

УДК 524.6

А. А. Василенко

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины
ул. Академика Заболотного 27, Киев, 03143
e-mail: vasylenko_a@mao.kiev.ua

Затенённое активное ядро галактики NGC 7172 по наблюдениям NuSTAR

Проанализированы свойства рентгеновского излучения активного ядра галактики NGC 7172 типа Сейферт 2 по данным наблюдений космической обсерватории NuSTAR в 2014 г. Источник демонстрирует постоянное во времени поглощение $N_H \approx 8 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-2}$, значение которого сравнимо с полученным поглощением из наблюдений XMM-Newton, «Suzaku», ASCA и ВерроSAX за предыдущие три десятилетия. Базовый спектральный анализ выявил наличие умеренной составляющей отражения с $\langle R \rangle = 0.44$ и узкой линии Fe K с $EW_{FeK} = 67^{+13}_{-14} \text{ эВ}$. Мы применили численные модели тора, которые подтвердили комptonовски-тонкий тип сейфертовского ядра галактики, а также помогли получить оценку угла наклона тора $i \approx 61^\circ$ и его раскрытия $\tau \approx 59$. Мы также продемонстрировали, что данные предыдущих наблюдений показывают изменчивость собственной светимости $L_{\text{intr}}(2...10 \text{ кэВ})$ примерно на порядок и эквивалентной ширины EW_{FeK} в четыре раза на интервале 12 лет, что соответствует расстоянию $d \approx 3.7 \text{ пк}$. Такое поведение $L_{\text{intr}}(2...10 \text{ кэВ})$ свидетельствует о переменности центрального источника. Наряду с этим результаты спектрального анализа вместе с задержкой между изменением светимости и EW_{FeK} , а также изменение интенсивности I_{FeK} лучше всего соответствуют варианту рождения линии Fe K в отдалённом газопылевом торе.

Ключевые слова: активные ядра галактик, рентгеновское излучение, NGC 7172.

ВВЕДЕНИЕ

Галактика NGC 7172 является видимой почти с ребра галактикой раннего типа, которая входит в компактную группу галактик HCG 90.

Оптически классифицированная как Сейферт 2 [30], эта галактика находится на расстоянии $z = 0.0087$.

NGC 7172 наблюдалась в рентгеновском диапазоне почти всеми основными миссиями. Первое наблюдение было предпринято спутником EXOSAT в диапазоне 2...10 кэВ, которое показало наличие степенного спектра со степенным индексом $\Gamma = 1.84$ и поглощением (т. е. столбцевой концентрацией водорода) $N_{\text{H}} = 10^{23} \text{ см}^{-2}$ [33]. Анализ двух наблюдений с помощью ASCA [12, 29, 34] показал наличие меньшего наклона континуума $\Gamma = 1.5$ при значении поглощения $N_{\text{H}} = 8 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-2}$, а также наличие эмиссионной линии железа Fe K α 6.4 кэВ. Кроме того, в работе [12] была обнаружена переменность кривой блеска на уровне 30 % в пределах нескольких часов.

В работах [1, 7, 28] представлен анализ двух широкодиапазонных (1.65...50 кэВ) наблюдений с помощью ВерроSAX, в которых определены значения степенного индекса в пределах 1.6...1.9 в зависимости от модели спектра, значения поглощения в пределах (8.3...11) 10^{22} см^{-2} , а также наличие узкой линии Fe K α 6.4 кэВ. Было отмечено наличие компонентов отражения от нейтральной среды [28]. Обсерватория XMM-Newton трижды наблюдала NGC 7172, и все наблюдения показывают практически одинаковые значения степенного индекса $\Gamma = 1.6$ и поглощения (7...8) 10^{22} см^{-2} [3, 8, 13, 17, 36] (в работе [11], где применялась модель с двумя компонентами отражения, $N_{\text{H}} = 1.3 \cdot 10^{23} \text{ см}^{-2}$), а также наличие узкой линии Fe K α . В специальном исследовании [11] показало отсутствие релятивистского размытия для линии железа. Анализ наблюдений «Suzaku» в широком диапазоне 0.5...150 кэВ [9, 16] показал значение степенного индекса $\Gamma = 1.7$, поглощения $8.9 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-2}$, наличие узкой линии Fe K α , а также отсутствие в спектре релятивистских эффектов.

Рентгеновскому излучению от активного ядра NGC 7172 присуща кратковременная переменность, детально изученная в работе [3], а также долговременная переменность [12, 13]. При этом отсутствует значительное изменение величины поглощения (в зависимости от модели (7...9) 10^{22} см^{-2}), по значению которой галактика относится к комптоновски-тонкой по поглощению.

Вклад нейтрального отражения в рентгеновский спектр NGC 7172 не до конца изучен, несмотря на наличие линии Fe K α , и не рассматривается как необходимый в ряде работ [1, 12, 13, 17]. В то же время в работах [3, 7, 11, 16, 28, 34] сделан вывод о его наличии в спектре.

В данной работе представлен спектральный анализ рентгеновского спектра NGC 7172, полученного космическим аппаратом миссии NuSTAR (Nuclear Spectroscopic Telescope Array), который наблюдает в диапазоне энергий 3...79 кэВ. Благодаря высокой чувствительности обсерватории, качество её данных позволило получить характеристики спектра отражения, а также протестировать несколько моделей структуры поглощающей среды.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ И КРИВАЯ БЛЕСКА

Галактика NGC 7172 наблюдалась с помощью NuSTAR 07.10.2014 (ID 60061308002) продолжительностью 32 тыс. с. Исходные данные были обработаны с помощью программ пакета NuSTARDAS v.1.6.0 (NuSTAR Data Analysis Software package). Калиброванные и очищенные файлы событий были получены с использованием калибровочных файлов NuSTAR CalDB (20171204) и стандартных критериев отбора в подпрограмме `pipeline`. Для получения спектров источника и фона, а также очищенных кривых блеска была использована подпрограмма `products`. Области источника и фона были выбраны в обоих детекторах FPMA и FPMB как круговые области радиусом 60 и 70 соответственно (для фона — в области без других источников). Для минимизации систематических эффектов, спектры, полученные камерами FPMA и FPMB, не были объединены в один, хотя их подгонка была одновременной.

