

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

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

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Қазақстан Ұлттық академиясының
им. әл-Фараби

NEWS

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

SERIES PHYSICO-MATHEMATICAL

4 (332)

JULY – AUGUST 2020

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі
Ғ.М. Мұтанов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

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

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2020

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

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

Редакционная коллегия:

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

«Известия НАН РК. Серия физика-математическая».

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

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и коммуникаций Республики Казахстан № 16906-Ж, выданное 14.02.2018 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28; ком. 219, 220; тел.: 272-13-19; 272-13-18,
<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2020

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

E d i t o r i n c h i e f

doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK

G.M. Mutanov

E d i t o r i a l b o a r d:

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

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.

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

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty).

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

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19; 272-13-18,
<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

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

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-1726.74>

Volume 4, Number 332 (2020), 127 – 134

UDK 524.6-8

MPHTI 41.27.25

**S.A. Shomshekova, E.K. Denissyuk,
R.R. Valiullin, A.V. Kusakin, I.V. Reva, M.A. Krugov**

V.G. Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: shmshekva-saule@mail.ru, eddenis@mail.ru, rashit_valiullin@mail.ru,
un7gbd@gmail.com, reva@aphi.kz, mkrugov@astroclub.kz

PHOTOMETRIC AND SPECTRAL RESEARCHES OF THE SEYFERT GALAXIES NGC 4151 AND NGC 7469

Abstract. Seyfert galaxies are much closer than the rest intergalactic objects and therefore the study of them is the most suitable and it gives an information about the physical processes occurring in objects of this type. Spectra of the Seyfert 1 galaxies (Sy1) are represented by a set of forbidden and permitted emission lines. The latter ones consist of a narrow and a broad (up to 10000 km/s) components. The ionization source is an accretion disk, the energy of which is generated due to the accretion of the surrounding matter onto a central supermassive black hole. The region of formation of the broad hydrogen lines (BLR) consists of dense clouds of gas fibers and jets located near the gravitational center and rotating around it at high velocities. The sizes of BLR are about a few tenths of a parsec. The region of formation of narrow forbidden lines and narrow components of hydrogen lines (NLR) is more extended and farther from the center. NLR has a lower density of gas. The extension of NLR in the galaxies is determined by the time delay (reverberation). As it turned out, they are from several light days to several light weeks and depend on the luminosity of the active nucleus of the Seyfert galaxy.

This paper presents the results of photometric and spectral observations of Seyfert galaxies NGC4151 and NGC 7469. Observations were carried out with the 70-cm telescope AZT-8. Eastern and Western 1-meter telescopes of the Tien Shan Astronomical Observatory of the Fesenkov Astrophysical Institute. The estimations of brightness of NGC4151 (in the B V filters) and NGC7469 (in B V R filters) were obtained from 2013 to 2019. Based on the observational data, the light curves of the studied objects were made. Spectra of the galaxies were obtained in the absolute units. Variations of the level of continuum at two wavelengths $\lambda=5100\text{\AA}$ and $6300\text{\AA}$ were studied.

Key words: seyfert galaxies, photometric variability, spectral variability, light curves, amplitudes.

1. Introduction. The active nuclei galaxies (AGNs) are the brightest objects in the Universe. The reason of the strong energy release of AGN is the accretion of matter into a central compact object, that is, into a “black hole”. Depending on the luminosity, several subclasses of the objects are distinguished: quasars, Seyfert galaxies (Sy), blazars and radio galaxies. Seyfert galaxies are much closer than the rest objects, and therefore the study of Sy makes it possible to understand the physical processes occurring in objects of this type.

Photometric and spectral observations are the main methods of study of AGN. Researches of the variability of Sy gives an information about the structure nuclei, as well as dynamic processes in the near-nuclear regions of galaxies. Photometric and spectral changes at different time intervals from tens of minutes to several years were observed.

NGC 7469 – SBa spiral galaxy with coordinates $\alpha(2000)=23^{\text{h}}00^{\text{m}}44^{\text{s}}$, $\delta(2000)=+8^{\circ}36'16''$ lying at a distance $D = 68$ Mpc. The red shift is $z=0.0166$. The mass of the central body is about $(1-6)\times 10^7 M_{\odot}$ [1]. Its physical companion, the irregular galaxy IC 5283 lies at an angular distance of $80''$. The light curve of this galaxy for 1990-2014 was constructed in [2]. Those authors assumed that the light curve describing the variability of the nucleus, consists of two components: a slow component with a period of a few years

and a fast (flare) with a period of a few days. They are known as S and F components. The maximum of S component usually corresponds to the active stage of the galactic nucleus and the F component depends on the accretion rate [2]

NGC4151 – with coordinates $\alpha(2000)= 12^h 10^m 32^s$, $\delta(2000)= +39^\circ 24' 24''$. belongs to Seyfert class 1.5. The red shift $z = 0.00332$, and the distance $D \approx 19$ Mpc [3]. This is one of the brightest Seyfert galaxies in the X-ray, UV and optical ranges. The high degree of X-ray variability in the 0.3 – 50 Kev range makes this galaxy an outstanding object of study. The mass of the central body is estimated to $4.57 \times 10^7 M_\odot$ [4].

