

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

©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 fdoctor 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

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

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

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

¹Fesenkov Astrophysical Institute, Kazakhstan;

²Astronomisches Rechen-Institut, Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg, Germany;

³Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan;

⁴National Astronomical Observatories of China and Key Laboratory for Computational Astrophysics, China;

⁵Main Astronomical Observatory, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine;

⁶Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics at Peking University, China;

⁷National Center of Space Research and Technology, Kazakhstan

bekdaulet.s@gmail.com, mukhagalv@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

The physical nature of active galactic nuclei (AGN) is presently far from a complete understanding, so the development of AGN theory still remains one of the most urgent problems of astrophysics. According to modern concepts, activity of galactic nuclei is due to the accretion of matter onto supermassive (up to several trillion solar masses) black holes, which are found in the centers of probably all galaxies [1]. The gravitational energy released in the course of this accretion is the source of the extremely powerful radiation observed from AGNs.

Active galactic nuclei can be seen as consisting of three subsystems: the central supermassive black hole (SMBH), the accretion gas disk (AGD), which is formed due to the conservation of angular momentum of accreting matter, and compact spherically symmetric stellar clusters [2].

In previous studies [3-6] we have investigated via numerical simulations the interaction of star cluster with the accretion disk and its impact on the dynamics and evolution of active galactic nuclei. Indeed, dissipative effect from the gas disk leads to loss of energy by stars in the central regions of the cluster and, under certain conditions, to the accretion of some stars onto the black hole.

In these studies, we used two phenomenological gas disk models. The first gas disk had Keplerian rotation, constant height and was defined as density distribution constant in time:

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

where $\alpha = 3/4$ (corresponds to the outer boundary of the disk according to the Novikov-Thorne model [7]), $R^2 = x^2 + y^2$, R_d - disk radius, $\beta_s = \left[\Gamma\left(1 + \frac{2-\alpha}{s}\right)\right]$ ($\Gamma(x)$ - gamma function, s was taken to be 4, so $\beta_s = 0.70$), M_d - disk mass, h defines the half-thickness of the disk: $h_z = hR_d$.

The second, a more realistic model of the gas disk is a modification of the first one with the introduction of a linear increase of the half-thickness of disk in the inner regions. This modification was based on the physical properties of the inner accretion disk, which are described by the Shakura-Sunyaev approach [8].

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

The transition point from linear half-thickness to the constant one was determined by equating the expression for the velocity of sound in the case of self-gravity of the disk, $c_s^2 = 4\pi Gh_z \Sigma$, and in case of its absence, $c_s^2 = 2h_z^2 GM_{bh} R^{-3}$. Then $R_{crit} = 0.0257314$ in the dimensionless system of N-body units [8], which we use throughout this paper.

Accretion disk properties were fixed by its mass μ_d with analytical density distribution according to equation (1) with the values of the parameters $\alpha = 3/4$ and $s = 4$ and $h = 10^{-3}$. The disc is supposed to have Keplerian rotation curve in the potential of a supermassive black hole, and we neglect the gravitational influence of the disc and pressure gradients inside the disc [3]. More details about the gas disk models might be found in [5].

The black hole was also defined phenomenologically as a Newtonian potential. Star cluster was modeled by direct integration of interaction of individual stars with each other (N-body simulations), as well as with the gas disk and black hole. If a star falls in a region with radius of less than R_{accr} (accretion radius), then it is considered to be accreted - its mass is added to the mass of the black hole and the star itself is removed from the system. We use phiGRAPE+GPU [10] as the source code for numerical simulation, which uses parallel computation technologies (CUDA and MPI). This code was supplemented by our module describing dissipative interaction of stars with the gas. Evolution of the system begins with the initial distribution given by Plummer model. A more detailed description of the numerical model can be found in [3,4,6].

In [5] there was a comparison of the results obtained using two gas disk models, i.e. we investigated the influence of the disk profile on the process of accretion of stars in the black hole (see. the dotted line in Fig. 2). The stars were analyzed that were accreting due to the effect of the gas disk, that is, stars with small eccentricity (stars accreting with $e \approx 1$, that is, in orbits close to hyperbolic, fall into the capture area of the black hole as a result of random pass-by). It was found that in the first model the stars accreted when corotating with the disk form on the diagram "eccentricity - orbit inclination angle to the plane of the disc" a close group with nearly circular orbits lying substantially in the disc plane and the counter-rotating stars might have any inclination values and eccentricity at accretion. In the disk model with a variable thickness the co- and counter-rotating stars accrete at all angles of inclination of the orbit, but about 70% of all stars captured by SMBH at the time of capture were very close to a circular orbit and were in the plane of the disk. Furthermore, in the second disk model the angular momentum is transferred to the black hole in a more efficiently than in the first one.