Кривая блеска. На рис. 1 приведена исправленная за фон кривая блеска NuSTAR FPMA+FPMB в диапазонах 3...10 кэВ и 10...60 кэВ, а также их отношение. Данные сгруппированы в бины с шириной интервала 900 с. Для анализа кривой блеска была использована программа FTOOLS `lcstats`. Средние значения скорости счета со стандартными отклонениями имеют значения $n_1 = 3.12 \pm 0.27 \text{ c}^{-1}$ для 3...10 кэВ и $n_2 = 1.56 \pm 0.19 \text{ c}^{-1}$ для 10...60 кэВ соответственно. Принимая гипотезу об отсутствии вариаций кривых блеска в обоих диапазонах, соответ-

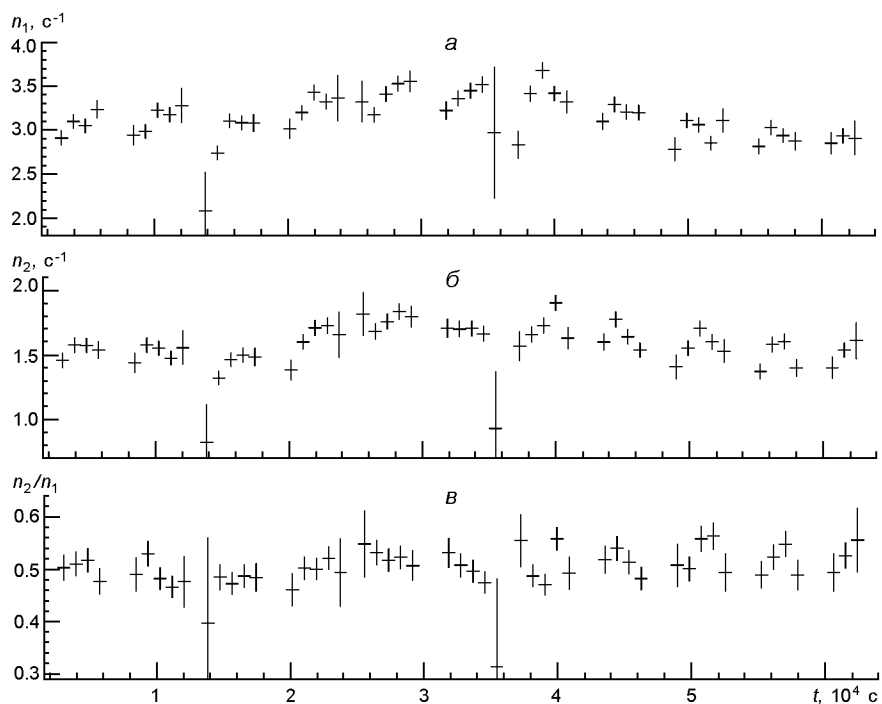


Рис. 1. Кривые блеска FPMA+FPMB в диапазонах энергий 3...10 кэВ (а), 10...60 кэВ (б), а также их отношение (в)

ственно получим $\chi^2/d.o.f. = 117.3/49$ и $\chi^2/d.o.f. = 96.27/49$, что свидетельствует о наличии умеренной кратковременной переменности. Вследствие отсутствия значительных по амплитуде вариаций в кривых блеска нет, поэтому в дальнейшем используется усреднённый по времени спектр.

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Анализ спектра производился при помощи специализированной программы XSPEC v.12.9.0u, которая является частью программного пакета HEASOFT v.6.19. Ошибки параметров, приведённые в данной работе, отображают 90 % доверительный интервал для одного параметра ($\chi^2 = 2.71$). При вычислении светимостей были использованы значения космологических параметров $H_0 = 70 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпс}^{-1}$, $\Omega_0 = 0.73$, $\Omega_M = 0.27$ [5]. Детекторы FPMA/FPMB могут получать спектры вплоть до 79 кэВ, но в нашем случае диапазон энергий был ограничен до 60 кэВ из-за значительного фона на высших энергиях. Таким образом, в спектральном анализе используется диапазон энергий 3...64 кэВ.

Величина поглощения в Галактике определяется столбцовой концентрацией $N_{H,gal} = 1.9 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-2}$ согласно [15] и учитывалась моделью tbabs [37]. Для учёта расхождений во взаимной калибровке камер FPMA и FPMB была введена постоянная интеркалибровки C (в моделях обозначена как constant), которая в процессе подгонки равнялась 0.98 ± 0.01 , т. е. не более 5 %, что соответствует данным [20].

Феноменологические модели. Для начала мы получили параметры континуума, для чего был исключён интервал энергий в диапазоне 5.5...7.5 кэВ, где возможен существенный вклад эмиссионных линий, и проведена подгонка спектра со степенным энергетическим распределением. При этом нормировка, фотонный индекс Γ и внутреннее поглощение N_H являются свободными входными параметрами модели. Начальная базовая модель имела вид $Tbabs * zTbabs * zpo * constant$. Была получена неплохая подгонка ($\chi^2/d.o.f. = 1093/1077$) со значениями параметров $\Gamma = 1.67 \pm 0.02$ и $N_H = (7.7 \pm 0.3) \cdot 10^{22} \text{ см}^{-2}$. Экстраполяция на диапазон 5.5...7.5 кэВ показывает хорошо заметную эмиссионную линию, что отражается на значении статистики $\chi^2/d.o.f. = 1299/1079$. Включение в модель линии с гауссовским профилем $zgauss$ значительно улучшило статистику ($\chi^2/d.o.f. = 1140/1125$) и показало параметры линии $E_{line} = 6.29 \pm 0.07 \text{ кэВ}$, $190 \cdot 10^{165/115} \text{ эВ}$. Несмотря на хорошее значение статистики, в спектре наблюдается небольшой горб в диапазоне 20...40 кэВ, соответствующий по энергии т. н. «комптоновскому горбу», а также порог поглощения около 7 кэВ, которые являются характерными признаками наличия компонентов отражения. Для его учёта, а также для учёта возможного экспоненциального высокоэнергетического обрезания, мы добавили компонент нейтрального комптоновского отражения $reghav$ [21] и заменили простой степенной закон на такой же, но с энергией обрезания E_{cut} . Модель $reghav$

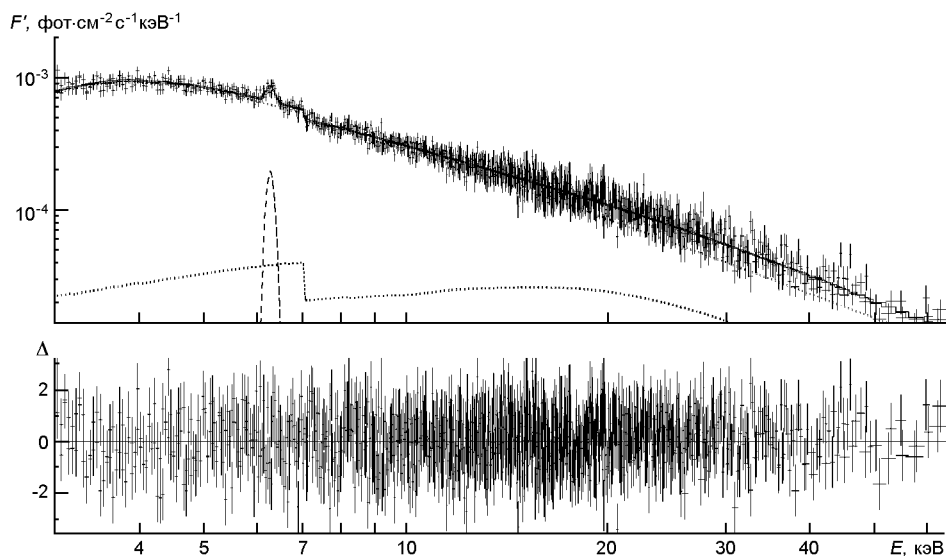


Рис. 2. Лучшая подгонка спектра в рамках базовой модели rexrav. Нижняя панель — остаточные отклонения $\Delta = (data - model)/error$. Сплошная кривая — суммарная модель, пунктир — отдельные вклады степенного континуума и отражения, штрихи — линия Fe K

включает в себя параметр относительного отражения R , который определяется как отношение телесного угла аккреционного диска (в виде плоской непрозрачной пластины), под которым диск наблюдается из первичного источника (т. н. короны диска), к полусфере 2π . Таким образом, окончательная базовая модель выглядит так: $Tbabs*(zTbabs*cutoffpl+rexpav+zgauss)*constant$. Получены значения $\Gamma = 1.83 \pm 0.05$, $N_H = (8.9 \pm 0.5) 10^{22} \text{ см}^{-2}$, $R = 0.50 \pm 0.13$ при $\chi^2/d.o.f. = 1106/1124$. Параметры линии $E_{line} = 6.33 \pm 0.06 \text{ кэВ}$, $93^{+100}_{-90} \text{ эВ}$, эквивалентная ширина $EW = 67^{+13}_{-14} \text{ эВ}$. Значение энергии обрезания не было получено, и поэтому было зафиксировано ($E_{cut} = 500 \text{ кэВ}$). Результирующая подгонка рентгеновского спектра галактики NGC 7172 показана на рис. 2, значения параметров приведены в табл. 1.

