

ISSN 2518-1483 (Online),  
ISSN 2224-5227 (Print)

2016 • 5

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
**БАЯНДАМАЛАРЫ**

**ДОКЛАДЫ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**REPORTS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.  
PUBLISHED SINCE 1944



Бас редакторы  
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

**Адекенов С.М.** проф., академик (Қазақстан) (бас ред. орынбасары)  
**Боос Э.Г.** проф., академик (Қазақстан)  
**Величкин В.И.** проф., корр.-мүшесі (Ресей)  
**Вольдемар Вуйцик** проф. (Польша)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Гордиенко А.И.** проф., академик (Белорус)  
**Дука Г.** проф., академик (Молдова)  
**Илолов М.И.** проф., академик (Тәжікстан),  
**Леска Богуслава** проф. (Польша),  
**Локшин В.Н.** проф. чл.-корр. (Қазақстан)  
**Нараев В.Н.** проф. (Ресей)  
**Неклюдов И.М.** проф., академик (Украина)  
**Нур Изура Удзир** проф. (Малайзия)  
**Перни Стефано** проф. (Ұлыбритания)  
**Потапов В.А.** проф. (Украина)  
**Прокопович Полина** проф. (Ұлыбритания)  
**Омбаев А.М.** проф. (Қазақстан)  
**Өтелбаев М.О.** проф., академик (Қазақстан)  
**Садыбеков М.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Сатаев М.И.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Северский И.В.** проф., академик (Қазақстан)  
**Сикорски Марек** проф., (Польша)  
**Рамазанов Т.С.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Харин С.Н.** проф., академик (Қазақстан)  
**Чечин Л.М.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Харун Парлар** проф. (Германия)  
**Энджун Гао** проф. (Қытай)  
**Эркебаев А.Э.** проф., академик (Қырғыстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.)  
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 01.06.2006 ж.  
берілген №5540-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
<http://наука-нанрк.kz>, reports-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

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

Главный редактор  
д.х.н., проф., академик НАН РК **М. Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

**Адекенов С.М.** проф., академик (Казахстан) (зам. гл. ред.)  
**Боос Э.Г.** проф., академик (Казахстан)  
**Величкин В.И.** проф., чл.-корр. (Россия)  
**Вольдемар Вуйцик** проф. (Польша)  
**Гончарук В.В.** проф., академик (Украина)  
**Гордиенко А.И.** проф., академик (Беларусь)  
**Дука Г.** проф., академик (Молдова)  
**Илолов М.И.** проф., академик (Таджикистан),  
**Леска Богуслава** проф. (Польша),  
**Локшин В.Н.** проф. чл.-корр. (Казахстан)  
**Нараев В.Н.** проф. (Россия)  
**Неклюдов И.М.** проф., академик (Украина)  
**Нур Изура Удзир** проф. (Малайзия)  
**Перни Стефано** проф. (Великобритания)  
**Потапов В.А.** проф. (Украина)  
**Прокопович Полина** проф. (Великобритания)  
**Омбаев А.М.** проф. (Казахстан)  
**Отелбаев М.О.** проф., академик (Казахстан)  
**Садыбеков М.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Сатаев М.И.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Северский И.В.** проф., академик (Казахстан)  
**Сикорски Марек** проф., (Польша)  
**Рамазанов Т.С.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Харин С.Н.** проф., академик (Казахстан)  
**Чечин Л.М.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Харун Парлар** проф. (Германия)  
**Энджун Гао** проф. (Китай)  
**Эркебаев А.Э.** проф., академик (Кыргызстан)

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online),

ISSN 2224-5227 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «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 №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz> [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

---

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016 г.

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

**E d i t o r i n c h i e f**doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK **M.Zh. Zhurinov****E d i t o r i a l b o a r d :****Adekenov S.M.** prof., academician (Kazakhstan) (deputy editor in chief)**Boos E.G.** prof., academician (Kazakhstan)**Velichkin V.I.** prof., corr. member (Russia)**Voitsik Valdemar** prof. (Poland)**Goncharuk V.V.** prof., academician (Ukraine)**Gordiyenko A.I.** prof., academician (Belarus)**Duka G.** prof., academician (Moldova)**Ilolov M.I.** prof., academician (Tadjikistan),**Leska Boguslava** prof. (Poland),**Lokshin V.N.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Narayev V.N.** prof. (Russia)**Nekludov I.M.** prof., academician (Ukraine)**Nur Izura Udzir** prof. (Malaysia)**Perni Stephano** prof. (Great Britain)**Potapov V.A.** prof. (Ukraine)**Prokopovich Polina** prof. (Great Britain)**Ombayev A.M.** prof. (Kazakhstan)**Otelbayv M.O.** prof., academician (Kazakhstan)**Sadybekov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Satayev M.I.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Severskyi I.V.** prof., academician (Kazakhstan)**Sikorski Marek** prof., (Poland)**Ramazanov T.S.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief**Kharin S.N.** prof., academician (Kazakhstan)**Chechin L.M.** prof., corr. member. (Kazakhstan)**Kharun Parlar** prof. (Germany)**Endzhun Gao** prof. (China)**Erkebayev A.Ye.** prof., academician (Kyrgyzstan)**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.****ISSN 2224-5227****ISSN 2518-1483 (Online),****ISSN 2224-5227 (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 5540-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of.219-220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/> [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

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

<sup>1,2</sup>B.T. Shukirgaliyev, <sup>1,2</sup>T.P. Panamarev, <sup>3</sup>A.Zh. Naurzbaeva, <sup>1,3</sup>M.T. Kalambay, <sup>2,4,5</sup>P.P. Berczik,  
<sup>2</sup>A. Just, <sup>2,4,6</sup>R. Spurzem, <sup>1</sup>M.A. Makukov, <sup>1</sup>E.Y. Vilkoviskij, <sup>7,1</sup>Ch.T. Omarov

<sup>1</sup>Fesenkov Astrophysical Institute, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Astronomisches Rechen-Institut, Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg, Germany;

<sup>3</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan;

<sup>4</sup>National Astronomical Observatories of China and Key Laboratory for Computational Astrophysics, China;

<sup>5</sup>Main Astronomical Observatory, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine;

<sup>6</sup>Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics at Peking University, China;

<sup>7</sup>National Center of Space Research and Technology, Kazakhstan

[bekdaulet@aphi.kz](mailto:bekdaulet@aphi.kz), [mukhagalay@gmail.com](mailto:mukhagalay@gmail.com)

## EFFECT OF GAS ACCRETION DISC PROFILE ON ORBITAL PARAMETERS OF THE ACCRETED STARS

**Abstract.** The results of studies of the effect of the gas disk and its profile on the dynamics of active galactic nuclei are presented. The study was conducted with a numerical model of galactic nucleus based on phiGRAPE+GPU comprising three subsystems – a central supermassive black hole, gaseous accretion disc, and compact stellar cluster. The evolution of the compact stellar cluster is modeled with direct integration (N-body simulation), while the black hole and gaseous disc are represented phenomenologically: the black hole is introduced as an external potential (fixed in space but variable in time due to black hole mass growth), and the gaseous disc is introduced as spatial time-independent density distribution. We examined and compared with each other orbital parameters of accreting stars for model of the galactic nucleus with gas disc of constant and variable thickness, as well as without gas. It was found that in the presence of a gaseous disk almost half of the accreted particles interact strongly with the gas and are captured by the disc before accretion, while more than 85% of particles are affected to some extent by the disc prior to accretion. This suggests that interaction of the stellar cluster with the gas disk in the galactic nucleus might lead to the formation of stellar disk in the central part of the nucleus.