This paper presents the results of further investigations of the effect of the gas disk on the dynamics of active galactic nuclei, namely, discussing the orbital parameters of accreting stars, which were captured by SMBH during two relaxation times ($t=2t_{rel}$) since initial time, for three models: with "old" (constant thickness) and the "new" (variable thickness) gas disks, and also without the disc. In all runs the number of particles was 32 thousand, and accretion radius was assumed to be $0.0003R_d$.

Results and discussion

Results of the study of orbit eccentricity of accreting stars are shown in Figures 1-3. Figure 1 shows the cumulative distribution of the particles by the eccentricities of their orbits at the time of accretion for the three models. The vertical axis represents the ratio of the number of stars accreting with eccentricity smaller than a given value to the number of all accreted stars.

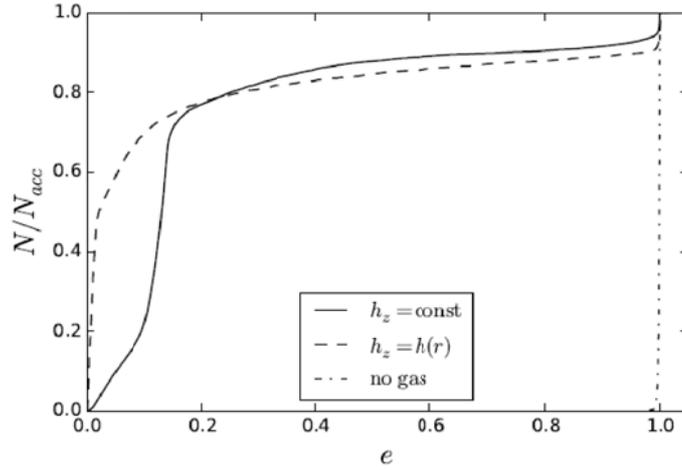


Figure 1 - The cumulative distribution of the particles by eccentricities of their orbits at accretion time for the model without gas disk (dot-and-dash line), model with the disc of constant thickness (solid line) and model with the disk of variable thickness (dashed line). Vertical axis shows the ratio of the number of stars that accrete with an eccentricity of less than a given value, to all accreted stars

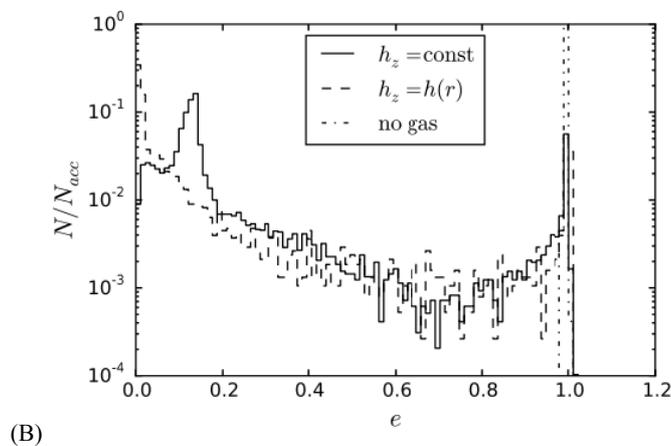
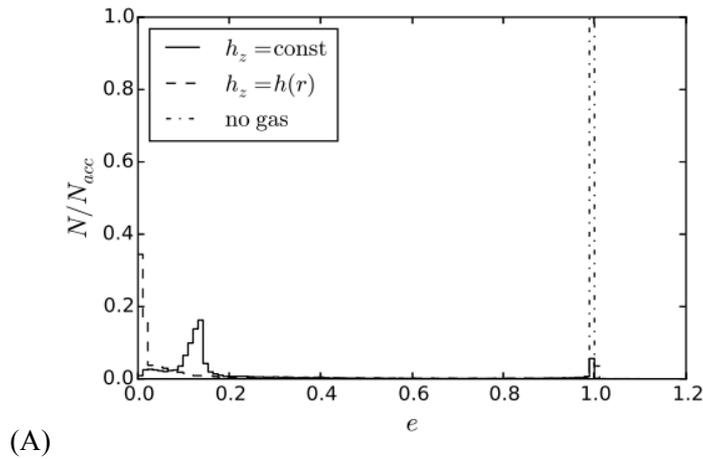


Figure 2 - Distribution of the eccentricities of the orbits of stars at the time of accretion for the three models in the linear (A) and logarithmic (B) scales. Designations are the same as in Figure 1.

