

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Қазақстан Республикасының
Ғылым Академиясының
Әл-Фараби атындағы
Қазақ ұлттық университетінің

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
Al-Farabi
Kazakh National University

**SERIES
PHYSICO-MATHEMATICAL**

5 (333)

SEPTEMBER – OCTOBER 2020

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

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:

Асанова А.Т. проф. (Қазақстан)
Бошкаев К.А. PhD докторы (Қазақстан)
Байгунчекөв Ж.Ж. проф., академик (Қазақстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Жүсіпов М.А. проф. (Қазақстан)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Калимолдаев М.Н. проф., академик (Қазақстан)
Михалевич А.А. проф., академик (Белорусь)
Молдабеков М. М. проф., академик (Қазақстан)
Мырзакулов Р. проф., академик (Қазақстан)
Өмірбаев У.У. проф., академик (Қазақстан)
Пашаев А. проф., академик (Әзірбайжан)
Рамазанов Т.С. проф., академик (Қазақстан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)
Тулешов А.К. проф., чл.-корр. (Қазақстан)
Уалиев З.Г. проф., чл.-корр. (Қазақстан)

«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 Ақпарат және коммуникациялар министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген № 16906-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *физика-математика ғылымдары және ақпараттық технологиялар саласындағы басым ғылыми зерттеулерді жариялау.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219, 220 бөл.; тел.: 272-13-19; 272-13-18,
<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2020

Типографияның мекенжайы: «NurNaz GRACE», Алматы қ., Рысқұлов көш., 103.

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

Редакционная коллегия:

Асанова А.Т. проф. (Казахстан)
Бошкаев К.А. доктор PhD (Казахстан)
Байгунчеков Ж.Ж. проф., академик (Казахстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Жусупов М.А. проф. (Казахстан)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Калимолдаев М.Н. проф., академик (Казахстан)
Михалевич А.А. проф., академик (Беларусь)
Молдабеков М. М. проф., академик (Казахстан)
Мырзакулов Р. проф., академик (Казахстан)
Пашаев А. проф., академик (Азербайджан)
Рамазанов Т.С. проф., академик (Казахстан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)
Тулешов А.К. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Уалиев З.Г. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умирбаев У.У. проф., академик (Казахстан)

«Известия НАН РК. Серия физика-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 Министерства информации и коммуникаций Республики Казахстан № 16906-Ж, выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *публикация приоритетных научных исследований в области физико-математических наук и информационных технологий.*

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,
<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2020

Адрес типографии: «NurNaz GRACE», г. Алматы, ул. Рыскулова, 103.

Editor in chief
doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK
G.M. Mutanov

Editorial board:

Asanova A.T. prof. (Kazakhstan)
Boshkayev K.A. PhD (Kazakhstan)
Baigunchekov Zh.Zh. prof., akademik (Kazakhstan)
Vishnevskiy I.N. prof., academician (Ukraine)
Quevedo Hernando prof. (Mexico),
Zhusupov M.A. prof. (Kazakhstan)
Kovalev A.M. prof., academician (Ukraine)
Kalimoldaev M.N. prof., akademik (Kazakhstan)
Mikhalevich A.A. prof., academician (Belarus)
Moldabekov M. M. prof., akademik (Kazakhstan)
Myrzakulov R. prof., akademik (Kazakhstan)
Pashayev A. prof., academician (Azerbaijan)
Ramazanov T.S. prof., akademik (Kazakhstan)
Takibayev N.Zh. prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.
Tiginyanu I. prof., academician (Moldova)
Tuleshov A.K. prof., chl.-korr. (Kazakhstan)
Ualiev Z.G. prof., chl.-korr. (Kazakhstan)
Umirbayev U.U. prof., academician (Kazakhstan)

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 periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Communications of the Republic of Kazakhstan **No. 16906-Ж**, issued on 14.02.2018.