**Key words:** active galactic nuclei (AGN), supermassive black hole (SMBH), accretion gas disk (AGD), computational astrophysics, N-body simulations

УДК 524.47-54

<sup>1,2</sup>Б.Т. Шукиргалиев, <sup>1,2</sup>Т.П. Панамарев, <sup>3</sup>А.Ж. Наурзбаева, <sup>1,3</sup>М.Т. Қаламбай, <sup>2,4,5</sup>П.П. Берцик,  
<sup>2</sup>А. Юст, <sup>2,4,6</sup>Р. Шпурцем, <sup>1</sup>М.А. Макуков, <sup>1</sup>Э.Я. Вильковиский, <sup>7,1</sup>Ч.Т. Омаров

<sup>1</sup>Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, Казахстан;

<sup>2</sup>Astronomisches Rechen-Institut, Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg, Germany;

<sup>3</sup>Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, Казахстан;

<sup>4</sup>National Astronomical Observatories of China and Key Laboratory for Computational Astrophysics, China;

<sup>5</sup>Главная Астрономическая Обсерватория, Национальной Академии Наук Украины, Украина;

<sup>6</sup>Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics at Peking University, China;

<sup>7</sup>Национальный центр космических исследований и технологии, Казахстан

## ВЛИЯНИЕ ПРОФИЛЯ АККРЕЦИОННОГО ГАЗОВОГО ДИСКА НА ОРБИТАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ АККРЕЦИРУЕМЫХ ЗВЕЗД

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования влияния газового диска и его профиля на динамику активных ядер галактик. Исследование проводилось на основе реализованной с помощью кода phiGRAPE+GPU численной модели галактического ядра, состоящей из трех подсистем – центральной

сверхмассивной черной дыры, аккреционного газового диска и компактного звездного кластера. Эволюция звездного кластера интегрируется прямым методом (N-body simulations), а черная дыра и газовый диск заданы феноменологически – черная дыра задана в виде внешнего потенциала (неподвижного в пространстве, но изменяемого со временем вследствие роста массы черной дыры), а газовый диск задан в виде пространственного распределения плотности, не зависящего от времени. Рассматривались и сравнивались между собой орбитальные параметры аккрецирующих звезд для моделей ядра галактики с газовым диском постоянной и переменной толщины, а также без диска. Выявлено, что в присутствии газового диска почти половина аккрецированных частиц тесно взаимодействует с газом и захватывается диском перед аккрецией, более 85% частиц до аккреции претерпевает то или иное влияние со стороны диска. Это наводит на мысль, что взаимодействие звездного кластера с газовым диском в галактическом ядре может привести к возникновению звездного аккреционного диска в центральной части ядра.

**Ключевые слова:** активные ядра галактик (АЯГ), сверхмассивная черная дыра (СМЧД), аккреционный газовый диск (АГД), вычислительная астрофизика, задача N тел.

Физическая природа активных ядер галактик (АЯГ) и в наши дни далека от полного понимания, поэтому развитие теории АЯГ до сих пор остается одной из актуальнейших проблем астрофизики. Согласно современным представлениям, активность ядер галактик объясняется аккрецией вещества на сверхмассивные (до нескольких триллионов масс Солнца) черные дыры, находящиеся, по-видимому, в центрах всех галактик [1]. Высвобождаемая в ходе этой аккреции гравитационная энергия и является тем источником, который лежит в основе чрезвычайно мощного излучения, наблюдаемого из АЯГ.

Активное ядро галактики можно рассматривать как состоящее из трех подсистем: центральной сверхмассивной черной дыры (СМЧД), аккреционного газового диска (АГД), формирующегося из-за сохранения момента импульса аккрецируемого вещества, и компактного сферически-симметричного звездного кластера [2].

В предыдущих работах [3-6] с помощью численного моделирования нами было исследовано взаимодействие звездного кластера с аккреционным диском и его влияние на динамику и эволюцию активных ядер галактик. Действительно, диссипативное воздействие со стороны газового диска приводит к потере энергии звездами в центральной части кластера и, при определенных условиях, к аккреции некоторых звезд на черную дыру.

В этих исследованиях мы использовали две феноменологические модели газового диска. В первой газовый диск имел кеплеровское вращение, постоянную высоту и задавался в виде неизменного во времени распределения плотности :

$$\rho(R, z) = \frac{2-\alpha}{2\pi\sqrt{2\pi}} \frac{M_d}{hR_d^3} \left(\frac{R}{R_d}\right)^{-\alpha} \exp\left[-\beta_s \left(\frac{R}{R_d}\right)^s\right] \exp\left(-\frac{z^2}{2h^2R_d^2}\right), \quad (1)$$

где  $\alpha = 3/4$  (соответствует внешней границе диска по модели Новикова-Торна [6]),  $R^2 = x^2 + y^2$ ,

$R_d$  - радиус диска,  $\beta_s = \left[\Gamma\left(1 + \frac{2-\alpha}{s}\right)\right]$  ( $\Gamma(x)$  - гамма-функция,  $s$  было взято равным 4, тогда

$\beta_s = 0.70$ ),  $M_d$  - масса диска,  $h$  определяет полутолщину диска:  $h_z = hR_d$ .

Вторая, более реалистичная модель газового диска являлась модификацией первой модели с введением линейного возрастания полутолщины диска на внутреннем участке. Эта модификация была основана на физических свойствах внутреннего аккреционного диска, которые описываются приближением Шакуры-Сюняева [8].

$$h_z = hR_d \left(\frac{R}{R_{crit}}\right). \quad (2)$$

Точка перехода от линейной полутолщины к постоянной определялась, приравнивая выражения для скорости звука в случае самогравитации диска,  $c_s^2 = 4\pi Gh_z \Sigma$ , и в случае ее отсутствия  $c_s^2 = 2h_z^2 GM_{bh} R^{-3}$ . Тогда  $R_{crit} = 0.0257314$  в безразмерной системе единиц N-body [8], которую мы используем везде в дальнейшем.

Свойства аккреционного диска были зафиксированы приведенной массой  $\mu_d$  с аналитическим распределением плотности согласно уравнению (1) со значениями параметров  $\alpha = 3/4$  и  $s = 4$  и  $h = 10^{-3}$ . Подразумевалось кеплеровское вращение диска в потенциале сверхмассивной черной дыры, пренебрегая гравитационным воздействием диска и градиентами давления внутри диска [3]. Подробнее о моделях газового диска - в [5].

Черная дыра также задавалась феноменологически в виде ньютоновского потенциала. Звездный кластер моделировался прямым интегрированием взаимодействия отдельных звезд друг с другом (N-body simulations), а также с газовым диском и черной дырой. Если звезда попадает в область с радиусом менее  $R_{acc}$  (радиус аккреции), то она считается аккрецировавшей – ее масса добавляется к массе черной дыры, а сама звезда удаляется из системы. В качестве исходного кода для численного моделирования применялся код phiGRAPE+GPU [10], который использует технологии параллельного вычисления (CUDA и MPI). В этот код нами был добавлен модуль, описывающий диссипативное взаимодействие звезд с газом. Эволюция системы начинается с состояния, задаваемого моделью Пламмера. Более подробное описание численной модели может быть найдено в [3,4,6].

В [5] было проведено сравнение результатов, полученных при использовании двух моделей газового диска, т.е. исследовалось влияние профиля диска на процесс аккреции звезд на черную дыру (см. пунктирная линия на Рис. 2). Рассматривались звезды, которые аккрецируют благодаря воздействию газового диска, то есть звезды с малыми значениями эксцентриситета (считалось, что звезды, аккрецирующие при  $e \approx 1$ , то есть на орбитах, близких к гиперболическим, попадают в область захвата черной дыры в результате случайных пролетов). Было найдено, что в первой модели аккрецирующие при вращении в одну с диском сторону звезды образуют на диаграмме “эксцентриситет - угол наклона орбиты к плоскости диска” тесную группу с почти круговыми орбитами, лежащими практически в плоскости диска, а противовращающиеся звезды обладают любыми значениями угла наклона и эксцентриситета в момент аккреции. В модели же диска с переменной толщиной со- и противовращающиеся звезды аккрецируют при любых углах наклона орбиты, однако около 70% всех захваченных СМЧД звезд в момент захвата были очень близки к круговой орбите и находились в плоскости диска. Кроме того, во второй модели диска момент импульса передается черной дыре в большем количестве, чем в первой.

В настоящей работе представлены результаты дальнейшего исследования влияния газового диска на динамику активных ядер галактик, а именно, обсуждаются орбитальные параметры аккрецирующих звезд, которые были захвачены СМЧД в течение двух времен релаксации ( $t = 2t_{rel}$ ), начиная с начального момента, для трех моделей: со "старым" (с постоянной толщиной) и с "новым" (с переменной толщиной) газовыми дисками, а также без диска. Во всех запусках число звезд в системе составляло 32 тысячи, радиус аккреции принимался равным  $0.0003R_d$ .

