

NEWS

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

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 316 (2017), 108 – 114

A.N. Issadykov^{1,2}, M.A. Ivanov¹,
G.S. Nurbakova^{2,3}, S.A. Zhaugasheva^{2,3}, Zh. Muratkhan³

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

$B_s \rightarrow \phi$ TRANSITION IN COVARIANT QUARK MODEL

Abstract. In this paper the matrix element of exclusive decay $H_1 \rightarrow H_2 + l^+ l^-$ was written in the form of a combination of matrix elements of local operators. These matrix elements of local operators are defined in terms of form factors. The behavior of form factors is obtained in the full kinematic region of the square of the transferred momentum. The connection of our form factors with the form factors of other theoretical approaches is given. We compared the numerical values of the form factors derived from the covariant quark model for the $B_s \rightarrow \phi$ transition with values of other studies, and found full agreement.

Keywords: Form factors, $B_s \rightarrow \phi$ transition, covariant quark model.

УДК 539.126.4

А.Н. Исадыков^{1,2}, М.А. Иванов¹,
Г.С. Нурбакова^{2,3}, С.А. Жаугашева^{2,3}, Ж. Муратхан³

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

$B_s \rightarrow \phi$ ПЕРЕХОД В КОВАРИАНТНОЙ МОДЕЛИ КВАРКОВ

Аннотация. В рамках данной работы написан матричный элемент эксклюзивного распада $H_1 \rightarrow H_2 + l^+ l^-$ в виде комбинации матричных элементов локальных операторов. Эти матричные элементы локальных операторов определены через формфакторы. Поведение формфакторов получено во всей кинематической области квадрата переданного импульса. Приведена связь наших формфакторов с формфакторами других теоретических подходов. При сравнении численных значений формфакторов $B_s \rightarrow \phi$ перехода, полученных в ковариантной модели кварков, со значениями других работ и подходов показало полное согласие.

Ключевые слова: Формфакторы, $B_s \rightarrow \phi$ переход, ковариантная модель кварков.

Введение

Распад $B_s \rightarrow \phi \mu^+ \mu^-$ протекает через петлевые диаграммы, как показано на рисунке 1, за счет нейтральных токов с изменением флэйвора. В рамках СМ новые тяжелые частицы могут появляться в конкурирующих диаграммах и влиять на значения брэнчингов распада и на угловые распределения частиц в конечном состоянии.

Этот канал распада был впервые обнаружен и исследован коллаборацией CDF [1, 2], в дальнейшем изучен коллаборацией LHCb [3,4]. Несмотря на то, что угловые распределения были в

хорошим согласии с ожиданиями СМ, измеренный брэнчинг распада имел расхождение с предсказанием СМ на уровне 3.1 стандартных отклонения [4,5].

Распад $B_S \rightarrow \phi \mu^+ \mu^-$ аналогичен распаду $B \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$. Поскольку рождение B_S -мезона подавлено по отношению к B^0 -мезону соотношением $f_s/f_d \sim 1/4$, узкий ϕ -резонанс обеспечивает чистый набор данных с низким уровнем фона. Более того, вклад S -волны, где спин системы $K^+ K^-$ равен нулю, по теоретическим вычислениям, проведенным в работе [6], ожидается незначительным. Основное отличие распада $B_S \rightarrow \phi \mu^+ \mu^-$ от распада $B \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$ заключается в том, что конечное состояние не содержит информацию о начальном состоянии мезона, был ли начальный мезон B_S или \bar{B}_S . Кроме того, $B_S - \bar{B}_S$ смешивание может иметь вклад в прямой распад, обеспечивая дополнительный вклад в амплитуду. Этот вопрос был рассмотрен подробно в работе [7].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМФАКТОРОВ $B_S \rightarrow \phi$ ПЕРЕХОДА

