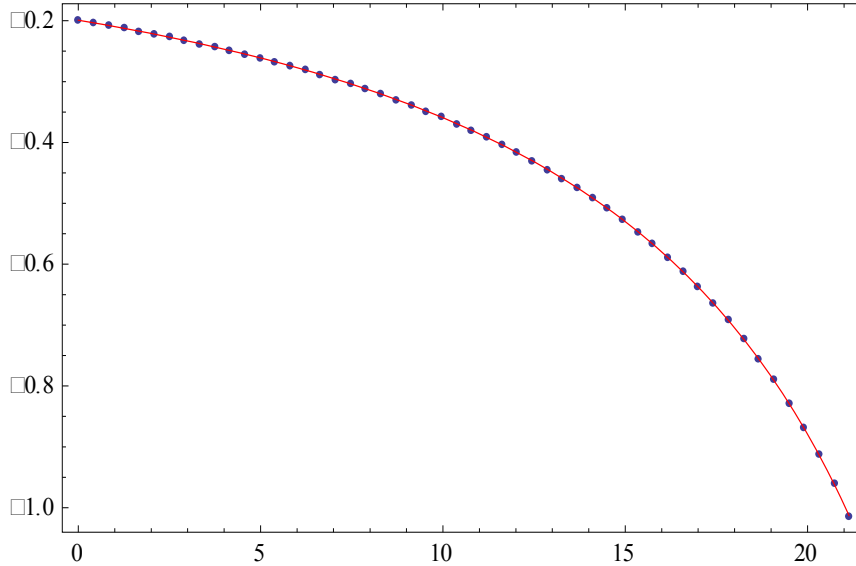


Рисунок 3 – Формфакторы, описывающие $B \rightarrow S$ переход, в зависимости от переданного импульса q^2 : точные численные результаты (синие пунктиры), аппроксимированные результаты (сплошная красная линия)

Таблица 1 – Параметры установленных переходных формфакторов $F(q^2)$ при $\Lambda_S = 0.8$ ГэВ и $\Lambda_S = 1.5$ ГэВ

		$\Lambda_S = 0.8$			$\Lambda_S = 1.5$		
$q_1 = q_2$	$B - S$	$F_+(0)$	a_+	b_+	$F_+(0)$	a_+	b_+
$b \rightarrow u$	$B_d^0 - a_0^+(980)$	0.144	1.624	0.585	0.192	1.433	0.381
$b \rightarrow u$	$B_s^0 - K_0^{*+}(800)$	0.138	1.667	0.674	0.274	1.258	0.292
$b \rightarrow s$	$B_s^0 - f_0(980)$	0.141	1.663	0.651	0.254	1.269	0.262
$b \rightarrow s$	$B_d^0 - K_0^{*0}(800)$	0.191	1.348	0.407	0.306	0.988	0.108
$b \rightarrow d$	$B_d^0 - f_0(500)$	0.120	1.448	0.485	0.210	1.067	0.155
		$\Lambda_S = 0.8$			$\Lambda_S = 1.5$		
$q_1 = q_2$	$B - S$	$-F_-(0)$	a_-	b_-	$-F_-(0)$	a_-	b_-
$b \rightarrow u$	$B_d^0 - a_0^+(980)$	0.049	2.144	1.196	0.089	1.723	0.688
$b \rightarrow u$	$B_s^0 - K_0^{*+}(800)$	0.138	1.727	0.734	0.268	1.291	0.310
$b \rightarrow s$	$B_s^0 - f_0(980)$	0.140	1.761	0.755	0.253	1.320	0.295
$b \rightarrow s$	$B_d^0 - K_0^{*0}(800)$	0.199	1.406	0.457	0.296	1.032	0.129
$b \rightarrow d$	$B_d^0 - f_0(500)$	0.116	1.504	0.536	0.191	1.110	0.180
		$\Lambda_S = 0.8$			$\Lambda_S = 1.5$		
$q_1 = q_2$	$B - S$	$F_T(0)$	a_T	b_T	$F_T(0)$	a_T	b_T
$b - s$	$B_s^0 - f_0(980)$	0.165	1.680	0.667	0.285	1.276	0.257
$b - s$	$B_d^0 - K_0^{*0}(800)$	0.206	1.367	0.423	0.306	1.005	0.113
$b \rightarrow d$	$B_d^0 - f_0(500)$	0.124	1.460	0.496	0.203	1.080	0.159

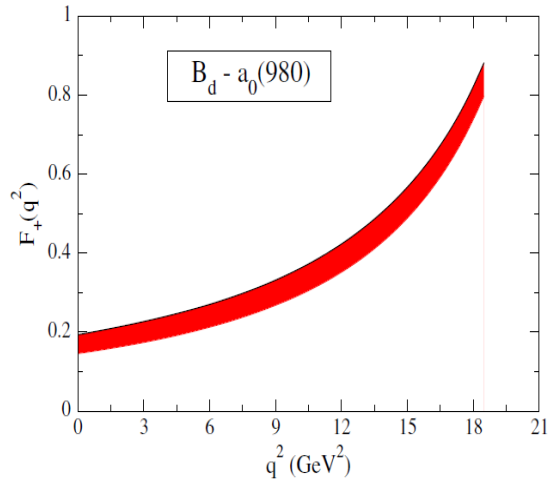


Рисунок 4 – $F_+(q^2)$ формфакторы для перехода $B_d^0 \rightarrow a_0^+(980)$.