2 Observations. Photometric observations of the galaxies were made with a 1-m Carl Zeiss Jena telescope of the Ritchey-Chretien system. located at the Tyan-Shan Astronomical Observatory (TShAO) of the Fesenkov Institute of Astrophysics (FAI). Equivalent focal distance equals to 6.5 m and a field is $19' \times 19'$. Images are recorded with the U9000D9 CCD camera of the Apogee Alta Company and BVR Astrodon filters. The angular scale of the frame of an image was $0.38''/\text{pixel}$ (until 2016) and $0.56''/\text{pixel}$ (after 2016). All images were dark subtracted and flat fielded. A standard package Maxim DL 6 was used to process the images. Standard stars in the neighborhood of a galaxy were used. The typical errors of the measurements do not exceed $\pm 0''.01$, and real accuracy of the results depends on the accuracy of the used standards and on the accuracy of the aperture positioning on the centre of an image.

Spectral observations were carried out using diffraction spectrographs mounted on the telescope AZT-8, the 1-meter telescope at the TShAO. The CCD cameras SBIG STT-3200 (2184×1472 , 6.8μ 2184×1472 . 6.8μ) were used.

During observations. the spectrograms of a galaxy and a standard star with a known energy distribution are performed with a wide slit. which guarantees the pass and registration of the full radiation flux. The file processing consists of subtracting the dark background. taking into account field errors and atmospheric absorption.

3. Results of photometric observations. Photometric observations of the galaxy NGC 7469 have been made since 2013. The results of brightness measurements with the $6''$ aperture are shown in table 1 and figure 1.

