

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. П.Н. ЛЕБЕДЕВА**

**СТЕНОГРАММА
ЗАСЕДАНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 002.023.01**

11 февраля 2015 года

*Защита диссертации Тюльбашева Сергея Анатольевича
на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 01.03.02 (астрофизика и звездная астрономия)
«Свойства компактных радиоисточников по наблюдениям
в метровом диапазоне волн»*

Присутствовали члены диссертационного совета:

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. Новиков И.Д., | член-корр., 01.03.02, физ.-мат. науки, зам. председателя |
| 2. Ковалев Ю.А., | д.ф.-м.н., 01.03.02, физ.-мат. науки, ученый секретарь |
| 3. Бурдюжа В.В., | д.ф.-м.н., 01.03.02, физ.-мат. науки |
| 4. Гуревич А.В. | академик., 01.03.02, физ.-мат. науки |
| 5. Дагкесаманский Р.Д., | д.ф.-м.н., 01.03.02, физ.-мат. науки |
| 6. Дорошкевич А.Г., | д.ф.-м.н., 01.03.02, физ.-мат. науки |
| 7. Каленский С.В. | д.ф.-м.н., 01.03.02, техн. науки |
| 8. Ковалев Ю.Ю., | д.ф.-м.н., 01.03.02, техн. науки |
| 9. Комберг Б.В., | д.ф.-м.н., 01.03.02, физ.-мат. науки |
| 10. Ларионов М.Г., | д.ф.-м.н., 01.03.02, техн. науки |
| 11. Лукаш В.Н., | д.ф.-м.н., 01.03.02, физ.-мат. науки |
| 12. Малофеев В.М., | д.ф.-м.н., 01.03.02, физ.-мат. науки |
| 13. Матвеев Л.И., | д.ф.-м.н., 01.03.02, техн. науки |
| 14. Рудницкий Г.М., | д.ф.-м.н., 01.03.02, техн. науки |
| 15. Попов М.В. | д.ф.-м.н., 01.03.02, техн. науки |
| 16. Шишов В.И., | д.ф.-м.н., 01.03.02, физ.-мат. науки |

Председательствующим на данном заседании является доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, заместитель руководителя АКЦ ФИАН, заместитель председателя диссертационного совета И.Д. Новиков.

Секретарь заседания – ученый секретарь диссертационного совета доктор физико-математических наук Ю.А. Ковалев.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Разрешите открыть наше заседание. Присутствуют 16 из 21 члена диссертационного совета. Кворум (14 человек) имеется. У нас сегодня защита докторской диссертации Тюльбашева Сергея Анатольевича «Свойства компактных радиоисточников по наблюдениям в метровом диапазоне волн» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.03.02 (астрофизика и звездная астрономия). Диссертация выполнена в Пушинской радиоастрономической обсерватории АКЦ ФИАН. Ведущая организация -- Главная астрономическая обсерватория РАН (ГАО РАН, Пулково, г. Санкт-Петербург). Официальные оппоненты: Сильченко Ольга Касьяновна, Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга МГУ (ГАИШ МГУ, г. Москва), Мингалиев Марат Габдуллович, Специальная астрофизическая обсерватория РАН (САО РАН, пос. Нижний Архыз, Карачаево-Черкесская Республика РФ) и Дугин Николай Александрович, Научно-исследовательский радиофизический институт (НИРФИ, г. Нижний Новгород). Юрий Андреевич, пожалуйста, сообщите нам о поступивших документах.

СЕКРЕТАРЬ: Зачитывает основные выдержки из документов и делает заключение о соответствии представленных соискателем документов установленным требованиям ВАК.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Слово для доклада представляется соискателю.

ДОКЛАД СОИСКАТЕЛЯ

СОИСКАТЕЛЬ. Выступает с докладом (В процессе доклада демонстрируются и комментируются слайды, номера которых даны в начале соответствующих строк ниже. Слайды к докладу распечатаны и даны в Приложении к стенограмме, а также прикладываются к аттестационному делу в электронном виде - на диске в соответствующем файле).

Прежде, чем начать доклад, скажу пару слов о структуре диссертации. Диссертация состоит из пяти глав. Первая глава - методика обработки наблюдений. Вторая глава - по выборкам источников, которые наблюдались разными способами. Третья глава – это космология компактных радиоисточников. Четвертая глава - по оценке физических параметров в наблюдавшихся источниках. Пятая глава - по оценке протяженной компоненты компактных радиоисточников.

Слайд 1. Название диссертации и автор.

Слайд 2. Два слова о том, как проводились наблюдения. Они, в основном, проводились на антенне БСА ФИАН, на низких частотах. Частота 100 МГц. Метод межпланетных мерцаний. На слайде показано, как выглядят типичные наблюдения на антенне БСА. Можно видеть 4 скана, которые отражают 4 направления на небе. На сканах можно увидеть сильный мерцающий источник, слабый мерцающий источник. После обработки, скорее всего, можно будет увидеть другие слабые источники. Их довольно много на этой часовой записи.

Слайд 3. Глава 1. Поиск мерцающих источников и оценка их параметров. В диссертации рассматривается два основных метода поиска. Я буду рассматривать один из них в силу ограниченности по времени.

Слайд 4. Сигнал от мерцающего радиоисточника можно представить в виде набора составляющих. Фактически мы хотим оценить величину шумовой дорожки. Если мы можем оценить шумы, называемые флуктуациями плотности потока, и нам известен угловой размер источника, то можем оценить его плотность потока, которую дальше используем в своих целях.

Слайд 5. Что такое общий сигнал? Это фон, сам источник, флуктуации плотности потока, шумы и помехи. При помощи разных фильтров мы избавляемся от всего, кроме шумов и мерцаний источника, который мы ищем.