Рассмотрим эксклюзивный распад тяжелого адрона $H_1 = B_S$ в легкий адрон $H_2 = \phi$ и лептонную пару. Кинематика данного распада определяется как $H_1(p_1) \rightarrow H_2(p_2) + l^+(k_1) + l^-(k_2)$, где $p_1 = p_2 + k_1 + k_2$, $p_1^2 = m_{lep}^2$, $p_2^2 = m_2^2$ и $k_1^2 = k_2^2 = m_{lep}^2$. m_1, m_2, m_{lep} являются массами начального мезона H_1 , конечного мезона H_2 и лептона l соответственно. Матричный элемент эксклюзивного распада $H_1 \rightarrow H_2 + l^+ l^-$ записывается в виде комбинации матричных элементов локальных $\bar{s}\Gamma b$ операторов, определяющих матричный элемент распада $b \rightarrow s l^+ l^-$:

$$M(H_1 \rightarrow H_2 \bar{l}l) = \frac{G_F}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\alpha \lambda_1}{2\pi} \cdot \{C_9^{eff} \langle H_2 | \bar{s}O^\mu b | H_1 \rangle \bar{l}\gamma_\mu l + C_{10} \langle H_2 | \bar{s}O^\mu b | H_1 \rangle \bar{l}\gamma_\mu \gamma_5 l - \frac{2\hat{m}_b}{q^2} C_7^{eff} \langle H_2 | \bar{s}i\sigma^{\mu\nu} (1 + \gamma^5) q^\nu b | H_1 \rangle \bar{l}\gamma_\mu l\}. \quad (1)$$

Матричные элементы локальных операторов параметризуются с помощью набора скалярных функций, называемых формфакторами, которые зависят от квадрата переданного лептонной паре импульса $q = k_1 + k_2$. Данная кинематическая переменная изменяется в следующих пределах:

$$4m_{lep}^2 \leq q^2 \leq (m_1 - m_2)^2. \quad (2)$$

Диаграмма Фейнмана, описывающая $B_S \rightarrow \phi$ переход в рамках нашей ковариантной модели кварков, изображена на рисунке 1. Матричные элементы выражаются через безразмерные формфакторы следующим образом [8, 9]:

$$\langle \Phi(p_2, \epsilon_2) | \bar{s}O^\mu b | B_S(p_1) \rangle = N_c g_{B_S} g_\Phi \int \frac{d^4 k}{(2\pi)^4} \tilde{\Phi}_{B_S}(-k + w_{13}p_1)^2 \tilde{\Phi}_\Phi(-k + w_{23}p_2)^2 \times \text{tr}[O^\mu S_b(k + p_1) \gamma^5 S_s(k) \not{\epsilon}_2^\dagger S_s(k + p_2)] = \frac{\epsilon_v^\dagger}{m_1 + m_2} \left(-g^{\mu\nu} P \cdot q A_0(q^2) + P^\mu P^\nu A_+(q^2) + q^\mu P^\nu A_-(q^2) + i\epsilon^{\mu\nu\alpha\beta} P_\alpha q_\beta V(q^2) \right), \quad (3)$$

$$\langle \Phi(p_2, \epsilon_2) | \bar{s} \left(\sigma^{\mu\nu} q_\nu (1 + \gamma^5) \right) b | B_S(p_1) \rangle = N_c g_{B_S} g_\Phi \int \frac{d^4 k}{(2\pi)^4} \tilde{\Phi}_{B_S}(-k + w_{13}p_1)^2 \tilde{\Phi}_\Phi(-k + w_{23}p_2)^2 \times \text{tr} \left[\left(\sigma^{\mu\nu} q_\nu (1 + \gamma^5) \right) S_b(k + p_1) \gamma^5 S_s(k) \not{\epsilon}_2^\dagger S_s(k + p_2) \right] = \epsilon_v^\dagger \left(-g^{\mu\nu} - q^\mu q^\nu / q^2 \right) P \cdot q a_0(q^2) + (P^\mu P^\nu - q^\mu P^\nu P \cdot q / q^2) a_+(q^2) + i\epsilon^{\mu\nu\alpha\beta} P_\alpha q_\beta g(q^2), \quad (4)$$