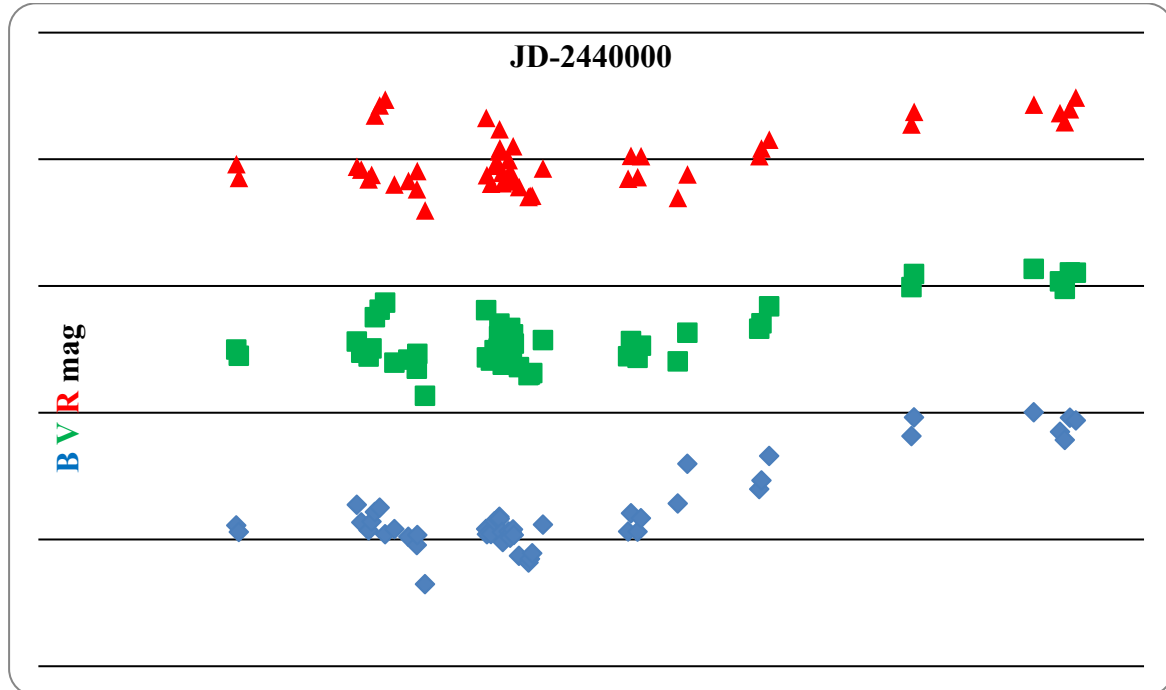


Figure 1

Table 1 - B V R magnitudes of SY NGC 7469. obtained during 2013-2019

Data of Observation	JD-2440000	B	V	R	Data of observation	JD-2440000	B	V	R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
02.09.2013	16537	13.94	13.25	12.52	12.07.2015	17215	13.96	13.10	12.34
09.09.2013	16544	13.97	13.28	12.53	14.07.2015	17217	13.98	13.28	12.56
26.07.2014	16864	13.86	13.22	12.53	25.07.2015	17228	13.98	13.29	12.60
07.08.2014	16876	13.93	13.26	12.54	04.08.2015	17238	13.93	13.25	12.52
27.08.2014	16896	13.96	13.28	12.58	15.08.2015	17249	13.92	13.25	12.52
04.09.2014	16904	13.93	13.25	12.56	16.08.2015	17250	13.91	13.20	12.47
13.09.2014	16913	13.89	13.12	12.33	17.08.2015	17251	13.91	13.15	12.38
26.09.2014	16926	13.87	13.09	12.29	18.08.2015	17252	13.92	13.23	12.46
11.10.2014	16941	13.98	13.06	12.26	24.08.2015	17258	13.97	13.27	12.55
05.11.2014	16966	13.96	13.30	12.60	26.08.2015	17260	14.01	13.31	12.59
13.12.2014	17004	13.99	13.29	12.58	11.09.2015	17276	13.97	13.26	12.50
05.01.2015	17027	14.02	13.33	12.62	15.09.2015	17280	13.99	13.16	12.55
06.01.2015	17028	13.98	13.27	12.55	20.09.2015	17285	13.97	13.27	12.57
27.01.2015	17049	14.18	13.43	12.70	23.09.2015	17288	13.96	13.19	12.45
25.09.2015	17290	13.98	13.23	12.59	26.08.2016	17626	13.97	13.28	12.57
09.10.2015	17304	14.06	13.32	12.61	04.09.2016	17635	13.92	13.23	12.49
04.11.2015	17330	14.09	13.35	12.65	13.12.2016	17735	13.86	13.30	12.65
08.11.2015	17334	14.08	13.35	12.64	08.01.2017	17761	13.70	13.18	12.56
14.11.2015	17340	14.05	13.34	12.64	22.07.2017	17956	13.80	13.17	12.49
13.12.2015	17369	13.94	13.21	12.54	28.07.2017	17962	13.77	13.15	12.46
31.07.2016	17600	13.97	13.28	12.58	18.08.2017	17983	13.67	13.08	12.42
08.08.2016	17608	13.90	13.22	12.48	08.09.2018	18369	13.59	13.00	12.36
15.09.2018	18376	13.52	12.95	12.31	06.08.2019	18701	13.50	12.93	12.28
16.10.2019	18772	13.575	12.981	12.317	29.10.2019	18785	13.607	13.011	12.353
12.11.2019	18799	13.519	12.946	12.302	28.11.2019	18815	13.53	12.947	12.256

The light curves of the galaxy NGC 7469 (figure 1) indicate a gradual increase of brightness in the three filters, which began in 2016.

Photometric observations of NGC 4151 were carried out since 2013 [6]. The results are presented in table 2.

Table 2 - B V R magnitudes of the Sy NGC 4151. obtained in 2013 – 2019 with the aperture of 8''

Date of observation	JD-2440000	B	V	Date of observation	JD-2440000	B	V
1	2	3	4	5	6	7	8
22.11.2013	16618	12.90	12.21	06.02.2015	17059	12.98	11.78
06.01.2014	16663	12.66	11.84	26.02.2015	17079	12.74	11.43
09.01.2014	16666	12.81	11.77	27.02.2015	17080	12.48	11.18
11.01.2014	16668	12.76	11.95	28.02.2015	17081	12.53	11.19
05.03.2014	16721	12.64	11.56	18.03.2015	17099	12.48	11.15
10.03.2014	16726	12.62	11.60	19.03.2015	17100	12.52	11.20
01.04.2014	16748	12.92	11.68	06.04.2015	17118	12.61	11.82
09.04.2014	16756	12.86	11.91	09.04.2015	17121	12.46	11.11
11.04.2014	16758	12.80	11.78	10.04.2015	17122	12.47	11.20
30.04.2014	16777	12.90	11.69	11.04.2015	17123	12.90	11.81
12.12.2014	17003	12.61	11.60	23.04.2015	17135	12.97	11.83
13.12.2014	17004	12.64	11.69	28.04.2015	17140	12.52	11.54
26.01.2015	17048	12.92	11.86	03.05.2015	17145	12.60	11.51
09.06.2015	17182	12.88	11.72	28.06.2016	17567	12.36	11.27
10.06.2015	17183	12.51	11.32	10.07.2016	17579	12.85	11.81
11.06.2015	17184	12.46	11.12	08.01.2017	17761	12.96	12.15
17.06.2015	17190	12.49	11.28	28.03.2017	17840	13.16	12.26
18.06.2015	17191	12.29	11.26	08.04.2017	17851	13.15	12.29
19.06.2015	17192	12.40	11.23	26.05.2017	17899	13.10	12.19
25.11.2015	17351	12.71	11.76	05.06.2017	17909	13.18	12.23
13.12.2015	17369	12.47	11.30	24.07.2017	17958	13.14	12.17