Полученная энергия линии $E_{line} = 6.33 \text{ кэВ}$ (рис. 3) может быть интерпретирована как смещённая линия Fe K. В то же время в работах [3, 9, 17] были получены значения, близкие к традиционной величине $E_{line} = 6.4 \text{ кэВ}$. Если мы зафик-

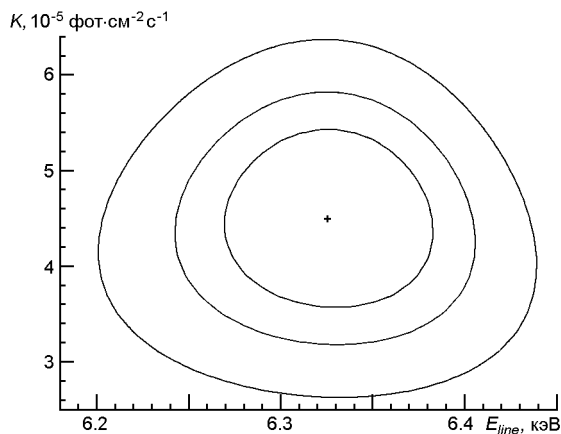


Рис. 3. Контуры доверительных интервалов для энергии E_{line} линии Fe K и ее нормировки K . Показаны контуры 68.3, 90 и 99 %

сиреем энергию линии на 6.4 кэВ, то значения ширины ΔE и ширины EW не изменяются в границах ошибок. Таким образом, смещённая величина E_{line} может быть объяснена худшим энергетическим разрешением матриц детекторов FPMA/FPMB ($FWHM = 400$ эВ) на 6 кэВ по сравнению с детекторами камер XMM-Newton/EPIC и Suzaku/XIS ($FWHM = 150$ эВ), данные которых использовались в упомянутых работах.

Поскольку нейтральная линия железа Fe K и «комптоновский горб» являются проявлениями одного спектрального компонента отражения, единая модель, которая описывает эти части вместе, может дать лучшие значения параметров. Поэтому мы заменили модели `reghav` и `zgauss` на одну модель `reghmon` [25], которая самосогласованно включает линию Fe K и «комптоновский горб» (`Tbabs*(zTbabs*cutoffpl+gsmooth*reghmon)*constant`). Компонент `gsmooth` учитывает уширение эмиссионных линий с гауссовским профилем (свободный параметр σ). Значения основных параметров равны $\Gamma = 1.80 \pm 0.02$, $N_H = (8.6 \pm 0.3) 10^{22} \text{ см}^{-2}$, $R = 0.44 \pm 0.04$ при $\chi^2/d.o.f. = 1104/1124$.

Для лучшего учёта поглощения излучения от центрального источника вместо простого степенного закона с дополнительным поглощением была также использована более физическая модель `plcabs` [39]. Эта модель описывает континуум спектра рентгеновского излучения от изотропного источника в центре сферической формы поглощающего материала с учётом комптоновского рассеяния и поглощения. Выражение для полной модели `Tbabs*(plcabs+gsmooth*reghmon)*constant`. В этом случае также была получена очень хорошая подгонка $\chi^2/d.o.f. = 1109/1124$ и следующие значения спектральных параметров: $\Gamma = 1.79 \pm 0.02$, $N_H = (8.2 \pm 0.4) 10^{22} \text{ см}^{-2}$, $R = 0.41 \pm 0.05$.

Численные модели газопылевого тора. Для изучения структуры поглощающей среды и более реалистичного учёта её взаимодействия с рентгеновским излучением от центрального источника была принята подгонка спектра с использованием физических численных моделей, полученных методом Монте-Карло, а именно с табличными моделями `BNTorus` [6] и `MYTorus` [23, 40, 41].

Модель `BNTorus` описывает поглощающий материал в форме сферического тора с изменяемым углом раскрытия θ_i , полярных конусов от 25.8 до 84.3°, а также углом наклона экватора тора θ_e от 18.2 до 87.1°. Поглощение на луче зрения совпадает с поглощением в экваториальной плоскости и не зависит от угла наклона. Модель самосогласованно содержит в себе компоненты пройденного, рассеянного и отражённого излучения, а также включает в себя эмиссионные линии Fe K α , Fe K β , Ni K α и ряда других элементов в мягком рентгене. По отдельности компоненты не разделяются.

Вначале углы наклона были зафиксированы на верхнем значении $\theta_e = 87.1^\circ$ для наклона и на нижнем пределе $\theta_i = 25.8^\circ$ для раскрытия, так как они не определяются при одновременной вариации со степен-

ным индексом. Полученная величина поглощения равна $N_H = (7.5 \pm 0.2) 10^{22} \text{ см}^{-2}$, степенной индекс $\Gamma = 1.73 \pm 0.01$. Несмотря на то что подгонка показывает хорошую статистику $\chi^2/\text{d.o.f.} = 1186/1126$, на спектре чётко выделяется недооценка уровня потока между 6...7 кэВ, то есть в области линии железа Fe K α , а также в диапазоне 20...40 кэВ, который соответствует области «комптоновского горба». Эти особенности свидетельствуют о необходимости дополнительной модели отражения, для чего в модель спектра был добавлен компонент `rexpmon`. Выражение для полной модели приобрело вид

$$\text{Модель } T = \text{Tbabs} * \text{gsmooth} * (\text{atable}\{\text{torus1006.fits}\} + \text{rexpmon}) * \text{constant}.$$

Результирующая подгонка показывает очень хорошую статистику $\chi^2/\text{d.o.f.} = 1116/1125$, изменившись на $\Delta\chi^2 = 70$ для 1 d.o.f. Применение теста Фишера показывает величину $F_{\text{value}} = 70.22$ и соответствующую вероятность $p = 1.6 \cdot 10^{-16}$, что свидетельствует о статистической обоснованности добавления модели отражения. Полученная величина поглощения $N_H = (7.7 \pm 0.2) 10^{22} \text{ см}^{-2}$, степенной индекс стал более «мягким» $\Gamma = 1.80 \pm 0.01$, а параметр отражения $R = 0.35 \pm 0.04$. Величина R немного меньше полученных значений при базовом моделировании, что ожидаемо, поскольку модель `BNTorus` уже включает в себя компонент рассеянного и отражённого излучения, но его наличие в принципе является несколько неожиданным*. Также удалось получить оценку угла раскрытия газопылевого тора $\theta_t = 59^{+16}_{-20}$ град. Величина угла наклона определяется более грубо $i = 75^{+u}_{-12}$ град (u -величина не определена).