Thematic scope: *publication of priority research in the field of physical and mathematical sciences and information technology.*

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,
<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2020

Address of printing house: «NurNaz GRACE», 103, Ryskulov str, Almaty.

NEWS

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

ISSN 1991-346X

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-1726.88>

Volume 5, Number 333 (2020), 102 – 105

УДК 539.12; 539.12.01

B.O. Zhautykov, N.S. Pokrovsky, V.V. Samoilo

Satbayev University, Institute of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: alenzhautykov@gmail.com, vsamoilov@bk.ru

ON THE SEARCH FOR HADRON MODES
 OF HIDDEN CHARM MESONS DECAY

Abstract. From the results obtained in publication [1] as well percentage between decay modes of excited states of mesons, cited in reference book “Particle Data Group” became possible to evaluate the number of hadron final states on which the meson with *hidden charm* decay. In the paper is shown a rough estimate of final states number for hadron decays of mesons with *hidden charm*. The most statistically secured are the final states $KK\pi$ for $\eta_c(1S)$, $2(\pi^+\pi^-)$ and $\pi^+\pi^-K^+K^-$ for $\chi_{c0}(1P)$ mesons.

Key words: hadron, meson, mode decay, hidden charm, final state.

Since hadron decay modes of mesons with *hidden charm* are strongly suppressed due to the Okubo - Zweig - Iizuka (OZI) rule. Then in connection with the publication of work on the study of inelastic photoproduction of $J/\psi(1S)$ and $\psi(2S)$ mesons [1], it became possible to estimate the number of mesons with *hidden charm* which decay on hadron final states. All statistics ep interaction accumulated during the period 1997 - 2007 were used. This is ~ 350 million interactions. The number of $J/\psi(1S)$ and $\psi(2S)$ mesons with lepton decay to $\mu^+\mu^-$ is obtained equal to 11 295 and 448 respectively.

