

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

5 (303)

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2015 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2015 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2015**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчечков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

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

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

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

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

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

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

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

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

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

N E W S

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 5, Number 303 (2015), 12 – 22

**FORBIDDEN EMISSION LINES
IN THE SPECTRA OF SEYFERT GALAXIES**

V. Gaisina, E. Denissyuk, R. Valiullin

Fessenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: gaisina52@mail.ru

Key words: AGN, seyfert galaxies, spectral variability, forbidden emission lines, emission fluxes; individual objects: NGC 5548, NGC 4051, 3C120, Mrk6.

Abstract. Results of the long-term spectral observations of the seyfert galactic nucleus, carried out in Fessenkov Astrophysical Institute, are submitted. The goal of the work is to research the variability of some forbidden emission lines. It is known, that [OIII], 4959, 5007 Å emissions are formed in extended areas of a galaxy, and the fluxes of radiation in these lines are not subjects to fast changes. For this reason the given lines are frequently used as standards for research of variability of hydrogen lines. The analysis of our observational data has shown, that

changes of radiation in [OIII], 4959, 5007 Å lines take place. Deviations from the average values equal to ~15 % (NGC 4151) and ~10 % (3C120). The minimal deviations are received for the galaxy NGC1068 (~5 % within 6 years). Fast fluctuations of fluxes (~15 % within 2 months) are found out in spectra of galaxies NGC 5548 and NGC 4051. Thus, instability of the forbidden lines radiation is proved. Nevertheless, is quite allowable to use the forbidden lines as secondary standards for decision of the problems on short intervals, because variability of the hydrogen line fluxes may be as high as hundreds of percents.

УДК 524.7

ЗАПРЕЩЕННЫЕ ЭМИССИОННЫЕ ЛИНИИ В СПЕКТРАХ СЕЙФЕРТОВСКИХ ГАЛАКТИК

В. Гайсина, Э. Денисюк, Р. Валиуллин

ДТОО «Астрофизический институт им. В. Г. Фесенкова», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: АЯГ, сейфертовские галактики (СГ), спектральная переменность, запрещенные эмиссионные линии, эмиссионные потоки; индивидуальные объекты: NGC 5548, NGC 4051, 3C120, Mrk6.

Аннотация. Представлены результаты многолетних спектральных наблюдений ядер сейфертовских галактик, выполненных в Астрофизическом Институте им. В.Г. Фесенкова. Цель работы – исследование переменности некоторых запрещенных эмиссионных линий. Известно, что эмиссии [OIII], 4959, 5007 Å формируются в протяженных областях галактики, и поток излучения в этих линиях не подвержены быстрым изменениям. Именно поэтому данные линии часто используются в качестве стандартов при исследовании переменности потоков в водородных линиях. Анализ наших наблюдательных данных показал, что изменения потоков излучения в линиях [OIII], 4959, 5007 Å имеют место. Отклонения от средних значений составляют ~15% (NGC 4151) и ~10% (3C120). Минимальные отклонения получены для галактики NGC1068 ~5% в течение 6 лет. Быстрые колебания потоков (~15% в течение 2-х месяцев) обнаружены в спектрах галактик NGC 5548 и NGC 4051. Таким образом, нестационарность излучения запрещенных эмиссионных линий подтверждается. Тем не менее, для задач, решаемых на коротких интервалах времени, использование запрещенных линий в качестве вторичных стандартов вполне допустимо, так как переменность потоков излучения водородных линиях составляет сотни процентов.

Введение. Одной из самых актуальных задач внегалактической астрофизики в настоящее время является исследование свойств материи в окологерновых областях активных галактик. В АФИФ имеется большой объем спектрограмм сейфертовских галактик, накопленный на протяжении почти 40 лет.

Систематическое исследование этих галактик начал в 1943 г. К. Сейферт. Он обнаружил в спектрах галактик очень широкие эмиссионные линии водорода, гелия, ионизованного железа. Обычно в галактиках эмиссионные линии принадлежат газу, ионизованному излучением горячих звезд спектральных классов О и В (зоны ионизованного водорода), а также самим звездам О, В. При этом ширина линий в таких зонах соответствует скорости до 200 км/с. Линии, которые обнаружил Сейферт, имели ширину, соответствующую нескольким тысячам км/с. В этих галактик наблюдаются и запрещенные линии, для которых вероятность соответствующих соответствующих скоростям до 500 км/с. Наблюдаются запрещенные линии ионов серы, азота, кислорода, неона и железа. Абсолютные потоки излучения в запрещенных линиях довольно часто используются в качестве стандарта при исследовании спектральной переменности разрешенных эмиссионных линий.

НАБЛЮДЕНИЯ

Все наблюдения выполнены в Астрофизическом институте им. В.Г. Фесенкова (г. Алматы, Казахстан) на телескопе АЗТ-8 с диаметром главного зеркала 700 мм и фокусным расстоянием 11.2 м. При наблюдении использовался дифракционный спектрограф оригинальной конструкции. До 2000 г. основным приемником излучения на выходе спектрографа был трехкаскадный ЭОП

типа УМ-92, а регистрация проводилась на фотопленку типа А-600 или аналогичную, близкую по характеристикам.