здесь $P = p_1 + p_2$, $q = p_1 - p_2$, $\epsilon_2^\dagger \cdot p_2 = 0$, $p_1^2 = m_1^2 \equiv m_{B_S}^2$, $p_2^2 = m_2^2 \equiv m_\phi^2$ и слабая матрица

$O^\mu = \gamma^\mu(1 - \gamma^5)$. Поскольку существуют три кварка, участвующих в этих процессах, мы ввели обозначение с двумя индексами $w_{ij} = m_{q_j} / (m_{q_i} + m_{q_j})$ ($i, j = 1, 2, 3$), так что $w_{ij} + w_{ji} = 1$. Формфакторы, определенные в уравнении (4), удовлетворяют физическому требованию $a_0(0) = a_+(0)$, которое гарантирует отсутствие кинематической сингулярности в матричном элементе при $q^2 = 0 \text{ ГэВ}^2$.

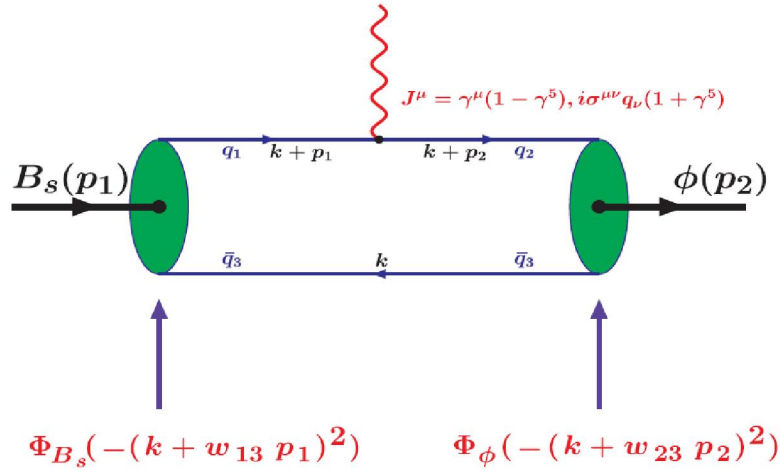


Рисунок 1 – Схематическое представление матричных элементов описывающих $B_s \rightarrow \phi$ переход. Определение кварков и обозначения: $q_1 = b, q_2 = q_3 = s, w_{13} = m_s / (m_b + m_s)$, и $w_{23} = 1/2$

ЧИСЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ $B_s \rightarrow \phi$ ПЕРЕХОДА

На рисунках 2 и 3 приведены формфакторы, полученные путем интегрирования петли в уравнениях (3) и (4).

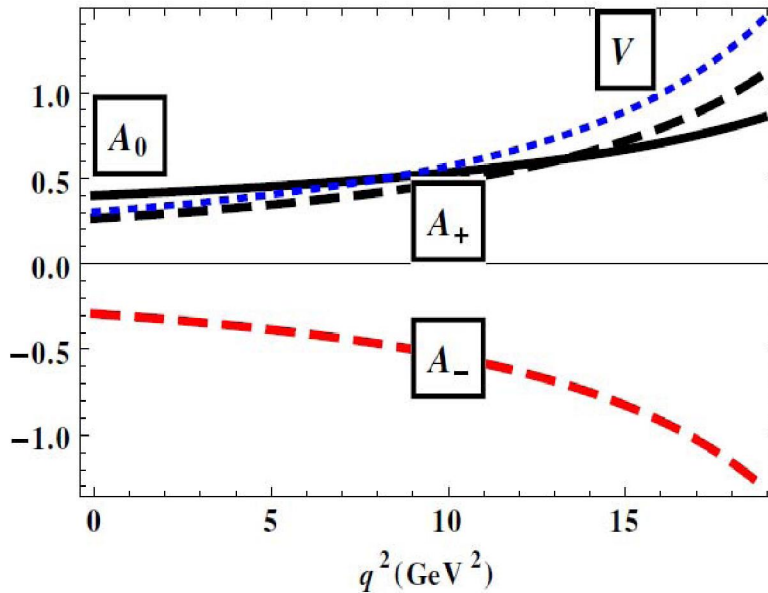


Рисунок 2 – Векторные и аксиальные формфакторы в зависимости от переданного импульса q^2

