

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

© 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), 78 – 84

G.S. Nurbakova^{1,2}, N. Habyl^{1,2}, D.S. Valiolda^{1,2}, Zh. Zh. Tyulemisov^{2,3}

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan;

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

³Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russian Federation)

g.nurbakova@gmail.com, nuigui@mail.ru

FORM FACTORS FOR $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$ TRANSITION

Abstract. Using the covariant quark model with infrared confinement we calculate the form factors of the $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$ transitions. Form factors are used to calculate the physical observables for this hadron decays.

The results of our numerical two-loop calculation are well represented by a double-pole parametrization with high accuracy: the relative error is less than 1%. We obtain the values for slope and convexity parameters. We compare our results with the experimental data and other theoretical works.

In the framework of the covariant quark model we can calculate the transition form factors in the full kinematical region of momentum transfer.

Keywords: Covariant quark model, transition form factors, heavy quarks.

УДК 530.145; 530.12; 539.12-17

Г.С. Нурбакова^{1,2}, Н. Хабыл^{1,2}, Д.С. Валиолда^{1,2}, Ж.Ж. Тюлемисов^{2,3}

¹Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан;

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

³Объединенный Институт Ядерных Исследований, г. Дубна, Российская Федерация)

ФОРМФАКТОР ДЛЯ ПЕРЕХОДА $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$

Аннотация. В данной работе были вычислены формфакторы для перехода $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$ в рамках ковариантной кварковой модели с инфракрасным конфинментом. Формфакторы необходимы для расчётов физических наблюдаемых распадов данных адронов.

Результаты численных двухпетлевых расчетов были изображены двухполюсной параметризацией с высокой точностью: относительная погрешность составляет менее 1%. Получены численные значения для параметра наклона и параметра выпуклости. Приведено сравнение полученных результатов с имеющимися экспериментальными данными и предсказаниями других теоретических подходов.

Ковариантная кварковая модель с инфракрасным конфинментом позволяет вычислять формфакторы во всей кинематической области квадрата переданного импульса.

Ключевые слова: ковариантная кварковая модель, переходный формфактор, тяжелые кварки.

Введение

В настоящее время значительно вырос интерес к исследованию процессов с участием адронов, содержащих тяжелые кварки. Например, кварк-антикварковые состояния B и D мезоны, и трёхкварковые состояния Λ_b и Λ_c барионы. Данные состояния распадаются лишь за счёт слабых взаимодействий с изменением флэйвора (аромата) кварков. Распады данных тяжелых адронов достижимы на современных экспериментальных установках и характеристики данных распадов измеряются во всё более увеличивающейся точностью.

Теоретические исследования полуплептонных и редких распадов тяжелых адронов можно разделить на две части. Первая часть связана с описанием вкладов малых расстояний в рамках теории возмущений, стандартной модели с привлечением методов ренормализационной группы и операторных разложений. Результатом является вывод эффективных слабых гамильтонианов, которые описывают слабые переходы кварков и лептонов. Эффективные гамильтонианы представляют собой набор локальных кварк-кварковых и кварк-лептонных операторов, умноженных на так называемые коэффициенты Вильсона [1]. Численные значения коэффициентов Вильсона вычисляются по теории возмущений с достаточно высокой точностью. Вторая часть исследований полуплептонных и редких распадов связана с вычислением матричных элементов локальных операторов между начальными и конечными состояниями. Эта часть, связанная с учётом вкладов больших расстояний, привносит наибольшую неопределённость при вычислении физических наблюдаемых, поскольку в этом случае необходимо привлекать непертурбативные методы, т.е. выход за рамки теории возмущений. Здесь мы сталкиваемся с проблемой адронизации, т.е. с проблемой описания механизма построения адронов из кварков. Технически, любой матричный элемент локального оператора может быть выражен через набор лоренцовских структур, умноженных на скалярные функции, которые зависят от кинематических переменных. Данные скалярные функции называются формфакторами и их вычисление является основной задачей теории.