Начиная с 2000 г., в качестве приемника излучения применяется CCD-матрица типа ST-7, а с конца 2002 г. – ST-8 (1530x1020, 9 μ). В зависимости от используемой дифракционной решетки и объектива камеры, спектральное разрешение меняется в пределах 0.75–5.0 \AA . Ширина входной щели составляет 4"–10". Как правило, для повышения точности результатов спектр исследуемой галактики экспонировался от 2 до 6 раз подряд с экспозициями от 5 до 30 мин в зависимости от дисперсии и яркости ядра галактики.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В 2006 году, когда одновременно с галактикой мы стали получать спектры стандартных звезд с известным распределением энергии [1], появилась возможность измерять абсолютный поток излучения в эмиссионных линиях. Мы обратили внимание на необычный результат – переменность потока яркой эмиссионной линии [OIII] $\lambda 5006.86\text{\AA}$ в спектрах некоторых галактик Сейферта. Дело в том, что эмиссии [OIII] формируются в гигантских по размерам, протяженных областях сейфертовских галактик, и поток излучения в этих линиях не подвержен быстрым изменениям. Именно поэтому линии [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$, $\lambda 5007\text{\AA}$ часто используются в качестве стандартов для выявления переменности потоков в водородных линиях. В таблице 1 приводятся результаты абсолютной калибровки линии [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ для двух галактик: NGC 5548 и NGC 4051. Все спектрограммы галактик в этом спектральном диапазоне получены со щелью шириной 10" и суммировались в интервале, соответствующем 10" поперек дисперсии. Спектрограммы стандартных звезд регистрировались в бесщелевом варианте с вычитанием спектра неба. Часто наблюдалось по две звезды с интервалом несколько часов. После учета атмосферного поглощения калибровки по разным звездам отличались не более чем на 2%.

Таблица 1 – Абсолютные потоки излучения в эмиссионной линии [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ для галактик NGC 5548 и NGC 4051

	Date	Standard stars HD	T obs. для standard stars	F abs. [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ 10^{-13} ergs/cm ² /sec
NGC 5548	20.04.2007	95418	23h13m	4.60 \pm 0.37
		139006	4h44m	
	26.04.2007	120315	1h43m	4.52 \pm 0.18
		139006	4h10m	
	9.05.2007	139006		3.75 \pm 0.17
		28.05.2007	139006	
		155763	3h58m	3.58 \pm 0.16
NGC4051	18.04.2007	95418		3.09
		20.04.2007	95418	
		139006		
	29.05.2007	120315		4.84
		147394		4.02 \pm 0.16

В столбцах таблицы содержатся следующие данные: 1 – название СГ, 2 – дата наблюдений, 3 – номер стандартной звезды по каталогу HD, 4 – время наблюдения стандартной звезды, 5 – абсолютный поток в линии [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ в спектре галактики.

Из таблицы 1 видно, что есть серьезные основания считать линию [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ нестационарной. Это можно видеть и на рисунке 1.

Этот результат позволяет утверждать, что возможна переменность запрещенных линий [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$, [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$, $\lambda 5007\text{\AA}$, [SII] $\lambda 6717\text{\AA}$ – $\lambda 6731\text{\AA}$, которые часто используются как стандарты при исследовании переменности разрешенных эмиссий H_{β} и H_{α} .

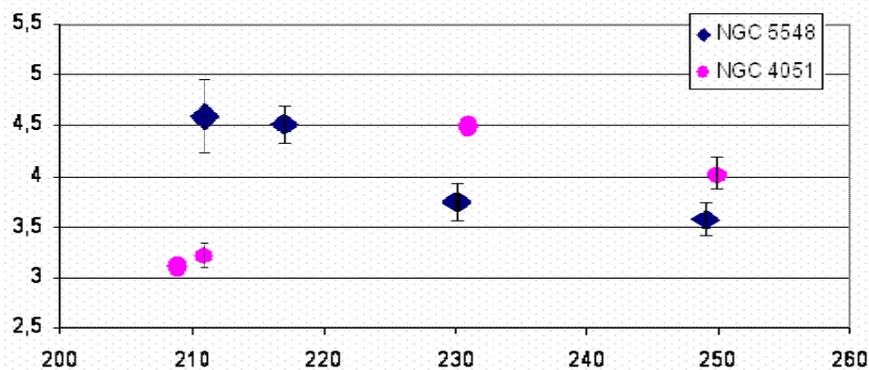


Рисунок 1 – Изменение абсолютного потока излучения в линии [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ в спектрах двух сейфертовских галактик. Шкала Y выражена в единицах $10^{-13} \text{ ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$

Сейфертовские галактики по виду спектра можно четко разделить на два типа: объекты с широкими разрешенными линиями и узкими запрещенными (Sy 1) и объекты, в спектрах которых разрешенные линии имеют примерно такую же ширину, как и запрещенные, то есть отсутствуют широкие крылья разрешенных линий (Sy 2). Имеются в виду именно широкие крылья линий, все разрешенные линии оказались двухкомпонентными, т.е. помимо широкой, есть и узкая компонента, подобная запрещенным линиям. Поскольку ширина линии отражает скорости движения газа, в котором эти линии возникают, ясно, что должны существовать две совершенно разные области формирования эмиссионных линий. Эти области назвали соответственно BLR (Broad Line Region – область широких линий) и NLR (Narrow Line Region – область узких линий) [2].