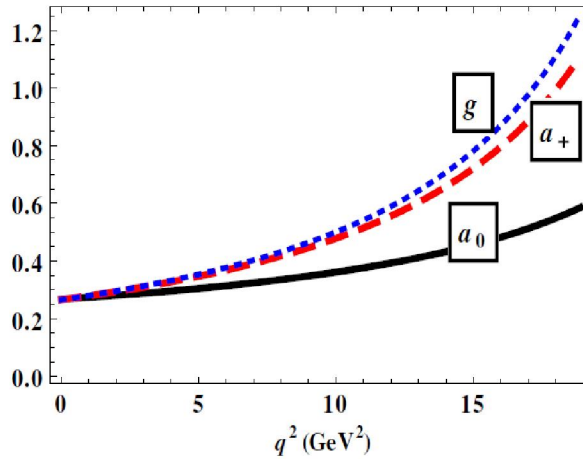


Рисунок 3 – Тензорные формфакторы в зависимости от переданного импульса q^2

Вычисленные формфакторы аппроксимируются дипольной параметризацией, как и в предыдущем разделе:

$$F(q^2) = \frac{F(0)}{1 - as + bs^2}, \quad s = \frac{q^2}{m_1^2}. \tag{5}$$

Значения $F(0)$, a и b для $B_s \rightarrow \Phi$ перехода в ковариантной модели кварков приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры для формфакторов в уравнении (5)

	A_0	A_+	A_-	V	a_0	a_+	g
$F(0)$	0.40	0.27	-0.29	0.31	0.27	0.27	0.27
a	0.62	1.41	1.48	1.51	0.66	1.41	1.52
b	-0.30	0.38	0.45	0.47	-0.26	0.39	0.49

Поскольку в таблице 2 $a_0(0) = a_+(0) = g(0)$, мы приводим следующие формфакторы и сравниваем их с результатами других подходов:

$$\begin{aligned} A_0^c(0) &= (m_1 - m_2)[A_0(0) - A_+(0)]/(2m_2), \\ A_1^c(0) &= A_0(0)(m_1 - m_2)/(m_1 + m_2), \\ A_2^c(0) &= A_+(0), \\ T_1^c(0) &= g(0), \\ T_3^c(0) &= \lim_{q^2 \rightarrow 0} (m_1^2 - m_2^2)(a_+ - a_0)/q^2. \end{aligned} \tag{6}$$

Таблица 2 – Формфакторы $B_s \rightarrow \phi$ перехода при максимальной передаче импульса $q^2 = 0$ в ковариантной модели кварков в сравнении со значениями других работ и подходов

	$V^c(0)$	$A_0^c(0)$	$A_1^c(0)$	$A_2^c(0)$	$T_1^c(0)$	$T_3^c(0)$
Наша модель	0.31±0.03	0.28±0.03	0.27±0.03	0.27±0.03	0.27±0.03	0.18±0.02
[8]	0.32		0.29	0.28	0.28	
[10]	0.434±0.035	0.474±0.03	0.311±0.03	0.234±0.03	0.349±0.03	0.175±0.02
[11]	0.406±0.020	0.322±0.016	0.320±0.02	0.318±0.016	0.275±0.01	0.133±0.01
[12]	0.43	0.38	0.30	0.26	0.35	0.25
[13]	0.25±0.05	0.30±0.05	0.19±0.04			
[14]	0.44	0.42	0.34	0.31	0.38	0.26
[15]	0.26±0.07	0.31±0.07	0.18 ^{+0.06} _{-0.05}	0.12±0.03	0.23 ^{+0.06} _{-0.05}	0.19±0.05
[16]	0.329	0.279	0.232	0.210	0.276	0.170
[17]	0.339±0.017		0.271±0.01	0.212±0.01	0.299±0.01	0.191±0.01