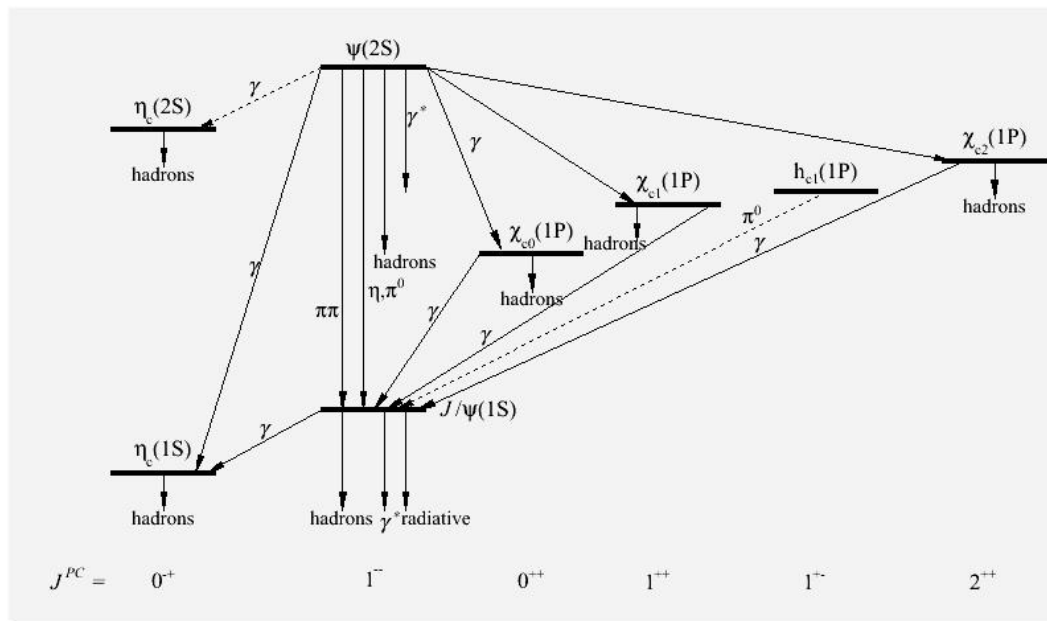


Figure 1 - Scheme of radiative decays of $J/\psi(1S)$ and $\psi(2S)$ mesons

Since the percentage of events which decay on this mode is known from the "Particle Data Group" (PDG) [2, 3] tables, we can estimate the total number of generated J/ψ (1 S) and ψ (2 S) mesons which is 167 044 for J/ψ (1 S) mesons and 56 172 for ψ (2 S) mesons, respectively. And from this number, it is possible to calculate the number of mesons decaying on the hadron mode.

The number of mesons with *hidden charm* η_c (1S) and mesons χ_{c0} (1P), χ_{c1} (1P) and χ_{c2} (1P) can also be estimated from the radiative decay data of J/ψ (1S) and ψ (2S) mesons using percentage from the "Particle Data Group" tables.

Table 1 - Estimation of the number of mesons with *hidden charm* η_c (1S), χ_{c0} (1P), χ_{c1} (1P), χ_{c2} (1P) from the decays of J/ψ (1S) and ψ (2S) mesons decaying on the radiative mode

Radiative decay modes	Share in %	Quantity
$J/\psi(1S) \rightarrow \gamma \eta_c(1S)$	1.7 %	2840
$\psi(2S) \rightarrow \gamma \eta_c(1S)$	0.34 %	191
$\psi(2S) \rightarrow \gamma \chi_{c0}(1P)$	9.84 %	5527
$\psi(2S) \rightarrow \gamma \chi_{c1}(1P)$	9.3 %	5224
$\psi(2S) \rightarrow \gamma \chi_{c2}(1P)$	8.7 %	4887

Table 2 - Estimation of the number of mesons with *hidden charm* that decay on different hadron modes

Meson	Final state	Share in %	Quantity
η_c (1 S)	$2 (\pi^+ \pi^-)$	0.9 %	31
η_c (1 S)	$2 (K^+ K^-)$	0.15 %	5
η_c (1 S)	$\pi^+ \pi^- K^+ K^-$	0.69 %	21
η_c (1 S)	$KK \pi$	7.3%	221
χ_{c0} (1P)	$2 (\pi^+ \pi^-)$	2.25 %	124
χ_{c0} (1P)	$2 (K^+ K^-)$	0.28 %	15
χ_{c0} (1P)	$\pi^+ \pi^- K^+ K^-$	2.77 %	98
χ_{c1} (1P)	$2 (\pi^+ \pi^-)$	0.76 %	40
χ_{c1} (1P)	$2 (K^+ K^-)$	0.056 %	3
χ_{c1} (1P)	$\pi^+ \pi^- K^+ K^-$	0.45 %	23
χ_{c2} (1P)	$2 (\pi^+ \pi^-)$	1.1 %	54
χ_{c2} (1P)	$2 (K^+ K^-)$	0.0178 %	0
χ_{c2} (1P)	$\pi^+ \pi^- K^+ K^-$	0.091 %	4

Knowing the total number of mesons with *hidden charm* η_c (1S) and χ_{c0} (1P), χ_{c1} (1P), χ_{c2} (1P), we can roughly estimate their number for a specific hadron mode of their decay.

From the obtained estimates, we can conclude that the most favorable (in terms of the quantity of mesons decaying into hadron final states) for searching and selecting mesons with *hidden charm* are the following final states - $KK\pi$, $\pi^+ \pi^- K^+ K^-$ and $2 (\pi^+ \pi^-)$.