Верхние и нижние края соответствуют значениям $\Lambda_S = 1.5$ ГэВ и $\Lambda_S = 0.8$ ГэВ соответственно

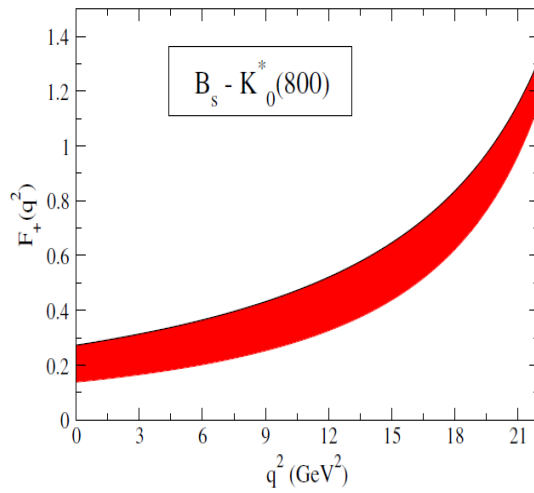


Рисунок 5 – $F_+(q^2)$ формфакторы для перехода $B_s^0 \rightarrow K_0^{*+}(800)$.

Верхние и нижние края соответствуют значениям $\Lambda_S = 1.5$ ГэВ и $\Lambda_S = 0.8$ ГэВ соответственно

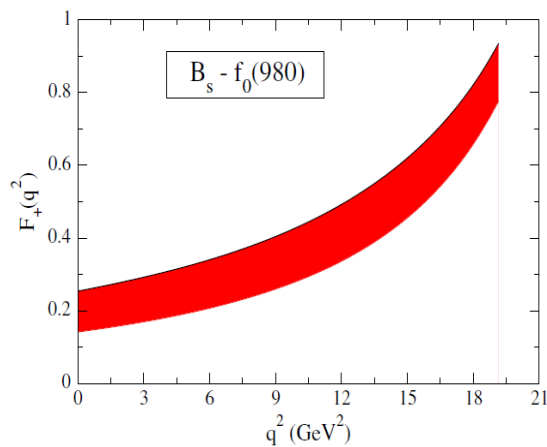


Рисунок 6 – $F_+(q^2)$ формфакторы для перехода $B_s^0 \rightarrow f_0(980)$.

Верхние и нижние края соответствуют значениям $\Lambda_S = 1.5$ ГэВ и $\Lambda_S = 0.8$ ГэВ соответственно

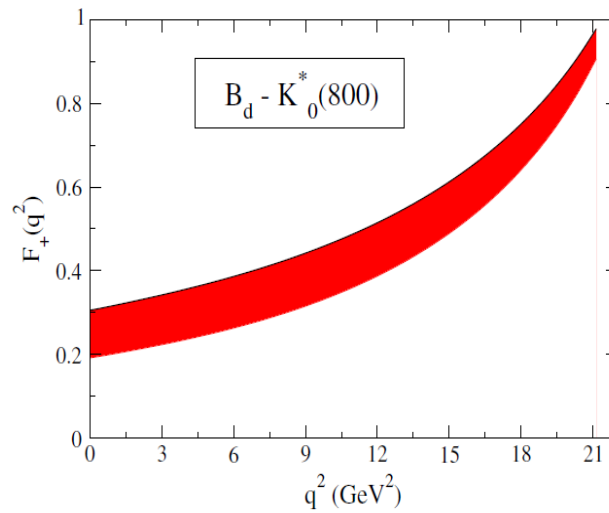


Рисунок 7 – $F_+(q^2)$ формфакторы для перехода $B_d^0 \rightarrow K_0^*(800)$.

Верхние и нижние края соответствуют значениям $\Lambda_s = 1.5$ ГэВ и $\Lambda_s = 0.8$ ГэВ соответственно

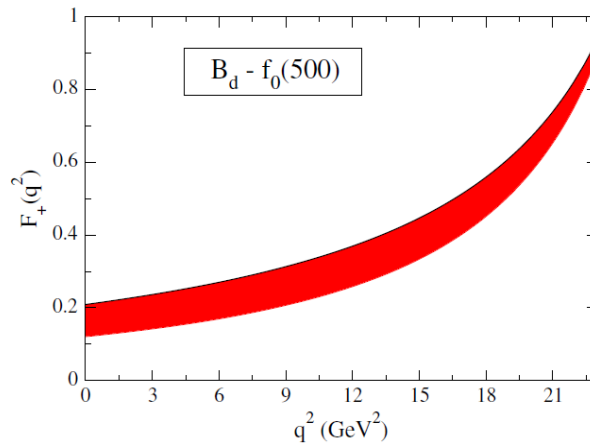


Рисунок 8 – $F_+(q^2)$ формфакторы для перехода $B_d^0 \rightarrow f_0(500)$.

Верхние и нижние края соответствуют значениям $\Lambda_s = 1.5$ ГэВ и $\Lambda_s = 0.8$ ГэВ соответственно

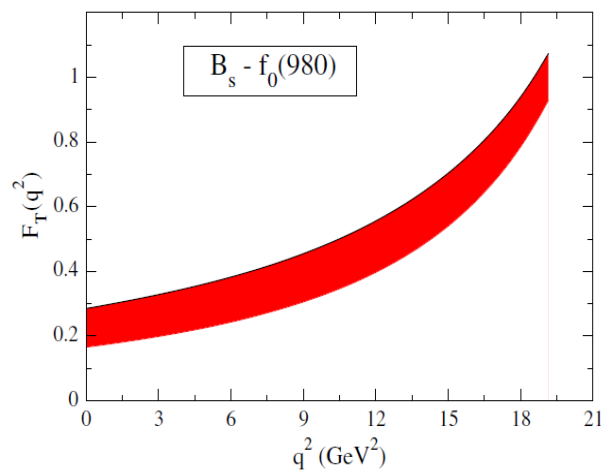


Рисунок 9 – $F_T(q^2)$ формфакторы для перехода $B_s^0 \rightarrow f_0(980)$.

