

**Заявка на конкурс научных работ ИКИ РАН 2016
цикл работ молодого ученого**

1. Авторы: Хорунжев Г.А. *, Сазонов С.Ю., Буренин Р.А.

2. Название: цикл работ “Поиск далеких квазаров на $z > 3$. Далекий рентгеновский квазар на $z = 5.08$ ”

3. Ссылки на публикации:

1. Хорунжев Г.А., Буренин Р.А., Мещеряков А.В., Сазонов С.Ю., Письма в Астрономический журнал, 42, 313 (2016) “Каталог кандидатов в квазары на $3 < z < 5$, отобранных среди рентгеновских источников обзора 3XMM-DR4 обсерватории XMM-Newton”
<http://elibrary.ru/item.asp?id=25845215>

2. Хорунжев Г.А., Буренин Р.А., Сазонов С.Ю., Амвросов А.Л., Еселевич М.В., Письма в Астрономический журнал, xx, xxx (2016) “Оптическая спектроскопия кандидатов в квазары на $3 < z < 5.5$ из рентгеновского обзора обсерватории XMM-Newton. Далекий рентгеновский квазар на $z = 5.08$ ”. Принята в печать.

4. Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность:

Поиск квазаров на $z > 3$ является одним из важнейших элементов исследования истории роста сверхмассивных черных дыр и эволюции массивных галактик во Вселенной. Для того чтобы улучшить имеющиеся ограничения на модели рентгеновской функции светимости квазаров на $z > 3$, требуется набрать большую рентгеновскую выборку далеких квазаров на высоких красных смещениях.

Яркие и далекие квазары – редкие объекты, для поиска которых нужны рентгеновские обзоры большой площади и достаточной глубины. Самая большая из известных выборок опубликована в работе Kalfounztou et al. (2014). Этот каталог состоит из 209 источников найденных в обзоре спутника Chandra общей площадью 33 квадратных градуса.

Этой площади оказывается недостаточно для исследования популяции рентгеновски ярких квазаров с потоками $> 10^{-14}$ эрг/с/см². Это редкие объекты с большой светимостью, где процессы аккреции идут наиболее интенсивно. По их свойствам можно изучать физику ранней Вселенной (в промежутке от одного до двух миллиардов лет с момента Большого взрыва).

Чтобы определить расстояние до источника и определить его тип одних рентгеновских данных недостаточно. Для этого требуется обнаружить источник в видимом диапазоне и получить его спектр. Тогда по спектру можно определить красное смещение источника. Поскольку получение спектров большого числа источников очень трудоемкая задача, то в последнее десятилетие получил развитие другой метод определения расстояния – оценка красного смещения по распределению потоков источника в фильтрах фотометрических широкополосных обзоров. Вместо того, чтобы снимать спектры сотен или тысяч источников, можно: получить снимки неба больших участков неба в нескольких оптических фильтрах, измерить потоки источников, и для каждого получить эквивалент спектра с более низким разрешением, но достаточным для определения расстояния до источника.

Накопленные данные космического рентгеновского телескопа XMM-Ньютон, фотометрические каталоги Слоановского обзора (видимый диапазон) и обзора всего неба WISE (инфракрасный диапазон) представляют в совокупности обзор площадью около 300

квадратных градусов. Эти данные позволяют в разы расширить известные выборки рентгеновских квазаров, провести их статистические исследования на ранее недоступных потоках ярче $>10^{-14}$ эрг/с/см². По результатам работы можно напрямую из наблюдательных данных оценить объем научных задач для рентгеновского обзора всего неба готовящегося к запуску спутника СРГ.

5. Конкретная решаемая в работе задача и её значение:

Продумать весь цикл работ по оптической идентификации и классификации рентгеновских источников. Научиться проводить оценки фотометрического красного смещения по находящимся в открытом доступе данным широкополосных обзоров неба для большого числа источников. Исследовать применимость данного метода для квазаров с ультрафиолетовым избытком отобранных в рентгене. Получить выборку известных далеких рентгеновских квазаров и новых кандидатов, исследовать её свойства, чистоту и полноту. Провести спектроскопическую проверку новых кандидатов на телескопах: 1.6-метровом АЗТ-33ИК (с помощью нового спектрографа среднего и низкого разрешения АДАМ) и 6-метровом телескопе БТА. По результатам оптической спектроскопии сделать выводы о чистоте выборки новых кандидатов и общей полноте каталога.

6. Используемый подход, его новизна и оригинальность.

Для определения фотометрического красного смещения был использован метод аппроксимации распределения потоков в фильтрах широкополосных обзоров спектральными шаблонами звезд, галактик и квазаров. Мы впервые применили данный метод для поиска редких рентгеновских источников на больших площадях. Идея работы с источниками, отобранными в рентгене, позволила получить выборку кандидатов с высокой чистотой. Было показано, что даже с помощью неглубоких широкополосных обзоров в нескольких фильтрах можно получать состоятельные фотометрические оценки красного смещения. В результате, была получена самая большая выборка известных рентгеновских квазаров и новых кандидатов на $3 < z < 5.5$ по данным ХММ-Ньютон. Впервые для спектроскопической проверки был использован новый спектрограф низкого и среднего разрешения АДАМ, установленный в 2015 году на телескопе АЗТ-33ИК Саянской солнечной обсерватории.

7. Полученные результаты и их значимость.

Составлен каталог 903 известных рентгеновских квазаров и новых кандидатов в квазары на $3 < z < 5.5$. Каталог на 40% состоит из новых кандидатов. Мы убедились, что новые кандидаты действительно являются квазарами, проведя спектроскопическую проверку двух десятков объектов на телескопах АЗТ-33ИК и БТА. На телескопе АЗТ-33ИК был открыт далекий рентгеновский квазар (3ХММ J125329.4+305539) на $z=5.08$. Обычно для получения спектров подобных источников требуются телескопы большого диаметра. Сделанное открытие является наглядным подтверждением возможностей нового спектрографа АДАМ. Это первый рентгеновский квазар открытый российскими учеными на таком красном смещении. Известно только несколько случаев обнаружения в рентгене квазаров на таком красном смещении.

Показано, что чистота выборки новых кандидатов в квазары превышает 50%. Следовательно, отобрав нашим методом кандидаты в площадках Слоановского обзора и проведя их спектроскопию, можно увеличить число известных квазаров на $z > 3$ почти в 1.5 раза. Оценен размер выборки квазаров на $z > 3$ в обзоре СРГ и объем требуемой спектроскопической поддержки. Была сделана наблюдательная оценка числа ярких квазаров для обзора СРГ в полюсах эклиптики, которая не противоречит существующим моделям эволюции активных ядер галактик.