Continuation of the table							
1	2	3	4	5	6	7	8
14.12.2015	17370	12.54	11.36	09.01.2018	18127	13.18	12.21
21.01.2016	17408	12.70	11.63	21.01.2018	18139	13.17	12.33
22.01.2016	17409	12.88	11.94	17.02.2018	18166	13.23	12.40
02.02.2016	17420	12.86	11.83	19.02.2018	18168	13.17	12.26
05.02.2016	17423	12.45	11.33	03.04.2018	18211	13.09	11.97
04.04.2016	17482	12.45	11.36	22.04.2018	18230	13.16	12.17
19.04.2016	17497	12.22	11.12	26.04.2018	18234	13.10	12.25
13.05.2016	17521	12.40	11.32	07.05.2018	18245	13.08	12.03
09.06.2016	17548	12.63	11.58	26.05.2018	18264	13.15	12.16
5.06.2018	18274	12.87	11.78	02.04.2019	18575	13.10	12.30
13.01.2019	18496	13.10	12.29	05.05.2019	18608	12.98	12.24
11.03.2019	18553	13.06	12.26				

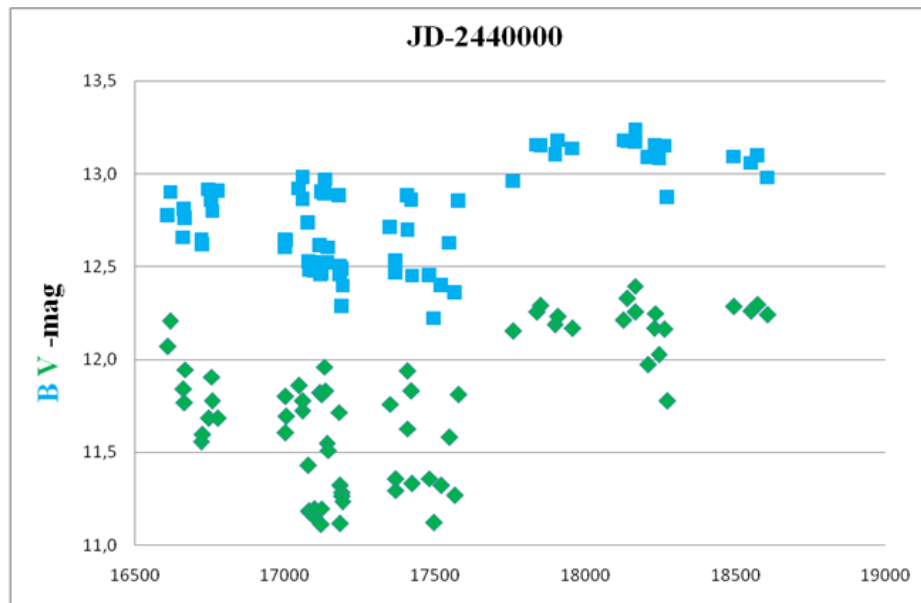


Figure 2 - B and V light curves of the galaxy NGC 4151. The X axis is Julian date JD -2440000 and the Y axis is the stellar magnitude.

The light curves of the galaxy NGC 4151 show that, since 2017, the brightness of the galaxy remains at a fairly low level.

4. Results of spectral observations. Spectra of the Type 1 Seyfert galaxies (Sy1) are represented by a set of forbidden and permitted emission lines. The latter ones consist of a narrow and broad (up to 10.000 km/s) components. The ionization source is an accretion disk, the energy of which is generated due to the accretion of the surrounding substance onto a central supermassive black hole. The region of formation of the broad hydrogen lines (BLR) consists of dense clouds of gas, fibers, and jets located near the gravitational center and rotating around it at high velocities. The region of formation of narrow forbidden lines and narrow components of hydrogen lines has a lower density and greater sizes. The extension of the regions of the emission lines formation are determined by the time delay (reverberation). As it turned out, they are from several light days to several light weeks and depend on the luminosity of the active nucleus of the Seyfert galaxy.