Верхние и нижние края соответствуют значениям $\Lambda_s = 1.5$ ГэВ и $\Lambda_s = 0.8$ ГэВ соответственно

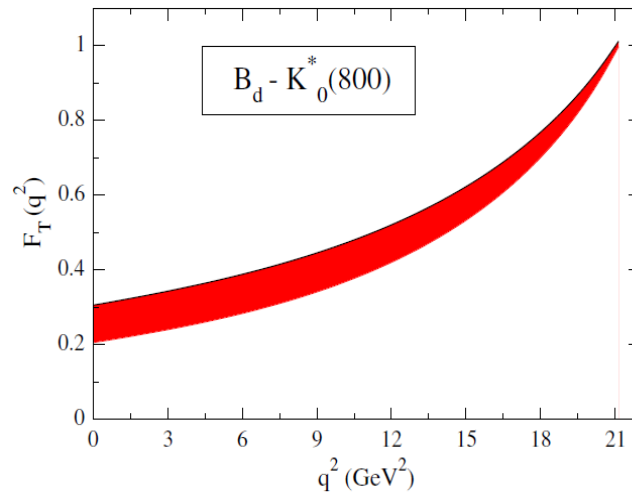


Рисунок 10 – $F_T(q^2)$ формфакторы для перехода $B_d^0 \rightarrow K_0^*(800)$.

Верхние и нижние края соответствуют значениям $\Lambda_S = 1.5$ ГэВ и $\Lambda_S = 0.8$ ГэВ соответственно

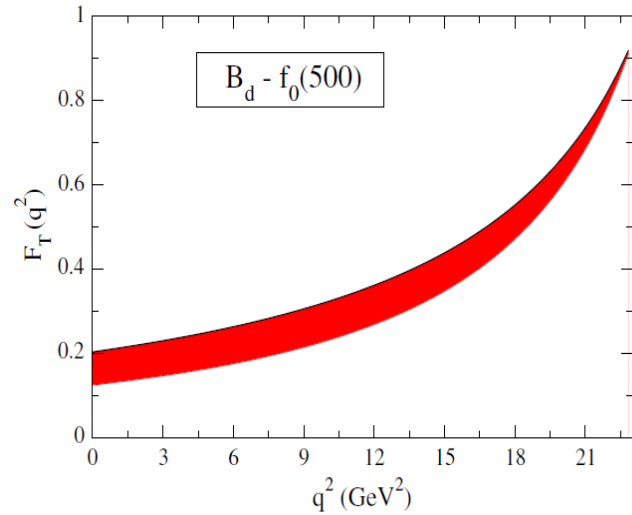


Рисунок 11 – $F_T(q^2)$ формфакторы для перехода $B_d^0 \rightarrow f_0(500)$.

Верхние и нижние края соответствуют значениям $\Lambda_S = 1.5$ ГэВ и $\Lambda_S = 0.8$ ГэВ соответственно

На сегодняшний день опубликовано несколько работ, посвященных $B \rightarrow S$ переходам [22, 24]. Мы приводим максимальные значения формфакторов в нашей модели и сравниваем их с результатами других работ в таблице 2.

Таблица 2 – Значения формфакторов при $q^2 = 0$ в ковариантной модели кварков (при $\Lambda_S = 1.5$ ГэВ) и других подходах

$B - S$	$F(0)$	Наша модель	[22]	[24]	[10]	[20]	[30]	[31]
$B_d^0 - a_0^+(980)$	$F_+(0)$	0.192	0.58	0.56				
$B_s^0 - K_0^{*+}(800)$	$F_+(0)$	0.274	0.44	0.53				
$B_s^0 - f_0(980)$	$F_+(0)$	0.254	0.45	0.44	0.19	0.35	0.12	0.40
	$F_T(0)$	0.285	0.60	0.58	0.23	0.40	-0.08	
$B_d^0 - K_0^{*0}(800)$	$F_+(0)$	0.306	0.50	0.46				
	$F_T(0)$	0.306	0.67	0.58				
$B_d^0 - f_0(500)$	$F_+(0)$	0.210						
	$F_T(0)$	0.203						

Выводы

В свете изучения неопределенности в полном угловом распределении распада $B \rightarrow K^* (\rightarrow K\pi) \mu^+ \mu^-$, которая вызвана вкладом от промежуточного скалярного K_0^* резонанса, в данной работе в рамках ковариантной модели кварков вычислены формфакторы переходов $B(B_S) \rightarrow S$, где S есть скалярный мезон. Поведение формфакторов получено во всей кинематической области квадрата переданного импульса. Вычисления проведены для нонета скалярных мезонов с массами меньше 1 ГэВ ($f_0(500)$, $f_0(980)$, $a_0(980)$ и $K_0^*(800)$) в предположении, что они являются простейшими кварк-антикварковыми состояниями.