Существует достаточно много теоретических подходов для вычисления необходимых адронных формфакторов. В данной работе для вычисления адронных формфакторов используется ковариантная модель кварков. Данная модель является эффективным квантовополевым подходом к адронным взаимодействиям, основанным на определённых предположениях об адронизации и конфайнменте кварков. Исходным объектом является лагранжиан взаимодействия адрона с его составляющими кварками. Константа связи, характеризующая данное взаимодействие, определяется из так-называемого условия связности, которое требует равенства нулю константы перенормировки волновой функции адрона, возникающей в результате взаимодействия адрона с кварками. Матричные элементы физических процессов определяются набором кварковых диаграмм. Следует отметить, что модель позволяет описывать единым образом как простейшие кварк-антикварковые состояния (мезоны), так и более сложные образования, например, барионы, состоящие из трёх кварков. Для запрета появления свободных кварков в наблюдаемом адронном спектре, называемого конфайнментом кварков, в модели используется процедура инфракрасного обрезания по единственному размерному параметру интегрирования в пространстве параметров Фока-Швингера. Ковариантная модель кварков содержит несколько свободных параметров: массы конститuentных кварков, параметр инфракрасного обрезания, характеризующий область конфайнмента, и параметры, которые описывают эффективные размеры адронов. Их численные значения определены с помощью фита хорошо установленных величин к их экспериментальным значениям. Модель нашла широкое применение как в физике лёгких адронов [2-6], так и в физике тяжёлых кварков [7-12]. В частности, модель позволяет вычислять адронные формфакторы, возникающие в распадах B -мезона и Λ_b -бариона во всей кинематической области квадрата переданного импульса.

Спиральные амплитуды

Будем рассматривать распад $\Lambda_b^0(p_1) \rightarrow \Lambda_c^+(p_2) + l^+ l^-(q)$. Где, p_1 и p_2 – импульсы начального и дочернего барионов, q – суммарный импульс лептона и антилептона.

Матричный элемент процесса $\Lambda_b^0(p_1) \rightarrow \Lambda_c^+(p_2) + W_{off-shell}^-(q)$ выражается через матричный элемент векторного и аксиально-векторного тока, которые могут быть записаны по полному набору инвариантов:

$$M_{\mu}^V(\lambda_1, \lambda_2) = \langle B_2, \lambda_2 | J_{\mu}^V | B_1, \lambda_1 \rangle$$

$$= \bar{u}_2(p_2, \lambda_2) \left[F_1^V(q^2) \gamma_{\mu} - \frac{F_2^V(q^2)}{M_1} i \sigma_{\mu\nu} q^{\nu} + \frac{F_3^V(q^2)}{M_1} q_{\mu} \right] u_1(p_1, \lambda_1), \quad (1)$$

$$M_\mu^A(\lambda_1, \lambda_2) = \langle B_2, \lambda_2 | J_\mu^A | B_1, \lambda_1 \rangle$$

$$= \bar{u}_2(p_2, \lambda_2) \left[F_1^A(q^2) \gamma_\mu - \frac{F_2^A(q^2)}{M_1} i \sigma_{\mu\nu} q^\nu + \frac{F_3^A(q^2)}{M_1} q_\mu \right] \gamma_5 u_1(p_1, \lambda_1), \quad (2)$$

где $\sigma_{\mu\nu} = \frac{i}{2}(\gamma_\mu \gamma_\nu - \gamma_\nu \gamma_\mu)$ и $q = p_1 - p_2$. Буквами $\lambda_i = \pm \frac{1}{2}$ обозначены спиральности двух барионов. В данном случае $B_1 = \Lambda_b$ и $B_2 = \Lambda_c$.

В стандартной модели ток не сохраняется. Он представляет собой суперпозицию компонент со спином 1 и со спином 0, где J^P содержит векторный ток J_μ^V и аксиально-векторный J_μ^A ток, которые соответственно имеют вид $(0^+, 1^-)$ и $(0^-, 1^+)$. Спиральные амплитуды определяются в следующем виде

$$H_{\lambda_2 \lambda_W}^{V/A} = M_\mu^{V/A}(\lambda_2) \epsilon^{+\mu}(\lambda_W), \quad (3)$$

где спиральность эффективного тока $W_{off-shell}^-$ имеет четыре компоненты $\lambda_W = \pm 1, 0$ ($J=1$) и $\lambda_W = 0$, ($J=0$). Под $J=1, 0$ обозначены два угловых момента системы покоя $W_{off-shell}^-$. Для того, чтобы отличить два $\lambda_W = 0$ состояния, сделаем следующие обозначения: $\lambda_W = 0$ для $J=1$ и $\lambda_W = t$ для $J=0$. Из закона сохранения углового момента имеем: $\lambda_1 = -\lambda_2 + \lambda_W$.