During spectral observations the absolute fluxes in the H α , [NII] and [SII] emission lines were obtained. In addition, study of changes in the intensity of the continuous spectrum of galaxies was made, Figure 3 illustrates the changes in the intensity of the continuum of the Seyfert galaxy NGC 7469 in 2005-2019. Besides our results. the observational data from the Paper [7] were used.

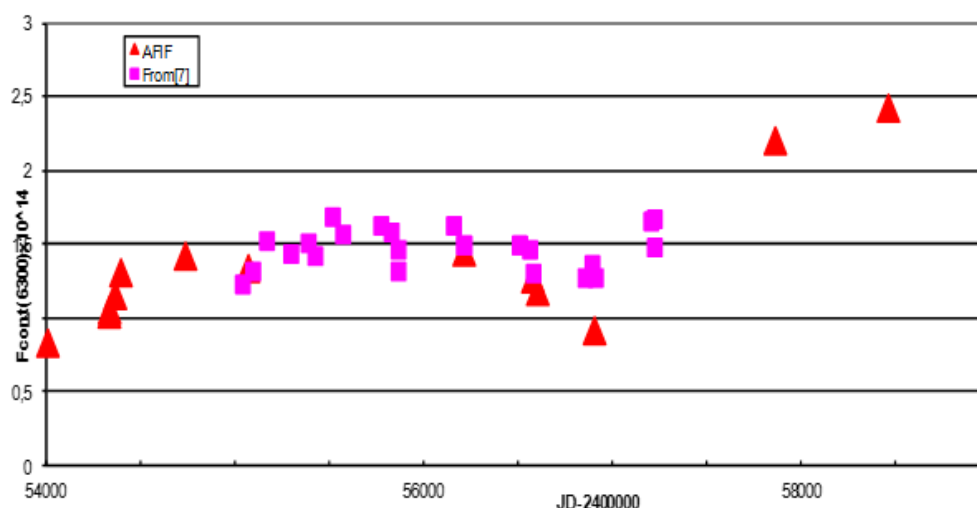


Figure 3 - Change in the intensity of the continuum at $\lambda = 6300 \text{ \AA}$ in the spectrum of NGC 7469. Axis X – Julian dates JD-24000000. Axis Y – in $\text{erg/cm}^2 \text{ sec \AA}$

It can be seen from Figure 3. that over the past two years, the level of continuum in the spectrum of this galaxy has increased significantly, which correlates with an increase in its brightness (see Fig.1). A similar high level of the continuum, about $(2-2.5) \times 10^{-14} \text{ erg/cm}^2 \text{ sec \AA}$ was observed in the spectrum of NGC 7469 in 1997-1998. [7].

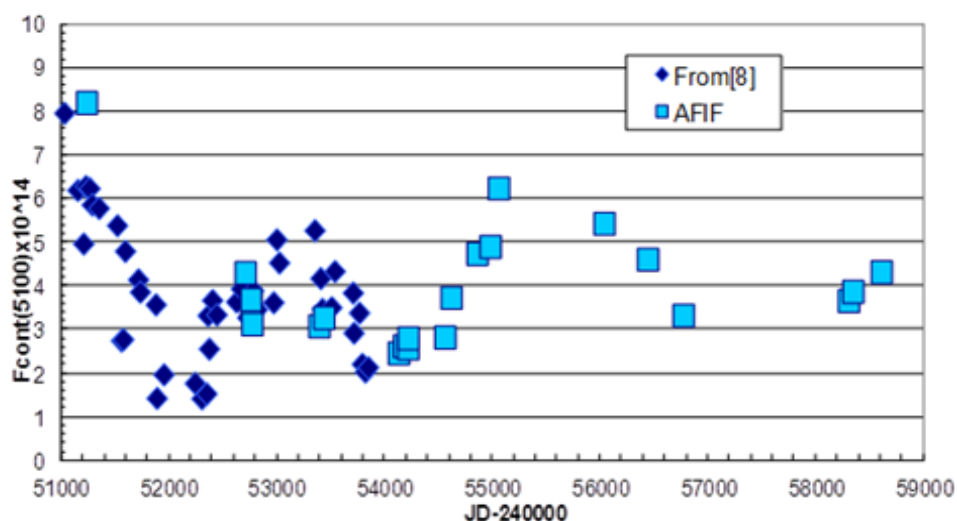


Figure 4 – Change in the intensity of the continuum at $\lambda = 5100 \text{ \AA}$ in the spectrum of NGC 4151. Axis X – Julian dates JD-24000000. Axis Y – in $\text{erg/cm}^2 \text{ sec \AA}$

Figure 4 shows the change in the continuum of the Sy galaxy NGC 4151 on the $\lambda = 5100 \text{ \AA}$. Periodic fluctuations in the continuum intensity within the range $(1.5-8.3) \times 10^{-14} \text{ erg/cm}^2 \text{ sec \AA}$ are observed. At present, the level of continuum corresponds to the average value.