Благодарность

Данная статья выполнена в рамках грантового финансирования научных проектов Министерства образования и науки Республики Казахстан по теме 3092/ГФ4, номер государственной регистрации №0115РК01040, а также гранта «ЛП ВУЗа-2016».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] LHCb Collaboration, Aaij R. et. al. Measurement of Form-Factor-Independent Observables in the Decay" // Phys.Rev.Lett. – 2013.–Vol.111, №19. –P.191801 // arXiv: 1308.1707 [hep-ex] Godfrey S. and Napolitano J. // Rev. Mod. Phys. 71, 1411 (1999), [arXiv:hep-ph/9811410].
- [2] Aaij R. et. al. Differential branching fraction and angular analysis of the decay // Journal of High Energy Physics – 2013. –Vol.1308. –P.131 // arXiv: 1304.6325 [hep-ex].
- [3] Altmannshofer W., Straub D.M. New physics in $b \rightarrow s$ transitions after LHC run 1 // Eur.Phys.J. C – 2015. –Vol.75, №8. –P.382 // arXiv: 1411.3161 [hep-ph].
- [4] Descotes-Genon S. et. al. Implications from clean observables for the binned analysis of $B \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$ at large recoil // Journal of High Energy Physics – 2013. –Vol. 1301. –P.048 // arXiv: 1207.2753 [hep-ph].
- [5] Hurth T. and Mahmoudi F. On the LHCb anomaly in $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ // J. High Energy Phys. – 2014. –Vol. 1404. –P.097 // arXiv: 1312.5267 [hep-ph].
- [6] Datta A., Duraisamy M. and Ghosh D. Explaining the $B \rightarrow K \mu^+ \mu^-$ data with scalar interactions // Phys.Rev. D – 2014. –Vol. 89, №7. –P.071501 // arXiv: 1310.1937 [hep-ph].
- [7] Bobeth C., Hiller G. and van Dyk D. General analysis of $B^- \rightarrow K^- (\pi^0) \ell^+ \ell^-$ decays at low recoil // Phys.Rev. D – 2013. –Vol. 87, №3. –P.034016 // arXiv: 1212.2321 [hep-ph].
- [8] Mandal R., Sinha R. and Das D. Testing New Physics Effects in $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ // Phys.Rev. D – 2014. –Vol. 90, №9. –P.096006 // arXiv:1409.3088 [hep-ph].
- [9] Ali A. et. al. A Comparative study of the decays $B \rightarrow (K, K^*) \ell^+ \ell^-$ in standard model and supersymmetric theories // Phys. Rev. D – 2000. –Vol. 61. –P.074024.
- [10] Colangelo P. et. al. QCD sum rule analysis of the decays $B \rightarrow K \ell^+ \ell^-$ and $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ // Phys.Rev. D – 1996. –Vol. 53. –P.3672-3686 // Erratum: Phys.Rev. D – 1998. –Vol. 57. –P.3186.
- [11] Melikhov D., Nikitin N. and Simula S. Rare exclusive semileptonic $b \rightarrow s$ transitions in the standard model // Phys.Rev. D – 1998. –Vol. 57. –P.6814-6828.
- [12] Aliev T. M., Ozpineci A. and Savci M. Exclusive $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ decay with polarized K^* and new physics effects // Phys.Lett. B – 2001. –Vol. 511. –P.49-58.
- [13] Chen C.H. and Geng C.Q. Analysis of $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ decays at large recoil region // Nucl.Phys. B – 2002. –Vol. 636. –P.338-364.
- [14] Ebert D., Faustov R.N. and Galkin V.O. Rare Semileptonic Decays of B and Bc Mesons in the Relativistic Quark Model // Phys.Rev. D – 2010. –Vol. 82. –P.034032 // arXiv: 1006.4231 [hep-ph].
- [15] Ivanov M.A. et. al. B- to light-meson transition form-factors // Phys.Rev. D – 2007. –Vol. 76. –P.034018.
- [16] Yang M.Z. Semileptonic decay of B and D $\rightarrow K^*(1430) \ell^+ \ell^-$ from QCD sum rule // Phys.Rev. D – 2006. –Vol. 73. –P.034027 // Erratum: Phys.Rev. D – 2006. –Vol. 73. –P.079901.
- [17] Chen C.H. et. al. Study of $B \rightarrow K^*(0)(1430) \ell^+ \ell^-$ decays // Phys.Rev. D – 2007. –Vol. 75. –P.074010.
- [18] Aliev T.M., Azizi K. and Savci M. Analysis of rare $B \rightarrow K^*(0)(1430) \ell^+ \ell^-$ decay within QCD sum rules // Phys.Rev. D – 2007. –Vol. 76. –P.074017 // arXiv:0710.1508 [hep-ph].
- [19] Wang Y.M., Aslam M.J. and Lu C.D. Scalar mesons in weak semileptonic decays of B(s) // Phys.Rev. D – 2008. –Vol. 78 –P.014006 // arXiv:0804.2204 [hep-ph].
- [20] Li R.H. et. al. B $\rightarrow S$ Transition Form Factors in the PQCD approach // Phys.Rev. D – 2009. –Vol. 79. –P.014013 // arXiv:0811.2648 [hep-ph].
- [21] Colangelo P., De Fazio F. and Wang W. $B_s \rightarrow f_0(980)$ form factors and B_s decays into $f_0(980)$ // Phys.Rev. D – 2010. –Vol. 81. –P.074001 // arXiv:1002.2880 [hep-ph].
- [22] Sun Y.J. et. al. B(s) $\rightarrow S$ transitions in the light cone sum rules with the chiral current // Phys.Rev. D – 2011. –Vol. 83. –P.025024 // arXiv:1011.3901 [hep-ph].

- [23] Han H. Y. et. al. Twist-3 Distribution Amplitudes of Scalar Mesons within the QCD Sum Rules and Its Application to the $B \rightarrow S$ Transition Form Factors // *Eur.Phys.J. A* – 2013. –Vol. 49. –P.78 // arXiv:1301.3978 [hep-ph].
- [24] Wang Z.G. $B \rightarrow S$ transition form-factors with the light-cone QCD sum rules // *Eur.Phys.J. C* – 2015. –Vol. 75, №2. – P.50 // arXiv:1409.6449 [hep-ph].
- [25] G-fitter, A Generic Fitter Project for HEP Model Testing // *Chin.Phys.* – 2014. №38. –P.090001.
- [26] Исадыков А.Н. и др. // *Известия НАН РК серия физ. - мат.* – 2015. –Т.303, №5.
- [27] Исадыков А.Н., Иванов М.А., Сахиев С.К. // *Вестник ЕНУ серия естественно-технических наук* – 2015. – Т.107, №4.
- [28] Исадыков А.Н. и др. // *Вестник КазНУ серия физическая* – 2015. –Т.54.
- [29] Kruger F. and Matias J. Probing new physics via the transverse amplitudes of $B_0 \rightarrow K^* (\rightarrow K \pi) l^+ l^-$ at large recoil // *Phys.Rev. D* – 2005. –Vol. 71. –P.094009.
- [30] Ghahramany N. and Khosravi R. Analysis of the rare semileptonic decays of B_s to $f_0(980)$ and $K^*(1430)$ scalar mesons in QCD sum rules // *Phys.Rev. D* – 2009. –Vol. 80. –P.016009.
- [31] El-Bennich B. et. al. The Scalar Meson $f_0(980)$ in Heavy-Meson Decays // *Phys.Rev. D* – 2009. –Vol. 79. –P.076004 // arXiv:0810.5771 [hep-ph].