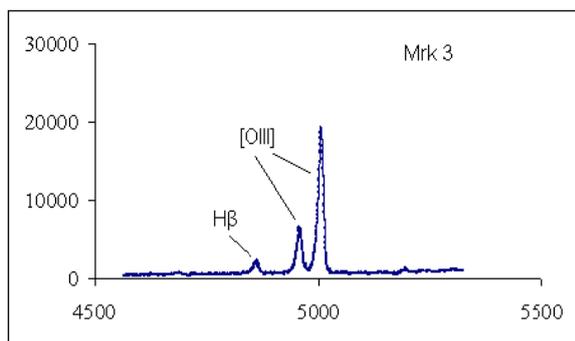


Рисунок 2 – Спектрограмма галактики типа Sy 2 в области бальмеровской линии H β полученная в АФИФ 12.01.2006 г.

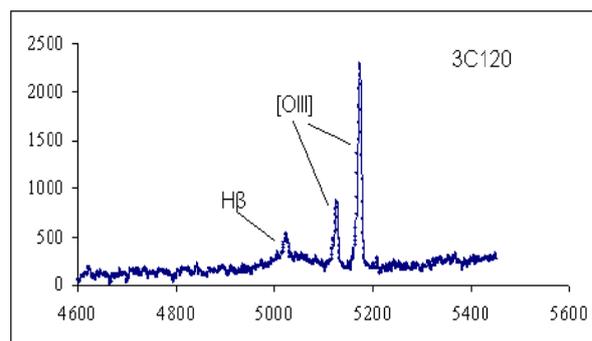


Рисунок 3 – Спектрограмма галактики типа Sy 1 в области бальмеровской линии H β полученная в АФИФ 18.12.2009 г.

Для проверки стационарности абсолютных потоков в запрещенных линиях [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$, [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$, $\lambda 5007\text{\AA}$, [SII] $\lambda 6717\text{-}6731\text{\AA}$ мы взяли галактики типа Sy 1 (NGC 4151, 3C120, NGC 7469, Mrk 6) и Sy 2 (Mrk 3 и NGC 1068). Галактики типа Sy2 имеют более гладкий профиль линий. Поэтому измерять их абсолютный поток проще и точнее. Тем более, при незначительной переменности разрешенных линий континуум у Sy 2 меняется значительно, и вторичные стандарты понадобятся для исследования переменности оптического континуума [3]. Более интересные результаты можно ожидать при анализе переменности галактик типа Sy 1.

В таблицах 2–4 приводятся данные об абсолютных потоках в запрещенных эмиссионных линиях сейфертовских галактик: NGC 4151, 3C120 и Mrk 6. Абсолютные потоки в эмиссионных линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ вычислялись с использованием спектров стандартных звезд, полученных одновременно со спектрограммами галактик. Для каждой галактики выбиралась стандартная звезда на близком с галактикой зенитном расстоянии. Использовались звезды: для галактики NGC 4151 – HD 120315, для галактики 3C120 – HD 58715, HD 21364, HD 35468, для галактики Mrk 6 – HD 31996, HD 33856, HD62898.

Таблица 2 – Абсолютные потоки излучения в эмиссионных линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ для СГ NGC 4151

Дата	JD	$F_{[\text{OIII}] \lambda 4959\text{\AA}}$ ($10^{-11} \text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$)	$F_{[\text{OIII}] \lambda 5007\text{\AA}}$ ($10^{-11} \text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$)
27.01.2007	14127	0.374	1.238
26.04.2007	14216	0.438	1.35
01.04.2008	14557	0.342	1.055
29.05.2008	14615	0.441	1.329
25.01.2009	14856	0.431	1.383
27.05.2009	14978	0.411	1.318
04.04.2011	15655	0.381	1.268
21.04.2011	15672	0.386	1.235
19.04.2012	16036	0.350	1.104