Спиральные амплитуды легко вычисляются в системе покоя начального бариона B_1 . Они определяются следующим образом:

$$H_{\frac{1}{2}^+ \frac{1}{2}^+}^{V/A} = \frac{\sqrt{Q_\pm}}{\sqrt{q^2}} \left(M_\mp F_1^{V/A} \pm \frac{q^2}{M_1} F_3^{V/A} \right),$$

$$H_{\frac{1}{2}^+ \frac{1}{2}^+}^{V/A} = \sqrt{2Q_\mp} \left(F_1^{V/A} \pm \frac{M_\pm}{M_1} F_2^{V/A} \right), \quad (4)$$

$$H_{\frac{1}{2}^+ \frac{1}{2}^0}^{V/A} = \frac{\sqrt{Q_\mp}}{\sqrt{q^2}} \left(M_\pm F_1^{V/A} \pm \frac{q^2}{M_1} F_2^{V/A} \right),$$

где мы использовали обозначения $M_\pm = M_1 \pm M_2$ и $Q_\pm = M_\pm^2 - q^2$. Из четности или из явных вычислений имеем

$$H_{-\lambda_2, -\lambda_W}^V = H_{\lambda_2, \lambda_W}^V \quad H_{-\lambda_2, -\lambda_W}^A = -H_{\lambda_2, \lambda_W}^A. \quad (5)$$

Полная лево-киральная спиральная амплитуда определяется соотношением

$$H_{\lambda_2, \lambda_W} = H_{\lambda_2, \lambda_W}^V - H_{\lambda_2, \lambda_W}^A.$$

Формфакторы для перехода $\Lambda_b(bud) \rightarrow \Lambda_c(cud)$

Мы используем ковариантную кварковую модель с инфракрасным кофайнментом, для описания динамику переходов $\Lambda_b = (b[ud])$ к $\Lambda_c = (c[ud])$ [13-15]. Результаты наших численных двухпетлевых расчетов хорошо изображается двухполюсной параметризацией

$$F(q^2) = \frac{F(0)}{1 - as + bs^2}, \quad s = \frac{q^2}{M_1^2} \quad (7)$$

с высокой точностью: относительная погрешность составляет менее 1%. На рисунках 1,2,3 показаны сравнения точных результатов для релятивистских формфакторов F_i^V и F_i^A ($i = 1, 2, 3$) с результатами двухполюсной параметризации. Параметры аппроксимированного вида формфакторов для $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$ перехода приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры аппроксимированного вида формфакторов для $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$ перехода

	F_1^V	F_2^V	F_3^V	F_1^A	F_2^A	F_3^A
F(0)	0.549	0.110	-0.023	0.542	0.018	-0.123
a	1.459	1.680	1.181	1.443	0.921	1.714
b	0.571	0.794	0.276	0.559	0.255	0.828

Зависимость доминирующих формфакторов $F_1^V(q^2)$ и $F_1^A(q^2)$ от q^2 очень близки друг другу. Поскольку можно пренебречь другими формфакторами, результаты расчетов нашей модели очень близки к результатам ведущего порядка теории тяжелых кварков (ЭТТК) $F_1^A(q^2) = F(q^2)$, $F_{2,3}^{V/A} = 0$. На самом деле, наши численные результаты довольно близки к тому, что можно было бы ожидать в ведущем порядке эффективной ЭТТК (рисунки 1-3).