Слайд 6. Рассмотрим пример обработки. На слайде - источник за 4 февраля 2000 года. Источник находится по центру. Опытный взгляд увидит этот источник, а неопытный увидит помехи и шумы.

Слайд 7. А теперь посмотрите этот же источник в записи на следующий день. Здесь источник угадывается очень хорошо.

Слайд 8. После программы обработки и одна, и другая запись практически идентичны. Отношение сигнала к шуму равно 23 для хорошей записи и примерно равно 20 для плохой записи.

Слайд 9. Здесь перечислены выборки, которые наблюдались на БСА. Общее количество источников - больше 300.

Слайд 10. В результате этой работы был составлен каталог. Как проводились наблюдения? Они проводились многократно. Минимальное количество записей для одного источника – три дня. В среднем - 7-8 дней, а если было плохое качество наблюдений, то приходилось наблюдать до 20-25 дней. Для калибровки наблюдений ежедневно наблюдалось 10-15 сильных радиоисточников с известными плотностями потоков. В дополнение по каждому источнику (а это известные источники) приходилось проводить поиск информации в литературе по наблюдениям этих источников с высоким угловым разрешением. Были получены сводные каталоги. Результат вынесен на защиту.

Слайд 11. Космологическая эволюция компактных радиоисточников. Сама идея работы принадлежала Вадиму Сергеевичу Артюху, и осуществляться она начала в 1993 году, когда еще не было компьютеров для записи. Обработка шла в ручном режиме. В 1995 году появились компьютеры, и мы начали записывать и обрабатывать данные с их помощью. Сама идея была простой. Мы наблюдаем в радиодиапазоне примерно 10% источников, имеющих компактные компоненты, и в 90% источников активных ядер не наблюдаем. Возникает вопрос. Эволюция по разному проходит для компактных источников, которые сосредоточены в активных галактиках (квазарах, радиогалактиках), и для компактных источников в других видах объектов? Такая работа была сделана, и за основу для наблюдений были взяты площадки 7го Кембриджского обзора. Этот обзор проводился в площадках с минимальной температурой галактического фона. На низких частотах температура высокая, и чем она ниже, тем выше чувствительность. Поэтому были выбраны такие площадки. К тому же появилась возможность для сравнения. Кембриджский обзор проведен на частоте 150 МГц, наш обзор - на частоте 102 МГц (близкие частоты). Чувствительность 7го Кембриджского обзора примерно в 3-4 раза выше, чем у нас. Можно было получить кривые подсчета по 7му Кембриджскому обзору и сравнить их с нашими кривыми подсчета.

Слайд 12. Так выглядят кривые подсчета: наша и 7C обзора. 7C обзор - сплошная линия, и наша - штриховая. Завал нашей кривой подсчета гораздо резче. Вопрос: степень этого завала объясняется тем, что разная эволюция, или есть какие-либо другие причины, которые могут объяснить этот же самый завал?

Слайд 13. Было рассмотрено много разных причин для объяснения кривой подсчета. Здесь они перечислены. Это поглощение, рассеяние, погрешности, эффект путаницы, гравитационное линзирование, геометрические эффекты. Объяснение некоторых из этих эффектов выделено в отдельные статьи. Я здесь упомяну лишь эффект путаницы, потому что его легко объяснить в нескольких словах. Как известно, эффект путаницы заключается в том, что в диаграмму направленности антенны попадает два или более источников. В результате вместо этих двух-трех источников мы видим источник, плотность потока которого оказывается больше, чем можно было бы ожидать из его наблюдений. Несколько источников как бы исчезает, а вместо них появляется один новый. Часть источников исчезла, и поэтому кривая подсчета резко завалилась вниз. Но эффект путаницы на БСА специально исследовался. Это работа Владимира Ивановича Шишова и Вадима Сергеевича Артюха. Было показано, что эффект путаницы начинает сказываться на плотностях потока (0.12-0.14) Ян (медианное значение для этого эффекта). Следовательно, эффект путаницы будет сказываться ниже этой точки (вновь показан слайд 12). Именно в этой точке мы должны наблюдать уплощение кривой подсчета, а у нас - укручение. Следовательно, эффект путаницы не может объяснить этого крутого завала кривой подсчета. Мы выяснили, что эффект завала - настоящий и связан с космологической эволюцией компактных источников.

Слайд 14. Мы решили посмотреть, что происходит на больших плотностях потока. Две площадки, которые мы исследовали, – это примерно 450 кв.градусов. На них чуть больше 350 источников, и сильных источников там оказалось очень мало. В результате на больших плотностях потоков получается большая статистическая ошибка. Других наблюдений у нас не было. Поэтому мы использовали известный Кембриджский обзор Пурвиса и, взяв их точки, состыковали с нашими. Оказалось, что на больших плотностях потока тоже есть завал, хотя и менее крутой, чем на малых плотностях потока.

Слайд 15. После этого мы решили выяснить, что за компактные источники соответствуют этим точкам. Для этого был проведен анализ всех выборок источников, которые ранее наблюдались на БСА. Здесь перечислены выборки, которые были проверены.

Слайд 16. Оказалось, что компактности квазаров, которые ранее наблюдались на БСА, и их среднеквадратичные отклонения для компактности, - такие же, как у источников из обзора. То есть наиболее вероятное отождествление источников обзора – это квазары. По крайней мере, большая часть этих источников должна быть квазарами. Это естественный результат, но надо было как-то его показать. Результат вынесен на защиту.