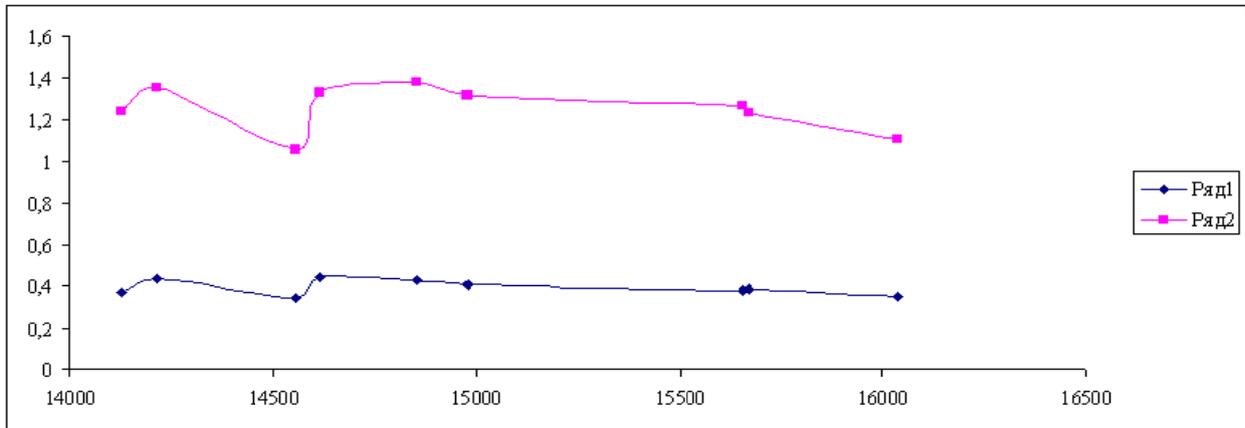


Рисунок 4 – Абсолютные потоки излучения в линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ - ряд 1 и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ - ряд 2 в спектре галактики NGC 4151 в единицах $10^{-11} \text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$

По оси X – юлианская дата – 2 440 000, по оси Y – абсолютный поток в линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$

Таблица 3 – Абсолютные потоки в эмиссионных линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ для СГ 3С120

Дата	JD	$F_{[\text{OIII}] \lambda 4959\text{\AA}}$ ($10^{-11} \text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$)	$F_{[\text{OIII}] \lambda 5007\text{\AA}}$ ($10^{-11} \text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$)
23.09.2006	14001	2.014	6.299
27.12.2006	14096	2.032	6.016
14.01.2007	14114	2.11	5.682
14.10.2007	14387	1.94	6.237
04.11.2007	14408	2.357	7.428

Дата – дата наблюдений, JD – юлианская дата – 2 440 000, $F_{[\text{OIII}] \lambda 4959\text{\AA}}$, $F_{[\text{OIII}] \lambda 5007\text{\AA}}$ – абсолютный поток излучения в линиях.

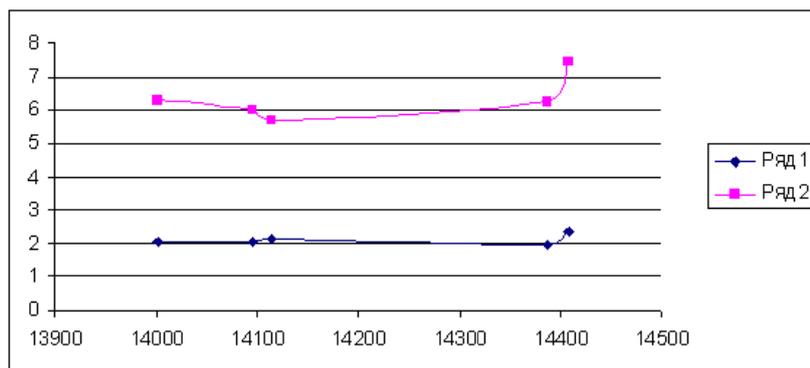


Рисунок 5 – Абсолютные потоки излучения в линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ – ряд 1 и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ – ряд 2 в спектре галактики 3C120 в единицах $10^{-13}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$.

По оси X – юлианская дата – 2 440 000, по оси Y – абсолютный поток излучения в линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$

Таблица 4 – Абсолютные потоки излучения в эмиссионных линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ для галактики Mrk 6.

Дата	JD	$F_{[\text{OIII}]\lambda 4959\text{\AA}}$ ($10^{-11}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$)	$F_{[\text{OIII}]\lambda 5007\text{\AA}}$ ($10^{-11}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$)
27.01.2007	14127	2.481	7.906
28.01.2007	14128	2.456	7.881
18.12.2009	15183	2.435	7.778

Дата – дата наблюдений, JD – юлианская дата – 2 440 000, $F_{[\text{OIII}]\lambda 4959\text{\AA}}$, $F_{[\text{OIII}]\lambda 5007\text{\AA}}$ – абсолютный поток излучения в линиях.

В таблицах 5–6 приводятся данные об абсолютных потоках в запрещенных эмиссионных линиях сейфертовских галактик NGC 1068 и Mrk 3. Использовались стандартные звезды: для галактики NGC 1068 – HD 7318, HD 30959, HD 27820, для галактики Mrk 3 – HD 55966.