Формфакторы A^i и V^i ($i = 1, 2$) связаны с формфакторами в ковариантной модели кварков следующими соотношениями:

$$V^{(1)} = C_9^{\text{eff}} V + C_7^{\text{eff}} g \frac{2\bar{m}_b(m_1+m_2)}{q^2},$$

$$A_0^{(1)} = C_9^{\text{eff}} A_0 + C_7^{\text{eff}} a_0 \frac{2\bar{m}_b(m_1+m_2)}{q^2},$$

$$A_+^{(1)} = C_9^{\text{eff}} A_+ + C_7^{\text{eff}} a_+ \frac{2\bar{m}_b(m_1+m_2)}{q^2},$$

$$A_-^{(1)} = C_9^{\text{eff}} A_- + C_7^{\text{eff}} (a_0 - a_+) \frac{2\bar{m}_b(m_1+m_2) P_q}{q^2},$$

$$V^{(2)} = C_{10} V,$$

$$A_0^{(2)} = C_{10} A_0, A_{\pm}^{(2)} = C_{10} A_{\pm},$$

$$A_-^{(2)} = C_{10} A_-. \quad (7)$$

Выводы

В рамках данной работы написан матричный элемент эксклюзивного распада $H_1 \rightarrow H_2 + l^+ l^-$ в виде комбинации матричных элементов локальных операторов. Эти матричные элементы локальных операторов определены через формфакторы. Поведение формфакторов получено во всей кинематической области квадрата переданного импульса. Приведена связь наших формфакторов с формфакторами, приведенными в работе [18]. При сравнении численных значений формфакторов $B_s \rightarrow \phi$ перехода, полученных в ковариантной модели кварков, со значениями других работ и подходов показало полное согласие.

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] Aaltonen T. et. al. Observation of the Baryonic Flavor-Changing Neutral Current Decay $\Lambda_b \rightarrow \Lambda \mu^+ \mu^-$ // Phys.Rev.Lett. – 2011. –Vol.107. –P.201802 // arXiv: 1107.3753 [hep-ex].
- [2] CDF collaboration. Measurement of the Forward-Backward Asymmetry in the $B \rightarrow K^{(*)} \mu^+ \mu^-$ Decay and First Observation of the $B_0 \rightarrow \phi \mu^+ \mu^-$ Decay // Phys.Rev.Lett. – 2011. –Vol. 106. –P.161801 // arXiv:1101.1028 [hep-ex].
- [3] Aaij R. et. al. Differential branching fraction and angular analysis of the decay $B_s^0 \rightarrow \phi \mu^+ \mu^-$ // Journal of High Energy Physics – 2013. –Vol.1307. –P.084 // arXiv: 1305.2168 [hep-ex].
- [4] 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].
- [5] Lyon J. and Zwicky R. Resonances gone topsy turvy - the charm of QCD or new physics in $b \rightarrow s \ell^+ \ell^-$ // arXiv: 1406.0566 [hep-ph].
- [6] LHCb collaboration. Amplitude analysis and the branching fraction measurement of $B^0 \rightarrow J/\psi K^+ K^-$ // Phys.Rev. D – 2013. –Vol. 87, №7. –P.072004 // arXiv:1302.1213 [hep-ex].
- [7] Descotes-Genon S. and Virto J. \ Time dependence in $B \rightarrow V \ell \ell$ decays // Journal of High Energy Physics – 2015. – Vol. 1504. –P.045 // arXiv:1502.05509 [hep-ph].
- [8] Ivanov M. A. et.al. Form factors for semileptonic, nonleptonic and rare B(Bs) meson decays // Phys.Rev. D – 2012. – Vol. 85. –P.034004 // arXiv: 1112.3536 [hep-ph].
- [9] Dubnička S. et.al. Decay $B \rightarrow K^{*}(\rightarrow K \pi) \ell^+ \ell^-$ in covariant quark model // Few Body Syst. – 2016. –Vol. 57, №2. – P.121-143 // arXiv:1511.04887 [hep-ph].
- [10] Ball P. and Zwicky R. $B_d, s \rightarrow \rho, \omega, K^*, \phi$ decay form-factors from light-cone sum rules revisited // Phys.Rev. D – 2005. –Vol.71. –P.014029.