Остановимся на зависимости формфакторов $F_1^V(q^2) \approx F_1^A(q^2)$ от q^2 . Их зависимость от q^2 очень близка к поведению диполя, так как в обоих случаях имеется $\sqrt{b} \sim a/2$ с дипольной массой $m_{dipole} = M_1/\sqrt{a/2} \sim 606 \text{ GeV}$. Дипольная масса довольно близка к ожидаемой ($b\bar{c}$) массе 6.28 ГэВ установленный массой B_c мезона [16]. Далее будем рассматривать поведение $F_1^V(q^2)$ и $F_1^A(q^2)$ в области близкой к нулевой отдаче. Для того, чтобы исследовать поведение формфакторов в области близкой к нулевой отдаче мы переходим к переменной $w = (M_1^2 + M_2^2 - q^2)/(2M_1M_2)$, так что $w=1$ в точке нулевой отдачи $q^2 = q_{\max}^2 = (M_1 - M_2)^2$. Разложение тейлора любой заданной функции $f(w)$ по точке нулевой отдачи $w=1$ записывается в следующем виде

$$f(w) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(1)}{n!} (w-1)^n = f(1) \left\{ 1 + \frac{f'(1)}{f(1)}(w-1) + \frac{f''(1)}{2f(1)}(w-1)^2 + \dots \right\} \quad (8)$$

$$\equiv f(1) \left\{ 1 - \rho^2 (w-1) + c (w-1)^2 + \dots \right\}$$

где ρ^2 называется параметром наклона, а c параметром выпуклости. Не трудно выразить параметры $f(w=1)$, ρ^2 и c с помощью исходных параметров $F(0)$, a , b используемых в двухполюсной параметризации (ур. (7)). Получим

$$f(w=1) = \frac{F(0)}{1 - as_{\max} + bs_{\max}^2}$$

$$\rho^2 = \frac{2r(a - 2bs_{\max})}{1 - as_{\max} + bs_{\max}^2} \quad (9)$$

$$c = \frac{4r^2[a^2 - b - 3abs_{\max} + 3b^2s_{\max}^2]}{[1 - as_{\max} + bs_{\max}^2]^2}$$

где $r = M_2/M_1$ и $s_{\max} = (1-r)^2$. Численные результаты для $F_1^V(q^2)$ и $F_1^A(q^2)$ можно вычислить как