Таблица 5 – Абсолютные потоки излучения в эмиссионных линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ в спектре галактики NGC 1068

Дата	JD	$F_{[\text{OIII}]\lambda 4959\text{\AA}}$ ($10^{-11}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$)	$F_{[\text{OIII}]\lambda 5007\text{\AA}}$ ($10^{-11}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$)
28.10.2005	13671	0.95	2.84
13.10.2007	14386	0.89	2.67
04.11.2007	14408	0.88	2.72
25.09.2008	14734	0.90	2.59
21.10.2011	15855	0.95	2.79

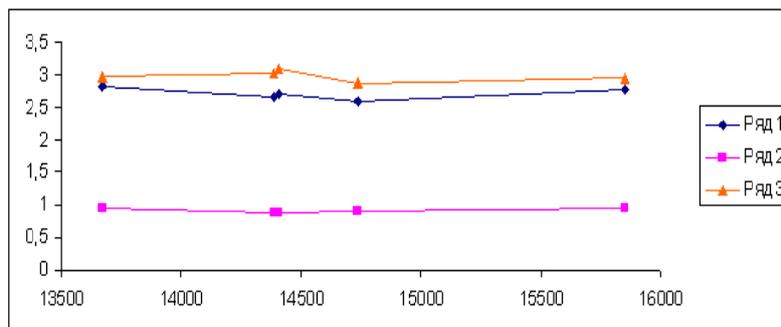


Рисунок 6 – Абсолютные потоки излучения в линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ – ряд 2, [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ – ряд 1 в единицах $10^{-11}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ и отношение абсолютных потоков в эмиссионных линиях [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ – ряд 3 для галактики NGC 1068

По оси X – юлианская дата – 2 440 000, по оси Y – абсолютный поток в линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$

Таблица 6 – Абсолютные потоки излучения в эмиссионных линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ спектра галактики Mrk 3

Дата	JD	$F_{[\text{OIII}]\lambda 4959\text{\AA}}$ ($10^{-11}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$)	$F_{[\text{OIII}]\lambda 5007\text{\AA}}$ ($10^{-11}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$)
11.09.2005	13624	9.29	28.7
12.01.2006	13747	7.99	25.9
17.03.2009	14907	9.01	27.4

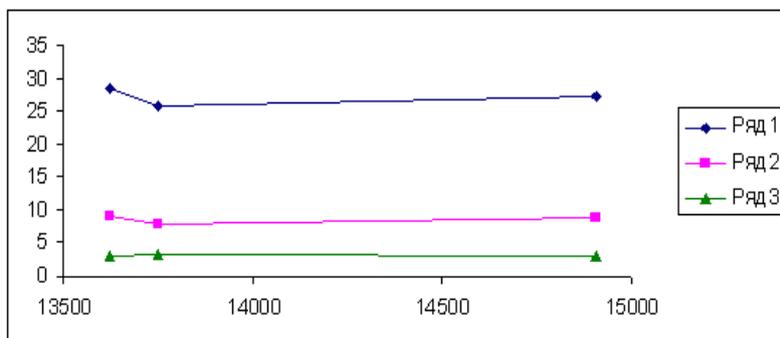


Рисунок 7 – Абсолютные потоки излучения в линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$, $\lambda 5007\text{\AA}$ – ряд 1 в единицах $10^{-13}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ и отношение абсолютных потоков в эмиссионных линиях [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ – ряд 3 для галактики Mrk 3

По оси X – юлианская дата – 2 440 000, по оси Y – абсолютный поток в линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$.

Запрещенные эмиссионные линии в красной области спектра [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$ и [SII] $\lambda 6717\text{\AA}$, $\lambda 6731\text{\AA}$ в спектрах некоторых галактик очень слабые, поэтому проведен поиск галактик типа Sy1 и Sy2, где можно надежно измерять эти линии. В результате отбора наиболее подходящими для данного исследования оказались сейфертовские галактики первого типа: NGC 4151, NGC 7469, 3C120 и галактика второго типа NGC 1068.

Таблица 7 – Абсолютные потоки излучения в эмиссионных линиях [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$ и [SII] $\lambda 6716-6731\text{\AA}$ для СГ NGC 4151

Дата	JD	$F_{[\text{OI}]\lambda 6300\text{\AA}}$	$F_{[\text{SII}]\lambda 6716-6731\text{\AA}}$
03.03.2005	13432	1.17	3.81
06.03.2005	13435	1.19	3.84
29.05.2005	13519	1.21	3.21
29.06.2005	13550	1.20	3.75
25.03.2006	13819	1.24	3.94
20.04.2006	13845	1.22	3.97
13.01.2007	14113	1.21	4.09
04.06.2008	14621	1.29	4.17
01.07.2008	14648	1.34	3.38
26.11.2008	14796	1.38	4.19
19.01.2009	14850	1.31	4.09
24.01.2009	14855	1.25	4.38
26.03.2009	14916	1.08	4.39
23.04.2009	14944	1.25	3.21
26.05.2009	14977	1.17	3.11
18.06.2009	15000	1.23	3.29
14.08.2009	15057	1.25	3.47
19.11.2009	15154	1.28	3.51
15.02.2010	15242	1.17	3.58
20.04.2010	15306	1.27	3.74
12.05.2010	15328	1.31	3.97
07.04.2011	15658	1.21	4.17
20.04.2012	16037	1.33	3.10
24.05.2012	16071	1.14	3.08

Дата – дата наблюдений, JD – юлианская дата – 2 440 000, $F_{[\text{OI}]\lambda 6300\text{\AA}} \cdot 10^{-12}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ – абсолютный поток в линии $\lambda 6300\text{\AA}$, $F_{[\text{SII}]\lambda 6716-6731\text{\AA}} \cdot 10^{-12}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ – абсолютный поток в линиях.