Слайд 17. Какие еще свойства источников мы наблюдаем? Здесь построены спектры. Верхний ряд - наша точка: плотность потока компактной компоненты. Закрашенные треугольники – это спектр (интегральная плотность потока). Кроме нашей точки, других наблюдений компактной компоненты нет. Но можно заметить, что спектр будет крутой. Он может идти так, как нарисована зеленая или красная линия, но, так или иначе, для источников верхнего ряда он будет крутым для компактной компоненты. Таких источников оказалось порядка 60%. Средний ряд. Незакрашенный треугольник – это наша компонента, закрашенные треугольники – это интегральный спектр. Мы не знаем, как

себя ведет спектр компактной компоненты. Он может быть плоский (спектральный индекс меньше, чем 0.5). Он может быть крутой (спектральный индекс больше, чем 0.5). Мы не можем сказать ничего без дополнительных наблюдений. Таких источников – 32%. Примерно 8% источников имеют плоский интегральный спектр. Для компактной компоненты мы не можем ничего сказать, но из опыта она тоже имеет плоский спектр.

Слайд 18. Таким образом, квазары с крутыми спектрами компактных компонент – это наиболее вероятные кандидаты на оптическое отождествление. Примерно через 7 лет была проведена работа на 6-метровом телескопе БТА. Я в ней не участвовал. По результатам этой работы выяснилось, что для тех источников, у которых удалось измерить красное смещение (примерно 27% источников), квазары составили 60%, а компактные радиогалактики (размером меньше $3''$) составили 40%. Чудесным образом значения практически совпали. Работа опубликована в 2004 году.

Слайд 19. Была проверена компактность этих источников. Компактность – это отношение плотности потока компактной компоненты к интегральной плотности потока. Если компактность равна единице, то это означает, что у источника есть только компактная компонента, а протяженной компоненты не наблюдается. Для источников из обзора такая работа была сделана. Вы видите, что компактность растет от больших плотностей потоков к малым плотностям потока. Результат вынесен на защиту без комментариев, но в самой диссертации указано, что если зависимость остается линейной, то компактность становится равной единице на плотностях потока порядка 10 мЯн. В этом случае окажется, что объекты появляются из ядер. То есть появилось ядро, а затем развивалась вся остальная структура.

Слайд 20. Таким образом, завал кривой подсчета на больших плотностях потока связан с отсутствием квазаров вблизи нас, а крутой завал на малых плотностях потока связан с эпохой рождения квазаров. В диссертации об этом подробно говорится.

Слайд 21. Глава 4 «Модели источников». Если у нас есть наблюдения компактных компонент, то есть возможность построить спектр источника. На высоких частотах наблюдений (с высоким разрешением) довольно много. Например, на 1.4 ГГц наблюдения массовые. На низких частотах интерферометрические наблюдения практически отсутствуют. Метод межпланетных мерцаний дает возможность поставить низкочастотную точку. Если наблюдается завал в спектре, то можно дать оценку физических параметров.

Слайд 22. Есть ряд вопросов, касающихся физики ядра. Это вопрос о равномерном распределении энергии, о связи центральной машины с деталями в джете и пятнах, о связи между физическими условиями и размером источника и так далее.

Слайд 23. Для оценки физических параметров была использована методика, основанная в большей мере на формуле, которую в 1963 году получил Вячеслав Иванович Слыш. Он предлагал оценивать угловые размеры источников (тогда еще не было РСДБ наблюдений), исходя из предполагаемого магнитного поля. Статья была опубликована в Nature. Выяснилось, что источники с завалами спектра – очень маленькие. Затем Маршер в 1983 и 1986 годах и Артюх в 1987 году предположили, что можно оценить не только магнитное поле (из "перевернутой" формулы Слыша), если мы знаем угловой размер источника. Маршер и Артюх предложили использовать получаемую оценку магнитного поля (полученную для области, где есть завал спектра) для области прозрачности спектра, где есть произведение магнитного поля с величиной, которая связана с концентрацией

релятивистских электронов. Если модель однородного синхротронного источника работает, то мы можем оценить и концентрацию релятивистской плазмы. Сам Маршер не оценил ни одного источника. Вадим Сергеевич этой методикой активно занимался, но большую часть всех оценок сделал я.

Слайд 24. Каким образом происходит работа по оценке физических параметров? Во-первых, необходимо собрать литературные данные. Это от 30 до (рекорд) 2300 ссылок на один из источников (по-моему – это был Лебедь А). Примерно 10% ссылок оказываются нужными, просматриваются очень внимательно, и из них извлекается нужная информация. Это - угловые размеры деталей, из которых состоит источник, и частоты, на которых они наблюдались. Смотрится плотность потока для каждой детали, и строится спектр. Смотрится переменность. В том случае, если она есть в компактных деталях, то мы можем использовать только одновременные или квазисовременные наблюдения. Они достаточно редкие. Если есть сверхсветовые разлеты, то стоит вопрос о доплеровском уярчении, за которое нужно делать поправку. Если мы можем доказать, что в источнике есть какая-то деталь, которая дает большую часть плотности потока, то мы можем использовать эту информацию для привязки к наблюдениям методом межпланетных мерцаний.

Слайд 25. На практике мы строим таблички примерно такого вида. Частоты наблюдений, что наблюдалось, какие годы наблюдений и ссылки на наблюдения. И вот так примерно для 150 источников.

Слайд 26. Вот так выглядит спектр. Что мы видим на этом спектре? Есть не закрашенные (плотность потока компактной компоненты) и закрашенные треугольники (интегральная плотность потока). Из этого спектра очевидно следует (с учетом нашей точки), что протяженной компоненты не существует до самых низких частот. Источник абсолютно компактный. Если это так, то можно точку (рядом с вершиной) брать, считая, что это - плотность компактной компоненты, и проводить все оценки.