REFERENCES

- [1] LHCb Collaboration, Aaij R. et. al. Measurement of Form-Factor-Independent Observables in the Decay" // *Phys.Rev.Lett.* 2013. Vol.111, №19. P.191801 // arXiv: 1308.1707 [hep-ex] Godfrey S. and Napolitano J. // *Rev. Mod. Phys.* 71, 1411 (1999), [arXiv:hep-ph/9811410].
- [2] Aaij R. et. al. Differential branching fraction and angular analysis of the decay // *Journal of High Energy Physics.* 2013. Vol.1308. P.131 // arXiv: 1304.6325 [hep-ex].
- [3] Altmannshofer W., Straub D.M. New physics in $b \rightarrow s$ transitions after LHC run 1 // *Eur.Phys.J. C* 2015. Vol.75, №8. P.382 // arXiv: 1411.3161 [hep-ph].
- [4] Descotes-Genon S. et. al. Implications from clean observables for the binned analysis of $B \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$ at large recoil // *Journal of High Energy Physics.* 2013. Vol. 1301. P.048 // arXiv: 1207.2753 [hep-ph].
- [5] Hurth T. and Mahmoudi F. On the LHCb anomaly in $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ // *J. High Energy Phys.* 2014. Vol. 1404. P.097 // arXiv: 1312.5267 [hep-ph].
- [6] Datta A., Duraisamy M. and Ghosh D. Explaining the $B \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$ data with scalar interactions // *Phys.Rev. D.* 2014. –Vol. 89, №7. –P.071501 // arXiv: 1310.1937 [hep-ph].
- [7] Bobeth C., Hiller G. and van Dyk D. General analysis of $B^- \rightarrow K^* (\ell^+ \ell^-) \ell^+ \ell^-$ decays at low recoil // *Phys.Rev. D* – 2013. –Vol. 87, №3. –P.034016 // arXiv: 1212.2321 [hep-ph].
- [8] Mandal R., Sinha R. and Das D. Testing New Physics Effects in $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ // *Phys.Rev. D* – 2014. –Vol. 90, №9. – P.096006 // arXiv:1409.3088 [hep-ph].
- [9] Ali A. et. al. A Comparative study of the decays $B \rightarrow (K, K^*) \ell^+ \ell^-$ in standard model and supersymmetric theories // *Phys. Rev. D* – 2000. Vol. 61. P.074024.
- [10] Colangelo P. et. al. QCD sum rule analysis of the decays $B \rightarrow K \ell^+ \ell^-$ and $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ // *Phys.Rev. D* – 1996. –Vol. 53. –P.3672-3686 // Erratum: *Phys.Rev. D* – 1998. Vol. 57. P.3186.
- [11] Melikhov D., Nikitin N. and Simula S. Rare exclusive semileptonic $b \rightarrow s$ transitions in the standard model // *Phys.Rev. D* – 1998. Vol. 57. P.6814-6828.
- [12] Aliev T. M., Ozpineci A. and Savci M. Exclusive $B \rightarrow K^* \ell^+ \ell^-$ decay with polarized K^* and new physics effects // *Phys.Lett. B* – 2001. Vol. 511. P.49-58.
- [13] Chen C.H. and Geng C.Q. Analysis of $B \rightarrow K^* l^+ l^-$ decays at large recoil region // *Nucl.Phys. B* – 2002. Vol. 636. P.338-364.
- [14] Ebert D., Faustov R.N. and Galkin V.O. Rare Semileptonic Decays of B and Bc Mesons in the Relativistic Quark Model // *Phys.Rev. D* – 2010. Vol. 82. P.034032 // arXiv: 1006.4231 [hep-ph].
- [15] Ivanov M.A. et. al. B- to light-meson transition form-factors // *Phys.Rev. D* – 2007. Vol. 76. P.034018.
- [16] Yang M.Z. Semileptonic decay of B and D $\rightarrow K^*(1430) \text{ anti-} l \nu$ from QCD sum rule // *Phys.Rev. D* – 2006. Vol. 73. P.034027 // Erratum: *Phys.Rev. D* – 2006. Vol. 73. P.079901.
- [17] Chen C.H. et. al. Study of $B \rightarrow K^*(0)(1430) l^+ \text{ anti-} l^-$ decays // *Phys.Rev. D* – 2007. –Vol. 75. –P.074010.
- [18] Aliev T.M., Azizi K. and Savci M. Analysis of rare $B \rightarrow K^*(0)(1430) l^+ l^-$ decay within QCD sum rules // *Phys.Rev. D* – 2007. –Vol. 76. –P.074017 // arXiv:0710.1508 [hep-ph].
- [19] Wang Y.M., Aslam M.J. and Lu C.D. Scalar mesons in weak semileptonic decays of B(s) // *Phys.Rev. D* – 2008. Vol. 78 –P.014006 // arXiv:0804.2204 [hep-ph].
- [20] Li R.H. et. al. B \rightarrow S Transition Form Factors in the PQCD approach // *Phys.Rev. D* – 2009. Vol. 79. P.014013 // arXiv:0811.2648 [hep-ph].
- [21] Colangelo P., De Fazio F. and Wang W. $B_s \rightarrow f_0(980)$ form factors and B_s decays into $f_0(980)$ // *Phys.Rev. D* – 2010. Vol. 81. P.074001 // arXiv:1002.2880 [hep-ph].
- [22] Sun Y.J. et. al. B(s) \rightarrow S transitions in the light cone sum rules with the chiral current // *Phys.Rev. D* – 2011. Vol. 83. P.025024 // arXiv:1011.3901 [hep-ph].
- [23] Han H. Y. et. al. Twist-3 Distribution Amplitudes of Scalar Mesons within the QCD Sum Rules and Its Application to the $B \rightarrow S$ Transition Form Factors // *Eur.Phys.J. A* – 2013. –Vol. 49. –P.78 // arXiv:1301.3978 [hep-ph].
- [24] Wang Z.G. $B \rightarrow S$ transition form-factors with the light-cone QCD sum rules // *Eur.Phys.J. C* – 2015. Vol. 75, №2. P.50 // arXiv:1409.6449 [hep-ph].