Вторая численная модель — модель `MYTorus`, описывает поглощающий материал с тороподобной геометрией с фиксированным углом раскрытия 60° (фактор перекрытия 0.5), изменяемым углом наклона и включает в себя несколько компонентов. Первый и основной из них (`MYTZ`) отвечает за модификацию первичного излучения, прошедшего сквозь газопылевой тор. Второй компонент (`MYTS`) представляет собой отражённое и рассеянное в торе излучение первичного источника. Эти два компонента континуума дополняет третий компонент (`MYTL`), который описывает излучение в эмиссионных линиях Fe K α , Fe K β и Ni K α , генерируемые в этом же торе, т. е. этот компонент является согласованным с параметрами континуума. Для описания первичного источника рентгеновского излучения был выбран степенной закон. Для учёта экспоненциального энергетического обрезания была выбрана табличная модель [<http://mytorus.com/model-files/mytorus-downloads.html>] с наибольшим значением 500 кэВ, поскольку точное значение E_{cut} не было определено в базовой подгонке.

Мы использовали стандартный вариант модели `MYTorus` — т. н. «coupled-режим» [<http://mytorus.com/mytorus-manual-v0p0.pdf>], при котором все параметры компонентов `MYTS` и `MYTL` были прирав-

* Дополнительный компонент отражения, возможно, обуславливается тем, что: а) геометрия модели `BNTorus` не подходит к описанию данного спектра или б) отражённое от дальней стенки тора излучение в модели `BNTorus` при любых углах наклона и раскрытия считается таким, что не претерпевает поглощения или рассеяния при дальнейшем прохождении ближней стенки тора.

нены к параметрам компонента первичного излучения MYTZ. Константы относительной нормировки между всеми тремя компонентами (т. е. A_S , A_L и A_Z) были зафиксированы и равнялись единице, что точно соответствует оригинальному варианту модели MYTorus. Значения поглощения между всеми тремя компонентами также уравнивались ($N_{H(MYTZ)} = N_{H(MYTS)} = N_{H(MYTL)} = N_{H(eq)}$), что соответствует стандартному однородному тору. Свободными параметрами являются индекс Γ и нормировка степенного закона, поглощение в экваториальной плоскости $N_{H(eq)}$ и угол наклона газопылевого тора i . Таким образом, выражение для полной модели имеет вид

$$\begin{aligned} \text{Модель M} = & \\ & = \text{constant} * \text{Tbabs} * (\text{zpowerlw} * \text{etable}\{\text{mytorus_Ezero_v00.fits}\} \\ & \quad + \text{constant} * \text{atable}\{\text{mytorus_scatteredH500_v00.fits}\} \\ & \quad + \text{constant} * (\text{gsmooth} * \text{atable}\{\text{mytl_V000010nEp000H500_v00.fits}\})). \end{aligned}$$

Применение модели показало хорошую подгонку $\chi^2/\text{d.o.f.} = 1136/1125$, степенной индекс $\Gamma = 1.71 \pm 0.01$ и угол наклона $i = 60.4^\circ$, что близко к касательному углу. Неожиданно было получено большое значение поглощения $N_{H(eq)} = (7.5 \pm 1.7) 10^{23} \text{ см}^{-2}$. Поглощение на луче зрения в “coupled-режиме” модели MYTorus может быть получено с помощью уравнения (см. раздел 3.1 в работе [23]):

$$N_{H(l.o.s)} = N_{H(eq)} (1 - 4 \cos^2 i)^{1/2},$$

откуда следует, что $N_{H(l.o.s)} = 1.2 \cdot 10^{23} \text{ см}^{-2}$, что приблизительно на 60 % больше $N_{H(l.o.s)}$, полученных в данной и других работах. Поэтому на следующем шаге мы «отвязали» значение нормировок A_S и A_L от первичного компонента, позволив им изменяться, но с условием, что $A_S = A_L$, что подразумевает общий регион формирования рассеянного излучения и эмиссионных линий. Важно отметить, что, как подчёркивается в работе [40], величина A_S не может быть напрямую интерпретирована как некий аналог фактора перекрытия, поскольку точная форма рассеянного континуума варьируется с изменением этого же фактора. В результате была также получена хорошая подгонка с $\chi^2/\text{d.o.f.} = 1143/1125$, значением степенного индекса $\Gamma = 1.71 \pm 0.01$ и аналогичным углом наклона $i = 61.1_{0.4}^{0.9}$. При этом небольшое значе-

Таблица 1. Значения спектральных параметров для лучшей подгонки спектра NGC 7172

| Базовая модель | Γ | $N_H, 10^{22} \text{ см}^{-2}$ | R | $E_{lines}, \text{ кэВ}$ | $lines, \text{ эВ}$ | $i, \text{ град}$ | $\chi^2/\text{d.o.f.}$ |
|----------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|------------------------|
| рехrav | 1.83 ± 0.05 | 8.9 ± 0.5 | 0.50 ± 0.13 | 6.33 ± 0.06 | – | 60(f) | 1106/1124 |
| рехmon | 1.80 ± 0.02 | 8.6 ± 0.3 | – | – | – | 60(f) | 1104/1124 |
| plcabs | 1.79 ± 0.02 | 8.2 ± 0.4 | $0.41 \pm 0.05^{(6)}$ | – | – | 60(f) | 1109/1124 |
| BNTorus | 1.80 ± 0.01 | 7.7 ± 0.2 | $0.35 \pm 0.04^{(6)}$ | – | 93(f) | – | 1116/1125 |
| MYTorus | 1.71 ± 0.01 | $31.0 \pm 1.0^{(a)}$ | – | – | 93(f) | – | 1143/1125 |

Примечания.

^{a)} Приведена величина $N_{H(eq)}$.

⁶⁾ Отражение согласно дополнительному компоненту рехmon

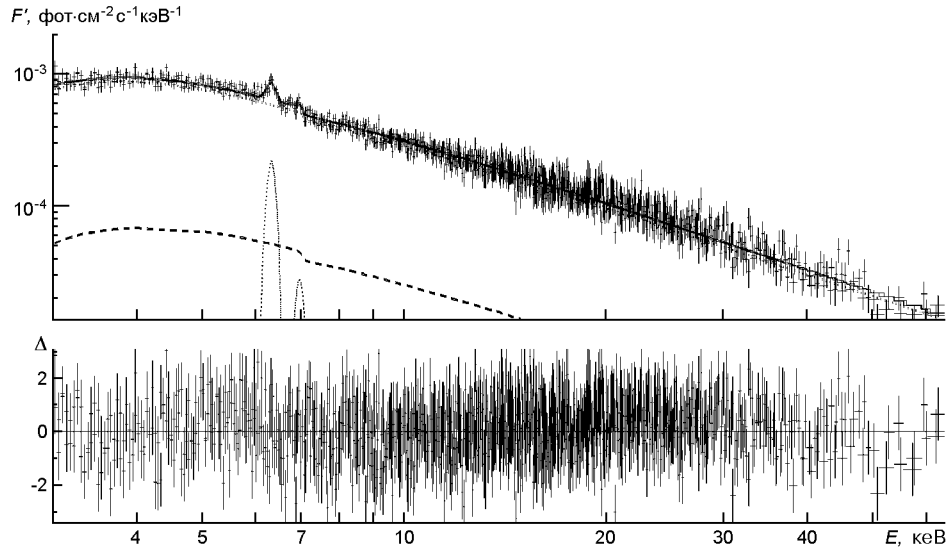


Рис. 4. Лучшая подгонка спектра в рамках модели MYTorus. Нижняя панель — остаточные отклонения $\Delta = (\text{data} - \text{model})/\text{error}$. Сплошная кривая — суммарная модель, пунктир — отдельные вклады степенного континуума и эмиссионных линий, штрихи — компонент рассеянного континуума