	$f(w=1)$	ρ^2	c
F_1^V	0.985	1.543	1.704
F_1^A	0.966	1.521	1.654

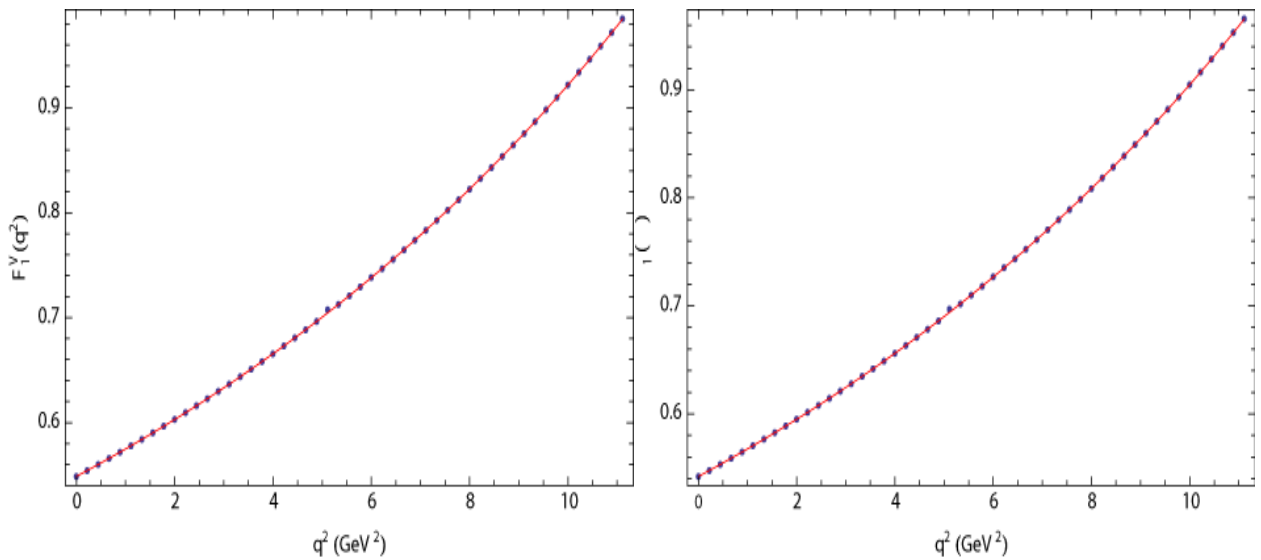
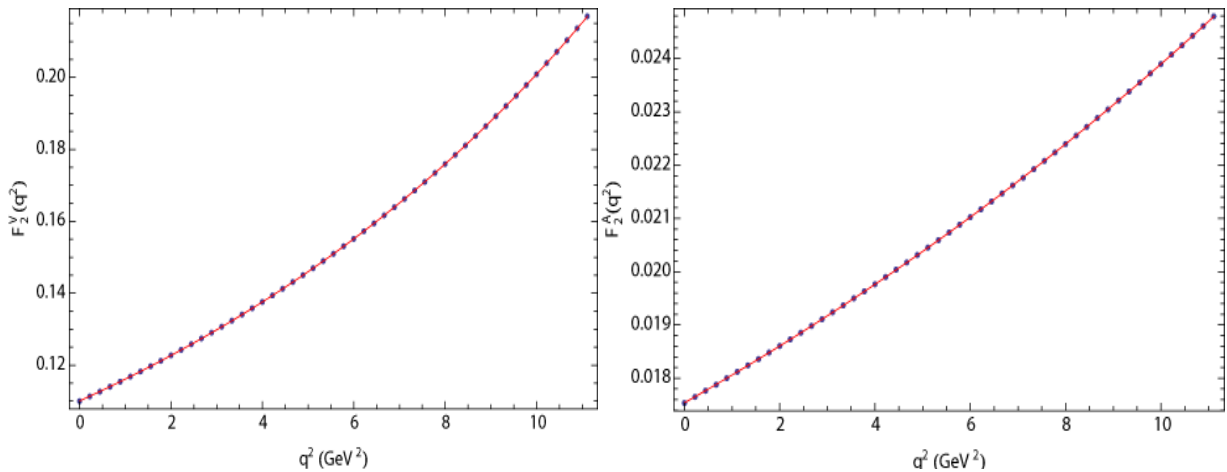
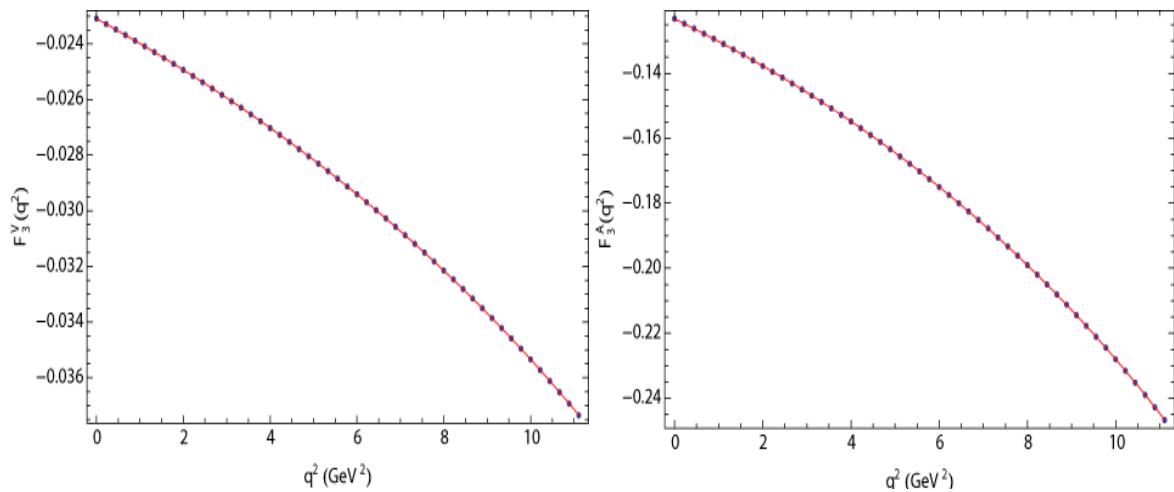