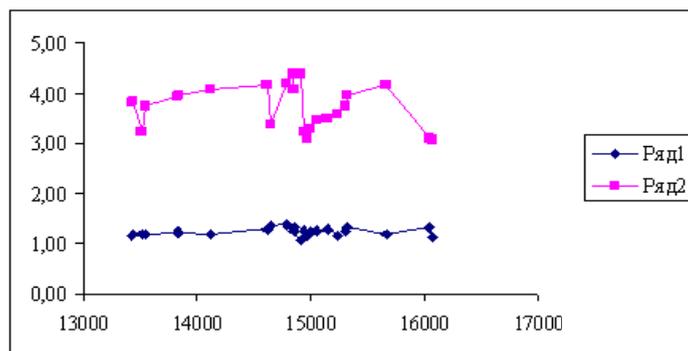


Рисунок 8 – Абсолютные потоки в эмиссионных линиях [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$ - ряд 1 и [SII] $\lambda 6716-6731\text{\AA}$ – ряд 2 в единицах $10^{-12}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ для СГ NGC 4151.

По оси X – юлианская дата – 2 440 000, по оси Y – абсолютный поток излучения в линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$

Таблица 8 – Абсолютные потоки излучения в эмиссионных линиях [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$ и [SII] $\lambda 6716-6731\text{\AA}$ для СГ 3С120

Дата	JD	F[OI] $\lambda 6300\text{\AA}$	F[SII] $\lambda 6716-6731\text{\AA}$
11.12.2006	14080	0.059	0.13
12.12.2006	14081	0.063	0.17
12.01.2007	14112	0.067	0.19
13.01.2007	14113	0.081	0.25
20.01.2007	14120	0.061	0.19
08.02.2007	14139	0.074	0.22

Дата – дата наблюдений, JD- юлианская дата – 2 440 000, F[OI] $\lambda 6300\text{\AA} \cdot 10^{-13}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ – абсолютный поток в линии $\lambda 6300\text{\AA}$, F[SII] $\lambda 6716-6731\text{\AA} \cdot 10^{-13}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ – абсолютный поток в линиях $\lambda 6716-6731\text{\AA}$.

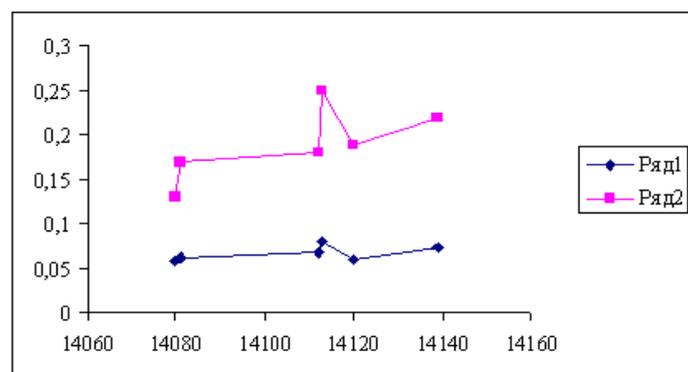


Рисунок 9 – Абсолютные потоки излучения в эмиссионных линиях [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$ – ряд 1 и [SII] $\lambda 6716-6731\text{\AA}$ – ряд 2 в единицах $10^{-13}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ для СГ 3С120.

По оси X – юлианская дата – 2 440 000, по оси Y – абсолютный поток излучения в линиях [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$ и [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$

Таблица 9 – Абсолютные потоки излучения в эмиссионных линиях [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$ и [SII] $\lambda 6716-6731\text{\AA}$ для СГ NGC 7469

Дата	JD	F[OI] $\lambda 6300\text{\AA}$	F[SII] $\lambda 6716-6731\text{\AA}$
06.09.2005	13619	1.70	2.08
21.12.2005	13725	1.59	2.11
25.09.2006	14003	1.43	1.99
18.08.2007	14330	1.24	2.36
18.09.2007	14361	1.28	2.17
18.10.2007	14391	1.49	2.29
24.09.2008	14733	1.38	2.18
23.08.2009	15066	1.34	2.33
10.10.2012	16210	1.41	2.37

Дата – дата наблюдений, JD – юлианская дата – 2 440 000, F[OI] $\lambda 6300\text{\AA} \cdot 10^{-13}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ – абсолютный поток в линии $\lambda 6300\text{\AA}$, F[SII] $\lambda 6716-6731\text{\AA} \cdot 10^{-13}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ – абсолютный поток в линиях $\lambda 6716-6731\text{\AA}$.