5. Conclusion. The results of our research confirm the photometric and the spectral variability of the studied galaxies. Irregular fluctuations of the brightness of NGC 4151 are accompanied by the change of the level of its continuum. The light curves of NGC 7469 show the tendency of the brightness increasing during the last year.

Acknowledgments

The work was supported by the funding program BR05236322 of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

С.А.Шомшекова, Э.К. Денисюк, Р.Р. Валиуллин, А.В. Кусакин, И. В. Рева, М.А. Кругов

В.Г. Фесенков атындағы Астрофизика институты, Алматы, Қазақстан

NGC 4151 ЖӘНЕ NGC 7469 СЕЙФЕРТ ҒАЛАМДАРЫНЫҢ ФОТОМЕТРЛІК ЖӘНЕ СПЕКТРЛІК ЗЕРТТЕУЛЕРІ

Аннотация. Ғаламдардың белсенді ядролары (ГБЯ) кең диапазонды толқын ұзындығындағы күшті сәулелену көзі болып табылады. Кезінде сейферт ғаламдары келесі шарттар бойынша жеке классқа бөлінген болатын: ядроның өте жоғарғы жарқырауы, объектілердің спектрлеріндегі кең эмиссиялық сызықтары және сәулеленуінің айнымалылығы. Жарқырауының айнымалылығы әртүрлі уақыт аралығында байқалады: бірнеше мнuttан (рентген аймағында) бірнеше жылға дейін.

ГБЯ зерттеуде спектрлік және фотометрлік бақылаулар негізгі әдістер болып қалады. Соңғы кездерде ГБЯ зерттеуде рентген аймағындағы бақылауларға көп көңіл бөлінеді. Сонымен бірге, оптикалық аймақтағы алынған мәліметтер өзектілігін жоғалтпайды.

Әртүрлі аймақта алынған спектрлердің нәтижелерін салыстыру ғаламдардың ішінде болып жатқан процестердің толық сипатын береді.

В. Г. Фесенков атындағы Астрофизика институтында ГБЯ спектрлік зерттеулері бірнеше он жыл болды. Ғаламдардың белсенді ядроларын фотометрлік бақылаулары шамамен он жыл аралығында жалғасуда.

Берілген мақалада Астрофизика институтында екі сейферт ғаламы NGC 7469 және NGC 4151 зерттеу нәтижелері ұсынылған.

Фотометрлік зерттеулер ФАФИ Тянь-Шань обсерваториясында орналасқан (ТШАО) Карл Цейсс Йена 1-метрлік телескобының көмегімен жүргізілді. Сәулелелік қабылдағыш ретінде ЗБА Arogee Alta Company U9000D9 камерасы, BVR Astrodon фильтрлері қолданылды. Алынған мәліметтерді өңдеуге стандартты пакет Maxim DI 6 бағдарламасы қолданылды. Стандарт жұлдыздар ретінде зерттелетін объектілерге жақын орналасқан. жұлдыздық шамалары белгілі жұлдыздар таңдап алынды. Жарқырауды өлшеудегі қателіктері ± 0.01 аспайды.

Спектрлік бақылаулар АЗТ-8 және Тянь-Шань обсерваториясындағы 1-метрлік телескобында жүргізілді. Спектрограф SBIG STT-3200 (2184x1472. 6.8μ) ЗБА камерасымен жабдықталған. Бақылау барысында зерттелетін ғаламның және стандарт жұлдыздың спектрлері белгі энергияның таралуы бойынша алынады. Ғаламдардың спектрлерін абсолютті калибровкалауға қоданылады.

NGC 7469 – 68 Мпс қашықтықта орналасқан. координаталары $\alpha(2000)=23^h00^m44^s$, $\delta(2000)=+8^\circ36'16''$. иірімді ғаламдар. Қызыл ығысуы $z=0.0166$, орталық дененің массасы шамамен $(1-6) \times 10^7 M_\odot$ тең. Ғаламнан 80" бұрыштық қашықтықта физикалық тұрғыдағы серігі ретсіз ғалам - IC 5283 орналасқан. Уголькова және тағы басқа авторлар 1999-2014 аралығында NGC 7469 жарқырау қисығын тұрғызған, одан екі компонент анықталды: бірнеше жылдан тұратын жәй периодты және бірнеше периодтан тұратын тез период. Жәй компонент ЦД белсенділігіне сәйкес орналасқан, ал тез компонент ядро маңы аймағындағы аккреция жылдамдығына тәуелді.