Figures 2-3 show histograms of eccentricities of the orbits of accreted stars. To enable a more detailed analysis, the histograms are given in linear and logarithmic scale, and separately there is a graph for the model without the gas disk with smaller intervals of the partition area of the eccentricity values. As can be seen from the figures, in the absence of the gas disk stars accrete in orbits close to hyperbolic, i.e., fall into the capture area of the black hole as a result of random fly-by. Gas disk greatly affects the distribution of eccentricities of accreted particles: in the model with the "new" disk about 50% of stars accrete in nearly circular orbits, while in the model with the "old" disk the particles mainly accrete in more elongated orbits.

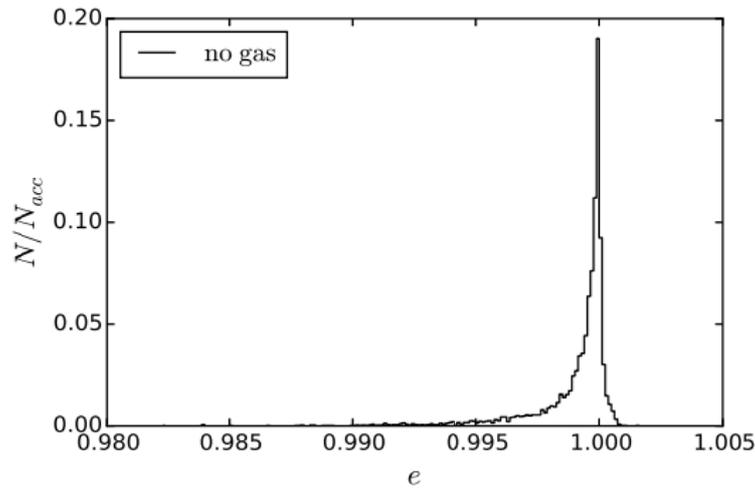


Figure 3 - Distribution of the eccentricities of the orbits of stars at the time of accretion for the model without gas disk (with smaller bins for the eccentricity values compared to Fig. 2).

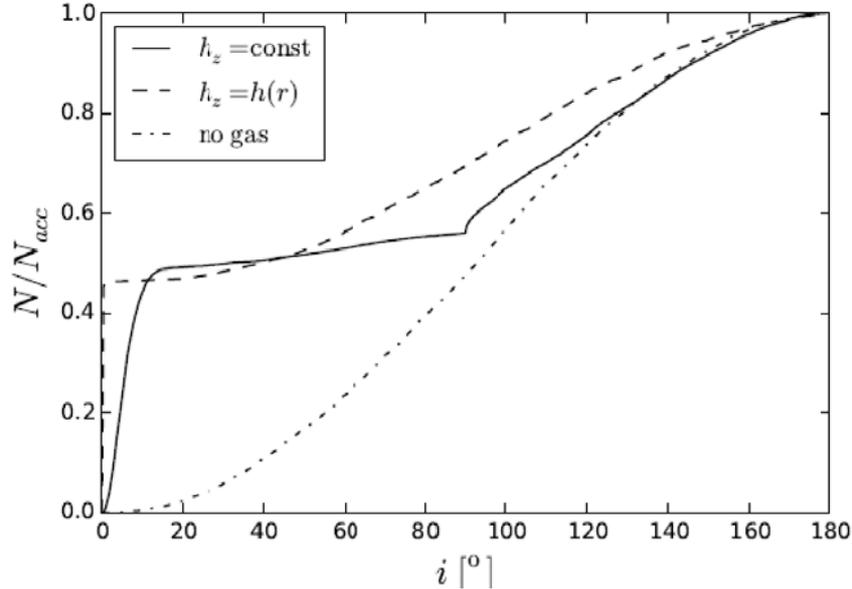


Figure 4 - The cumulative particle distribution on the angles of inclination to the orbit plane of the gas disk at the time of accretion for the three models. Designations are the same as in Figure 1

