

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Хорунжева Георгия Андреевича

«ПОИСК И ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНЫХ ЯДЕР ГАЛАКТИК И ДАЛЕКИХ КВАЗАРОВ ПО ДАННЫМ ПО ДАННЫМ РЕНТГЕНОВСКИХ ОБЗОРОВ НЕБА И НАЗЕМНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ»,

представленную на соискание
степени кандидата физико-математических наук по специальности
01.03.02 – астрофизика и звездная астрономия

Комплексные исследования активных ядер галактик (АЯГ) в широком диапазоне электромагнитного излучения (от радио до рентгена) – важнейшая задача современной астрофизики. Одним из направлений таких исследований является создание однородных выборок активных объектов на различных красных смещениях, что, в принципе, позволяет исследовать эволюцию этого класса внегалактических объектов. Увеличение чувствительности современных космических телескопов привело к обнаружению большого количества АЯГ в рентгеновском диапазоне и созданию списков источников, минимально отягощенных эффектами селекции в отличие от оптического диапазона. Актуальность диссертации состоит в сравнении оптических характеристик АЯГ с рентгеновскими данными и построения функций светимости.

Диссертационная работа основана как на оригинальных наблюдательных данных автора в различных спектральных диапазонах, так и на компилятивных данных различных параметров АЯГ из литературы. При анализе и интерпретации наблюдательных проявлений аккреции на центральную сверхмассивную черную дыру использованы современные теоретические модели.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

В первой главе (Введении) к диссертации сформулированы цели и задачи исследования, обсуждается актуальность и научная новизна работы, апробация и личный вклад автора

Вторая глава диссертации посвящена построению выборки из 68 объектов по данным обзора обсерватории «ИНТЕГРАЛ» и определению для них масс черных дыр (ВН) по эмпирическим зависимостям. Для большинства объектов (67) $M_{ВН}$ определялась по эмпирической зависимости «масса ЧД от ИК-светимости балджа», в которой использовались данные обзора 2MASS. Для 17-ти объектов массы ВН были определены по параметрам бальмеровских линий в спектрах ядер, полученных автором на 1.5 телескопе. Для трети объектов было сделано сравнение оценок масс с литературными данными. Главный вывод, сделанный в этой главе состоит в том, что оценки $M_{ВН}$ по ИК-светимости систематически больше оценок масс ВН, сделанными другими методами. Далее в главе анализируется отношение болометрической светимости к эддингтоновской, которое для

большинства объектов находится в интервале $0.01 - 1$, что указывает на то, что аккреция газа на ВН, происходит в радиационно эффективном режиме в оптически толстом диске.

Третья глава посвящена поиску квазаров на красных смещениях z больше 3 на основе анализа выборок рентгеновских источников, имеющих оптическую и инфракрасную фотометрию. В главе изложена методика аппроксимации фотометрических данных различными шаблонами и критерии отбора квазаров в интервале красных смещений от 3 до 5.5. Составлен каталог K16, содержащий 903 кандидата в квазары, имеющие фотометрические красные смещения с $z > 2.75$. В каталог попали 515 объектов с надежно измеренными по спектрам красными смещениями, из них 266 объектов имеют $z > 3$. В этой главе приводятся свойства каталога в виде различных диаграмм и распределений, сделана оценка полноты полученной выборки, которая оказалась около 80%.

В четвертой главе диссертации описаны результаты оптической спектроскопии кандидатов в квазары из каталога K16 в интервале красных смещений от 3 до 5. Спектральные наблюдения проводились со спектральным разрешением 7.3-13.8 Å, на 1.6 метровом АЗТ-33ИК Института солнечно-земной физики РАН при помощи спектрографа АДАМ, специально изготовленного для наземной поддержки проекта SRG. Наблюдалась квазислучайная выборка из 21 объекта с $z > 2.75$ из каталога K16. Средняя яркость объектов составила $i' \sim 20$ mag. Красные смещения были измерены у 17 объектов, при этом два объекта оказались близкими - шаровым скоплением в гало галактики NGC4278 и близкой галактикой в скоплении с $z=0.338$. Автором был открыт квазар 3ХММ J125329.4+3955 с $i' \sim 21$ mag на $z=5.08$, который оказался самым далеким и ярким из известных рентгеновских квазаров. Результаты этой главы практически подтверждают возможность решения задач поиска самых далеких квазаров на телескопах 1.5-метрового класса.