Слайд 27. Что было получено с использованием этой методики? Равнораспределения энергий нет у подавляющей части исследованных компактных деталей. Магнитное поле в квазарах меньше, чем в радиогалактиках. Энергия магнитного поля в радиогалактиках обычно больше, чем энергия релятивистских частиц. У квазаров соотношение энергий различное. При расширении компактных деталей магнитное поле уменьшается. Величина магнитного поля растет к центральной машине (черной дыре) по дипольному закону. Все эти результаты довольно очевидны - в том плане, что они не вызывают каких-либо противоречий.

Слайд 28. После этого мне пришла мысль в голову. Что если взять энергии, которые мы оцениваем, и представить их в такой форме. Не окажется ли, что разные выборки источников ложатся на рисунок в разные места? Не окажется ли у нас что-то вроде диаграммы Гершпрунга-Рессела, которая позволяет, отнаблюдав звезду, поместить на диаграмму и указать ее основные свойства? Я ожидал, что выборки источников будут ложиться вдоль этой линии. У квазаров энергия большая, у радиогалактик поменьше, у сейфертов еще меньше. Быть может с небольшими отклонениями от линии.

Слайд 29. Что оказалось на практике? Это - источники, у которых доминирует излучение из ядерной области.

Слайд 30. Это - источники с пиком спектра на гигагерцах.

Слайд 31. Это - компактные источники с крутыми спектрами. Получившаяся зависимость противоречит здравому смыслу.

Слайд 32. Если модель правильная, то оценки правильные. Если модель неправильная, то нужно показать, в каком месте у модели есть ошибка. В формуле для оценки магнитного поля есть две величины, которые сильно влияют на оценки. Это угловой размер компоненты в четвертой степени и частота в пятой степени. Малейшие ошибки при определении этих величин вызывают большие ошибки в определении магнитного поля. Как я показывал на слайде 23, у нас есть связанный параметр (магнитное поле и концентрация релятивистской плазмы). Любая ошибка в магнитном поле тут же переходит в ошибку по релятивистской плазме. Увеличили в 10 раз поле, значит уменьшили в 10 раз концентрацию частиц. Был проведен анализ возможных погрешностей. Погрешности в угловых размерах, тепловое поглощение (а не синхротронное), неправильно определенное доплеровское уярчение (оно просто неизвестно у многих источников) и другие. Все параметры, входящие в формулу, не могут объяснить таких больших разбросов (по энергиям - 20 порядков).

Слайд 33. Таким образом, мы брали разные выборки. Размеры компонент меняются от 0.1 мсек до 500 мсек. Частота максимума спектра – от 43 ГГц до 100 МГц. Поток в максимуме спектра – от сотни мЯн до десятков Ян. Но зависимость (приведенная на слайдах 29, 30, 31) остается одной и той же.

Слайд 34. Основной вывод, что работоспособность модели на основе однородного синхротронного источника ограничена. Более жестко я писать не решился, потому что, вообще говоря, формула для оценки магнитного поля общепринята.

Ю.А. КОВАЛЕВ (реплика). Три десятка лет назад это уже было известно!

СОИСКАТЕЛЬ (продолжает). И включена в справочники.

Слайд 35. На основе наблюдений компактных источников родилась и идея, как можно оценить красное смещение для определенной выборки источников, если известны некоторые параметры.

Слайд 36. Эта картинка из интернета (каталог DRAGNs). Типичная радиогалактика FR II. Смысл идеи таков. Энергия внутри радиооблака определяется ядром. Фактически - темпом аккреции. Энергия снаружи – это межгалактический газ, и его плотность зависит от красного смещения. Мы видим четкую форму объекта, и если есть равновесие между энергиями, то мы можем оценить красное смещение без наблюдений каких-либо спектральных линий.

Слайд 37. Здесь выписана энергия для гидростатического приближения внутри облака и вне облака (тепловые электроны). На тот момент, когда я писал статью, а на самом деле - и на настоящий момент, наблюдений, позволяющих проверить метод, нет. Я ожидал наблюдений LOFAR, но их пока нет. Привожу табличку, в которой показано, что нужно от LOFARa, чтобы проверить метод. Результат вынесен на защиту.

Слайд 38. Последняя глава по исследованию гало источников. Она очень короткая. Были выбраны выборки. Я привожу результаты лишь по одной из них, по которой подобная работа ранее не проводилась.

Слайд 39. Это – компактные симметричные объекты. На картинке пример интегрального спектра. Наша точка показывает плотность потока компактной компоненты. На этом

примере источника хорошо видно, что есть гало, и вклад его существенный. Оказалось, что до 80% источников имеют гало (высокую вероятность нахождения гало). Данный результат вынесен на защиту.

Слайд 40. Апробация работы. 22 конференции, ежегодные сессии АКЦ ФИАН, семинары ПРАО АКЦ ФИАН и семинары АКЦ ФИАН.

Слайд 41. Публикации: 38 статей в рецензируемых журналах + 1 препринт.

Слайд 42. Личный вклад: 10 статей без соавторов. В результатах, выносимых на защиту, - вклад основной.

Слайд 43. На защиту выносятся результаты по исследованию космологической эволюции мерцающих источников, по исследованию свойств компактных источников, проверке работоспособности метода оценки физических параметров – на основе модели синхротронного источника и по способу оценки расстояний до внегалактических радиоисточников.

Слайд 44. Спасибо за внимание.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ. Какие будут вопросы?

ВОПРОСЫ ПОСЛЕ ДОКЛАДА

Б.В.КОМБЕРГ: У меня замечание. Когда вы говорили о формуле Слыша. Вообще говоря, эта формула выведена в докторской диссертации сотрудника НИРФИ Володи Разина. Формула выведена для случая сферической симметрии.

