

Отзыв официального оппонента
на диссертацию **Золотухина Ивана Юрьевича**
**“МНГОВОНЛОНВОНЕ ИССЛЕДОНОНОН РЕДКОН АСТРОФОНОНОНОН
ОНБЕКТОВ С ИСПОНЛОНОНОН БОЛОНОН МАССОНОН ДОНОНН”,**
представленную на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 01.03.02 - Астрофизика и звездная астрономия

Ускоренное развитие современных технологий в последние десятилетия привело к появлению большого набора наземных и космических телескопов с помощью которых были получены огромные массивы наблюдательных данных в широком спектре электромагнитного излучения – от рентгеновского до радио диапазонов. Оценки указывают на экспоненциальный рост данных, которые продолжают накапливаться в архивах наземных телескопов и орбитальных обсерваторий. Во многих случаях полученные архивы содержат данные не только для конкретных объектов исследований, но и для соседствующих с ними объектов, попавших в поле зрения телескопов. Таким образом, к настоящему времени накоплены огромные массивы данных, содержащих ценную астрофизическую информацию, которая не была извлечена из них ранее. Диссертация И.Ю. Золотухина посвящена решению этой **актуальнейшей** задачи современной астрофизики – выявлению неизвестных и неисследованных ранее объектов в имеющихся обширных обзорах и архивах, а также получению дополнительной астрофизической информации для известных ранее источников путем объединения данных, имеющихся в современных, но разобщенных обзорах и каталогах. Диссертация представляет собой **широкомасштабное научное исследование**, которое проведено как в отношении нескольких групп редких и уникальных объектов нашей и ближайших галактик, так и в отношении большого набора внегалактических источников.

Диссертация состоит из Введения, 4-х глав и Заключения – всего 240 страниц, включая 72 рисунка, 22 таблицы, список цитируемой литературы, содержащий 487 наименований.

Апробация работы обеспечена выступлениями автора на 19-ти международных научных конференциях и 15 научных семинарах в российских и зарубежных институтах. Основные положения диссертации опубликованы в 26 статьях в зарубежных изданиях и трудах международных конференций, из них 16 статей – в ведущих мировых журналах в области астрофизики.

Во **Введении** сформулированы цели и задачи диссертационной работы, показаны ее актуальность и новизна, практическая значимость, личный вклад автора в опубликованных статьях.

Первая Глава является методической и посвящена описанию масштабного каталога галактик RCSED и одного из крупнейших рентгеновских каталогов 3XMM, одним из основных создателей которых является диссертант.

Во **второй Главе** приведены результаты оптических и инфракрасных отождествлений 13-ти рентгеновских источников на основе архивов наблюдательных данных крупнейших телескопов мира. Основная группа отождествленных источников принадлежит к числу маломассивных рентгеновских двойных систем (LMXB). В связи с этим, в Главе 2 описывается модель облученного аккреционного диска, которая позволяет оценивать орбитальные периоды LMXB на основе данных об их инфракрасных потоках. Важным методическим аспектом этой Главы является возможность классификации ранее неисследованных рентгеновских источников на основании информации, содержащейся в больших обзорах и современных астрономических архивах.

Третья Глава посвящена анализу наблюдательных параметров нормальных галактик в ближней Вселенной. На основе данных, собранных в каталоге галактик RCSED, диссертантом получено универсальное соотношение “цвет-цвет-величина” в ближнем УФ и оптическом диапазонах для нормальных галактик. Было обнаружено, что из этих универсальных соотношений выпадают редкие типы галактик, например компактные карликовые галактики (сЕ). Это позволило диссертанту разработать методику их обнаружения, свободную от эффектов наблюдательной селекции. В результате поиска таких объектов ему удалось обнаружить редкую группу изолированных сЕ галактик, выброшенных из центров скоплений галактик в результате эффекта пращи при сближении трех

галактик. Этот результат позволил И.Ю.Золотухину разрешить ранее имевшиеся фундаментальные противоречия в объяснении происхождения компактных карликовых галактик.