ФАФИ NGC 7469 фотометрлік бақылаулары 2013 жылдан басталады. Жарқырауын өлшеу 6" белгілеп алынған апертура бойынша орындалады. Жарқырау қисығы оның жарқырау деңгейінің біртіндеп жоғарлағанын көрсетеді. NGC 7469 спектрлерінде H α , [OIII], [NII] және [SII] эмиссиялық сызықтар бақыланады. Біз жүргізген соңғы екі жылдық үздіксіз спектрлердің ($\lambda=6300\text{\AA}$) зерттеулері объектінің жарқырау қисығына сәйкес анағұрлым өскен. 1997-1998 жылдары NGC 7469 спектрлерінде осындай жоғарғы мәндегі $(\sim (2-2.5) \times 10^{-14} \text{ эрг/см}^2 \text{сек } \text{\AA})$ интенсивті континуум бақыланған.

NGC 4151 ғаламы, координаталары $\alpha(2000)=12^h10^m32^s$, $\delta(2000)=+39^\circ24'24''$ Сейферт 1.5 типіне жатады. Қызыл ығысуы $z=0.00332$, қашықтығы $D \approx 19$ Мрс, ЦД массасы $4.57 \times 10^7 M_\odot$. УК. рентген және оптика аймағындағы ең жарық сейферт ғаламдарының бірі.

2013 жылдан бастап ФАФИ NGC 4151 фотометрлік бақылаулары жүргізілуде. Жарқырауын өлшеу 8" белгілеп алынған апертура бойынша орындалады. 2017 жылдан бастап В және V фильтрлерінде амплитуданың тербелісі орташа деңгейден ~ 0.7 шамамен өзгереді. NGC 4151 континуум деңгейі $\lambda=5100\text{\AA}$ толқын ұзындығында $(\sim (1.5-8.3) \times 10^{-14} \text{ эрг/см}^2 \text{сек } \text{\AA})$ кездейсоқты ауытқуларға ұшырайды.

Түйін сөздер: Сейферт ғаламдары, фотометрлік айнымалылық, спектрлік айнымалылық, жарқырау қисығы. Амплитудалар.

С.А. Шомшекова, Э.К. Денисюк, Р.Р. Валиуллин, А.В.Кусакиню, И.В. Рева, М.А. Кругов

V.G. Fesenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕЙФЕРТОВСКИХ ГАЛАКТИК NGC 4151 И NGC 7469

Аннотация. Галактики с активными ядрами (АЯГ) являются источниками мощного излучения в широком диапазоне длин волн. Сейфертовские галактики в свое время были выделены в отдельный класс по следующим критериям: высокая светимость ядра, переменность излучения и широкие эмиссионные линии в спектрах объектов. Переменность блеска проявляется в разных временных интервалах: от нескольких минут (в рентгеновском диапазоне) до нескольких лет.

Спектральные и фотометрические наблюдения до сих пор остаются основными методами исследования АЯГ. Последнее время много внимания уделяется рентгеновским наблюдениям АЯГ. Вместе с тем, данные, полученные в оптическом диапазоне, не теряют своей актуальности. Именно сопоставление результатов исследований, полученных в разных областях спектра, дает наиболее полную картину процессов, происходящих в галактиках.

В Астрофизическом Институте им. Фесенкова (АФИФ) спектральные наблюдения АЯГ проводятся на протяжении нескольких десятков лет. Примерно десять лет тому назад начались регулярные фотометрические наблюдения активных галактик.

В данной статье приводятся результаты исследования двух сейфертовских галактик NGC 7469 и NGC 4151, проведенных в Астрофизическом Институте.

Фотометрические наблюдения выполняются на 1-метровом телескопе Карл Цейсс Йена, расположенном на Тянь-Шанской обсерватории (ТШАО) АФИФ. Приемником излучения служит ПЗС камера Apogee Alta Company U9000D9, используются BVR Astrodon фильтры. Для обработки изображений используется стандартный пакет программ Maxim DL 6. В качестве стандартов выбирались звезды с известными оценками блеска в непосредственной близости от исследуемого объекта. Типичные ошибки измерений блеска не превышают ± 0.01 .

Спектральные наблюдения проводятся на телескопе АЗТ-8 и 1-метровом телескопе Тянь-Шанской обсерватории. Спектрографы оборудованы ПЗС камерами SBIG STT-3200 (2184x1472, 6.8 μ). В процессе наблюдений, получают спектры исследуемых галактик и спектры звезд с известными распределениями энергии. Последние используются для абсолютной калибровки спектров галактик.

NGC 7469 - спиральная галактика с координатами $\alpha(2000)=23^h00^m44^s$, $\delta(2000)=+8^\circ36'16''$, расположенная на расстоянии 68 Мпс. Красное смещение $z=0.0166$, масса центрального тела (ЦТ) составляет примерно $(1-6)\times10^7 M_\odot$. На угловом расстоянии 80" от галактики расположен ее физический компаньон – нерегулярная галактика IC 5283. На кривой блеска NGC 7469 за 1999 – 2014гг. построенной Угольковой и др. удалось выделить две составляющие: медленную с периодом в несколько лет и быструю с периодом несколько дней. Медленная компонента находится в соответствии с активностью ЦТ, а быстрая компонента зависит от скорости аккреции в околядерной зоне.