### Результаты и обсуждение

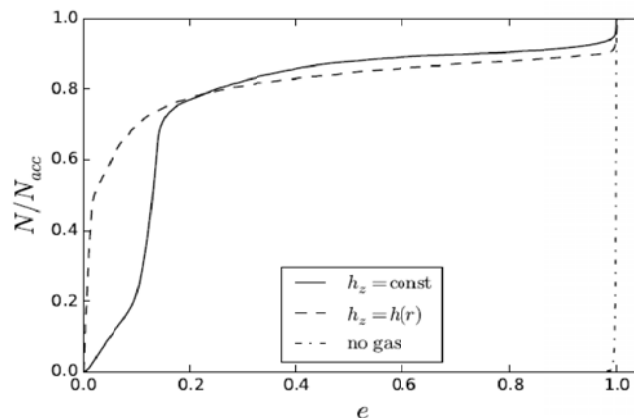


Рисунок 1 - Кумулятивное распределение частиц по эксцентриситетам их орбит в момент аккреции для модели без газового диска (штрихпунктирная линия), модели с диском постоянной толщины (сплошная линия) и модели с диском переменной толщины (пунктирная линия). По оси ординат отложено отношение числа звезд, аккрецировавших с эксцентриситетом, меньшим заданного, к числу всех аккрецировавших звезд

Результаты исследования эксцентриситетов орбит аккрецируемых звезд приведены на рисунках 1-3. На рисунке 1 представлено кумулятивное распределение частиц по эксцентриситетам их орбит в момент аккреции для трех моделей, по оси ординат отложено отношение числа звезд, аккрецируемых с эксцентриситетом, меньшим заданного, к числу всех аккрецированных звезд.

На рисунках 2-3 представлены гистограммы эксцентриситетов орбит аккрецированных звезд. Для возможности более детального анализа, гистограммы приведены в линейном и логарифмическом виде, также отдельно приведена гистограмма для модели без газового диска с использованием меньших интервалов разбиения области значений эксцентриситета. Как видно из рисунков, при отсутствии газового диска звезды аккрецируются на орбитах, близких к гиперболическим, т.е. попадают в область захвата черной дыры в результате случайных пролетов. Газовый диск значительно влияет на распределение эксцентриситетов аккрецируемых частиц: в модели с "новым" диском около 50% звезд аккрецируются на почти круговых орбитах, в модели со "старым" диском частицы в основном аккрецируются на более вытянутых орбитах.

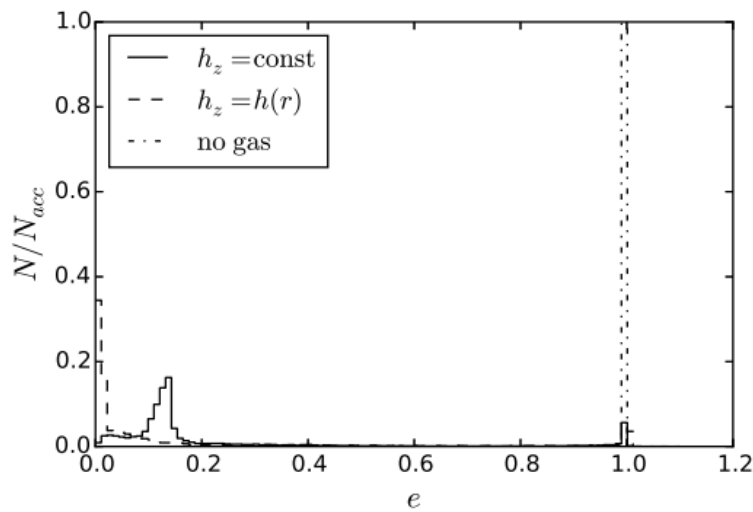


Рисунок 2 - Распределение эксцентриситетов орбит звезд в момент их аккреции для трех моделей в линейном (А) и логарифмическом (В) масштабах. Обозначения те же, что на рисунке 1.

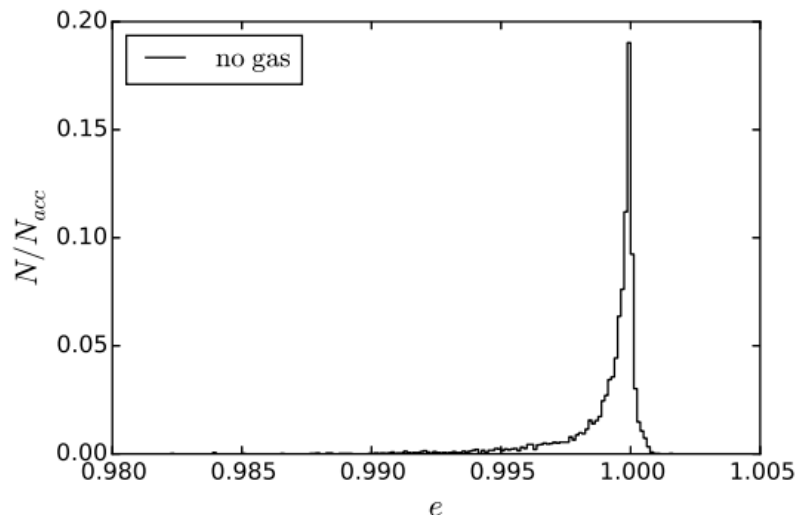


Рисунок 3 - Распределение эксцентриситетов орбит звезд в момент их аккреции для модели без газового диска с использованием меньших, чем на рисунке 2, интервалов разбиения области значений эксцентриситета

На рисунке 4 представлено кумулятивное распределение частиц по углам наклона орбит к плоскости газового диска в момент аккреции. Видно, что при использовании "старой" модели диска углы наклона почти 50% аккрецируемых частиц занимают область между  $0^0$  и  $10^0$ , кроме



того, почти половина частиц аккрецируется, находясь в обратном диску вращения. При использовании же "новой" модели диска около 45% звезд аккрецируются на черную дыру, вращаясь в плоскости диска и в одном с ним направлении, доля противовращающихся в момент аккреции частиц меньше, чем для модели диска с постоянной толщиной. Это объясняется тем, что толщина диска в "старой" модели больше радиуса аккреции, что приводит к торможению многих звезд с обратным вращением в центральной части диска, включая звезды в почти перпендикулярной к диску плоскости. В случае усовершенствованной модели диска, плотный газ около центральной черной дыры находится практически лишь в плоскости экватора, что позволяет многим звездам в центральной части успеть проэволюционировать в сторону вращения диска.

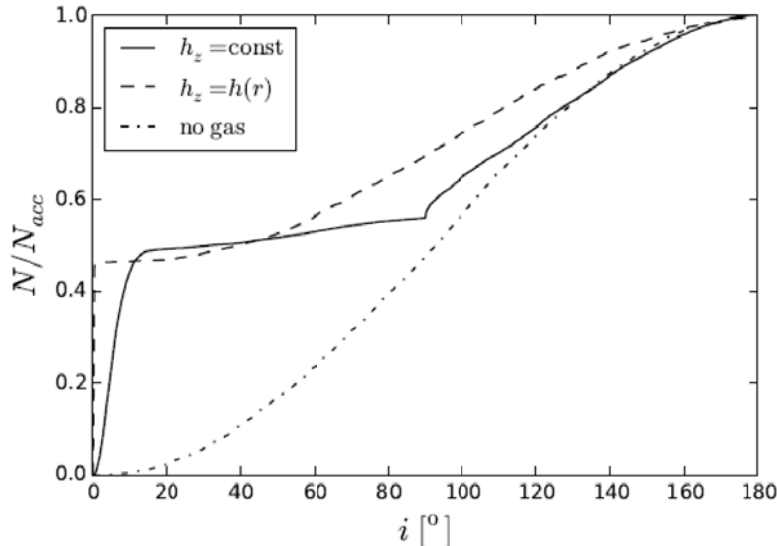


Рисунок 4 - Кумулятивное распределение частиц по углам наклона орбит к плоскости газового диска в момент аккреции для трех моделей. Обозначения те же, что на рисунке 1

На рисунках 5 и 6 представлены распределения аккрецированных частиц на плоскости эксцентриситет - угол наклона орбиты для "старой" и "новой" моделей диска, соответственно. Здесь хорошо видны частицы, которые были захвачены газовым диском до момента аккреции: в виде плоского облака в области  $\sim 0.1^{\circ} \div \sim 10^{\circ}$  для диска с постоянной толщиной, и облака в области  $< 1^{\circ}$  для диска переменной толщины. Это облако на рисунке 6 соответствует тем 45 % частиц рисунка 4, которые аккрецировались, вращаясь в плоскости диска.

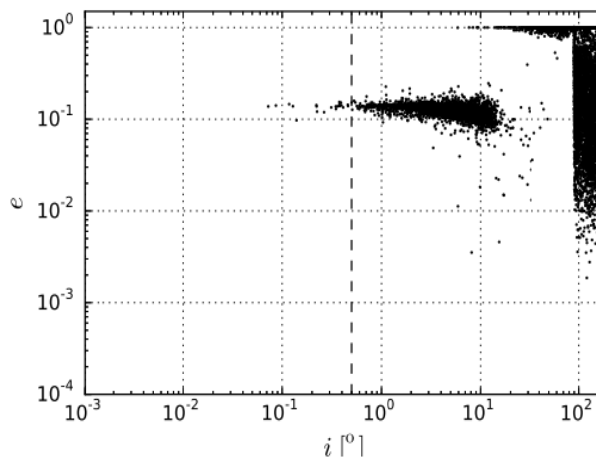


Рисунок 5 - Распределение аккрецированных частиц на плоскости угол наклона орбиты - эксцентриситет для модели с газовым диском постоянной толщины. Каждая точка представляет одну частицу. Пунктирная линия соответствует углу наклона орбиты, равному углу раскрытия в модели аккреционного диска с переменной толщиной.