Figure 4 shows the cumulative distribution of the particles by their orbits inclination angles to the plane of the gas disk at the time of accretion. It can be seen that with the "old" disc model the inclination angles of almost 50% of the accreted particles occupy an area between 0° and 10° . Furthermore, almost half of the particles are accreted while rotating in reverse relative to the disk. When using the "new" model of the disk about 45% of stars accrete onto the black hole rotating in the disk plane and in the same direction with it, and the portion of particles counter-rotating at the time of accretion is smaller than for the disc model with a constant thickness. This is because the thickness of the disc in the "old" model is

larger than the radius of accretion which leads to deceleration of many stars with the reverse rotation in the center of the disc, including stars orbiting in the plane nearly perpendicular to the disk plane. In the case of the improved disk model, dense gas around the central black hole lies almost exclusively in the plane of the equator, which makes it possible for many stars in the central part to have enough time to evolve their orbits towards the direction of disc rotation.

Figures 5 and 6 show the distribution of the accreted particles on the diagram eccentricity-orbit inclination angle for the "old" and "new" disk models, respectively. There are clearly visible particles that were captured by gaseous disc before accretion: the flat cloud in the area $\sim 0.1^0 \div \sim 10^0$ for the disc of constant thickness, and the cloud in the area $< 1^0$ for the disc of variable thickness. This cloud in Figure 6 corresponds to the 45% of particle of Figure 4 which accreted rotating in the disk plane.

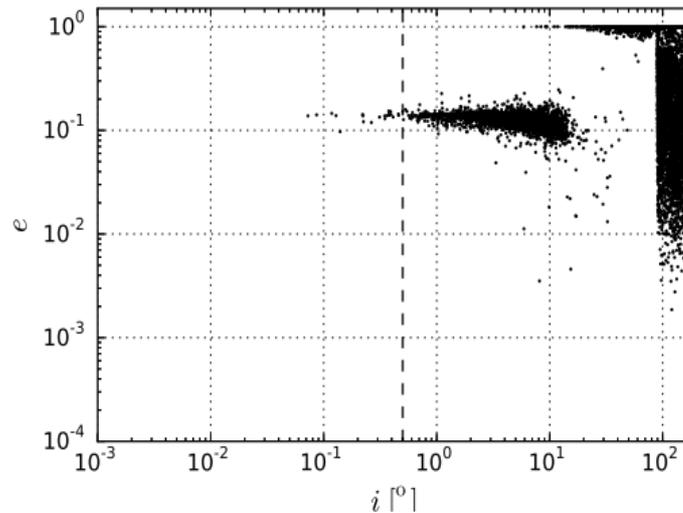


Figure 5 - Distribution of the accreted particles in the diagram orbit inclination angle-eccentricity for model with gas disk of constant thickness. Each point represents a single particle. The dotted line corresponds to the inclination angle of the orbit equal to opening angle in the model of accretion disk with variable thickness

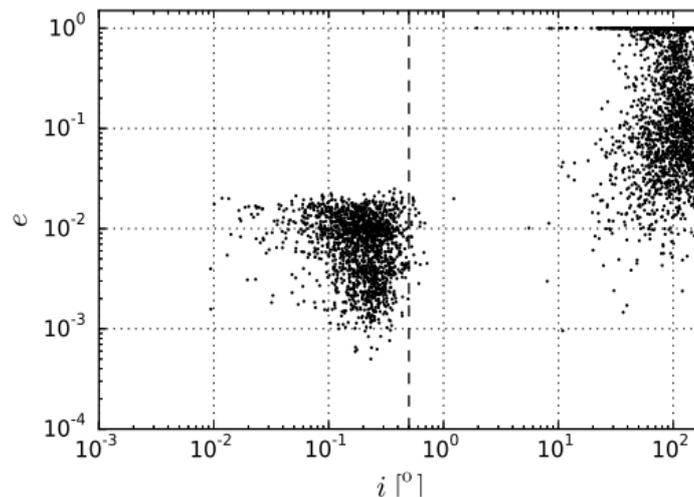


Figure 6 - Distribution of accreted particles in the diagram orbit inclination angle-eccentricity for model with gas disk of variable thickness. Designations are the same as in Figure 5

We also analyzed the distribution of the lengths of the semi-major axes of the particles orbits at the time of accretion. Figure 7 shows the cumulative distribution of the particles by the values of semi-major axes of their orbits, and Figures 8-10 show the distribution of particles in the diagram length of semi-major axis-orbit inclination angle for the three models.