ние константы $A_S = A_L = 1.20 \pm 0.07$ привело к более правдоподобному поглощению $N_{\text{H}(l.o.s)} = 8 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-2}$ из полученного на экваторе тора $N_{\text{H}(eq)} = (3.1 \pm 0.1) \cdot 10^{23} \text{ см}^{-2}$.

Значения спектральных параметров для наилучших подгонок моделей BNTorus и MYTorus приведены в табл. 1. Изображение спектра для модели MYTorus приведено на рис. 4.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Мы представляем результаты первого наблюдения обсерваторией NuSTAR галактики NGC 7172 типа Сейферт 2. Был проанализирован спектр в диапазоне энергий 3...64 кэВ с помощью как феноменологических моделей, так и численных BNTorus и MYTorus. Фактически все модели показали хорошую подгонку, а значения их параметров сопоставимы между собой.

Континуум. Значения степенного индекса в зависимости от модели равны $\Gamma = 1.71 \dots 1.83$ и сравнимы со значениями, полученными с использованием широкодиапазонных данных [7, 16, 28]. Анализ в диапазоне 0.3...10 кэВ по данным XMM-Newton показывает более плоский спектр с $\Gamma = 1.55 \dots 1.65$ [11, 13, 17], возможно, по причине влияния компонента отражения на более высоких энергиях. Наличие этого компонента было установлено в работах с использованием в широком диапазоне энергий данных, XMM-Newton+INTEGRAL/ISGRI [8, 36], Suzaku [16] и ВерроSAX [7] (хотя наличие отражения установлено в [7] на уровне более 90 %, из-за плохой интеркалибровки между инструментами MECS и PDS значение параметра отражения вычислено

приблизительно: $R \sim 1...3$). Небольшие оценки параметра отражения R из работ [8, 16, 36], а именно $R = 0.3 \pm 0.1^*$, $0.34_{0.09}^{0.10}$ и 0.33 ± 0.17 соответственно совпадают в пределах ошибки с нашей оценкой $\langle R \rangle = 0.44$ (полученной в рамках модели BNTorus без учёта отражения), что значит, что спектр NGC 7172 не является преимущественно отражательным.

Полученное значение поглощения $N_{\text{H}} = 8 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-2}$ полностью согласуется с результатами всех предыдущих анализов рентгеновских наблюдений, что свидетельствует о неизменном его значении на интервале почти в 30 лет. Отметим, что почти одинаковые значения были получены при подгонке моделями с разной геометрией (т. е. rexgrav и MYTorus). Несмотря на стабильную величину поглощения, наблюдения демонстрируют значительную долговременную вариацию источника более чем на порядок (см. рис. 5a). Анализ представленного наблюдения NuSTAR с двумя разными упомянутыми приближениями показывает, что внутренние светимости, исправленные за поглощение, лежат в диапазоне $L_{\text{intr}}(2...10 \text{ кэВ}) = (1.14...1.23) \cdot 10^{36} \text{ Дж/с}$, $L_{\text{intr}}(10...40 \text{ кэВ}) = (1.56... 1.62) \cdot 10^{36} \text{ Дж/с}$, что соответствует повышению яркости источника. Для вычисления болометрической светимости воспользуемся фактором порядка 10, выведенным для диапазона 2...10 кэВ в работе [19], что даёт нам $L_{\text{bol}} = 1.19 \cdot 10^{37} \text{ Дж/с}$.

Принимая оценку масс центральной сверхмассивной чёрной дыры (СМЧД) равной $4.5 \cdot 10^8 M_{\text{Sun}}$ (из наблюдений с высокой разрешающей способностью в ближнем ИК-диапазоне на телескопе VLT, UT4, Yerin [31]), можно вычислить эддингтоновское отношение $L_{\text{bol}} / L_{\text{Edd}}$

$1.19 \cdot 10^{37} / 5.62 \cdot 10^{39} = 2.1 \cdot 10^{-3}$ (или $\lg(L_{\text{bol}} / L_{\text{Edd}}) = -2.67$). Такой низкий темп аккреции может означать наличие режима аккреции с неэффективно излучающим потоком, или RIAF (Radiatively Inefficient Accretion Flow) [4, 26]. Данный тип аккреции может показывать значение степенного индекса в диапазоне $\Gamma = 1.4...1.9$, что подразумевает наличие горячей короны, а также предсказывает возможное наличие биполярных оттоков. NGC 7172 не является радиогромкой галактикой, но в работе [32] при анализе наблюдений ядра галактики на частоте 8.4 ГГц была найдена юго-западная удлинённая структура размером 67 пк, похожая на слабый джет или отток. Поскольку в работах [13, 17, 16] использовались другие значения фактора перевода в L_{bol} и другое значение массы СМЧД, для сравнения было пересчитано $L_{\text{bol}} / L_{\text{Edd}}$ и получено, что эддингтоновское отношение увеличивается от $7 \cdot 10^{-3}$ (или $\lg(L_{\text{bol}} / L_{\text{Edd}}) = -3.16$), начиная с наблюдения XMM-Newton в 2002 г. Интересно отметить, что сценарий с аккрецией в режиме RIAF согласуется с тем, что долгое время NGC7172 относилась к классу галактик без скрытой области широких линий, или NHBLR (Non-Hidden Broad-Line Region) [18] и только в работе [31] авторы обнаружили сла-

* К значению R , полученному в работе [8], нужно относиться с осторожностью, поскольку верхний предел для $E_{\text{cut}}^{\text{pp}} = 56 \text{ кэВ}$ близок к области «комптоновского горба» 20...40 кэВ, что может привести к недооценке/переоценке этих величин.

бые широкие линии Pa (1.875 мкм) и Br (2.16 мкм), а отсутствие других широких линий (например, H α и H β) они объясняют перекрытием пылевой полосой галактики. С другой стороны, режим RIAF подразумевает геометрически толстый внутренний регион аккреционного диска, который частично может заполнять область BLR, уменьшая таким образом её объем.