Ю.А.Ковалев: Борис, она для случая цилиндрической симметрии.

Б.В.Комберг: У него был кубик в основании. Вопрос. Когда вы говорите о квазарах с крутыми радиосpekтрами... Мы привыкли, что у джета спектр крутой, а у ядра более пологий.

СОИСКАТЕЛЬ: Других наблюдений (с высоким угловым разрешением) не проводилось, есть только наша точка. Типичные угловые размеры, которые мы наблюдаем, – это 0.1 угл.секунды и больше. Таким образом внутрь этой 0.1 угл.сек входит как ядро, так и джет. Вероятнее всего, мы наблюдаем пятна в джетах или джеты, потому что в РСДБ-ядрах на наших частотах, скорее всего, наблюдается завал в спектре. Это нужно проверять отдельно. В работе говорится лишь о том, что спектр компактной компоненты – крутой.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Был и вопрос, и замечание. Все как-то смешалось. Давайте вопросы сначала... Есть вопросы?

В.М.МАЛОФЕЕВ: Во время доклада по первой главе было сказано, что для 300 с лишним компактных источников измерялся поток методом мерцаний, и были сделаны каталоги. В автореферате речь идет о 700 с лишним источниках. Так сколько всего источников и где эти каталоги опубликованы? В разных работах или есть один опубликованный каталог?

СОИСКАТЕЛЬ: В отдельных работах. Целиком собрано только в диссертации. В Astrophysical Data System они есть в виде отдельных таблиц. И, наконец, почему 700, а не 300. Дело в том, что вторая глава – это наблюдения отдельных выборок, а третья глава – это космология. Вместе 700 источников.

Ю.Ю.КОВАЛЕВ: У меня несколько вопросов. Главным образом, - уточняющих. Вы старались коротко рассказать, поэтому уточнения будут полезными. Первый вопрос по первой и второй главе, по результату зависимости $\text{Log}N/\text{Log}S$. Для получения несдвинутых результатов важна такая характеристика как полнота. Не могли бы вы прокомментировать?

СОИСКАТЕЛЬ: В методике рассматривался вопрос по полноте наблюдений, в том числе космологических наблюдений. В докладе этот вопрос не рассматривался. В диссертации показано, что полнота в обзоре, – это функция, которая зависит от плотности потока (от отношения сигнал-шум, который мы принимаем). Если говорить о нашем обзоре, то полнота на уровне, когда несколько источников ложных или пропущенных, у нас составляет 0.35 Ян, хотя самые слабые наблюдаемые источники у нас - 0.15 Ян. На уровне 0.15 Ян у нас полнота 0.5, поэтому эту точку мы из анализа выбрасывали. Если говорить о полноте 7С обзора, то та полнота, на которую они претендуют, – (0.1-0.15) Ян. Выше, чем у нас. Отбрасывая самую низкую точку, мы анализ проводили по оставшимся.

Ю.Ю.КОВАЛЕВ: И каков ваш уровень полноты на уровне 0.35 Ян?

СОИСКАТЕЛЬ: 100 процентов, естественно. Потеря нескольких точек из 350.

Ю.Ю.КОВАЛЕВ: Спасибо. Во время доклада вы не упоминали статистические тесты, использованные для проверки тех или иных результатов, о которых рассказывалось. Например, зависимость компактности объектов от плотности потоков. Сам результат - ожидаемый, он получен и многими другими авторами. Какова значимость полученного результата?

СОИСКАТЕЛЬ: Говорю по памяти. По-моему, я использовал тест Колмогорова-Смирнова. 5% на то, что гипотеза неправильная и 95% процентов за то, что она правильная.

Ю.Ю.КОВАЛЕВ: Следующий вопрос я сформулирую так, чтобы Председатель не сказал, что это замечание. По результату номер 5, выносимому на защиту. Вы говорили о новом методе определения расстояний для оценки красного смещения. Мне кажется, что, говоря о результате, можно было бы использовать слово «показано» только после проверки метода. Вы же, скорее, **предлагаете** метод. Теперь вопрос. Согласны ли вы с этим мнением?

СОИСКАТЕЛЬ: С Вашим мнением согласны еще три рецензента из четырех.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Иными словами, результат, вынесенный на защиту со словом «показано», на самом деле не показан?

Л.И.МАТВЕЕНКО: То есть правильно будет – «предложен метод»?

СОИКАТЕЛЬ: Я ничего не говорил о том, что получен результат. Да, метод предложен.

Ю.Ю.КОВАЛЕВ: То есть метод обоснован, но не показан. Спасибо, ответ получен. И последний вопрос. В последней главе вы говорите о гало. Что вы понимаете под гало в том определении, которое обсуждаете в последней главе? Мне кажется, что это может быть нечто другое, чем то, что мы обычно понимаем.

СОИСКАТЕЛЬ: Методом мерцаний мы получаем плотность потока компактной компоненты. Эта компактная компонента имеет угловой размер меньше 1 угл.секунды, типично 0.1-0.2 угл.секунды (из практики). Следовательно, гало – это все, что не мерцает,

все, что больше 1 угл.секунды. Обычно в источниках выделяется центральная область, которая дает основное излучение, и некая протяженная область. Мы ее так определили.

Ю.Ю.КОВАЛЕВ: Это могут быть килопарсековые струи?

СОИСКАТЕЛЬ: Да.

В.Н.ЛУКАШ: Меня интересуют максимальные и минимальные значения магнитных полей.