Б.О. Жәутіков, Н.С. Покровский, В.В. Самойлов

Сәтбаев университеті, Физика-техникалық институты, Алматы, Қазақстан

ЖАСЫРЫН ТАРТЫМДЫЛЫҒЫ БАР МЕЗОН АДРОНДАРЫНЫҢ ЫДЫРАУ МОДАСЫН ІЗДЕУ МӘСЕЛЕСІ ЖӨНІНДЕ

Аннотация. Жұмыс барысында алынған нәтижелерге [1] және «Particle Data Group» анықтамасында келтірілген мезондардың қозған күйінің ыдырау модалары арасындағы пайыздық қатынасқа сүйене отырып, жасырын тартымдылығы бар мезондардың ыдырайтын соңғы күйінің санын бағалау мүмкіндігі туды. Осы аталған зерттеу жұмысында *жасырын тартымдылығы* бар мезондардың адронды ыдырауының соңғы күйіне қатаң сандық бағалау жүргізіледі. Біршама статистикалық қамтылған мезондар η_c (1 S), $2(\pi^+\pi^-)$ үшін $KK\pi$ және χ_{c0} (1P) үшін $\pi^+\pi^- K^+K^-$ шамасының соңғы күйі есептеледі.

Жасырын *тартымдылығы* бар мезон адрондарының ыдырау модасы Okubo - Zweig - Iizuka (OZI) ережесі бойынша қатты басылады. Кейінірек, $J/\psi(1S)$ және $\psi(2S)$ мезондардың серпімді емес күйін зерттеу жұмысында [1] адрондық соңғы күйге ыдырайтын жасырын тартымдылығы бар мезондардың санын бағалау мүмкіндігі пайда болды. 1997-2007 жылдар аралығында жинақталған өзара әрекеттесудің барлық статистикасы пайдаланылды, ол шамамен 350 млн жуық. Лептонның $\mu^+\mu^-$ -ге ыдырауы негізінде $J/\psi(1S)$ және $\psi(2S)$ мезондар санын аламыз. Осы режимде ыдырайтын оқиғалардың «Particle Data Group» анықтамасында келтірілген мезондардың қозған күйінің ыдырау модалары арасындағы пайыздық қатынасқа сүйене отырып, жасалған мезондардың жалпы санын бағалай аламыз. Деректерге сүйене отырып, адрондық модада ыдырайтын мезондардың санын есептеуге болады.

Жасырын тартымдылығы бар мезондар мен χ_{c0} (1P), χ_{c1} (1P) және χ_{c2} (1P), мезондарының санын J/ψ (1s) және мез(2S) мезондарының радиациялық ыдырауы бойынша да бағалауға болады.

Жасырын тартымдылығы бар мезондардың η_c (1S) және де χ_{c0} (1P), χ_{c1} (1P), χ_{c2} (1P) жалпы санын біле отырып, олардың ыдыраудағы белгілі бір адронды мода үшін мөлшерін шамамен бағалай аламыз.

Мақалада жасырын тартымдылығы бар мезондарды іздеу және таңдау үшін ең қолайлы (мезон адрондарының соңғы күйіне ыдырайтын саны бойынша) келесі соңғы күй екендігі анықталды: states - $KK\pi$, $\pi^+\pi^- K^+K^-$ және $2(\pi^+\pi^-)$.

Мақалада ҚР Мемлекет бюджетінен гранттық қаржыландырылатын AP05131547 «e+ p – әрекеттестіктерде пайда болған ғажап бариондардың және жасырын ғажаптығы бар мезондардың ыдырауын зерттеу» жобасының аясында атқарылған жұмыс нәтижелері берілді.

Түйін сөздер: адрон, мезон, ыдырау модасы, жасырын тартымдылық, соңғы күй.