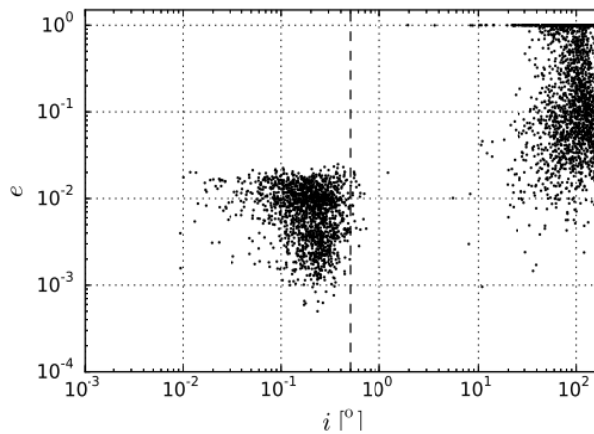


Рисунок 6 - Распределение аккрецировававших частиц на плоскости угол наклона орбиты - эксцентриситет для модели с газовым диском переменной толщины. Обозначения те же, что на рисунке 5

Мы проанализировали также распределение длин больших полуосей орбит частиц в момент аккреции. На рисунке 7 представлено кумулятивное распределение частиц по значениям больших полуосей их орбит, а на рисунках 8-10 - распределение частиц на диаграмме длина большой полуоси - угол наклона орбиты для трех моделей.

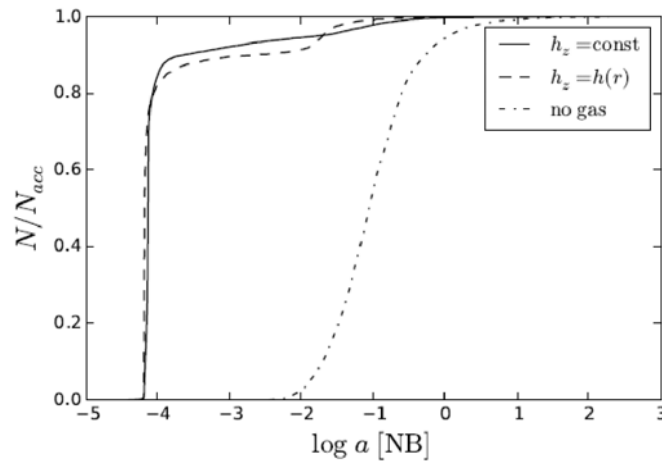


Рисунок 7 - Кумулятивное распределение частиц по значениям больших полуосей их орбит. Обозначения те же, что на рисунке 1

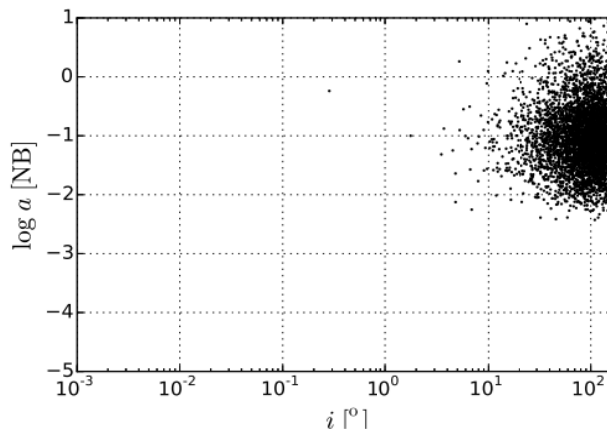


Рисунок 8 - Распределение частиц на диаграмме длина большой полуоси - угол наклона орбиты для модели без газового диска

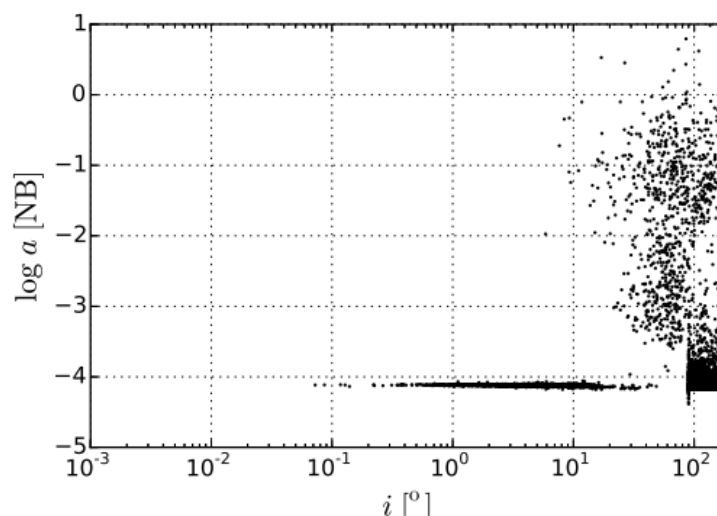


Рисунок 9 - Распределение частиц на диаграмме длина большой полуоси - угол наклона орбиты к плоскости аккреционного диска для модели с диском постоянной толщины

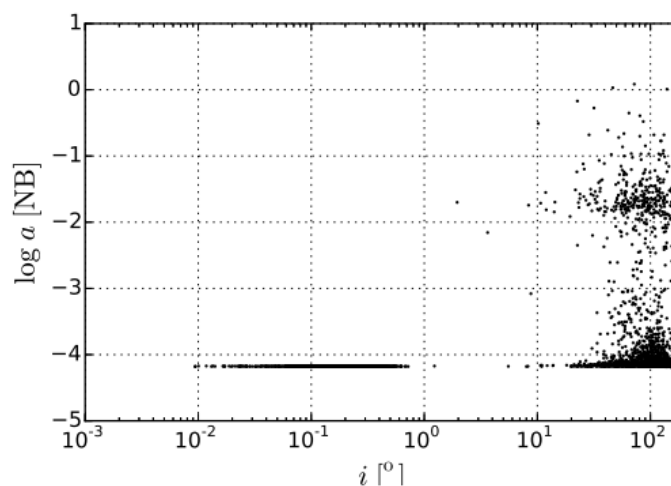


Рисунок 10 - Распределение частиц на диаграмме длина большой полуоси - угол наклона орбиты к плоскости аккреционного диска для модели с диском переменной толщины

На рисунке 8, где приведена диаграмма для модели без газового диска, мы видим частицы, аккрецированные согласно теории конуса потерь (loss cone) [11]. На диаграммах для двух других моделей мы также можем видеть такие частицы, аккрецированные без взаимодействия с газовым диском, однако здесь есть и "частицы диска", т.е. частицы, захваченные диском перед аккрецией, которые представлены на этих диаграммах в виде тонких "облаков" в их нижней части.

### Выводы

Анализ полученных результатов позволяет сформулировать вывод, что в присутствии газового диска почти половина аккрецированных частиц тесно взаимодействовала с газом и была захвачена диском перед аккрецией. Доля частиц, аккрецированных по теории конуса потерь (без всякого влияния диска), для модели с газовым диском очень невелика - 5-10%. Тот факт, что более 85% частиц до аккреции претерпело в той или иной степени влияние со стороны диска приводит к мысли, что взаимодействие звездного кластера с газовым диском в галактическом ядре может способствовать возникновению звездного аккреционного диска в центральной части ядра и сделать звездный кластер осесимметричным. Результаты дальнейших исследований будут опубликованы в наших следующих работах. С предварительными результатами можно ознакомиться в работе [12].

Работа выполнена в рамках Международного Проекта сотрудничества и академического

обмена между Германией и Казахстаном ‘STARDISK – Simulating Dense Star-Gas Systems in Galactic Nuclei using special hardware’ (I/81 396, финансируемая Фондом Фольксваген, Германия) и Программы Целевого Финансирования (код программы – №0073-10/ПЦФ-15-МОН). Для расчетов были использованы специальные оборудованные GPU ускорителями суперкомпьютеры laohu (the Center of Information and Computing at National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, China, Sciences, финансируемая Министерством Финансов КНР под грантом ZDYZ2008-2), titan, hydra, kepler (Astronomisches Rechen-Institut, University of Heidelberg, Germany, финансируемые грантами I/80041-043 и I/84678/84680 Фонда Фольксваген и грантами 823.219-439/30 и /36 Министерства Науки, Исследования и Искусства Баден-Вюртемберга, Германия) и tesla, grape (Астрофизический Институт им. В.Г. Фесенкова, финансируемые проектом STARDISK).