- [11] Faustov R.N. and Galkin V.O. Rare Bs decays in the relativistic quark model // Eur.Phys.J. C – 2013. –Vol. 73, №10. –P.2593 // arXiv:1309.2160 [hep-ph].
- [12] Yilmaz U.O. Analysis of $B_s \rightarrow \phi \ell + \ell^-$ decay with new physics effects // Eur.Phys.J. C – 2008. –Vol. 58. –P.555-568 // arXiv:0806.0269 [hep-ph].
- [13] Ali A. et. al. Charmless non-leptonic BsBs decays to PP, PV and VV final states in the pQCD approach// Phys.Rev. D – 2007. –Vol. 76. –P.074018.
- [14] Melikhov D. and Stech B. Weak form-factors for heavy meson decays: An Update // Phys.Rev. D – 2000. –Vol. 62. –P.014006.
- [15] Li R.H., Lu C.D. and Wang W. Transition form factors of B decays into p-wave axial-vector mesons in the perturbative QCD approach // Phys.Rev. D – 2009. –Vol. 79. –P.034014 // arXiv:0901.0307 [hep-ph].
- [16] Lu C.D., Wang W. and Wei Z.T. Heavy-to-light form factors on the light cone // Phys.Rev. D – 2007. –Vol. 76. –P.014013.
- [17] Wu Y.L., Zhong M. and Zuo Y.B. B(s), D(s) \rightarrow pi, K, eta, rho, K*, omega, phi Transition Form Factors and Decay Rates with Extraction of the CKM parameters $|V(ub)|$, $|V(cs)|$, $|V(cd)|$ // Int.J.Mod.Phys. A – 2006. –Vol. 21. –P.6125-6172
- [18] Colangelo P., De Fazio F. and Wang W. $B_s \rightarrow f_0(980)$ form factors and Bs decays into $f_0(980)$ // Phys.Rev. D – 2010. –Vol. 81. –P.074001 // arXiv:1002.2880 [hep-ph].