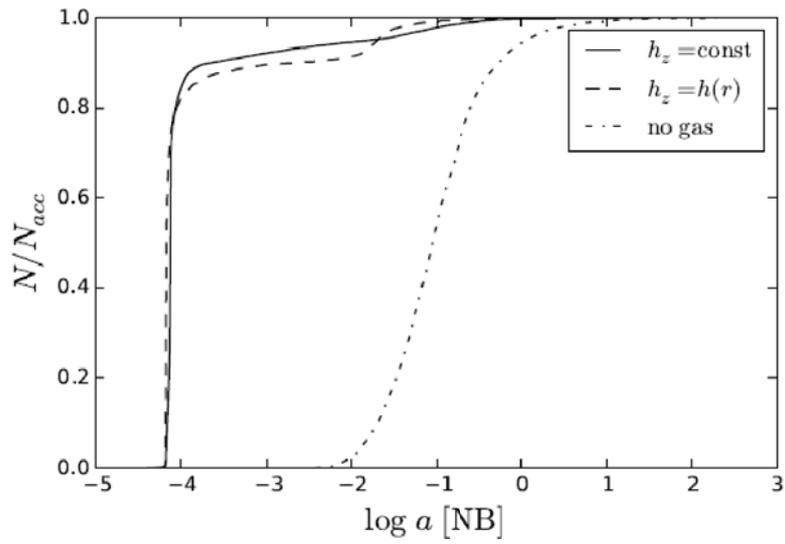


Figure 7 - Cumulative distribution of the particles according to the values of semi-major axes of their orbits. Designations are the same as in Figure 1

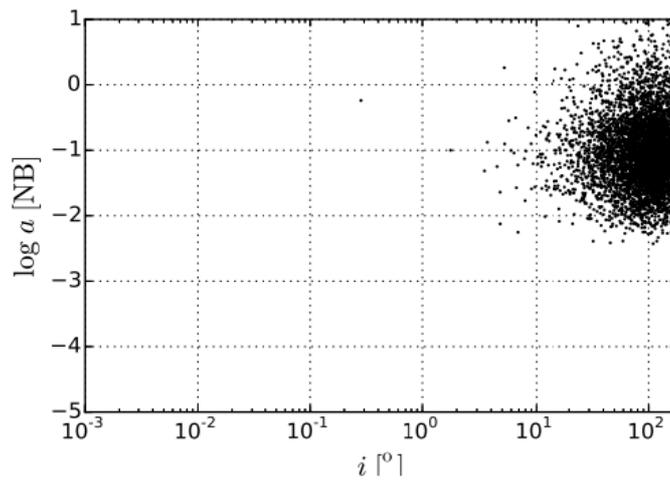


Figure 8 - Distribution of particles in the diagram length of semi-major axis - angle of inclination of the orbit for the model without the gas disk

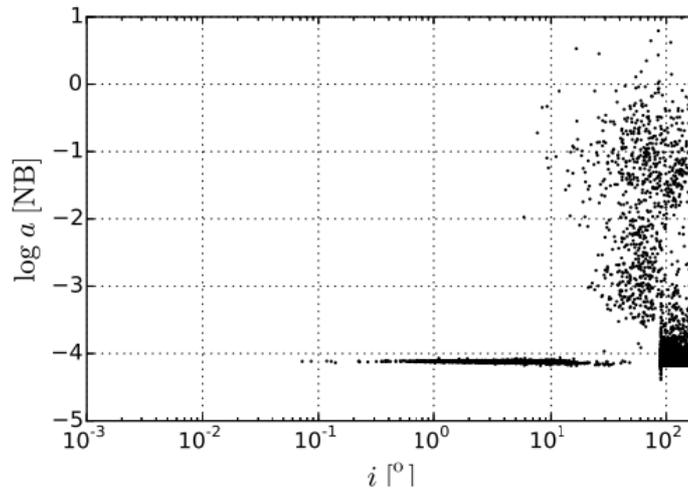


Figure 9 - Distribution of particles in the diagram length of semi-major axis - angle of inclination of the orbit to the plane of the accretion disk for the model with the disk of constant thickness