Линия Fe K α . В соответствии с предыдущими наблюдениями, данные NuSTAR также показывают наличие эмиссионной линии около 6.4 кэВ, энергия которой согласуется с нейтральной линией Fe K α . Измеренная эквивалентная ширина линий равняется $EW_{\text{FeK}\alpha} = 67^{+13}_{-14}$ эВ, поток в линии равен $F_{\text{FeK}\alpha} = (1.92 \pm 0.43) 10^{-5}$ фот см $^{-2}$ с $^{-1}$, или $195^{+0.35}_{-0.56} 10^{-20}$ Дж см $^{-2}$ с $^{-1}$.

Для того чтобы установить место происхождения линии Fe K α , было проведено сравнение полученных в этой работе значений параметров линии $EW_{\text{FeK}\alpha}$, $F_{\text{FeK}\alpha}$ и континуума L_{intr} с результатами наблюдений за предыдущие 30 лет. В табл. 2 приведена, а на рис. 5 отображена эволюция значения $EW_{\text{FeK}\alpha}$ вместе со светимостью L_{intr} в диапазоне 2...10 кэВ, а на рис. 6 — изменение интенсивности линии вместе с качественными данными наблюдений XMM-Newton [17] и «Suzaku» [9]. Данные показывают чёткую антикорреляцию между изменениями $EW_{\text{FeK}\alpha}$, $F_{\text{FeK}\alpha}$ и L_{intr} . Изменение светимости происходит больше чем на порядок, а $EW_{\text{FeK}\alpha}$ — приблизительно в четыре раза. Основным эффектом в том, что ширина линии $EW_{\text{FeK}\alpha}$ увеличивается с уменьшением светимости и наоборот.

Считается, что двумя основными областями генерации линии Fe K α являются аккреционный диск и газопылевой тор. Если линия генерируется в аккреционном диске, тогда согласно [10] угол его наклона для текущей $EW_{\text{FeK}\alpha}$ должен составлять около 70°, по результатам работы [9] — 80°, а согласно наблюдениям ВероSAX [7] — быть ориентированным почти плашмя. Более реалистичной причиной вариации $EW_{\text{FeK}\alpha}$ может быть изменение состояния короны аккреционного диска — ее температуры или оптической толщи. Но тогда временная задержка изменения $F_{\text{FeK}\alpha}$ линии по отношению к континууму должна составлять от десятков минут до нескольких часов (т. е. быть соизмеримой с размерами аккреционного диска), а результирующая эквивалентная ширина должна быть неизменной. Но такового не наблюдается.

С другой стороны, в рамках модели газопылевого тора по данным NuSTAR было найдено, что линия Fe K α , возможно, генерируется в поглощающей структуре с фактором раскрытия 0.5 и величиной поглощения $N_{\text{H}} = 8 \cdot 10^{22}$ см $^{-2}$. Кроме того, применение модели MYTorus дало значение $A_S = A_L = 1.2$, т. е. отличное от единицы, что согласно [40, 42] может быть интерпретировано как проявление задержки отклика рассеянного континуума на переменность центрального источника, т. е. часовой масштаб отклика больше времени накопления наблюдения. Последнее полностью согласуется со взаимным поведе-

Таблица 2. Величины собственной светимости в диапазоне 2...10 кэВ и эквивалентной ширины линии Fe K, использованные для графика на рис. 5

| Дата наблюдения | Инструмент | L_{intr} , 10^{35} Дж/с | EW_{FeK} , эВ | Литературный источник |
|-----------------|------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------|
| 28.10.1985 | EXOSAT | 21.0 | – | [33] |
| 26.10.1989 | Ginga | 11.0 | 71 ± 39 | [24] |
| 12.05.1995 | ASCA | 16.5 | 68 ± 35 | [34] |
| 15.10.1996 | BeppoSAX | 3.50 | 120 ± 65 | [1,7] |
| 06.11.1997 | BeppoSAX | 1.70 | 210 ± 105 | [1,7] |
| 18.11.2002 | XMM-Newton | 3.98 | 200 ± 50 | [17] |
| 11.11.2004 | XMM-Newton | 5.01 | 120 ± 10 | [17] |
| 24.04.2007 | XMM-Newton | 7.94 | 100 ± 20 | [17] |
| 25.05.2008 | Suzaku | 10.0 | 52 ± 4 | [16] |
| 07.10.2014 | NuSTAR | 11.4 | 67 ± 14 | эта работа |

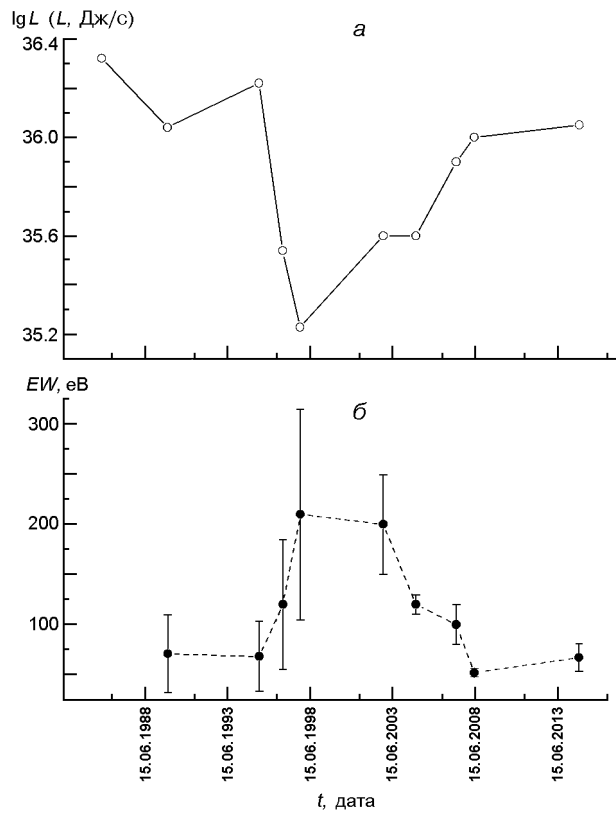
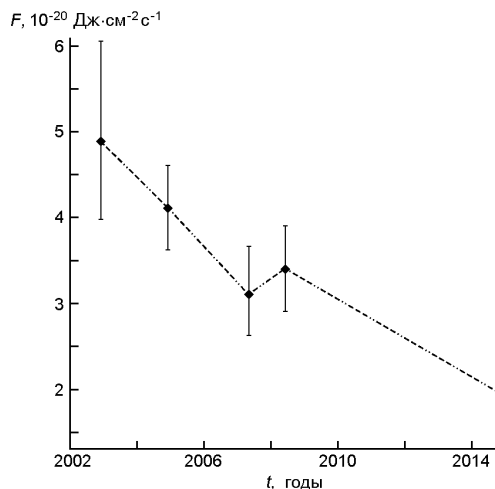


Рис. 5. Изменение собственной светимости L активного ядра галактики NGC 7172 в диапазоне $E = 2...10$ кэВ (а) и эквивалентной ширины EW Fe K (б)

нием EW_{FeK} , I_{FeK} и L_{intr} . Используя данные из табл. 2, при простейшем приближении можно вычислить ориентировочное расстояние d между центральным источником и источником линий при наблюдаемом времени вариаций t 12 лет расстояние равно $d \approx ct \approx 3.7$ пк. Подчеркнем, что это значение совпадает с типичными значениями размеров газопылевого тора.