- [25] G-fitter, A Generic Fitter Project for HEP Model Testing // Chin.Phys. 2014. №38. P.090001.
 [26] Issadykov A.N. i dr. // Izvestiya NAN RK seriya fiz. - mat. 2015. V.303, №5.
 [27] Issadykov A.N., Ivanov M.A., Sakhiyev S.K. // Vestnik ENU seriya estestvenno-tekhnicheskikh nauk – 2015. V.107, №4.
 [28] Issadykov A.N. i dr. // Vestnik KazNU seriya fizicheskaya – 2015. V.54.
 [29] Kruger F. and Matias J. Probing new physics via the transverse amplitudes of $B_0 \rightarrow K^*0 (-\rightarrow K- \pi^+) l+l-$ at large recoil // Phys.Rev. D – 2005. Vol. 71. P.094009.
 [30] Ghahramany N. and Khosravi R. Analysis of the rare semileptonic decays of B_s to $f_0(980)$ and $K-0^*(1430)$ scalar mesons in QCD sum rules // Phys.Rev. D – 2009. –Vol. 80. –P.016009.
 [31] El-Bennich B. et. al. The Scalar Meson $f_0(980)$ in Heavy-Meson Decays // Phys.Rev. D – 2009.Vol. 79. P.076004 // arXiv:0810.5771 [hep-ph].

А.Н. Исадыков^{1,2}, М.А. Иванов¹, Г.С. Нурбакова^{2,3}, Г.Г. Сайдуллаева^{2,3}, С.Б. Рустембаева^{2,3}

¹Біріккен ядролық зерттеулер институты, Дубна қ-сы, Ресей Федерациясы;

²Эксперименттік және теориялық физика ғылыми-зерттеу институты, Алматы қ-сы, Қазақстан Республикасы;

³Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ-сы, Қазақстан Республикасы)

B–S АУЫСУЫНЫҢ ФОРМФАКТОРЛАРЫН ЕСЕПТЕУ

Аннотация. Бұл жұмыста кварктардың коварианттық моделінің аясында $B(B_S) \rightarrow S$ (мұндағы S - скаляр мезон) ауысуының формфакторлары есептелінген. $B \rightarrow S$ ауысуының матрицалық элементінің диаграммасы келтірілген. Формфакторлардың өзгеру тәртібі берілген импульстің квадратының дерлік кинематикалық аймағында есептелінді. Формфакторларды есептеу Λ_S параметрінің әр түрлі мәндері үшін жүргізілді. Біз бұл параметрді $\Lambda_S \in [0.8, 1.5]$ ГэВ интервалы аралығында өзгерттік. Берілген импульстің аздаған мәндерінде формфакторлардың Λ_S параметрін таңдауға қатысты сезімталдығы айқынырақ және де нольдік қайтарым маңында сезімталдығы аздау. Алынған формфакторлардың сандық мәндерін басқа жұмыстардың нәтижелерімен салыстырдық. Мезондарды қарапайым кварк-антикварктық күйлер ретінде қарастыруға болады деген болжаммен, есептеулер массалары 1 ГэВ-тен аз болатын скаляр мезондар нонетіне ($f_0(500)$, $f_0(980)$, $a_0(980)$ және $K_0^*(800)$) жүргізілді.

Тірек сөздер: Формфакторлар, скалярлық мезон, кварктардың коварианттық моделі.

Сведения об авторах:

Исадыков А. Н. – PhD доктор, научный сотрудник в ЛТФ им. Н. Н. Боголюбова, ОИЯИ, Дубна, Российская Федерация, научный сотрудник НИИЭТФ, Алматы, Республика Казахстан тел: + 7 701 4000 674, email: issadykov.a@gmail.com;

Иванов М. А. – д.ф.-м.н., профессор, начальник сектора в ЛТФ им. Н. Н. Боголюбова, ОИЯИ, Дубна, Российская Федерация, email: ivanovm@theor.jinr.ru;

Нурбакова Г. С. – к.ф.-м.н., доцент Казахского национального университета им. аль-Фараби, ведущий научный сотрудник НИИЭТФ, Алматы, Республика Казахстан Алматы, тел: + 7 707 724 67 80, email: g_nurbakova@gmail.com;

Сайдуллаева Г.Г. - PhD доктор, ст.преподаватель Казахского национального университета им. аль-Фараби, научный сотрудник НИИЭТФ, Алматы, Республика Казахстан Алматы, email: guzch_08@gmail.com;

Рустембаева С.Б. – магистрант Казахского национального университета им. аль-Фараби, научный сотрудник НИИЭТФ, Алматы, Республика Казахстан, тел: +7 707 332 61 62.