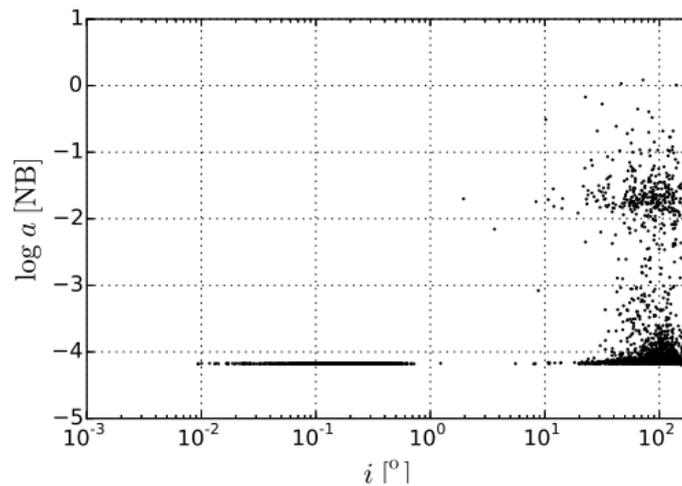


Figure 10 - Distribution of particles in the diagram length of semi-major axis - angle of inclination of the orbit to the plane of the accretion disk for the model with the disk of variable thickness

In Figure 8, which presents diagram for the model without the gas disk, we see particles accreted according to the theory of the loss cone [11]. In the diagrams for the other two models, we can also see these particles accreted without interaction with the gas disk, but there is also a "particle disk", i.e. particles captured by disc before accretion are represented in these diagrams as thin "clouds" in their lower part.

Conclusions

Analysis of the results allows to formulate a conclusion that in the presence of the gas disk, almost half of the accreted particles had intensively interacted with the gas and was captured by the disk before accretion. The proportion of particles accreted according to the loss cone theory (without the effect of the disc) for the model with gas disk is very small, about 5-10%. The fact that more than 85% of the particles before accretion have undergone a greater or lesser degree of influence from the disc leads to the idea that the interaction of the stellar cluster with gas disk in the galactic nuclei may contribute to the formation of stellar accretion disk in the central part of AGN and make the star cluster axially symmetric. The results of further research will be published in our next work. Preliminary results can be found in [12].

The study was conducted as part of the International project of cooperation and academic exchange between Germany and Kazakhstan 'STARDISK - Simulating Dense Star-Gas Systems in Galactic Nuclei using special hardware' (I / 81 396, funded by the Volkswagen Foundation, Germany) and Targeted Funding Program (program code - №0073-10/IIIΦ-15-MOH). The calculations were performed on GPU-equipped supercomputers Laohu (the Center of Information and Computing at National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, China, Sciences, financed by the Ministry of Finance of PRC, grant ZDYZ2008-2), Titan, Hydra, Kepler (Astronomisches Rechen -Institut, University of Heidelberg, Germany, funded by grants I/80041-043 and I/84678/84680 of the Volkswagen Foundation and grants 823.219-439/30 and /36 of the Ministry of Science, Research and the Arts of Baden-Württemberg, Germany) and Tesla, Grape (Fesenkov Astrophysical Institute, STARDISK project funded).

We are grateful to the Volkswagen Foundation for financial support and the Chinese Academy of Sciences and the National Astronomical Observatory of China for its support through the project 'Silk Road Project'.

Berczik P. thanks the National Academy of Sciences of Ukraine for support through the GRID/GPU project of the computer cluster of the Main Astronomical Observatory. Also Berczik P., Just A. and Spurzem R. thank the Volkswagen Foundation for support under Trilateral Partnerships grant No. 90411.

REFERENCES

- [1] Kormendy J., Ho L.C. Coevolution (or not) of supermassive black holes and host galaxies. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.*, **2013**, 51, 511–653.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] Novikov I. D., Thorne K. S. Astrophysics of black holes. In: *Black holes*, 1973, 343-450.
- [8] Shakura N.I., Sunyaev R.A. Black holes in binary systems. Observational appearance. *Astronomy and Astrophysics*, **1973**, 24, 337-347.
- [9] Aarseth, S. J. Gravitational N-Body Simulations: Tools and Algorithms. Cambridge University Press, **2003**, P. 431.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.