REFERENCES

- [1] Aaltonen T. et. al. Observation of the Baryonic Flavor-Changing Neutral Current Decay $\Lambda_b \rightarrow \Lambda \mu^+ \mu^-$ // Phys.Rev.Lett. – 2011. –Vol.107. –P.201802 // arXiv: 1107.3753 [hep-ex].
- [2] CDF collaboration. Measurement of the Forward-Backward Asymmetry in the $B \rightarrow K^{(*)} \mu^+ \mu^-$ Decay and First Observation of the $B_0 \rightarrow \phi \mu^+ \mu^-$ Decay // Phys.Rev.Lett. – 2011. –Vol. 106. –P.161801 // arXiv:1101.1028 [hep-ex].
- [3] Aaij R. et. al. Differential branching fraction and angular analysis of the decay $B_s^0 \rightarrow \phi \mu^+ \mu^-$ // Journal of High Energy Physics – 2013. –Vol.1307. –P.084 // arXiv: 1305.2168 [hep-ex].
- [4] 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].
- [5] Lyon J. and Zwicky R. Resonances gone topsy turvy - the charm of QCD or new physics in $b \rightarrow s \ell + \ell^-$? // arXiv: 1406.0566 [hep-ph].
- [6] LHCb collaboration. Amplitude analysis and the branching fraction measurement of $B^0 \rightarrow J/\psi K^+ K^-$ // Phys.Rev. D – 2013. –Vol. 87, №7. –P.072004 // arXiv:1302.1213 [hep-ex].
- [7] Descotes-Genon S. and Virto J. \ Time dependence in $B \rightarrow V \ell \ell$ decays // Journal of High Energy Physics – 2015. –Vol. 1504. –P.045 // arXiv:1502.05509 [hep-ph].
- [8] Ivanov M. A. et.al. Form factors for semileptonic, nonleptonic and rare B(Bs) meson decays // Phys.Rev. D – 2012. –Vol. 85. –P.034004 // arXiv: 1112.3536 [hep-ph].
- [9] Dubnička S. et.al. Decay $B \rightarrow K^{*}(\rightarrow K\pi) \ell + \ell^-$ in covariant quark model // Few Body Syst. – 2016. –Vol. 57, №2. –P.121-143 // arXiv:1511.04887 [hep-ph].
- [10] Ball P. and Zwicky R. $B_d, s \rightarrow \rho, \omega, K^*, \phi$ decay form-factors from light-cone sum rules revisited // Phys.Rev. D – 2005. –Vol.71. –P.014029.
- [11] Faustov R.N. and Galkin V.O. Rare Bs decays in the relativistic quark model // Eur.Phys.J. C – 2013. –Vol. 73, №10. –P.2593 // arXiv:1309.2160 [hep-ph].
- [12] Yilmaz U.O. Analysis of $B_s \rightarrow \phi \ell + \ell^-$ decay with new physics effects // Eur.Phys.J. C – 2008. –Vol. 58. –P.555-568 // arXiv:0806.0269 [hep-ph].
- [13] Ali A. et. al. Charmless non-leptonic BsBs decays to PP, PV and VV final states in the pQCD approach// Phys.Rev. D – 2007. –Vol. 76. –P.074018.
- [14] Melikhov D. and Stech B. Weak form-factors for heavy meson decays: An Update // Phys.Rev. D – 2000. –Vol. 62. –P.014006.
- [15] Li R.H., Lu C.D. and Wang W. Transition form factors of B decays into p-wave axial-vector mesons in the perturbative QCD approach // Phys.Rev. D – 2009. –Vol. 79. –P.034014 // arXiv:0901.0307 [hep-ph].
- [16] Lu C.D., Wang W. and Wei Z.T. Heavy-to-light form factors on the light cone // Phys.Rev. D – 2007. –Vol. 76. –P.014013.
- [17] Wu Y.L., Zhong M. and Zuo Y.B. B(s), D(s) \rightarrow pi, K, eta, rho, K*, omega, phi Transition Form Factors and Decay Rates with Extraction of the CKM parameters $|V(ub)|$, $|V(cs)|$, $|V(cd)|$ // Int.J.Mod.Phys. A – 2006. –Vol. 21. –P.6125-6172
- [18] Colangelo P., De Fazio F. and Wang W. $B_s \rightarrow f_0(980)$ form factors and Bs decays into $f_0(980)$ // Phys.Rev. D – 2010. –Vol. 81. –P.074001 // arXiv:1002.2880 [hep-ph].

А.Н. Исадыков^{1,2}, М.А. Иванов¹, Г.С. Нурбакова^{2,3}, С.А. Жаугашева^{2,3}, Ж. Мұратхан³

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

КВАРКТАРДЫҢ КОВАРИАНТТЫҚ МОДЕЛІНДЕ $V_s \rightarrow \phi$ АУЫСУЫ

Аннотация. Бұл жұмыс шеңберінде $H_1 \rightarrow H_2 + l^+ l^-$ эксклюзивті ыдырауының матрицалық элементі локальды операторлардың матрицалық элементтерінің комбинациясы түрінде жазылды. Бұл локальды операторлардың матрицалық элементтері формфакторлар арқылы анықталды. Формфакторлардың өзгеру тәртібі берілген импульстің квадратының дерлік кинематикалық аймағында анықталды. Біздің формфакторлар мен басқа да теориялық әдістер аясындағы алынған формфакторлар арасындағы байланыс келтірілді. Салыстыру, $V_s \rightarrow \phi$ ауысуы үшін кварктардың коварианттық моделінің аясында алынған формфакторлардың сандық мәндері басқа да жұмыстар мен әдістерде алынған мәндермен толық үйлесімде екенін көрсетті.

Тірек сөздер: Формфакторлар, $V_s \rightarrow \phi$ ауысуы, 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;

Жаугашева С.А. – к.ф.-м.н., и.о. профессора Казахского национального университета им. аль-Фараби, ведущий научный сотрудник НИИЭТФ, Алматы, Республика Казахстан Алматы, email: zhaugashevas@gmail.com;

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