Мы благодарим Фонд Фольксваген за финансовую поддержку и Академию Наук Китая и Национальную Астрономическую Обсерваторию Китая за поддержку через проект ‘Silk Road Project’.

Берцик П. благодарит Национальную Академию Наук Украины за поддержку через проект вычислительного кластера GRID/GPU Главной Астрономической Обсерватории. Также Берцик П.П., Юст А. и Шпурцем Р. выражают благодарность Фонду Фольксваген за оказываемую поддержку под грантом трехстороннего сотрудничества No. 90411 (Trilateral Partnerships grant No. 90411).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [13] Kormendy J., Ho L.C. Coevolution (or not) of supermassive black holes and host galaxies. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.*, **2013**, 51, 511–653.
- [14] Seth, A., Agüeros, M., Lee, D., Basu-Zych, A. The coincidence of nuclear star clusters and active galactic nuclei. *The Astrophysical Journal*, **2008**, 678, 116-130.
- [15] Just, A., Yurin, D., Makukov, M., Berczik, P., Omarov, Ch., Spurzem, R., Vilkoviskij, E.Y. Enhanced accretion rates of stars on supermassive black holes by star-disk interactions in galactic nuclei. *The Astrophysical Journal*, **2012**, 758, 51.
- [16] Vilkoviskij E., Makukov M., Omarov Ch., Panamarev T., Spurzem R., Berczik P., Just A. Numerical simulations of AGN evolution. *Astronomical and Astrophysical Transactions*. **2013**, 28, 151-160.
- [17] Шукиргалиев, Б.Т., Панамарев, Т.П., Абдрахманов, С.Г., Макуков, М.А., Омаров, Ч.Т. Влияние профиля аккреционного диска на динамику активных ядер галактик. *Известия НАН РК. Серия физико-математическая*, **2015**, 5, 5-11.
- [18] Kennedy, G.F., Meiron, Y., Shukirgaliyev, B., Panamarev, T., Berczik, P., Just, A., Spurzem, R. Star–disc interaction in galactic nuclei: orbits and rates of accreted stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **2016**, 260, 240–255.
- [19] Novikov I. D., Thorne K. S. Astrophysics of black holes. In: *Black holes*, 1973, 343-450.
- [20] Shakura N.I., Sunyaev R.A. Black holes in binary systems. Observational appearance. *Astronomy and Astrophysics*, **1973**, 24, 337-347.
- [21] Aarseth, S. J. Gravitational N-Body Simulations: Tools and Algorithms. Cambridge University Press, **2003**, P. 431.
- [22] Harfst, S., Gualandris, A., Merritt, D., Spurzem, R., Zwart, S. P., Berczik, P. Performance analysis of direct N-body algorithms on special-purpose supercomputers. *New Astronomy*, **2007**, 12, 357-377.
- [23] Frank, J., Rees, M. J. Effects of massive central black holes on dense stellar systems. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **1976**, 176, 633-647.
- [24] Shukirgaliyev B.T. The effect of gaseous accretion disk on dynamics of the stellar cluster in AGN. *Star Clusters and Black Holes in Galaxies across Cosmic Time, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium*, 2016, 312, 113-117.

#### REFERENCES

- [13] Kormendy J., Ho L.C. Coevolution (or not) of supermassive black holes and host galaxies. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.*, **2013**, 51, 511–653.
- [14] Seth, A., Agüeros, M., Lee, D., Basu-Zych, A. The coincidence of nuclear star clusters and active galactic nuclei. *The Astrophysical Journal*, **2008**, 678, 116-130.
- [15] Just, A., Yurin, D., Makukov, M., Berczik, P., Omarov, Ch., Spurzem, R., Vilkoviskij, E.Y. Enhanced accretion rates of stars on supermassive black holes by star-disk interactions in galactic nuclei. *The Astrophysical Journal*, **2012**, 758, 51.
- [16] Vilkoviskij E., Makukov M., Omarov Ch., Panamarev T., Spurzem R., Berczik P., Just A. Numerical simulations of AGN evolution. *Astronomical and Astrophysical Transactions*. **2013**, 28, 151-160.
- [17] Shukirgaliyev B.T., Panamarev T.P., Abdrakhmanov S.G., Makukov M.A., Omarov Ch.T., Effect of accretion disc profile on the dynamics of active galactic nuclei. [Vliyaniya profilya akkrecionnogo diska na dinamiku aktivnih yader galaktik]. *Izvestia NAN RK. Seria physico-matematicheskaya*, **2015**, 5, 5-11.

- [18] Kennedy, G.F., Meiron, Y., Shukirgaliyev, B., Panamarev, T., Berczik, P., Just, A., Spurzem, R. Star–disc interaction in galactic nuclei: orbits and rates of accreted stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **2016**, 260, 240–255.
- [19] Novikov I. D., Thorne K. S. Astrophysics of black holes. In: *Black holes*, 1973, 343–450.
- [20] Shakura N.I., Sunyaev R.A. Black holes in binary systems. Observational appearance. *Astronomy and Astrophysics*, **1973**, 24, 337–347.
- [21] Aarseth, S. J. Gravitational N-Body Simulations: Tools and Algorithms. Cambridge University Press, **2003**, P. 431.
- [22] Harfst, S., Gualandris, A., Merritt, D., Spurzem, R., Zwart, S. P., Berczik, P. Performance analysis of direct N-body algorithms on special-purpose supercomputers. *New Astronomy*, **2007**, 12, 357–377.
- [23] Frank, J., Rees, M. J. Effects of massive central black holes on dense stellar systems. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **1976**, 176, 633–647.
- [24] Shukirgaliyev B.T. The effect of gaseous accretion disk on dynamics of the stellar cluster in AGN. *Star Clusters and Black Holes in Galaxies across Cosmic Time, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium*, 2016, 312, 113–117.

<sup>1,2</sup>Б.Т. Шукиргалиев, <sup>1,2</sup>Т.П. Панамарев, <sup>3</sup>А.Ж. Наурызбаева, <sup>1,3</sup>М.Т. Қаламбай, <sup>2,4,5</sup>П.П. Берцик,  
<sup>2</sup>А. Юст, <sup>2,4,6</sup>Р. Шпурцем, <sup>1</sup>М.А. Макуков, <sup>1</sup>Э.Я. Вильковиский, <sup>7,1</sup>Ч.Т. Омаров

<sup>1</sup> В.Г. Фесенков атындағы астрофизикалық институт, Қазақстан

<sup>2</sup> Astronomisches Rechen-Institut, Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg, Germany

<sup>3</sup> Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Қазақстан

<sup>4</sup> National Astronomical Observatories of China and Key Laboratory for Computational Astrophysics, China

<sup>5</sup> Бас Астрономиялық Обсерватория, Украина Ұлттық Ғылыми Академиясы, Украина

<sup>6</sup> Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics at Peking University, China

<sup>7</sup> Ұлттық ғарыштық зерттеулер мен технологиялар орталығы, Қазақстан

#### АККРЕЦИЯЛЫҚ ГАЗДЫ ДИСК ПІШІНІНІҢ АККРЕЦИЯЛАНУШЫ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ ОРБИТАЛЫҚ СИПАТТАМАСЫНА ӘСЕРІ

**Түйіндемесі.** Осы жұмыста газды диск және оның пішінінің галактикаларының динамикасына әсерін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Зерттеулер phiGRAPE+GPU кодының негізінде іске асырылған белсенді ядролы галактика үлгісі үш құраушыдан – орталық аса үлкен массалы қара құрдымнан, аккрециялық газ дискісі және ықшам жұлдыздық кластерден құралған деп жүргізілді. Жұлдыздық кластер эволюциясы тікелей әдіспен (N-body simulations) интегралданады, ал қара құрдым мен газды диск феноменологиялық түрде берілген – қара құрдым сыртқы (кеңістікте қозғалмайтын, алайда қара құрдым массасының өсуі салдарынан өзгертін) потенциал түрінде, ал газды диск уақыт бойынша өзгермейтін газ тығыздығының кеңістікте таралуымен берілген. Қалыңдығы тұрақты және өзгермелі, және де диск жоқ болғандағы галактика ядроларының моделдері үшін аккрецияланушы жұлдыздардың сипаттамаларын өзара салыстыру қарастырылды. Газды диск бар болған жағдайда аккрецияланған бөлшектердің жартысы дерлік газбен тығыз байланысады және аккрецияға дейін дискпен қарпылады, аккрецияға дейін 85% бөлшектер диск тарапынан қандай да болсын әсерге ұшырайды. Бұл галактика ядроларындағы жұлдыздық жүйе мен газды дисктің әсерлесу нәтижесінде ядроның орталық бөлігінде жұлдыздық аккрециялық диск пайда болады деген ойға алып келеді.