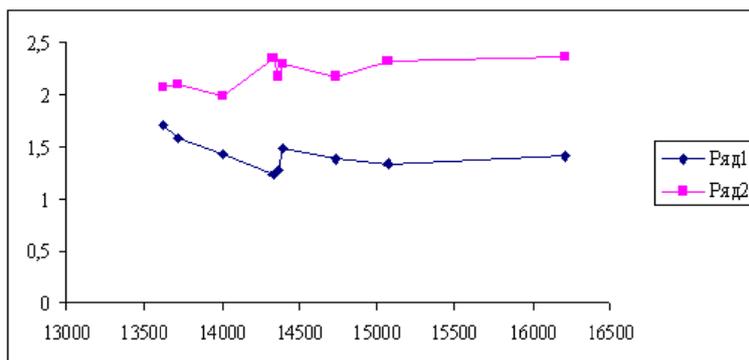


Рисунок 10 – Абсолютные потоки в эмиссионных линиях [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$ – ряд 1 и [SII] $\lambda 6716\text{-}6731\text{\AA}$ – ряд 2 в единицах $10^{-13}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ для СГ NGC 7469.

По оси X – юлианская дата – 2 440 000, по оси Y – абсолютный поток излучения в линиях [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$ и [SII] $\lambda 6716\text{-}6731\text{\AA}$

Таблица 10 – Абсолютные потоки излучения в эмиссионных линиях [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$ и [SII] $\lambda 6716\text{-}6731\text{\AA}$ для СГ NGC 1068

Дата	JD	F[OI] $\lambda 6300\text{\AA}$	F[SII] $\lambda 6716\text{-}6731\text{\AA}$
28.10.2005	13671	0.87	1.79
18.10.2007	14391	0.84	1.80
28.10.2007	14401	0.81	1.84
02.11.2007	14406	0.89	1.82
25.09.2008	14734	0.84	2.11
21.10.2011	15855	0.96	1.98
05.12.2012	16266	0.99	1.92

Дата – дата наблюдений, JD – юлианская дата – 2 440 000, F[OI] $\lambda 6300\text{\AA} \cdot 10^{-12}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ – абсолютный поток в линии $\lambda 6300\text{\AA}$, F[SII] $\lambda 6716\text{-}6731\text{\AA} \cdot 10^{-12}\text{ergs}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ – абсолютный поток в линиях $\lambda 6716\text{-}6731\text{\AA}$.

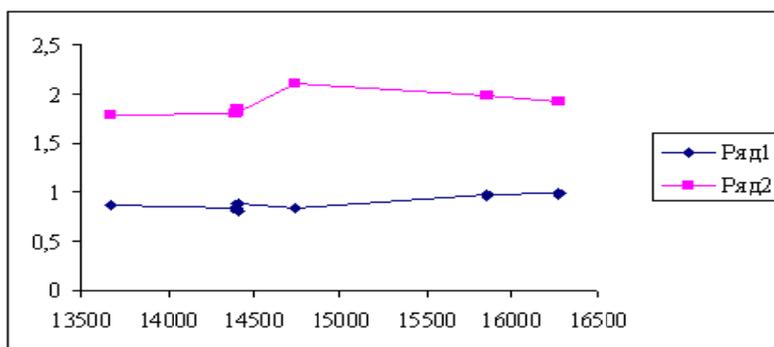


Рисунок 11 – Абсолютные потоки излучения в эмиссионных линиях [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$ – ряд 1 и [SII] $\lambda 6716\text{-}6731\text{\AA}$ – ряд 2 для СГ NGC 1068.

По оси X – юлианская дата – 2 440 000, по оси Y – абсолютный поток излучения в линиях [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$ и [SII] $\lambda 6716\text{-}6731\text{\AA}$

Ряд исследователей считает, что запрещенные эмиссионные линии могут быть использованы в качестве стандартов. Это не очевидно, так как энергия жесткого ионизирующего излучения ядра галактики сильно меняется во времени. Достаточно высокое постоянство этих запрещенных эмиссий объясняется тем, что они образуются в больших объемах газа, окружающего ядро. При

быстром изменении ионизирующего излучения затрагивается только относительно небольшой объем области образования запрещенных линий. При этом суммарный поток от эмиссии почти не меняется. Если усредненное на интервале времени в десятки лет ионизирующее излучение ядра постоянно, то и запрещенные эмиссионные линии будут практически постоянны и могут использоваться как стандарты. В противном случае эти эмиссии могут иметь некоторую переменность, которую можно измерить только на достаточно больших интервалах времени. Поскольку спектральные наблюдения ведутся в АФИФ более сорока лет, такую относительно небольшую переменность запрещенных эмиссий и удалось обнаружить. Для задач, решаемых на коротких интервалах времени, запрещенные эмиссии вполне можно использовать в качестве вторичных стандартов. Тем более что получить более точные сведения о потоках в других линиях или в континууме с помощью стандартных звезд значительно сложнее, так как одновременно на одном и том же приборе спектр галактики и стандартной звезды получить нельзя. Да еще необходимо вести наблюдения на одном и том же зенитном расстоянии или вводить поправки за разность зенитных расстояний, что приводит к появлению новых ошибок. Поэтому все же целесообразно использовать такие стандарты при спектральных исследованиях галактик Сейферта при не слишком высоких требованиях к точности результата.