СОИСКАТЕЛЬ: Те оценки, что есть в литературе, обычно указывают на $(10^{-2} - 10^{-4})$ Гс. Если говорить о наших наблюдениях, то у нас получилось от 10^{-7} до 10^4 Гс.

ВОПРОС ИЗ ЗАЛА: К каким источникам это относится?

СОИСКАТЕЛЬ: Предполагая этот вопрос, я подготовил один слайд. Демонстрируется Слайд 45. Как вы помните, у нас связаны энергии магнитного поля и релятивистских частиц. На картинке представлено их произведение от расстояния от ядра компактной компоненты.

ВОПРОС ИЗ ЗАЛА: В каких единицах?

СОИСКАТЕЛЬ: В максимуме это означает поля порядка 10^{-1} Гаус. Расстояние от ядра в парсеках. Минимальные поля примерно 10^{-4} Гс. Внизу зависимости – для компактных источников с крутыми спектрами, в средней части – для «core-dominated» источников. Вверху - очень небольшая выборка источников.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Еще какие вопросы?

Л.И.МАТВЕЕНКО: Все-таки, что вы называете гало?

СОИСКАТЕЛЬ: Гало – это наблюдаемая нами энергия, которая не связана с компактной компонентой на нашей частоте наблюдений.

Л.И.МАТВЕЕНКО: Это «радиоуши»?

СОИСКАТЕЛЬ: Гало – это немерцающая часть. Мы не знаем, что это такое.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Ваши оценки физических параметров относятся к гало или ядру?

СОИСКАТЕЛЬ: По большей части наши наблюдения при оценках вообще не использовались. Они давали гарантию, что завал в спектре точно есть. Наблюдения связаны с РСДБ. Компактные детали – это либо ядро, либо пятна в джетах. Были еще наблюдения с анализом мерцаний на межзвездной плазме. Работ в диссертации – 38, и все рассказать не было возможности. Поэтому говорилось лишь о том, что вынесено на защиту. Результат по Слайду 45 на защиту не выносился.

Б.В.КОМБЕРГ: У меня по первому пункту, вынесенному на защиту, вопрос. Космологическая эволюция квазаров отличается от космологической эволюции радиогалактик. Квазары и радиогалактики – это объекты, которые эволюционируют друг в друга со временем?

СОИСКАТЕЛЬ: Не могу этого сказать. Я знаю, что оптические отождествления, которые проводились по 7С обзору, говорят, что большая часть наблюдаемых объектов – это радиогалактики. Подавляющая часть мерцающих источников – это квазары. Но как они между собой связаны?

Б.В.КОМБЕРГ: В чем отличие? Как определяете, что такое квазар?

СОИСКАТЕЛЬ: По оптическому отождествлению. Если наблюдатели определили объект как квазар, я пишу «квазар».

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Еще вопросы?

Ю.А.КОВАЛЕВ: У меня вопросов много, постараюсь их минимизировать.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Задавайте по одному.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Да, конечно. Вопрос первый. Вы показывали слайд с формулой Слыша, со ссылками на эту формулу из 3 публикаций : из публикации В.И.Слыша, из публикации А.Маршера и из публикации В.С.Артюха. Напоминаю, что ссылка на Слыша стоит по его публикации 1963 года. На Артюха указана публикация 1988 года. Что нового в этой формуле получили Артюх в 1988 году и Маршер в 1987 году? Что они сделали в той же самой формуле?

СОИСКАТЕЛЬ: (Выводится на экран Слайд 25). Они предложили оценивать...

Ю.А.КОВАЛЕВ: В этой формуле что они нового сделали?

СОИСКАТЕЛЬ: В этой формуле - ничего!

Ю.А.КОВАЛЕВ: И вы считаете корректным, указывая эту формулу, ссылаться на них, а не на одного Слыша?

И.Д.НОВИКОВ: И хорошо делают, когда ссылаются. Исторически правильно.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Нет, я считаю, что правильно ссылаться только на первого – на одного Слыша, и не ссылаться на Артюха и Маршера. Ладно, я перехожу ко второму вопросу.

СОИСКАТЕЛЬ: Если есть вопрос, я хотел бы ответить. (Показывая указкой на Слайде 25). Часть, которая Слыша, - внизу слайда, а часть, которую получили Маршер и Артюх, - в средней части слайда.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Простите – это известная формула для синхротронного излучения. При чем здесь Артюх и Маршер?

СОИСКАТЕЛЬ: Они предложили использовать эту формулу для исследований физических условий в компактных радиоисточниках.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Сережа, у нас в этом зале сейчас два преподавателя высшей школы, как минимум. Студентов этому они уже лет 25 как учат, а Вы ссылаетесь на Артюха как на автора формулы. Вопрос второй. Один из главных выводов, на который Вы потратили сейчас время, заключается в том, что модель однородного синхротронного источника оказалась не работающей. Но этот вывод давно был уже аспирантам очевидным. В чем новизна, которую вы получили?

СОИСКАТЕЛЬ: Новизна в том, что этот «очевидный» результат не был пока никем опубликован. Никем... Если это очевидно аспирантам, то я хотел бы видеть работу, в которой это было показано не на уровне слов, а на уровне формул.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Хорошо, следующий вопрос. На основе какой формулы вы получили эту зависимость (указывает на правую часть Слайда 25)? Я думаю, что коэффициент

синхротронного излучения вы поделили на коэффициент синхротронной реабсорбции, и отсюда получили эту формулу. Правильно?

СОИСКАТЕЛЬ: Я не получал этой формулы.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Вы оценивали физические параметры. Как из этой формулы Вы получили equipartition (равнораспределение плотностей энергии магнитного поля и кинетической энергии частиц)? Она не получается без предположения об этом равнораспределении. Вы согласны с тем, что параметры, о которых Вы говорите, были получены в предположении об equipartition? Иначе, по-другому, Вы эту формулу использовать не можете. Вы согласны: «ДА» или «НЕТ»?