Фотометрические наблюдения NGC 7469 проводятся в АФИФ, начиная с 2013г. Измерения блеска выполняются с фиксированной апертурой 6". Кривые блеска объекта указывают на постепенное повышение уровня блеска. В спектре NGC 7469 наблюдаются эмиссионные линии H α , [OIII], [NII] и [SII]. Проведенные нами исследования показали, что в течение двух последних лет уровень непрерывного спектра ($\lambda=6300\text{Å}$) значительно вырос в соответствии с кривой блеска объекта. Подобные высокие значения интенсивности континуума $\sim (2-2.5)\times10^{-14}\text{эрг/см}^2\text{сек Å}$ наблюдались в спектре NGC 7469 в 1997 – 1998гг.

Галактика NGC 4151 с координатами $\alpha(2000)=12^h10^m32^s$, $\delta(2000)=+39^\circ24'24''$, принадлежит к типу Сейферт 1.5. Красное смещение $z=0.00332$, расстояние $D\approx19$ Мпс, масса ЦТ $4.57\times10^7 M_\odot$. Это одна из самых ярких сейфертовских галактик в рентгеновском, УФ и оптическом диапазонах.

В АФИФ фотометрические наблюдения NGC 4151 проводятся, начиная с 2013г. Измерения блеска выполняются с фиксированной апертурой 8". Представленные фотометрические данные свидетельствуют о том, что, начиная с 2017г. блеск объекта на среднем уровне с амплитудой колебаний в фильтрах В и V ~ 0.7 . Уровень континуума NGC 4151 на длине волны $\lambda=5100\text{Å}$ испытывает флуктуации в диапазоне $\sim (1.5-8.3)\times10^{-14}\text{эрг/см}^2\text{сек Å}$.

Ключевые слова: Сейфертовские галактики, фотометрическая переменность, спектральная переменность, кривые блеска, амплитуды.

Information about authors:

Shomshekova S.A., Magister. Researcher. V.G. Fesenkov Astrophysical Institute. shmshekva-saule@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9841-453X>;

Denissyuk E.K., Doctor of Physical and Mathematical Sciences. V.G. Fesenkov Astrophysical Institute. eddenis@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5020-2557>;

Valiullin R.R., Doctor of Physical and Mathematical Sciences. V.G. Fesenkov Astrophysical Institute. rashit_valiullin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8073-8715>;

Kusakin A.V., Leader researcher V.G. Fesenkov Astrophysical Institute. un7gbd@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7756-546X>;

Reva I.V., Junior researcher. V.G. Fesenkov Astrophysical Institute. reva@aphi.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9944-8398>;

Krugov M.A., Engineer. V.G. Fesenkov Astrophysical Institute. mkrugov@astroclub.kz, <https://orcid.org/0000-0002-2788-2176>

REFERENCES

- [1] Shapovalova A., Popovic L., et al. **(2016)** MNRAS. Vol.466. P.4. 4759. (in Engl).
- [2] Ugol'kova L., Artamonov B., Shimanovskaya E. **(2017)** Study of the Nuclear Activity of the Seyfert Galaxy NGC 7469 over the Period of Observations 2008–2014. arXiv 1707.06290.
- [3] Honig S., Watson D., Kishimoto M., et al. **(2014)** Nature. 515. 528. 2014.
- [4] Bentz M., Denney K., Cackett E., et al. **(2006)** ApJ. 651. 775. 2006.
- [5] Doroshenko V., Sergeev S., Merkulova N., et al. **(2005)** BVRI CCD-photometry of comparison stars in the neighborhoods of Galaxies with active nuclei. I // Astrofizika. Vol. 48. No. 2. P. 191-211
- [5] Shomshekova S., Denissyuk E., Valiullin R., et al. **(2005)** Photometric studies of the seyfert galaxies NGC 3516. NGC 5548. NGC 3227. NGC 4051. NGC 4151 and NGC 7469. Astrophysics V. 62 No 2. P.163 -176 (IF=0.920) DOI 10.1007/s10511-019-09571-w.
- [6] Shapovalova A., Popovic L., et al. **(2017)** arXiv 1701.01490 v1. 2017.
- [7] Shapovalova A., Popovic L., Burenkov A. **(2009)** arXiv 0910.2980. 2009

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

(Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

Подписано в печать 12.08.2020.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
9,25 п.л. Тираж 300. Заказ 4.