Рисунок 1 – Формфакторы $F_1^V(q^2)$ и $F_1^A(q^2)$

Рисунок 2 – Формфакторы $F_2^V(q^2)$ и $F_2^A(q^2)$ Рисунок 3 – Формфакторы $F_3^V(q^2)$ и $F_3^A(q^2)$

Выводы

Нормировка нулевой отдачи очень близка к 1 для F_1^V и F_1^A , как и в предсказаниях ведущего порядка ЭТТК. Значения для двух параметров наклона совпадают с единственным экспериментальным результатом опубликованным коллаборацией DELPHI: $\rho^2 = 2.03 \pm 0.46(stat)_{-1.00}^{+0.72}(syst)$ [17]. Экспериментальных результатов по параметру выпуклости пока еще нет. Есть ряд теоретических модельных расчетов для параметра наклона для $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$ перехода, многие, из которых находятся около $\rho^2 \approx 1.5$ [18-22].

Благодарность

Данная статья выполнена в рамках грантового финансирования научных проектов Министерства образования и науки Республики Казахстан по теме 3091/ГФ4, номер государственной регистрации №0115РК01041, а также гранта «ЛП ВУЗа-2016».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Buchalla G., Buras A.J., Lautenbacher M.E. Weak decays beyond leading logarithms // Rev. Mod. Phys. 1996. Vol.68. P.1125-1144.
- [2] Ivanov M.A., Lyubovitskij V.E. The $\gamma^* \pi^0 \rightarrow \gamma$ Form Factor // Phys. Lett. B. 1997. Vol.408. P.435.
- [3] Faessler A. et al. Pion and Sigma Meson Properties in a Relativistic Quark Model // Phys. Rev. D. 2003. Vol.68. P. 014011.

- [4] Ivanov M. A., Locher M. P., Lyubovitskij V. E. Electromagnetic Form Factors of Nucleons in a Relativistic Three-Quark Model // Few Body Syst. 1996. Vol.21. P.131.
- [5] Faessler A. et al. Semileptonic Decays of the Light $J(P) = 1/2(+)$ Ground State Baryon Octet // Phys. Rev. D. 2008. Vol.78. P.094005.
- [6] Dalkarov O.D., Ryabov V.A., Sadykov T.Kh., Zhukov V.V., Nam R.A., Piskal V.V., Zastrozhnova N.N. Hadron-55 complex setup for study of hadron interactions within the central part of EAS cores // The 34-th ICRC The Hauge, The Netherlands. -2015. http://pos.sissa.it/archive/conferences/236/570/ICRC2015_570.pdf
- [7] Ivanov M. A. et al. Λ_b and Λ_c Baryon Decays at Finite Values of Heavy Quark Masses // Phys. Lett. B. 2000. Vol.476. P.58.
- [8] Faessler A. et al. Semileptonic Decays of Double Heavy Baryons // Phys. Lett. B. 2001. Vol.518. P.55.
- [9] Faessler A. et al. Magnetic Moments of Heavy Baryons in the Relativistic Three-Quark Model // Phys. Rev. D. 2006. Vol.73. P.094013.
- [10] Faessler A. et al. Semileptonic Decays of Double Heavy Baryons in a Relativistic Constituent Three-Quark Model // Phys. Rev. D. 2009. Vol.80. P. 034025.
- [11] Branz T. et al. Radiative Decays of Double Heavy Baryons in a Relativistic Constituent Three-Quark Model Including Hyperfine Mixing // Phys. Rev. D. 2010. Vol.81. P.114036.
- [12] Ivanov M. A., Santorelli P. Leptonic and Semileptonic Decays of Pseudoscalar Mesons // Phys. Lett. B. 1999. Vol.456. -P.248.
- [13] Kadeer A., Körner J. G. and Moosbrugger U. Helicity analysis of semileptonic hyperon decays including lepton mass effects // Eur. Phys. J. C. 2009. Vol.59. P.27.
- [14] Gutsche T., Ivanov M. A., Körner J. G., Lyubovitskij V. E. and Santorelli P. Rare baryon decays $\Lambda_b \rightarrow \Lambda^+ l^-$ ($l = e, \mu, \tau$) and $\Lambda_b \rightarrow \Lambda \gamma$: Differential and total rates, lepton - and hadron-side forward-backward asymmetries // Phys. Rev. D. -2013. -Vol.87. -P.074031.
- [15] Gutsche T., Ivanov M. A., Körner J. G., Lyubovitskij V. E. and Santorelli P. Polarization effects in the cascade decay $\Lambda_b \rightarrow \Lambda(p\pi^-) + J/\psi(\rightarrow l^+l^-)$ in the covariant confined quark model // Phys. Rev. D. 2013. Vol.88. P.114018.
- [16] Olive K. A. et al. Particle Data Group Review of particle physics // Chin. Phys. C. 2014. Vol.38. P.090001.
- [17] Abdallah J. et al. DELPHI Collaboration Measurement of the Λ_b^0 decay form factor // Phys. Lett. B. 2004. Vol.585. P.63.
- [18] König B., Körner J. G., Krämer M. and Kroll P. Infinite momentum frame calculation of semileptonic heavy $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$ transitions including HQET improvements // Phys. Rev. D. 1997. Vol.56. P.4282.
- [19] Ivanov M. A., Lyubovitskij V. E., Körner J. G. and Kroll P. Heavy baryon transitions in a relativistic three quark model // Phys. Rev. D 1997. Vol.56. P.348.
- [20] Körner J. G. and Melic B. Exclusive inclusive ratio of semileptonic Λ_b decays // Phys. Rev. D. 2000. Vol.62. P.074008.
- [21] Hussain F., Körner J. G., Krämer M. and Thompson G. On heavy baryon decay form-factors // Z. Phys. C. 1991. Vol.51. P.321.
- [22] Amhis Y. et al. Heavy Flavor Averaging Group Averages of b-hadron, c-hadron, and τ -lepton properties as of summer 2014 // <http://arxiv.org/abs/1412.7515>.