СОИСКАТЕЛЬ: Не согласен. Дело в том, что в методике, предлагаемой Артюхом, не предполагается существования equipartition. Что получилось, то получилось, и я считал по модели...

Ю.А.КОВАЛЕВ : Этого не может быть. Тогда следующий вопрос. В течение последних лет против вас, т.е. не против Вас лично, а против утверждений Ваших соавторов (по оценкам магнитного поля), высказывались сильные замечания о том, что значения физических параметров, которые они получают, - не надежные, не достоверные. Вы же здесь много времени на этот вопрос потратили, а публикации общие. Вы считаете, что эти замечания были не правильными? Вы с ними не согласны? Или по каким-то другим причинам говорите в диссертации о тех же результатах по физическим параметрам?

СОИСКАТЕЛЬ: Я этот вопрос опустил в докладе за недостатком времени. Методика развита дальше. Сейчас Вадим Сергеевич и Паша Черников продолжили методику, предполагая неоднородное распределение магнитного поля. Используя вторую модель, в этих работах я уже участвовал, были оценены физические параметры в горячих пятнах радиогалактики Лебедь А. Были найдены чужие работы, в которых, основываясь на гидродинамике, авторы оценивали те же самые физические параметры, в этих же самых пятнах. Точность совпадения оценок в этих двух моделях оказалась порядка 30%, т.е. получено очень высокое совпадение.

Л.И.МАТВЕЕНКО: В каком смысле в этих же самых пятнах?

СОИСКАТЕЛЬ: В Лебеде А пятна достаточно большие, они локализованы. И та работа, которая западная, в ней есть названия этих пятен: А,В,С,Д. Мы с Вадимом Сергеевичем и Пашей Черниковым исследовали эти же самые пятна, но другим методом. Оказалось, что оценки (физических параметров) совпадают. Следовательно, модель с неоднородным распределением поля лучше работает, чем однородная. Вопрос в том, есть ли связь между теми оценками, которые дает неоднородная и однородная модель?

Ю.А.КОВАЛЕВ: И каков ответ?

СОИСКАТЕЛЬ: Если верить теории (я в этой работе не участвовал), то средние поля совпадают.

Ю.Ю.КОВАЛЕВ: Секундочку, что такое средние поля?

СОИСКАТЕЛЬ: Дело в том, что в неоднородной модели поле распределено неоднородно. Оно больше к центру источника и падает к краям. Если нам известен размер источника, и мы можем интегрировать все поле по объему, то получается некоторое среднее поле. Вот

это среднее поле совпадает с полем, полученным из оценки однородного синхротронного источника.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: У вас еще вопрос?

Ю.Ю.КОВАЛЕВ: Да. У меня вопрос по этому пункту. Вы до этого рассказывали, что Ваш вывод после большого анализа данных, в рамках модели однородного синхротронного источника, был такой, что эта модель не работает. А сейчас вы говорите, что средние поля, которые вы получаете в модели однородного синхротронного источника и в модели неоднородной, совпадают. Можно ли из этого сделать вывод, что модель неоднородного источника тоже не работает?

СОИСКАТЕЛЬ: Нет, такого вывода делать нельзя. По последней картинке (Слайд 45) следует, что произведение энергий является константой. Там и получаются эти средние поля, о которых мы говорим.

Ю.А.КОВАЛЕВ: И равенство плотностей энергии магнитного поля и частиц тоже?

СОИСКАТЕЛЬ: Насчет этого не могу сказать, получается оно там или не получается. Но зависимость произведения этих двух энергий четко видна. В диссертации эти результаты вообще не использовались. Статью по этому поводу я еще не писал. Что будут вопросы по этому поводу, я чувствовал, и поэтому эту картинку включил (в доклад). Я не претендую на результат: «Работает модель» или «Не работает». Я написал «Ограничена» и в автореферате тоже. Как мне кажется, что она «ограничена», я показал.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Тогда такой вопрос. Если модель не работает, считаете ли Вы возможным сказать, что это «трудности»?

СОИСКАТЕЛЬ: Я не могу утверждать, что модель не работает. Если у нас однородный синхротронный источник, то она работает.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Понятно. На эту тему я скажу во время общей дискуссии. Модель не работает. И мы на эту тему в Пушкино спорили с вашим соавтором два раза в течение предыдущего года (в дискуссии по докладу на ежегодной научной сессии АКЦ ФИАН в феврале и в общей дискуссии на общероссийской конференции по внегалактической астрономии в апреле 2014 года).

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Еще вопросы? Нет больше? Спасибо. Нужно огласить заключение и отзывы.

СЕКРЕТАРЬ: Пока иду, хочу поблагодарить всех членов диссертационного совета за то, что защита сегодня состоялась. В понедельник я многим написал, что мы никогда не были так близки к переносу защиты, как в этот раз. Я знаю, что некоторые, чтобы прийти сегодня, многим пожертвовали. Люди отказывались от поездок, приходили после травм. Поэтому благодаря им и всем другим мы и смогли сейчас собраться.

ОТЗЫВЫ

СЕКРЕТАРЬ: Зачитывает Заключение организации, где выполнялась работа (ФИАН), и Отзыв ведущей организации (Заключение и Отзыв прилагаются). Другие отзывы на автореферат или диссертацию не поступили.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Сергей Анатольевич, будете отвечать на каждый отзыв?