Прямое сопоставление значения EW_{FeK} к измеряемому N_H или параметру отражения для Сейфертов 2 типа не является полностью корректным из-за эффекта Балдина [14] (зависимость $EW_{FeK} \sim L_{intr,x-ray}$), впервые установленного для данного типа АЯГ в работе [27] с использованием выборки [9]. Согласно результатам [27] для корректного учёта влияния поглощения на континуум, при допущении образования линии Fe K, лучше использовать соотношение светимостей $L_{intr}(10...50 \text{ кэВ})$ и L_{FeK} . Наблюдаемое значение равно $lg L_{FeK} = 34.23$. При использовании уравнения (2) в работе [27] с имеющимся

Рис. 6. Изменение интенсивности F линии Fe K по данным XMM-Newton, «Suzaku» и NuSTAR



значением $L_{intr}(10...50 \text{ кэВ}) = 1.93 \cdot 10^{36}$ Дж/с ожидаемое значение $\lg L_{FeK} = 41.76...39.90$, т. е. полностью соответствует измеренному. С целью упрощения и возможности сравнения значений параметров с другими работами, использованные здесь величины $\lg L_{FeK}$ и $L_{intr}(10...50 \text{ кэВ})$ были вычислены в результате базового моделирования на основе модели *regrav*. Для эффекта Балдина (уравнение (7) в работе [27] с параметрами из рис. 6(b) в работе [16]), вычисленный наклон зависимости « $\lg(L_{FeK} / L_{intr}(10...50 \text{ кэВ})) - \lg(L_{intr}(10...50 \text{ кэВ}))$ » составляет примерно 0.05, что меньше оценки [27], но сопоставимо с оценкой [16]. Объяснение расхождения может заключаться в том, что в работе [16] используется более однородная выборка галактик только с диапазоном $22 < \lg(N_H) < 24$ и без радиогромких источников. Таким образом, вариант, в котором газопылевой тор есть источником линии Fe K, лучше описывает спектральные и временные характеристики рентгеновского излучения активного ядра в NGC 7172.

К сожалению, изучить поведение параметра отражения R со временем не представляется возможным по причине наличия только двух оценок данного параметра с небольшими ошибками.

Исходя от полученных результатов анализа для линии Fe K, отметим, что заключение о её образовании в поглощающей среде согласуется с результатами [7]. При этом оно противоречит заключению [1] о формировании в аккреционном диске, в основном из-за наличия лучшего качества данных и обнаружения большой по времени задержки в переменности EW_{FeK} и L_{intr} .

В перспективе проведение широкодиапазонных рентгеновских наблюдений NGC 7172 с использованием миссий NuSTAR, XMM-Newton или будущей миссии Athena даст возможность детальнее изучить спектр отражения, попытаться разделить в нем вклады от аккреционного диска и газопылевого тора, а также детальнее изучить переменность объекта на долгих промежутках времени.

Эта работа использует данные миссии NuSTAR, проекта под руководством Калифорнийского технологического института, разработанной Лабораторией реактивного движения и профинансированной Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства. Это исследование было выполнено с использованием программного обеспечения по обработке данных NuSTAR

(NuSTAR/DAS) разработанным вместе Научным центром ASI (ASDC, Италия) и Калифорнийским технологическим институтом (США). Работа частично поддержана грантом на научные исследования молодых учёных Национальной академии наук Украины (проект № 389Кт Главной астрономической обсерватории НАН Украины).

1. Akylas A., Georgantopoulos I., Comastri A. BeppoSAX observations of the Seyfert 2 galaxies NGC 7172 and ESO103-G35. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2001. 324. P. 521—528.
2. Antonucci R. Unified models for active galactic nuclei and quasars. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* 1993. 31. P. 473—521.
3. Awaki H., Murakami H., Ogawa Y. Variability study of Seyfert 2 galaxies with XMM-Newton. *Astrophys. J.* 2006. 645. P. 928—939.
4. Blandford R. D., Begelman M. C. On the fate of gas accreting at a low rate on to a black hole. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 1999. 303. P. 1—5.
5. Bennet C. L., Halpern M., Hinshaw G., et al. First-year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) observations: Preliminary maps and basic results. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 2003. 148. P. 1—27.
6. Brightman M., Nandra K. An XMM-Newton spectral survey of 12 m selected galaxies - I. X-ray data. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2011. 413. P. 1206—1235.
7. Dadina M., Bassani L., Cappi M., et al. On the origin of the Fe K line in the Seyfert 2 galaxy NGC 7172. *Astron. and Astrophys.* 2001. 370. P. 70—77.
8. De Rosa A., Panessa F., Bassani L., et al. Broad-band study of hard X-ray-selected absorbed active galactic nuclei. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2012. 420. P. 2087—2101.
9. Fukazawa Y., Hiragi K., Mizuno M., et al. Fe-K line probing of material around the active galactic nucleus central engine with Suzaku. *Astrophys. J.* 2011. 727. P. 19—31.
10. George I. M., Fabian A. C. X-ray reflection from cold matter in active galactic nuclei and X-ray binaries. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 1991. 249. P. 352—367.
11. Guainazzi M., Bianchi S., de la Calle Perez I., et al. On the driver of relativistic effect strength in Seyfert galaxies. *Astron. and Astrophys.* 2011. 531. P. 131—144.
12. Guainazzi M., Matt G., Antonelli L. A., et al. The X-ray spectrum and variability of the Seyfert 2 galaxy NGC 7172. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 1998. 298. P. 824—830.
13. Hernández-García L., Masegosa J., González-Martín O., et al. X-ray spectral variability of Seyfert galaxies. *Astron. and Astrophys.* 2015. 579. P. 90—167.
14. Iwasawa K., Taniguchi Y. The X-ray Baldwin effect. *Astrophys. J.* 1993. 413. P. 15—18.
15. Kalberla P. Burton W. B., Hartmann D., et al. The LAB survey of Galactic HI final data release of the combined LDS and IAR surveys with improved stray-radiation corrections. *Astron. and Astrophys.* 2005. 440. P. 775—782.
16. Kawamuro T., Ueda Y., Tazaki F., et al. Suzaku observations of moderately obscured (Compton-thin) Active Galactic Nuclei selected by Swift/BAT Hard X-ray Survey. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 2016. 225. P. 14—37.
17. LaMassa S. M., Heckman T. M., Ptak A., et al. Uncovering Obscured Active Galactic Nuclei in Homogeneously Selected Samples of Seyfert 2 Galaxies. *Astrophys. J.* 2011. 729. P. 52—80.
18. Lumsden S. L., Heisler C. A., Bailey J. A., et al. Spectropolarimetry of a complete infrared-selected sample of Seyfert 2 galaxies. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2001. 327. P. 459—474.
19. Lusso E., Comastri A., Simmons B. D., et al. Bolometric luminosities and Eddington ratios of X-ray selected active galactic nuclei in the XMM-COSMOS survey. *Mon.*