В **четвертой Главе** выполнен анализ физических параметров редких рентгеновских объектов с использованием созданного при участии автора каталога 3ХММ и его методических наработок, изложенных в предыдущих главах диссертации. Приведены результаты поиска гипер-ярких рентгеновских источников высокой светимости (10^{41} эрг/сек), предположительно связанных с черными дырами промежуточных масс. Этот результат является одним из ярчайших в диссертации и имеет исключительную **новизну**. В этой же Главе описывается открытие **первого** пульсара XB091D в галактике Андромеда, а также анализируются его физические свойства. В частности, найдено, что этот пульсар является самым медленным из обнаруженных в шаровых скоплениях пульсаров.

Достоверность обнаружения новых рентгеновских источников в **Главе 4** подтверждается реальностью выделения ранее известных источников (ESO 243-49 HLX-1 и M82 X-1) при использовании примененного автором подхода.

В **Заключении** приводятся итоги работы и обсуждаются перспективы дальнейших исследований.

Диссертация И.Ю. Золотухина представляет собой оригинальное и масштабное научное исследование с ярко выраженной **новизной и практической значимостью** полученных результатов. Созданные автором методики и программные реализации по работе с архивными данными различных форматов и представлений могут быть в дальнейшем успешно применены в работе с новыми обширными каталогами и обзорами с еще большими объемами данных.

Работа написана четким и ясным языком, хотя имеется и определенное количество опечаток.

У оппонента имеются замечания по тексту диссертации:

1. В главе 1 на стр. 20 написано – “ мы предоставляем: а) первый однородный набор данных распределений энергий в спектрах галактик, ... **исправленных за**

собственные движения". Собственные движения галактик к настоящему времени не измеримы. Видимо, речь идет об исправлении за красное смещение.

2. В главе 1 не приводится какой-либо Таблицы с примером данных из Каталога RCSED с фотометрическими и иными параметрами галактик.

3. В главе 2 на стр.75, в таблице 2.2 указано, что в правой колонке даны отношения потоков обнаруженных линий к потоку в линии H_{α} . Однако, приведенные в Таблице 2.2 величины соответствуют отношениям потока в линии H_{α} к потокам в соответствующих линиях.

4. В главе 3 на стр. 162 указано " это дает оценку **медианного отношения массы сЕ галактики к массе хозяйской галактики около 200** ". По-видимому, речь идет об обратной величине - оценке медианного отношения массы хозяйской галактики к массе сЕ галактики.

5. В главе 3 на стр. 163 таблица 3.1 выглядит сильно сокращенной и не содержит данных, указанных в описании состава Таблицы.

Высказанные замечания являются скорее техническими, они не умаляют достоинств диссертации И.Ю. Золотухина и не влияют на положения, выносимые на защиту. В целом диссертационная работа является законченным научным исследованием, которое основано на самых современных космических и наземных наблюдениях и передовых методах анализа и интерпретации полученных данных.

Результаты работы И.Ю. Золотухина могут быть использованы в САО РАН, ИНАСАН, ГАИШ МГУ, КФУ, КрАО, ГАО РАН, и других российских и зарубежных организациях, в которых используются данные Виртуальных Обсерваторий и исследуются уникальные тесные двойные системы с компактными источниками, а также галактики различных типов.

Автореферат полностью отражает содержание и структуру диссертации.

Основные результаты диссертации были доложены И.Ю. Золотухиным лично на Астрофизическом Семинаре кафедры астрономии и космической геодезии Института физики Казанского (Приволжского) федерального университета 21-го февраля 2017 года.

Считаю, что диссертация «Многоволновые исследования редких астрофизических объектов с использованием больших массивов данных» является завершенным научным исследованием, вносящим фундаментальный вклад в раскрытие физической природы уникальных объектов в ближней Вселенной и в создание предметно ориентированных баз астрономических данных. Диссертация **удовлетворяет** всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор – **Иван Юрьевич Золотухин** заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 - Астрофизика и звездная астрономия.

Заведующий кафедрой астрономии и космической геодезии Института физики Казанского

(Приволжского) федерального университета, д.ф.-м.н.

Бикмаев И.Ф.

Почтовый адрес:

420008 г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18.

телефон (843)-292-77-97

электронный адрес: ilfan.bikmaev@kpfu.ru

20 марта 2017 года

