

  
«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор ГАО РАН  
инт.-корр. РАН, д.ф.-м. н.  
А. В. Степанов  
\_\_\_\_\_

« 21 » января 2015 г.

## ОТЗЫВ

**ведущей организации о диссертации Тюльбашева Сергея Анатольевича “Свойства компактных радиоисточников по наблюдениям в метровом диапазоне волн”, представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 — Астрофизика и звездная астрономия**

Диссертация С.А. Тюльбашева посвящена одной из самых актуальных проблем современной астрофизики – изучению физических свойств активных ядер галактик (АЯГ). Активные ядра галактик (квазары, блазары, радиогалактики) являются одними из самых загадочных объектов в нашей Вселенной. Феномен АЯГ заключается в колоссальном энерговыделении с относительно малых пространственных масштабов. Для объяснения природы АЯГ было предложено несколько теоретических моделей, из которых наибольшее распространение получила модель сверхмассивной черной дыры в центре галактики, на которую происходит аккреция вещества. В результате аккреции высвобождается колоссальная энергия, излучаемая АЯГ, потоки намагниченной ультрарелятивистской плазмы выбрасываются вдоль оси вращения аккрецирующего диска со скоростью, близкой к скорости света, формируя джеты, наблюдаемые на парсековых и килопарсековых расстояниях от “центральной машины”.

Признаками активности галактических ядер являются: нетепловой характер спектра в широком диапазоне частот, при этом одним из важнейших является синхротронное излучение, возникающее при движении электронов с релятивистскими скоростями в магнитном поле; сильная переменность, т.е. изменение видимого блеска с периодами от

нескольких десятков минут до десяти лет в зависимости от частотного диапазона; наличие широких эмиссионных линий в оптических спектрах; наличие выбросов вещества, движущихся с релятивистскими скоростями; спектральные и поляризационные особенности.

В настоящее время важнейшим средством изучения морфологических структур, кинематических, поляризационных и спектральных характеристик активных ядер галактик является радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ), позволяющая строить изображения объектов с высочайшим угловым разрешением, достигающим долей миллисекунды дуги. Несмотря на впечатляющие успехи РСДБ, многочастотные исследования радиоисточников на разных временных масштабах с использованием одиночных радиотелескопов представляются очень важными с точки зрения получения независимой информации о структуре внегалактических компактных объектов и ее эволюции, а также о динамике процессов, происходящих в ядрах радиоисточников.

Представленная диссертация основывается на наблюдениях на Большой синфазной антенне (БСА) ФИАН, являющейся уникальным инструментом, а именно, крупнейшим и самым чувствительным в метровом диапазоне длин волн. Основным методом наблюдений с целью изучения свойств АЯГ явился метод межпланетных мерцаний. Диссертация является плодом многолетних работ автора в составе хорошо известной группы, руководимой д.ф.-м.н. Артюхом В.С. В силу уникальности инструмента, методики наблюдений и обработки данных, результаты работы также являются уникальными и занимают определенную, достаточно важную нишу (метровый диапазон волн) в задаче изучения АЯГ. Надо отметить, что исследования, проведенные в работе, базируются не только на собственных наблюдениях, а являются комплексными, использующими результаты многочастотных наблюдений на других радиоастрономических инструментах, а также РСДБ-изображения, полученные на различных частотах.

Диссертация логически выдержана. Первая глава целиком посвящена методике наблюдений на БСА. Подробно расписан математический аппарат, используемый для поиска компактных источников. Предложено использовать индекс асимметрии для оценки угловых размеров компонент источника, и, что очень важно, для разделения собственной переменности источника от переменности, вызванной мерцаниями. Во второй главе приведены наблюдения методом межпланетных мерцаний различных выборок АЯГ. Каталог источников с оценками плотностей потоков размещен в Приложении к диссертации. Обзор источников поля методом межпланетных мерцаний произведен в третьей главе. Четвертая глава посвящена непосредственно оценке физических параметров

компактных источников. Рассмотрены две модели синхротронного источника. В соответствии с первой моделью распределение магнитного поля и релятивистских частиц однородно. Во второй модели — неоднородно. Предложен способ оценки расстояний до внегалактических источников. Пятая глава посвящена исследованию гало компактных радиоисточников.