МАЗМҰНЫ

<i>Асанова А.Т.</i> Сынықтар әдісінің жүктелген және интегралдық-дифференциалдық параболалық теңдеулер үшін периодты есепті шешуге қолданылуы	5
<i>Сергазина А.М., Есмаханова Қ.Р., Ержанов К.К., Тунгушбаева Д.И.</i> (1+1)-өлшемді локалды емес фокусталған сызықты емес шредингер теңдеуі үшін дарбу түрлендіруі.....	14
Боос Э.Г. <i>Темиралиев Т*, Избасаров М., Самойлов В.В., Покровский Н.С., Турсунов Р.А.</i> Импульсі 32 ГЭВ/С антипротон-протондық аннигиляциялық реакциясында екінші реттік зарядталған бөлшектердің бұрыштық корреляциясы.....	22
<i>Бошқаев Қ.А., Жәми Б.А., Қалымова Ж.А., Бришева Ж.Н.</i> Шекті температуралар мен жалпы салыстырмалық теориясының әсерлерін ескергендегі статикалық ақ ергежейлі жұлдыздар.....	27
<i>Мурзахметов А.Н., Федотов А.М., Гришко М.В., Дюсембаев А.Е.</i> Әлеуметтік-экономикалық қоғамдарда инновацияның таралуын модельдеу.....	39
<i>Оразбаев С.А., Рамазанов Т.С., Досболаев М.Қ., Габдуллин М.Т., Әмірбеков Д.Б.</i> Жоғары жиілікті разряд плазмасында супергидрофобты беттер алу әдісі.....	45
<i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Ұңғымаларды игеру кезінде ұңғымаларды шаюдағы отандық және шетелдік технологияларды қолдану ерекшеліктері	52
<i>Қабылбеков К.А., Омашова Г.Ш.</i> MATLAB жүйесін қолданып жылу тасымалдауды зерттеуге арналған зертханалық жұмыстарды орындауды ұйымдастыру.....	56
<i>Исадыков А.Н., Иванов М.А., Нурбакова Г.С., Сайдуллаева Г.Г., Рустембаева С.Б.</i> В–S ауысуының формфакторларын есептеу	67
<i>Нурбакова Г.С., Хабыл Н., Валиолда Д.С., Тюлемисов Ж.Ж.</i> $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$ Ауысуы үшін формфакторлар.....	78
<i>Жақып-тегі К. Б.</i> Ойдан шығарылған аймақтар әдістемесінің гидродинамикадағы репрезентаттығы	85
<i>Мусрепова Э., Жидебаева А.Н., Шалданбаев А.Ш.</i> Сингуляр әсерленген, бірінші ретті теңдеудің, Кошилік есебін шешудің операторлық әдістері.....	96
<i>Исадыков А.Н., Иванов М.А., Нурбакова Г.С., Жаугашева С.А., Мұратхан Ж.</i> Кварктардың коварианттық моделінде $V_s \rightarrow \phi$ ауысуы.....	108
<i>Жақып-тегі К. Б.</i> «Дарси заңының» сүзгі теориясындағы компилятивтігі	115
<i>Глуценко Н.В., Горлачев И.Д., Желтов А.А., Киреев А.В., *Мұқашев Қ.М., Платов А.В.</i> УКП-2-1 үдеткішімен жүргізілетін физикалық эксперименттерді орындауды автоматтандыру.....	131
<i>Қабылбеков К.А., Омашова Г.Ш.</i> MATLAB жүйесін қолданып гидродинамикадан компьютерлік зертханалық жұмыстарды орындауды ұйымдастыру.....	139
<i>Байдуллаев С., Байдуллаев С.С.</i> Жердің тәулік дәуірлі электр токтары.....	146
<i>Моисеева Е.С., Найманова А.Ж.</i> Көлденең үрленетін ағынша мен жылдамдығы дыбыс жылдамдығынан жоғары ағыспен әсерлесу механизмдеріне кіре берістегі шекаралық қабаттың әсері.....	154
<i>Глуценко Н.В., Горлачев И.Д., Желтов А.А., Киреев А.В., *Мұқашев Қ.М., Платов А.В.</i> УКП-2-1 үдеткішімен жүргізілетін физикалық эксперименттерді орындауды автоматтандыру.....	163
<i>Ахмедиярова А.Т., Мамырбаев О.Ж.</i> Петри желісімен қалалық жол көлігі қозғалысын модельдеу.....	171