Г.С. Нурбакова^{1,2}, Н. Хабыл^{1,2}, Д.С. Валиолда^{1,2}, Ж.Ж. Тюлемисов^{2,3}

¹Эл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы қ-сы, Қазақстан Республикасы;

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

³Біріккен ядролық зерттеулер институты, Дубна қ-сы, Ресей Федерациясы)

$\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$ АУЫСУЫ ҮШІН ФОРМФАКТОРЛАР

Аннотация. Бұл жұмыста инфрақызыл конфайнменті бар ковариантты кварктік модельді қолданып $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c$ өтуінің формфакторлары анықталды. Жалпы, формфакторлар көмегімен көрсетілген адрондардың ыдыраулары кезіндегі физикалық шамалар анықталады.

Қос ілмектік сандық есептеу нәтижелері екі полюсті параметризация көмегімен жоғары дәлдікте көрсетілді: салыстырмалы қателігі 1% жетпейді. Қисықтық және дөңестік параметрлерінің сандық мәндері анықталды. Алынған нәтижелер эксперимент нәтижелерімен және басқа теориялық жұмыстардың нәтижелерімен салыстырылды.

Ковариантты кварктік модель форм факторларды берілген импульс квардатының мүмкін болатын кинематикалық мәндерін толық қамти отырып есептеуге мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: Ковариантты кварктік модель, өту формфакторы, ауыр кварктер.

Сведения об авторах:

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;

Хабыл Н. – PhD доктор, ст.преподаватель Казахского национального университета им. аль-Фараби, научный сотрудник НИИЭТФ, Алматы, Республика Казахстан Алматы, email: nuigui@mail.ru;

Валиолда Д.С. – PhD докторант Казахского национального университета им. аль-Фараби, научный сотрудник НИИЭТФ, Алматы, Республика Казахстан Алматы, email: yaliolda.dinara@gmail.com;

Тюлемисов Ж.Ж. - научный сотрудник НИИЭТФ, Алматы, Республика Казахстан Алматы, научный сотрудник в ЛТФ им. Н. Н. Боголюбова, ОИЯИ, Дубна, Российская Федерация, email: zhomart161@mail.ru.

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 дуваемой 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., Samoilov 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