В последней, пятой главе, которая является центральной в диссертации, описан способ построения выборки 101 яркого квазара с рентгеновской (2-10Кэв) светимостью более 10^{45} эрг/с из каталога K16. На основании этой выборки автором построена функция светимости. Возможная неполнота отождествлений в оптике для $z > 4$ учитывается с помощью корреляции между рентгеновской и ультрафиолетовой светимостями квазаров. С учетом этого рассчитаны параметры для рентгеновской функции светимости. На основе анализа полученной таким образом функции светимости делается вывод об уменьшении пространственной плотности далеких ($z > 3$) с увеличением красного смещения

В заключении к диссертации перечисляются основные выводы и результаты, выносимые на защиту.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИИ:

1. В случае определения массы центрального тела в галактиках нельзя использовать формулу (2.9), поскольку, как известно, в центральных частях галактик теорема вириала в приведенном виде - равенство потенциальной и кинетической энергии для движения по КЕПЛЕРОВСКИМ (!) орбитам не выполняется. Для этого общепринято использовать следующее выражение для определения массы

$$M_{BH} = f \frac{Rv^2}{G}$$

Где f – так называемый вириальный коэффициент, который может принимать значения от 2 до 16 и зависит от не только от характера движений вблизи ядра на расстояния порядка 0.1 пк, но и от неизвестного наклона диска BLR к лучу зрения. Приведенное обстоятельство вносит большую неопределенность в M_{BH} и объясняет малую значимость корреляций между значениями масс ВН, определенных разными методами. Автор не объясняет систематическое увеличение оценок M_{BH} с использованием калибровочной зависимости масс-светимость балджа по сравнению с другими методами.

2. На стр.77 употребляется неправильный термин – «объемно-голографические решетки». Должно быть «фазовые объемные голографические решетки».
3. В таблице 4.2 не указаны условия получения спектров – экспозиция, спектральное разрешение или используемая решетка, качество изображения.
4. Декларативное утверждение, что «истинная чистота» каталога K16 составляет 70-80%, представляется малообоснованным.
5. Важный для космологии и вынесенный на защиту (раздел 5.6) вывод о том, что пространственная плотность рентгеновских квазаров высокой светимости эволюционировала в интервале красных смещений от 3 до 5 медленнее, чем плотность квазаров более низкой светимости, статистически не обоснован.

Перечисленные ошибки не влияют на основные выводы работы и ее практическую ценность.

Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой и производит хорошее впечатление – как по объему представленного материала, так по его разнообразию и детальности изложения. При работе над диссертацией соискатель проявил себя как самостоятельный исследователь, способный адекватно поставить эксперимент (наблюдения), провести его и, обработав данные с применением современных математических методов, сделать выводы о свойствах исследуемых объектов.


Практически все соотношения, приводимые в тексте, обоснованы, а в случаях, когда они не принадлежат автору, снабжены соответствующими ссылками. Диссертация написана ясным языком и отличается строгим изложением статистических оценок, количество стилистических погрешностей и опечаток мало.

Новизна работы состоит в получении оценок масс черных дыр в ядрах 68 активных галактик, зарегистрированных обсерваторией ИНТЕГРАЛ в жестком рентгеновском диапазоне и измерении красных смещений далеких ($z > 3$) и слабых ($i' \sim 20$ mag) рентгеновских квазаров на 1.5 метровом телескопе. Последний результат имеет и большую практическую ценность для решения задач наземной поддержки проекта СРГ. Созданные в диссертации каталоги рентгеновских источников являются новыми.

Достоверность результатов подтверждается сравнением с данными других авторов и апробацией на российских и международных .

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и все положения, выносимые на защиту, опубликованы в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК.

Таким образом, можно заключить, что диссертация «ПОИСК И ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНЫХ ЯДЕР ГАЛАКТИК И ДАЛЕКИХ КВАЗАРОВ ПО ДАННЫМ ПО ДАННЫМ РЕНТГЕНОВСКИХ ОБЗОРОВ НЕБА И НАЗЕМНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель - Хорунжев Георгий Андреевич, заслуживает искомой степени.

Главный научный сотрудник,
доктор физ.-мат. наук, профессор  Афанасьев В.Л.
тел: (87878)46296 mail: vafan@sao.ru

23 ноября 2018 г.

Федеральное государственное учреждение науки
Специальная астрофизическая обсерватория
Российской академии наук (САО РАН)
369167 Карачаево-Черкесская республика,
Зеленчукский район, Нижний Архыз

ПОДПИСЬ Афанасьева В.Л.
УДОСТОВЕРЯЮ

Ученый секретарь САО РАН
Кандидат физ.-мат. наук





Кайсина Е.И.

Тел.: (87878)46336, Факс: (87878)46336
Email: admsao@sao.ru