**Тірек сөздер:** Галактикалардың белсенді ядролары (ГБЯ), аса массалы қара құрдым (АМҚК), аккрециялы газды диск (АГД), есептеуіш астрофизика, N-дене есебі.

---



---

**МАЗМҰНЫ**
**Астрофизика**

<i>Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р.</i> Аккрециялық газды диск пішінінің аккрецияланушы жұлдыздардың орбиталық сипаттамасына әсері.....	5
<i>Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтмбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.</i> Екі матрицалы фотометрдің басқару жүйесі.....	14

**Физика**

<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.</i> 50 және 65 Мэв энергиядағы альфа-бөлшектердің <sup>11</sup> вядроларында шашырау құбылыстарын зерттеу.....	20
<i>Омар Ж.О., Такибаев Н.Ж., Құрманғалиева В.О.</i> Нейтронды жұлдыздардың кристалдық торларындағы фонон-фононды әсерлесулер.....	26

**Химия**

<i>Полещук О.Х., Фатеев А.В., Адырбекова Г.М., Ермаханов М.Н., Саудахметов П.А.</i> Тығыздық функционал теориясының әдістерімен металоцендердегі химиялық байланыстың талдауы.....	34
<i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Материалдардың бүлінуі кезіндегі механикалық және жылулық энергияның өзара байланысы.....	42

**Жер туралы ғылымдар**

<i>Бітімбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.</i> Жабық ұсақтау циклда алтынның жиналуының заңдылығын зерттеу.....	50
<i>Бітімбаев М.Ж., Шемякин В.С., Скопов С.В.</i> Қазақстанның мыс және мыс-мырышты кендерін рентгенорадиометриялық байыту.....	55
<i>Ниценко А.В., Требухов С.А., Қасымжанова А.К., Шендяпин А.С.</i> Төмендетілген қысым кезіндегі мышьяқтың диффузия коэффициентін анықтау.....	63

**Әлеуметтік ғылымдар**

<i>Қурманов Н.А., Рахимбекова А.Е., Бактымбет А.С., Махатова А.Б.</i> Қазақстан республикасындағы кіші және орта бизнестің инновациялық қызметінің дамуы.....	70
<i>Кольбаев М.К., Нурлихина Г.Б., Турабаев Г.К.</i> Шағын инновациялық кәсіпкерлікті венчурлық қаржыландыру.....	80

\* \* \*

**Астрофизика**

<i>Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т.</i> аккрециялық газды диск пішінінің аккрецияланушы жұлдыздардың орбиталық сипаттамасына әсері.....	87
<i>Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтмбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.</i> Екі матрицалы фотометрдің басқару жүйесі.....	96

**Физика**

<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.</i> 50 және 65 Мэв энергиядағы альфа-бөлшектердің <sup>11</sup> вядроларында шашырау құбылыстарын зерттеу.....	102
<i>Боос Э.Г., Темірәлиев Т., Избасаров М., Самойлов В.В., Федосимова А.И.</i> Импульсі 22,4 ГэВ/С антипротон-протондық аннигиляцияда және протон мен антипротонның зарядынан айырылу реакциясында оқиға құрылымын талдау.....	108
<i>Бетекбаев А. А., Калыгулов Д. А., Скаков Д. М., Мукашев Б. Н.</i> Күн энергиясының фотоэлектрлік түрлендірілуі: KAZPV жобасының жағдайы мен қолдану келешектері.....	113

**Техникалық ғылымдар**

<i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Мить К.А.</i> Атомдардың орнын басу әдісімен синтезделген эпитаксиалды SiC қабыршақтарының құрылымы.....	118
<i>Мусабеков Н.Р., Ибраев А. Х., Адильбеков М. Ж.</i> Жылуалмасу процестерін басқару мысалындағы технологиялық процесті басқарудың гибридік жүйесін әзірлеу туралы мәселелер.....	125
<i>Дайрабай Д.Д., Голубев В.Г., Балабеков О.С., Бренер А.М.</i> Нуклеаттардың жоғары концентрациясы жағдайларында кластерлік дисперсиялар түзілуінің ерекшеліктері.....	132
<i>Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.</i> Жылу энергетикалық қондырғылардың капиллярлық-кеуектік жаңа класты салқындату жүйелеріндегі жылумассаалмасуды зерттеу.....	139
<i>Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Алимкулов М.М.</i> ТМД елдерінде рельстерді қолдану тәжірибесі және оның мемлекетаралық стандартты өндіру үшін қолдануы.....	146
<i>Телтаев Б. Б., Айтбаев Қ.А., Аблалиев С.А.</i> Жол құрылымының кернеулі-деформациялық күйіне жерасты коллекторының әсері.....	162
<i>Бахтаев Ш.А., Бочкарева Г.В., Мусатирова Г.Д., Авхадиева Ф.Р.</i> Тәжделуші электрод бетінің қисықтық радиусын анықтау тәсілі.....	173

**Механика**

<i>Жолдасбеков С.Ө., Ибраев С.М., Сакенова А.М., Иманбаева Н.С., Нұрмағанбетова А.Т.</i> Жүк көтергіш иінтіректі механизмді Арм winmachine компьютерлік жүйесі көмегімен жобалау.....	180
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

**Химия**

<i>Фазылов С.Д., Животова Т.С., Нүркенов О.А., Абдыкалыков М.А., Сатпаева Ж.Б., Мұқашев А.Б., Жақыпова А.Н., Молдахметов М.З.</i> Көмір қалдықтары мен көмір қоқыстары негізінде брикетті отын алудың тиімді көрсеткіштерін жасау.....	186
<i>Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Материалдардың бүлінуі кезіндегі механикалық және жылулық энергияның өзара байланысы.....	193
<i>Айдарова С.Б., Тлеуова А.Б., Исаева А., Шарипова А.А., Григорьев Д.О., Миллер Р.</i> Гидрофобты агенттерді инкапсуляциялауда пикеринг эмульсиясын қолдану.....	200
<i>Мамырбекова А., Баешов А.Б., Мамырбекова А.</i> Әр түрлі орталарда стационарлы емес токпен поляризациялау кезіндегі күкірттің электрохимиялық қасиеті.....	209
<i>Қоңурбаев А.Е., Баешов А.Б.</i> Композициялы күкірт- графит электродын қолдану арқылы мырыш сульфидін электрохимиялық жолмен алу.....	214
<i>Баешов А.Б., Қоңурбаев А.Е., Адайбекова А.А., Баешова А.К.</i> Совместное восстановление ионов цинка и сульфит-ионов на в стеклографитовом электроде.....	222

**Жер туралы ғылымдар**

<i>Бітімбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.</i> Жабық ұсақтау циклда алтынның жиналуының заңдылығын зерттеу .....	231
<i>Ниценко А.В., Требухов С.А., Қасымжанова А.К., Шендятин А.С.</i> Төмендетілген қысым кезіндегі мышьяқтың диффузия коэффициентін анықтау.....	245
<i>Метакса Г.П., Буктуков Н.С.</i> Йеллоустон Жанартауы. Ғылыми аңыз бен шындық.....	252

**Медицина**

<i>Рахимов Қ.Д., Адекенов С.М.</i> Дәріге тұрақты метастаздардың өсуіне жаңа табиғи препараттардың цитостатиктермен біріктірген кездегі фармакологиялық әсері.....	257
<i>Рахимов Қ.Д.</i> Клиникаға дейінгі зерттеулерде дәрілерге тұрақты метастаздардың пайда болуын анықтау.....	262

**Аграрлық ғылым**

<i>Аубакиров Х.А., Баймуханов Д.А., Рахманов С.С.</i> Жамбыл облысы «Бапшы-Сейсенбай» шаруа қожалығында өсірілетін жылқы популяциясындағы түстердің таралу ерекшеліктері.....	268
<i>Асембаева Э.Қ., Сейдахметова З.Ж., Велямов Т.М., Лесова Ж.Т., Нурмуханбетова Д.Е.</i> Функционалдық тағамдық өнімдер. Түйе сүтінен алынатын сүтқышқылды өнімдер.....	275