- Notic. Roy. Astron. Soc.* 2012. 425. P. 623—640.
20. Madsen K. K., Harrison F. A., Markwardt C. B., et al. Calibration of the NuSTAR high-energy focusing x-ray telescope. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 2015. 220. P. 8—24.
 21. Magdziarz P., Zdziarski A. Angle-dependent Compton reflection of X-rays and gamma-rays. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 1995. 273. P.837—848.
 22. Molina M., Bassani L., Malizia A., et al. Hard x-ray spectra of active galactic nuclei in the INTEGRAL complete sample. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2013. 433. P. 1687—1700.
 23. Murphy K. D., Yaqoob T. An X-ray spectral model for Compton-thick toroidal reprocessors. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2009. 397. P. 1549—1562.
 24. Nandra K., Pounds K. A. GINGA observations of the x-ray spectra of Seyfert galaxies. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 1994. 268. P. 405—429.
 25. Nandra K., O'Neill P. M., George I. M., et al. An XMM-Newton survey of broad iron lines in Seyfert galaxies. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2007. 381. P. 194—228.
 26. Narayan R., Yi I. Advection-dominated accretion: A self-similar solution. *Astrophys. J.* 1994. 428. P. 13—16.
 27. Ricci C., Ueda Y., Paltani S., et al. Iron K emission in type-I and type-II active galactic nuclei. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2014. 441. P. 3622—3633.
 28. Risaliti G. The BeppoSAX view of bright Compton-thin Seyfert 2 galaxies. *Astron. and Astrophys.* 2002. 386. P. 379—398.
 29. Ryde F., Poutanen J., Svensson R., et al. The variable X/gamma-ray spectrum of the Seyfert 2 galaxy NGC 7172. *Astron. and Astrophys.* 1997. 328. P. 69—77.
 30. Sharples R. M., Longmore A. J., Hawarden T. G., et al. NGC 7172 - an obscured active nucleus. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 1984. 208. P. 15—24.
 31. Smajić S., Fischer S., Zuther J., et al. Unveiling the nucleus of NGC 7172. *Astron. and Astrophys.* 2012. 544. P. 105—119.
 32. Thean A., Pedlar A., Kukula M. J., et al. High-resolution radio observations of Seyfert galaxies in the extended 12-mm sample - I. The observations. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2000. 314. P. 573—588.
 33. Turner T. J., Pounds K. A. The EXOSAT spectral survey of AGN. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 1989. 240. P. 833—880.
 34. Turner T. J., George I. M., Nandra K., et al. ASCA observations of type 2 Seyfert galaxies. I. Data analysis results. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 1997. 113. P.23—67.
 35. Urry C. M., Padovani P. Unified schemes for radio-loud active galactic nuclei. *Publs Astron. Soc. Pacif.* 1995. 107. P. 803—845.
 36. Vasylenko A. A., Zhdanov V. I., Fedorova E. V. X-ray spectral parameters for a sample of 95 active galactic nuclei. *Astrophys. and Space Sci.* 2015. 360. P. 71—87.
 37. Wilms J., Allen A., McCray R. On the absorption of X-rays in the interstellar medium. *Astrophys. J.* 2000. 542. P. 914—924.
 38. Winter L. M., Mushotzky R. F., Reynolds C.S., et al. X-ray spectral properties of the BAT AGN sample. *Astrophys. J.* 2009. 690. P. 1322—1349.
 39. Yaqoob T. X-ray transmission in cold matter: nonrelativistic corrections for compton scattering. *Astrophys. J.* 1997. 479. P. 184—189.
 40. Yaqoob T. The nature of the Compton-thick X-ray reprocessor in NGC 4945. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2012. 423. P. 3360—3396.
 41. Yaqoob T., Murphy K. D., Miller L., et al. On the efficiency of production of the Fe K emission line in neutral matter. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2010. 401. P. 411—417.
 42. Yaqoob T., Tatum M.M., Scholtes A., et al. A Compton-thin solution for the Suzaku X-ray spectrum of the Seyfert 2 galaxy Mkn 3. *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* 2015. 454. P. 973—990.

A. A. Vasilenko

Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України,
Київ, Україна

ЗАТЕМНЕНЕ АКТИВНЕ ЯДРО ГАЛАКТИКИ NGC 7172
ЗА СПОСТЕРЕЖЕННЯМИ NuSTAR

Проаналізовано властивості рентгенівського випромінювання активного ядра галактики NGC 7172 типу Сейферт 2 за даними спостережень космічної обсерваторії NuSTAR в 2014 році. Джерело демонструє постійне в часі поглинання N_H

$8 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-2}$, величина якого порівняна з отриманим поглинанням зі спостережень XMM-Newton, «Suzaku», ASCA та BeppoSAX за попередні три десятиліття років. Базовий спектральний аналіз виявив наявність помірного компонента відбиття з $\langle R \rangle = 0.44$ та вузької лінії Fe K з $EW = 67 \text{ eV}$. Ми застосували чисельні моделі тору, які підтвердили компотонівськи-тонкий тип сейфертівського ядра галактики, а також допомогли отримати оцінку кута нахилу тору $i = 61^\circ$ та його розкриття $\alpha = 59^\circ$.

Ми також продемонстрували, що дані попередніх спостережень показують змінність власної світності $L_{\text{intr}}(2\text{--}10 \text{ keV})$ приблизно на порядок та еквівалентної ширини $EW \text{ Fe K}$ у чотири рази на інтервалі 12 років, що відповідає відстані $d = 3.7 \text{ пк}$. Така поведінка $L_{\text{intr}}(2\text{--}10 \text{ keV})$ свідчить про змінну поведінку центрального джерела. Водночас результати спектрального аналізу разом із затримкою між змінною світністю та $EW \text{ Fe K}$, а також зміна інтенсивності I_{FeK} найкраще відповідають варіанту народження лінії Fe K у віддаленому газопиловому торі.

Ключові слова: активні ядра галактик, рентенівське випромінювання, NGC 7172.

A. A. Vasilenko

Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine

THE OBSCURED ACTIVE NUCLEUS OF NGC 7172 AS SEEN BY NuSTAR

We analyse the properties of the X-ray emission from Seyfert 2 NGC 7172 which are based on the 32 ks observational data from NuSTAR in 2014. This source showed a constant Compton-thin obscuration $N_H = 8 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-2}$, which is similar to that observed by XMM-Newton, Suzaku, ASCA and BeppoSAX over past 30 years. We revealed the presence of a moderate reflection component with $\langle R \rangle = 0.44$ and a narrow Fe K line with $EW = 67 \text{ eV}$. The applied numerical models of torus confirmed the Compton-thin type of the Seyfert nucleus and allowed us to obtain an estimate of the torus opening angle $\alpha = 59^\circ$ and inclination $i = 61^\circ$. Using the observation data of previous observation, we demonstrate also the long-term variability of intrinsic luminosity $L_{\text{intr}}(2\text{--}10 \text{ keV})$ almost by order and $EW \text{ Fe K}$ by factor ~ 4 on a timescale of ~ 12 years, that coincides to the distance of $d \sim 3.7 \text{ pc}$ between central source and reprocessing medium. Such changes of intrinsic luminosity without changes in N_H value indicate the variability of a central source. In the same time the spectral analysis results with the presence of the lag between variability of intrinsic luminosity $L_{\text{intr}}(2\text{--}10 \text{ keV})$ and $EW \text{ Fe K}$, as well as a behavior of intensity I_{FeK} of the line are in agreement with the scenario, where observed FeK line is generated in a distant gas-dust torus.

Keywords: active galactic nuclei, X-rays, NGC 7172.