Результат работы, проделанной в 2012–2014 годах по определению абсолютного потока в запрещенных эмиссионных линиях в окрестностях разрешенных эмиссий H_{β} и H_{α} , подтверждают выводы 2008 года о нестационарности запрещенных эмиссионных линий – [OI] $\lambda 6300\text{\AA}$, [OIII] $\lambda 4959\text{\AA}$, $\lambda 5007\text{\AA}$, [SII] $\lambda 6717\text{\AA}$ - 6731\AA у исследованных сейфертовских галактик. Реальные изменения абсолютного потока в запрещенных эмиссионных линиях колеблются в пределах 11-29% в то время, как относительные ошибки определения потока после усреднения спектров, полученных в течение одной наблюдательной ночи, составляют 4-9%. Но, несмотря на то, что максимальные изменения потока 29%, абсолютный поток в запрещенных эмиссионных линиях может быть использован как вторичный стандарт при исследовании спектральной переменности разрешенных эмиссионных линий, поскольку потоки разрешенных эмиссий у многих сейфертовских галактик, особенно типа Sy1, меняются со временем на десятки, а иногда и на сотни процентов. При незначительной переменности разрешенных эмиссий у галактик (NGC 1068, MRK 3 и др.) абсолютным потоком в запрещенных эмиссиях как вторичным стандартом можно пользоваться для получения предварительного результата при отсутствии других более надежных данных, а именно, спектров стандартных звезд с известным распределением энергии, полученных одновременно со спектрами галактик.

Работа выполнена в рамках Проекта 076 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Харитонов А.В., Терещенко В.М., Князева Л.Н. Спектрофотометрический каталог звезд // Издательство «Наука» Казахской ССР. -1988. – 480 с.
- [2] Donald E. Osterbrock SPECTROPHOTOMETRY OF SEYFERT 1 GALAXIES // The Astrophysical Journal. 1977. V. 215. P. 733-745.
- [3] Edward I. Rosenblatt, Matthew A. Malkam, Wallace L. W. Sargent and Anthony C.S. Readhead THE BROAD EMISSION LINE AND CONTINUUM VARIATIONS OF SEYFERT GALAXIES 1. TIME SCALES AND AMPLITUDES // The Astrophysical Journal Supplement Series. 1992. V. 81. P. 59-81.

REFERENCES

- [1] Kharitonov A.V., Tereschenko V.M., Kniazeva L.N. Spectrophotometric catalog of stars // Almaty. Kazak University. 2011. 304. (in Russian).
- [2] Donald E. Osterbrock SPECTROPHOTOMETRY OF SEYFERT 1 GALAXIES // The Astrophysical Journal. 1977. V. 215. P.733-745.
- [3] Edward I. Rosenblatt, Matthew A. Malkam, Wallace L. W. Sargent and Anthony C.S. Readhead THE BROAD EMISSION LINE AND CONTINUUM VARIATIONS OF SEYFERT GALAXIES 1. TIME SCALES AND AMPLITUDES // The Astrophysical Journal Supplement Series. 1992. V. 81. P. 59-81.

СЕЙФЕРТ ҒАЛАМДАРЫ СПЕКТРЛЕРІНДЕГІ ТЫЙЫМДАЛҒАН ЭММИССИЯ СЫЗЫҒЫ

В. Гайсина, Э. Денисюк, Р. Валиуллин

«В. Г. Фесенков атындағы Астрофизика институты» ЕЖШС, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: ҒБЯ, сейферт ғаламдары (CF), спектрлік айнымалылық, тыйымдалған эмиссия сызығы, эмиссиялық ағымдар; жеке нысандар: NGC 5548, NGC 4051, 3C120, Mrk6.

Аннотация. В. Г. Фесенков атындағы Астрофизика институтында орындалған сейферт ғаламдары ядроларының көпжылдық спектрлік бақылауларының нәтижелері ұсынылды. Жұмыстың мақсаты – кейбір тыйымдалған эмиссия сызығының айнымалылығын зерттеу. [OIII], 4959, 5007 Å эмиссия ғаламның созылыңқы аймақтарында қалыптасатыны және осы линиялардағы сәулелену кезеңі жылдам өзгерістерге бейім еместігі белгілі. Сондықтан сызық мәліметтері сутегі сызықтарында ағымдардың айнымалылығын зерттеу кезінде стандарт ретінде жиі пайдаланылады. Біздің бақылау мәліметтерінің талдауы [OIII], 4959, 5007 Å сызықтарында сәулелену ағымдарының өзгерісі орын алатынын көрсетті. Орташа мәннен ауытқу ~15% (NGC 4151) және ~10% (3C120) құрайды. 6 жыл аралығында ғаламдар үшін минималды ауытқу NGC1068 ~5%. Ағымдардың тез ауытқуы NGC 5548 және NGC 4051 ғаламдар спектрінде (~15% 2 ай аралығында) табылды. Сонымен тыйымдалған эмиссия сызықтарының сәулелену тұрақсыздығы дәлелденді. Соған қарамастан, қысқа уақыт интервалында шешілетін есептер үшін сутегі сызықтары сәулелену ағымдары айнымалылығы жүз пайыз құрайтындықтан тыйымдалған сызықтарды екінші стандарттар ретінде пайдалануға толығымен болады.

Поступила 15.15.2015 г.

**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 сайте:

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

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 25.09.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11,0 п.л. Тираж 300. Заказ 5.