**Қоғамдық ғылымдар**

<i>Пилипчук Я.В.</i> XVII–XVIIIғғ. Моғолстан және ұйғыр мемлекеттерінің құлауы.....	285
<i>Есенбекова А.Б.</i> Экономиканың тұрақты дамуы мәселелері және оның климаттың ғаламдық өзгеруіне тәуелділігі жайлы.....	302
<i>Жакипов Б. М.</i> Шет елдердегі көрме қызметінің даму үрдістерін талдау.....	309
<i>Насимов М. Ө.</i> Саяси менеджмент: түсінігі, құрылымы және негізгі түрлері.....	316
<i>Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.</i> Экономиканың нақты секторындағы еңбекті ынталандыру: қағидалары мен әдістері.....	324
<i>Сейтахметова Н.Л., Жандосова Ш.М., Смағұлов Қ.Е.</i> Діни экстремизм мәселесінің саясаттанулық қыры.....	332

## СОДЕРЖАНИЕ

**Астрофизика**

- Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р.* Влияние профиля аккреционного газового диска на орбитальные параметры аккрецируемых звезд..... 5
- Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтимбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.* Система управления двухматричным фотометром..... 14

**Физика**

- Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.* Исследование процессов рассеяния альфа-частиц на ядрах <sup>11</sup>в при энергиях 50 и 65 Мэв..... 20
- Омар Ж.О., Такибаев Н.Ж., Құрманғалиева В.О.* Фонон-фононное взаимодействие в кристаллических решетках нейтронных звезд..... 26

**Химия**

- Полещук О. Х., Фатеев А. В., Адырбекова Г.М., Ермаханов М.Н., Саидахметов П.А.* Анализ химической связи в металлоценах методами теории функционала плотности..... 34
- Малышев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.* Взаимосвязь тепловой и механической энергии при разрушении материалов..... 42

**Жер туралы ғылым**

- Битимбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.* Исследование закономерности накопления золота в замкнутых циклах измельчения..... 50
- Битимбаев М.Ж., Шемякин В.С., Скопов С.В.* Рентгенорадиометрическое обогащение медных и медно-цинковых руд Казахстана..... 55
- Ниценко А. В., Требухов С. А., Касымжанова А. К., Шендятин А. С.* Определение коэффициента диффузии мышьяка при пониженном давлении..... 63

**Социальные науки**

- Курманов Н.А., Рахимбекова А.Е., Бактымбет А.С., Махатова А.Б.* Развитие инновационной деятельности предприятий малого и среднего бизнеса в Казахстане..... 70
- Kolbayev M. K., Нурлихина Г.Б., Турабаев Г.К.* Венчурное финансирование малого инновационного предпринимательства..... 80

\* \* \*

**Астрофизика**

- Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Берцик П.П., Юст А., Шпурцем Р., Макуков М.А., Вильковиский Э.Я., Омаров Ч.Т.* Влияние профиля аккреционного газового диска на орбитальные параметры аккрецируемых звезд ..... 87
- Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтимбетов А.М., Майлыбаев А.Т., Алимгазинова Н.Ш., Манапбаева А.Б., Куратова А.К., Изтлеуов Н.Т.* Система управления двухматричным фотометром..... 96

**Физика**

- Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Мухамеджанов Е.С., Алимов Д.К., Демьянова А.С., Данилов А.Н.* Исследование процессов рассеяния альфа-частиц на ядрах <sup>11</sup>в при энергиях 50 и 65 Мэв..... 102
- Боос Э.Г., Темиралшев Т., Избасаров М., Самойлов В.В., Федосимова А.И.* Анализ структуры событий в антипротон - протонной аннигиляции и реакции перезарядки протона и антипротона при импульсе 22,4 ГэВ/с..... 108
- Бетекбаев А. А., Калыгулов Д. А., Скаков Д. М., Мукашев Б. Н.* Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии: состояние и перспективы использования проекта KAZPV..... 113

**Технические науки**

- Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Мить К.А.* Структура эпитаксиальных пленок SiC, синтезированных методом замещения атомов ..... 118
- Мусабеков Н.Р., Ибраев А.Х., Адильбеков М. Ж.* О вопросах разработки гибридной системы управления технологическим процессом на примере управления процессами теплообмена..... 125
- Дайрабай Д.Д., Голубев В.Г., Балабеков О.С., Бренер А.М.* Особенности образования кластерных дисперсий в условиях высокой концентрации нуклеатов..... 132
- Генбач А.А., Джаманкулова Н.О.* Исследование теплообмена в капиллярно-пористых системах охлаждения нового класса тепловых энергоустановок..... 139
- Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Алимкулов М.М.* Опыт применения рельсов в странах СНГ и использование его для разработки межгосударственного стандарта..... 146
- Телтаев Б. Б., Айтбаев К.А., Абляев С.А.* Влияние подземного коллектора на напряженно-деформированное состояние дорожной конструкции..... 162
- Бахтаев Ш.А., Бочкарева Г.В., Мусатирова Г.Д., Авхадиева Ф.Р.* Способ определения радиуса кривизны поверхности коронирующего электрода..... 173

**Механика**

- Джолдасбеков С.У., Ибраев С.М., Сакенова А.М., Иманбаева Н.С., Нурмаганбетова А.Т.* Проектирование грузоподъемного рычажного механизма с помощью компьютерной системы Arm winmachine..... 180



**Химия**

<i>Фазылов С.Д., Животова Т.С., Нуркенов О.А., Сатпаева Ж.Б., Абдыкалыков М.А., Мукашев А.Б., Жакупова А.Н., Мулдахметов М.З.</i> Разработка оптимальных параметров получения брикетного топлива на основе угольных отсеков и угольного шлама.....	186
<i>Мальшиев В.П., Зубрина Ю.С., Макашева А.М.</i> Взаимосвязь тепловой и механической энергии при разрушении материалов.....	193
<i>Айдарова С.Б., Тлеуова А.Б., Исаева А.Б., Шарипова А.А., Григорьев Д.О., Миллер Р.</i> Применение эмульсии пикеринга для инкапсуляции гидрофобных агентов.....	200
<i>Мамырбекова А., Баешов А.Б., Мамырбекова А.</i> Электрохимическое поведение серы в различных средах при поляризации нестационарными токами.....	209
<i>Коңурбаев А.Е., Баешов А.Б.</i> Электрохимический способ получения сульфида цинка с применением композиционного сера-графитового электрода.....	214
<i>Баешов А.Б., Коңырбаев А.Е., Адайбекова А.А., Баешова А.К.</i> Мырыш және сульфит иондарының шыныграфит электродында бірге тотықсыздануы.....	222

**Науки о Земле**

<i>Битимбаев М.Ж., Морозов Ю.П., Хамидулин И.Х.</i> Исследование закономерности накопления золота в замкнутых циклах измельчения.....	231
<i>Ниценко А. В., Требухов С. А., Касымжанова А. К., Шендяпин А. С.</i> Определение коэффициента диффузии мышьяка при пониженном давлении.....	245
<i>Метакса Г.П., Буктуков Н.С.</i> Вулкан Йеллоустон. Научные мифы и реальность.....	252

**Медицина**

<i>Рахимов К.Д., Адекенов С.М.</i> Фармакологическое влияние новых природных препаратов в комбинации с цитостатиками на рост лекарственно резистентных метастазов.....	257
<i>Рахимов К.Д.</i> Индуцирование лекарственной резистентности метастазов перевиваемых опухолей в условиях доклиники.....	262

**Аграрные науки**

<i>Аубакиров Х.А., Баймуханов Д.А., Рахманов С.С.</i> Особенности распространения мастей в популяции лошадей, разводимых в крестьянском хозяйстве «Бапыш-Сейсенбай» Жамбылской области.....	268
<i>Асембаева Э.К., Сейдахметова З.Ж., Велямов Т.М., Лесова Ж.Т., Нурмуханбетова Д.Е.</i> Функциональные пищевые продукты. Кисломолочные продукты из верблюжьего молока.....	275

**Общественные науки**

<i>Пилипчук Я.В.</i> Падение Моголистана и уйгурских государств в XVII-XVIII вв.....	285
<i>Есенбекова А.Б.</i> К проблеме устойчивого развития экономики и ее зависимости от глобального изменения климата.....	302
<i>Жакипов Б. М.</i> Анализ тенденций развития выставочной деятельности за рубежом.....	309
<i>Насимов М.О.</i> Политический менеджмент: понятие, структура и основные виды.....	316
<i>Панзабекова А.Ж., Турабаев Г.К.</i> Стимулирование труда в реальном секторе экономики: принципы и подходы.....	324
<i>Сейтахметова Н.Л., Жандосова Ш.М., Смагулов К.Е.</i> Политический аспект проблемы религиозного экстремизма.....	332