Б.О. Жаутыков, Н.С. Покровский, В.В. Самойлов

Satbayev University, Физико-технический институт, Алматы, Казахстан

К ВОПРОСУ ПОИСКА АДРОННЫХ МОД РАСПАДА МЕЗОНОВ СО СКРЫТЫМ ОЧАРОВАНИЕМ

Аннотация. Исходя из результатов, полученных в работе [1], а также из процентных соотношений между модами распада возбужденных состояний мезонов, приведенных в справочнике “Particle Data Group”, стало возможным оценить число конечных состояний, на которые распадаются мезоны со *скрытым очарованием*. В настоящей работе приводится грубая оценка числа конечных состояний адронных распадов мезонов со *скрытым очарованием*. Наиболее статистически обеспеченными являются конечные состояния $KK\pi$ для $\eta_c(1S)$, $2(\pi^+\pi^-)$ и $\pi^+\pi^- K^+K^-$ для $\chi_{c0}(1P)$ мезонов.

Мода распада адронов мезонов со скрытым очарованием сильно подавлена по правилу Okubo – Zweig – Iizuka (OZI). Позднее, в работе по изучению неупругого состояния $J/\psi(1S)$ и $\psi(2S)$ – мезонов [1] появилась возможность оценить количество мезонов со скрытым очарованием, распадающихся на адронные конечные состояния. Была использована вся статистика взаимодействия, накопленная за период 1997-2007гг. Это около ~350 миллионов взаимодействий. Получаем число мезонов $J/\psi(1S)$ и $\psi(2S)$ с распадом лептона на $\mu^+\mu^-$. Поскольку процент событий, которые распадаются в этом режиме известен по таблице мы можем оценить общее количество сгенерированных мезонов. Исходя из данных, можно вычислить количество мезонов, распадающихся на адронной моде.

Число мезонов со скрытым очарованием и мезонов $\chi_{c0}(1P)$, $\chi_{c1}(1P)$ и $\chi_{c2}(1P)$ также можно оценить по данным радиационного распада мезонов $J/\psi(1S)$ и $\psi(2S)$.

Зная общее количество мезонов со скрытым очарованием η_c (1S) и χ_{c0} (1P), χ_{c1} (1P), χ_{c2} (1P), мы можем приблизительно оценить их количество для конкретной адронной моды их распада.

В данной статье приведен вывод, что наиболее благоприятными (по количеству распадающихся в конечные состояния адронов мезонов) для поиска и отбора мезонов со скрытым очарованием являются следующие конечные состояния states - $KK\pi$, $\pi^+\pi^-K^+K^-$ и $2(\pi^+\pi^-)$.

В статье использованы результаты, полученные в рамках проекта AP05131547 «Исследование распадов очарованных барионов и мезонов со скрытым очарованием, образованных в e^+e^- взаимодействиях» грантового финансирования из РБ РК.

Ключевые слова: адрон, мезон, мода распада, скрытое очарование, конечное состояние.

Information about authors:

Boulat Zhautykov, Head of High Energy Physics Laboratory, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Satbyev University, Institute of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0002-8838-7443>;

Vladimir Samoilov, Senior Research Worker of High Energy Physics Laboratory, Satbyev University, Institute of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0001-7259-239X>;

Nikolai Pokrovsky, Senior Research Worker of High Energy Physics Laboratory, Satbyev University, Institute of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0003-1214-4936>

REFERENCES

[1] The ZEUS collaboration Measurement of inelastic J/ψ and ψ' photoproduction at HERA// Journal of high energy physics JHEP 02 (2013) 071

[2] Particle physics booklet (particle data group) July 2010 // IOP Publishing

[3] Izbasrov M., Pokrovsky N. S., Samoilov V. V., Temiraliev T., Tursunov R., Zhautykov B. O. Investigation of Correlations of Generated Nuclear Active Particles in $\tilde{p}p$ - Events Enriched by Annihilation at Momenta 22.4 GeV/c and 32 GeV/c // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of physic – mathematical sciences. Volume 4, Number 326 (2019), pp. 143–150. ISSN 1991 – 346X, <https://doi.org/10.32014/2019.2518-1726.53>

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://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

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

Редакторы: *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, А. Ахметова*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 22.09.2020.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
7,75 п.л. Тираж 300. Заказ 5.