Представленная диссертация является классической астрономической работой, сочетающей наблюдения, обработку и интерпретацию полученных результатов. Надо отметить тщательность проведенных исследований и большой объем выполненной работы. Однако, недостатком является небрежность оформления диссертации. Хотелось бы видеть прямо в диссертации РСДБ-изображения исследуемых источников, на которые автор ссылается. Недостаток иллюстративного материала затрудняет чтение. Кроме того, поражает массовое игнорирование автором знаков препинания, что вызывает раздражение. В качестве положительного момента следует указать на большой список цитированной литературы, наличие обстоятельных приложений с результатами обработки наблюдений (каталоги).

**Достоверность и обоснованность** основных результатов работы обеспечиваются применением тщательно апробированных ранее методов наблюдений и обработки данных. Недостаточно обоснованным является пункт 5 результатов, выносимых на защиту (о возможности определения расстояния до радиогалактик), поскольку в настоящее время он еще не нашел экспериментального подтверждения. Поэтому представляется преждевременным вынесение на защиту данного пункта. Остальные пункты не вызывают возражений.

**Научная новизна результатов** преимущественно определяется оценкой плотности потока для большого числа компактных радиоисточников на самой низкой частоте наблюдений, сделанной впервые. Представляет интерес положение об анализе коэффициента мерцаний с целью отделения собственной переменности источника от переменности, вызванной мерцаниями. Полученные результаты могут быть использованы для изучения физических свойств активных ядер галактик, для интерпретации различных наблюдательных проявлений АЯГ в рамках существующих моделей, а также при построении новых моделей.

**Практическая и научная ценность** диссертации определяется тем, что разработанные методики обработки наблюдений могут быть использованы при проведении обзоров неба, для анализа природы переменности источников, полученные каталоги — для оценки физических свойств АЯГ.

**Полнота представления результатов.** Все результаты диссертации опубликованы. Список публикаций составляет 39 наименований. Десять работ написаны без соавторов, 29 работ опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, 6 работ – в высокорейтинговых международных журналах.

**Автореферат** правильно отражает содержание диссертации. Оформлен так же небрежно, как и диссертация.

Полученные в диссертации результаты находят применение в САО РАН, АКЦ ФИАН и могут быть также использованы в таких российских астрономических организациях как ГАО РАН, ГАИШ МГУ, ИПА РАН и др.

### **Замечания:**

1. Во введении говорится о “белых пятнах” в модели АЯГ, некоторые из которых якобы рассмотрены в диссертации. Не ясно, какие именно “пятна” имелись в виду и какие удалось “закрасить”.
2. Полученные оценки потоков в Приложении А.2 даны без указания точности.
3. Как уже указывалось выше, положение о возможности определения расстояния до радиогалактик способом, отличным от спектрального, представляется не вполне обоснованным.

Приведем также некоторые редакционные замечания:

1. Первая же фраза диссертации “Активные ядра галактики (АЯГ) – это источники, которые исследуются во всех диапазонах электромагнитного спектра”, выглядит как определение АЯГ, что нелепо. Следовало бы просто написать: “Активные ядра галактики (АЯГ) исследуются во всех диапазонах электромагнитного спектра.”
2. На рисунках 5.3 и 5.5 (стр.169) по оси абсцисс не указаны значения спектрального индекса.
3. Имеется ряд опечаток и орфографических ошибок, и, как уже указывалось выше, проигнорировано множество знаков препинания.

Приведенные замечания не влияют на общую высокую оценку диссертации.

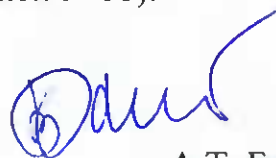
### **Заключение.**

Рассматриваемая диссертация представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком экспериментальном и научном уровне, и удовлетворяет требованиям “Положения о порядке присуждения ученых степеней” ВАК РФ, предъявляемым к докторским

диссертациям, а ее автор, Тюльбашев Сергей Анатольевич, заслуживает присуждения ему степени доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 — “Астрофизика и звездная астрономия”.

Отзыв составлен главным научным сотрудником Отдела радиоастрономических исследований ГАО РАН д.ф.-м.н. А.Т. Байковой. Отзыв обсужден и одобрен на Объединенном семинаре астрофизических отделов ГАО РАН 26 ноября 2014 года (протокол N 16).

Гл. научный сотрудник ОРАИ ГАО РАН,  
доктор физ.-мат. наук, с.н.с.



А.Т. Байкова

Секретарь Объединенного семинара  
астрофизических отделов ГАО РАН  
кандидат физ.-мат. наук



А.Н.Герашченко

Председатель Объединенного семинара  
астрофизических отделов ГАО РАН,  
заместитель директора ГАО РАН  
по научной работе доктор физ.-мат. наук



Ю.Н. Гнедин

21.01.2015 г.