## CONTENT

**Astrophysics**

- Shukirgaliyev B.T., Panamarev T.P., Naurzbaeva A.Zh., Kalambay M.T., Makukov M.A., Vilkoviskij E.Y., Omarov Ch.T., Berczik P.P., Just A., Spurzem R.* Effect of gas accretion disc profile on orbital parameters of the accreted stars... 5  
*Zhantayev Zh.Sh., Kuratov K.S., Seytimbetov A.M., Mailybayev A.T., Alimgazinova N.Sh., Manapbayeva A.B., Kuratova A.K., Itleuov N.T.* Two-matrix photometer control system..... 14

**Physics**

- Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Mukhamejanov Y.S., Alimov D.K., Demyanova A.S., Danilov A.N.* Study of scattering of alpha particles from  $^{11}\text{B}$  nuclei at 50 and 65 mev.....20  
*Omar Zh., Takibayev N.Zh., Kurmangaliyeva V.O.* Phonon-phonon interaction in the crystal lattice of neutron star..... 26

**Chemistry**

- Poleshchuk O. Kh., Fateev A. V., Adyrbekova G.M., Ermakhanov M. N., Saidakhmetov P.A.* Analysis of the chemical bond in the metallocene using density functional theory.....34  
*Malyshev V.P., Zubrina Y.S., Makasheva A.M.* Interconnection of heat and mechanical energy in the destruction of materials..... 42

**Earth sciences**

- Bitimbayev M.Z., Morozov Y.P., Khamidullin I.H.* Study of gold accumulation regularities in closed grinding cycles..... 50  
*Bitimbayev M.Z., Shemyakin V.S., Skopov S.V.* X-ray radiometric enrichment of copper and copper zinc ores of Kazakhstan..... 55  
*Nitsenko A. V., Trebukhov S. A., Kasymzhanova A. K., Shendypin A. S.* Determination of arsenic diffusion coefficient under reduced pressure..... 63

**Social sciences**

- Kurmanov N., Rakhimbekova A., Baktymbet A., Makhatova A.* Development of innovative activity in small and medium enterprises in Kazakhstan..... 70  
*Kolbayev M.K., Nyurlikhina G.B., Tyurabayev G.K.* Venture financing of small innovative entrepreneurship..... 80

\* \* \*

**Astrophysics**

- Shukirgaliyev B.T., Panamarev T.P., Naurzbaeva A.Zh., Kalambay M.T., Berczik P.P., Just A., Spurzem R., Makukov M.A., Vilkoviskij E.Y., Omarov Ch.T.* Effect of gas accretion disc profile on orbital parameters of the accreted stars..... 87  
*Zhantayev Zh.Sh., Kuratov K.S., Seytimbetov A.M., Mailybayev A.T., Alimgazinova N.Sh., Manapbayeva A.B., Kuratova A.K., Itleuov N.T.* Two-matrix photometer control system..... 96

**Physics**

- Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Mukhamejanov Y.S., Alimov D.K., Demyanova A.S., Danilov A.N.* Study of scattering of alpha particles from  $^{11}\text{B}$  nuclei at 50 and 65 mev.....102  
*Boos E.G., Temiraliyev T., Izbasarov M., Samoilov V.V., Fedosimova A.I.* Analysis of events structure in antiproton-Proton annihilation reaction and reaction of proton and antiproton recharging at 22.4 GeV/c..... 108  
*Betekbayev A.A., Kalygulov D.A., Skakov D.M., Mukashev B.N.* Photovoltaic conversion of solar energy: state and perspectives of KAZPV project..... 113

**Technical sciences**

- Bakranova D.I., Kukushkin S.A., Beisembetov I.K., Osipov A.V., Nussupov K.Kh., Beisenkhanov N.B., Kenzhaliev B.K., Mit' K.A.* The structure of SiC epitaxial films, synthesized by substitution of atoms.....118  
*Mussabekov N.R., Ibraev A.K., Adilbekov M.J.* On the issues of development the hybrid control system by technological process on the example of the control heat exchange processes.....125  
*Dairabay D. D., Golubev V.G., Balabekov O.S., Brener A.M.* Peculiarities of formation of the cluster dispersions at a high concentration of nuclides..... 132  
*Genbach A.A., Jamankulova N.O.* Study of heat and mass transfer in capillary-porous cooling systems of a new class of energy thermal installations.....139  
*Mashekov S.A., Absadykov B.N., Alimkulov M.M.* Case history of tracks in CIS countries and their application in developing interstate standard ..... 146  
*Teltayev B.B., Aitbayev K.A., Ablaliev S.A.* Impact of underground collector on stress strain behaviour of pavement structure..... 162  
*Bahtaev Sh.A., Bochkareva G.V., Musapirova G.D., Avhadieva F.R.* Method for determining the radius of curvature of the discharge electrodes surface.....173

**Mechanics**

- Dzholdasbekov S.W., Ibraev S.M., Sakenova A.M., Imanbaeva N.S., Nurmaganbetova A.T.* Design of hoisting bar mechanism with *Apm winmachine* computer system..... 180

**Chemistry**

- Fazylov S.D., Zhivotova T.S., Nurkenov O.A., Abdykalykov M.A., Satpaeva Zh.B., Mukashev A.B., Zhakupova A.N., Muldakhmetov M.Z.* Development of optimal parameters for production of fuel briquettes on the basis of the coal screening leftovers and coal slurries.....186  
*Malyshev V.P., Zubrina Y.S., Makasheva A.M.* Interconnection of heat and mechanical energy in the destruction of materials ..... 193

<i>Aidarova S., Tleuova A., Issayeva A., Sharipova A., Grigoriev D., Miller R.</i> Application of the pickering emulsion for encapsulation of hydrophobic agents.....	200
<i>Mamyrbekova A., Bayeshov A.B., Mamyrbekova A.</i> Electrochemical behaviour of sulphur in various environments at polarization by non-stationary currents.....	209
<i>Konurbaev A.E., Baeshov A.B.</i> Electrochemical method for producing of zinc sulphide by using sulfur- graphite composite electrode.....	214
<i>Baeshov A.B., Konurbaev A.E., Adaybekova A.A., Baeshova A.K.</i> Joint restoration of zinc and sulfite ions on glass graphite electrodes.....	222
<b>Earth Sciences</b>	
<i>Bitimbayev M.Z., Morozov Y.P., Khamidullin I.H.</i> Study of gold accumulation regularities in closed grinding cycles....	231
<i>Nitsenko A. V., Trebukhov S. A., Kasymzhanova A. K., Shendyapin A. S.</i> Determination of arsenic diffusion coefficient under reduced pressure.....	245
<i>Metaksa G.P., Buktukov N.S.</i> Yellowstone volcano. Scientific myths and reality.....	252
<b>Medicine</b>	
<i>Rakhimov K.D., Adekenov S.M.</i> Pharmacological effect of new natural drugs in combination with cytostatics on the growth of drug-resistant metastases.....	257
<i>Rakhimov K.D.</i> The induction of drug resistance metastasis of transplantable tumors in preclinical conditions.....	262
<b>Agricultural sciences</b>	
<i>Aubakirov Kh.A., Baimukhanov D.A., Rachmanov S.S.</i> Peculiarities of color types dispersion in population of horses bred at the farm «Bapysh-Seisenbay» IN Zhambyl region.....	268
<i>Asembaeva E.K., Seydakhmetova Z.Zh., Velyamov T.M., Lesova Zh.T., Nurmuhambetova D.E.</i> Functional foods. Fermented dairy products from camel milk.....	275
<b>Social Sciences</b>	
<i>Pylycphuk Ya.V.</i> Fall of Mogolistan and Uighur states in XVII-XVIII centuries.....	285
<i>Esenbekova A.B.</i> To the problems of the sustainable development of the economy and its dependence on global climate change.....	302
<i>Zhakupov B.</i> Analysis of trends exhibition activities abroad.....	309
<i>Nassimov M.O.</i> Political management: concept, structure and main types.....	316
<i>Panzabekov A.Zh., Tyurabayev G.K.</i> Stimulation of labor in the real sector of the economy: principles and approaches..	324
<i>Seitakhmetova N.L., Zhandossova Sh.M., Smagulov K.E.</i> Political aspect of problem of religious extremism	
<i>Seitakhmetova N.L., Zhandossova Sh.M., Smagulov K.E.</i> Political aspect of problem of religious extremism.....	332

---

---

**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 work described 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](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <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 сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

**ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)**

<http://www.reports-science.kz/index.php/ru/>

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

Подписано в печать 10.10.2016.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
п.л. Тираж 2000. Заказ 5.

---

---

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