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Асанова А.Т.</i> Применение метода ломаных к решению периодической задачи для нагруженного и интегро-дифференциального параболических уравнений	5
<i>Сергазина А.М., Есмаханова К.Р., Ержанов К.К., Тунгушбаева Д.И.</i> Преобразования Дарбу для (1+1)-мерного нелокального фокусированного нелинейного уравнения шредингера.....	14
<i>Боос Э.Г., Темиралиев Т.*</i> , <i>Избасаров М., Жаутыков Б.О., Самойлов В.В., Покровский Н.С., Турсунов Р.А.</i> Угловые корреляции вторичных заряженных частиц в реакциях антипротон-протонной аннигиляции ПРИ 32 ГЭВ/С.....	22
<i>Бошкаев К.А., Жами Б.А., Калымова Ж.А., Бришева Ж.Н.</i> Статические белые карлики с учетом эффектов конечных температур и общей теории относительности.....	27
<i>Мурзахметов А.Н., Федотов А.М., Гришко М.В., Дюсембаев А.Е.</i> Моделирование распространения инновации в социально-экономических системах.....	39
<i>Оразбаев С.А., Рамазанов Т.С., Досболаев М.Қ., Габдуллин М.Т., Өмірбеков Д.Б.</i> Способ получения супергидрофобных поверхностей в плазме ВЧ разряда.....	45
<i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Особенности применения отечественных и зарубежных технологий промывки скважин при освоении скважин.....	52
<i>Кабылбеков К.А., Омашова Г.Ш.</i> Организация выполнения компьютерных лабораторных работ по исследованию теплопереноса с применением системы MATLAB.....	56
<i>Исадыков А.Н., Иванов М.А., Нурбакова Г.С., Сайдуллаева Г.Г., Рустембаева С.Б.</i> Вычисление формфакторов В-S перехода.....	67
<i>Нурбакова Г.С., Хабыл Н., Валиолда Д.С., Тюлемисов Ж.Ж.</i> Формфактор для перехода $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$	78
<i>Джакупов К.Б.</i> Репрезентативность метода фиктивных областей в гидродинамике.....	85
<i>Мусрепова Э., Жидебаева А.Н., Шалданбаев А.Ш.</i> Об операторных методах решения сингулярно возмущенной задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка с переменным коэффициентом.....	96
<i>Исадыков А.Н., Иванов М.А., Нурбакова Г.С., Жаугашева С.А., Муратхан Ж.</i> $V_s \rightarrow \phi$ переход в ковариантной модели кварков.....	108
<i>Джакупов К.Б.</i> Компилятивность “Закона Дарси” в теории фильтрации.....	115
<i>Глуценко Н.В., Горлачев И.Д., Желтов А.А., Киреев А.В., *Мукашев К.М., Платов А.В.</i> Автоматизация проведения физических экспериментов на ускорителе УСП-2-1.....	131
<i>Кабылбеков К.А., Омашова Г.Ш.</i> Организация выполнения компьютерных лабораторных работ по гидродинамике с применением системы MATLAB.....	139
<i>Байдуллаев С., Байдуллаев С. С.</i> Земные электрические токи с суточными периодами.....	146
<i>Моисеева Е.С., Найманова А.Ж.</i> Влияние толщины пограничного слоя на входе на механизмы взаимодействия сверхзвукового потока с поперечно дувимой струей.....	154
<i>Глуценко Н.В., Горлачев И.Д., Желтов А.А., Киреев А.В., Мукашев К.М., Платов А.В.</i> Автоматизация проведения физических экспериментов на ускорителе УСП-2-1.....	163
<i>Ахмедиярова А.Т., Мамырбаев О.Ж.</i> Моделирование транспортных систем города с помощью сетей Петри.....	171

CONTENTS

<i>Assanova A.T.</i> Application of polygonal method to solve of periodic problem for loaded and integro-differential parabolic equations	5
<i>Sergazina A., Yesmakhanova K., Yerzhanov K., Tungushbaeva D.</i> Darboux transformation for the (1+1)-dimensional nonlocal focusing nonlinear schrödinger equation.....	14
<i>Boos E., Temiraliyev T., Izbasarov M., Zhautykov B., Samoiloov V., Pokrovsky N., Tursunov R.</i> Angle correlations of secondary charged particles in the reactions of antiproton-proton annihilation at 32 GEV/S.....	22
<i>Boshkayev K.A., Zhami B.A., Kalymova Zh.A., Brisheva Zh.N.</i> Static white dwarfs taking into account the effects of finite temperatures and general relativity.....	27
<i>Murzakhmetov A.N., Fedotov A.M., Grishko M.B., Dyusembaev A.E.</i> Modeling of distribution of innovation in socio-economic systems.....	39
<i>Orazbayev S.A., Ramazanov T.S., Dosbolayev M.K., Gabdullin M.T., Omirbekov D.B.</i> The method of obtaining hydrophobic surfaces in the plasma of rf discharge.....	45
<i>Sarsenbayev Kh.A., Khamzina B.S., Koldassova G.A., Issayeva G.B.</i> Features of application of domestic and foreign technologies of washing of wells at development of wells	52
<i>Kabyzbekov K. A., Omashova G. SH.</i> Organization of implementation of computer laboratory works for the study of heat transfer with the use of MATLAB system.....	56
<i>Issadykov A.N., Ivanov M.A., Nurbakova G.S., Saidullaeva G.G., Rustembayeva S.B.</i> Calculation of B-S transition form factors	67
<i>Nurbakova G.S., Habyln., Valiolda D.S., Tyulemissov Zh. Zh.</i> Form factors for $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$ transition.....	78
<i>Jakupov K.B.</i> Representation of the method of the fiction areas in hydrodynamics.....	85
<i>Musrepova E., Zhidebaeva A.N., Shaldanbaeva A.Sh.</i> On operator methods for solving a singularly perturbed Cauchy problem for an ordinary differential equation of the first order with a variable coefficient.....	96
<i>Issadykov A.N., Ivanov M.A., Nurbakova G.S., Zhaugasheva S.A., Muratkhan Zh.</i> $B_s \rightarrow \phi$ Transition in covariant quark model.....	108
<i>Jakupov K.B.</i> Complicability of the "Darcy law" in the filtration theory.....	115
<i>Gluschenko N.V., Goralchev I.D., Zheltov A.A., Kireev A.V., Mukshev K.M., Platov A.V.</i> Automation of experimentation at Accelerator UKP-2-1	131
<i>Kabyzbekov K. A., Omashova G. SH.</i> Organization of implementation of computer laboratory works on hydrodynamics with application of MATLAB.....	139
<i>Baydullaev S., Baydullaev S. S.</i> Earth electric currents with diurnal periods.....	146
<i>Moisseyeva Ye., Naimanova A. E.</i> Effect of boundary layer thickness at inlet on patterns of interaction of supersonic flow with transverse injected jet.....	154
<i>Gluschenko N.V., Goralchev I.D., Zheltov A.A., Kireev A.V., Mukshev K.M., Platov A.V.</i> Automation of experimentation at accelerator UKP-2-1	163
<i>Akhmediyarova A.T., Mamyrbayev O.</i> Modeling of transport system with the help of Petri net.....	171

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.physics-mathematics.kz>

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Редакторы *М. С. Ахметова, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 20.12.2017.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11,2 п.л. Тираж 300. Заказ 6.

Национальная академия наук РК
050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19