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

¹ В.Г. Фесенков атындағы астрофизикалық институт, Алматы, Қазақстан;

² Astronomisches Rechen-Institut, Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg, Germany;

³ Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан;

⁴ National Astronomical Observatories of China and Key Laboratory for Computational Astrophysics, China;

⁵ Бас Астрономиялық Обсерватория, Украина Ұлттық Ғылыми Академиясы, Украина;

⁶ Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics at Peking University, China;

⁷ Ұлттық ғарыштық зерттеулер мен технологиялар орталығы, Алматы, Қазақстан

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

Түйіндеме. 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.

УДК 524.47-54

^{1,2}Б.Т. Шукиргалиев, ^{1,2}Т.П. Панамарев, ³А.Ж. Наурзбаева, ^{1,3}М.Т. Қаламбай,
^{2,4,5}П.П. Берцик, ²А. Юст, ^{2,4,6}Р. Шпурцем, ¹М.А. Макуков, ¹Э.Я. Вильковский, ^{7,1}Ч.Т. Омаров

¹Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова, Казахстан;

²Astronomisches Rechen-Institut, Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg, Germany;

³Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, Казахстан;

⁴National Astronomical Observatories of China and Key Laboratory for Computational Astrophysics, China;

⁵Главная Астрономическая Обсерватория, Национальной Академии Наук Украины, Украина;

⁶Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics at Peking University, China;

⁷Национальный 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.

МАЗМҰНЫ

Астрофизика

<i>Шукиргалиев Б.Т., Панамарев Т.П., Наурызбаева А.Ж., Қаламбай М.Т., Берцик П.П., Юст А., Штурцем Р., Макуков М.А., Вильковский Э.Я., Омаров Ч.Т.</i> Аккрециялық газды диск пішінінің аккрецияланушы жұлдыздардың орбиталық сипаттамасына әсері.....	5
<i>Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтімбетов 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 ¹¹ 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., Штурцем Р., Макуков М.А., Вильковский Э.Я., Омаров Ч.Т.</i> аккрециялық газды диск пішінінің аккрецияланушы жұлдыздардың орбиталық сипаттамасына әсері.....	87
<i>Жантаев Ж.Ш., Куратов К.С., Сейтімбетов 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 ¹¹ 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>Бітімбаев М.Ж., Шемякин В.С., Скопов С.В.</i> Қазақстанның мыс және мыс-мырышты кендерін рентгенорадиометриялық байыту.....	236
<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., Баймуканов Д.А., Рахманов С.С.</i> Жамбыл облысы «Бапыш-Сейсенбай» шаруа қожалығында өсірілетін жылқы популяциясындағы түстердің таралу ерекшеліктері.....	268
<i>Асембаева Ә.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

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

Физика

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

Химия

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

Жер туралы ғылым

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

Социальные науки

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

* * *

Астрофизика

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

Физика

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

Технические науки

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

Механика

<i>Джолдасбеков С.У., Ибраев С.М., Сакенова А.М., Иманбаева Н.С., Нурмаганбетова А.Т.</i> 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>Малышев 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>Битимбаев М.Ж., Шемякин В.С., Скопов С.В.</i> Рентгенорадиометрическое обогащение медных и медно-цинковых руд Казахстана.....	236
<i>Ниценко А. В., Требухов С. А., Касымжанова А. К., Шендятин 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., Berczik P.P., Just A., Spurzem R., Makukov M.A., Vilkovskij E.Y., Omarov Ch.T.* 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}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., Shendyapin 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., Vilkovskij 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}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
Earth Sciences	
<i>Bitimbayev M.Z., Morozov Y.P., Khamidullin I.H.</i> Study of gold accumulation regularities in closed grinding cycles....	231
<i>Bitimbayev M.Z., Shemyakin V.S., Skopov S.V.</i> X-ray radiometric enrichment of copper and copper zinc ores of Kazakhstan.....	236
<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
Medicine	
<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
Agricultural sciences	
<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., Seydashmetova Z.Zh., Velyamov T.M., Lesova Zh.T., Nurmuhambetova D.E.</i> Functional foods. Fermented dairy products from camel milk.....	275
Social Sciences	
<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). 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

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.