СОИСКАТЕЛЬ: Нет, в отзывах многие замечания пересекаются. Лучше отвечать на все отзывы сразу.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: тогда приступаем к отзывам официальных оппонентов. Сильченко Ольга Касьяновна, пожалуйста.

О.К.СИЛЬЧЕНКО (официальный оппонент): Выступает (отзыв прилагается).

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо. Юрий Андреевич, вы будете читать следующий отзыв?

СЕКРЕТАРЬ: Да, второй оппонент по уважительной причине отсутствует. Зачитывается отзыв официального оппонента Мингалиева Марата Габдулловича. Отзыв прилагается.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Третий оппонент, пожалуйста. Николай Александрович Дугин.

Н.А.ДУГИН (официальный оппонент): Выступает (отзыв прилагается).

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Сергей Анатольевич, теперь вам слово для ответа на все замечания.

ОТВЕТЫ НА ЗАМЕЧАНИЯ В ОТЗЫВАХ

СОИСКАТЕЛЬ: У всех оппонентов и ведущей организации ряд замечаний и вопросов был вызван опечатками в тексте диссертации, стилистическими ошибками, жаргонными терминами, замечаниями к оформлению, неочевидностью некоторых связей в тексте при переходе от одной мысли к другой. Часть этих замечаний объясняется тем, что при написании диссертации пришлось сократить примерно в два раза объем исходных статей, некоторые связки и переходы в тексте получились неудачными.

Согласен со всеми этими замечаниями и большое спасибо оппонентам и ведущей организации за внимательное чтение диссертации.

Ответ на Общее замечание практически от всех оппонентов и ведущей организации.

По способу оценки расстояний. Практического подтверждения работоспособности метода на настоящий момент времени нет, и я об этом написал. В тексте диссертации есть также и таблица, показывающая на каких частотах (LOFAR) и с каким угловым разрешением нужно наблюдать радиооблака далеких галактик для подтверждения или опровержения работоспособности метода. На данный момент таких наблюдений все еще нет. Тем не менее, замечание справедливо в том смысле, что можно было бы результат не выносить в раздел «Основных результатов, выносимых на защиту».

Ответ на замечания Дугина Николая Александровича.

Длительность ионосферных мерцаний на порядок больше, чем у межпланетных мерцаний, поэтому разностный фильтр будет их подавлять. На стр. 22 диссертации отмечено, что оптимальный шаг разностного фильтра - от (1.5-2.5) с. На практике было выбрано 2.5 с.

На замечание, что вместо словесного описания лучше приводить рисунки объектов, хочу заметить, что наши рисунки ничего не говорят о внешнем виде компактного источника, т.к. диаграмма направленности БСА - $0.5^{\circ} \times 1^{\circ}$, а чужие рисунки можно приводить лишь с разрешения авторов.

Ответ на замечания Мингалиева Марата Габдулловича.

О наблюдениях компактных источников на частоте выше 1 ГГц по переменности объектов. Результаты Горшкова Александра Георгиевича, Ковалева Юрия Андреевича, Мингалиева Марата Габдулловича, финских коллег под руководством Эско Валтаоя, супругов Аллеров и работы других авторов, я, конечно, знаю, и на многие работы по исследованиям переменности источников в диссертации ссылаюсь. Фраза в параграфе «Введение» диссертации неудачная.

О гипотезе, что GPS и CSO источники имеют рекуррентную природу. Как и указывает оппонент, вывод о рекуррентной природе сделан в диссертации в «предположительном виде». Гипотеза представляется наиболее вероятной на просмотренных выборках.

Ответ на замечания Сильченко Ольги Касьяновны.

Обзор Readhead&Hewish и обзор Purvis et. al сделаны на одной частоте на одной антенне и в основе лежит одна и та же выборка источников, а именно - 4C каталог источников. Классические обзоры – это «слепой» поиск источников и поэтому, в каком-то смысле, кембриджские обзоры нельзя назвать самостоятельными. Общее количество источников, найденных в обзорах, также примерно одинаковое: 1500 в первом обзоре и 1800 в другом. Я не вижу принципиальной разницы в обзорах и поэтому выделил первый из них по году публикации. В нашем обзоре по площадкам 7C обзора при формальной чувствительности лишь в 1.5 раза более высокой, чем в обзоре Purvis et al., наблюдается в 10 раз больше мерцающих источников. Так что полнота кембриджских обзоров ограничена полнотой 4C обзора (примерно 2 Ян), при формальной чувствительности 0.3 Ян.

По работе Рут Дэйли 1994 года. К сожалению, при обзоре литературы данная работа ускользнула от внимания. Это великолепная работа и предлагаемый мною метод мог бы быть существенно улучшен с использованием результатов, полученных Дэйли. Спасибо Ольге Касьяновне за замечание. В то же время хочу заметить, что стандартную линейку для радиоисточников методом, сходным с предлагаемым Рут Дэйли образом, вводил еще в 1986 году Борис Валентинович Комберг, на которого я и ссылаюсь в диссертации.

По кривой подсчета: да, рис.3.7 получен по всему обзору. В тексте получился неудачный переход при сокращении исходных статей, лежащих в основе диссертации.

Насчет акцентов при анализе соотношения между энергией магнитного поля и релятивистских частиц. Если модель, предложенная В.С.Артюхом, соответствует реальным источникам, то использование формулы оценки напряженности магнитного поля правомерно. Есть сотни работ, где оценивается напряженность магнитного поля по формуле, полученной из формулы Слыша. Более того, эта формула вошла в астрофизические справочники. Например, двухтомный справочник Лэнга. Из этой же зависимости, на мой взгляд, следует, что формула оценки напряженности магнитного поля неприменима к реальным источникам. Именно поэтому я и занимался анализом полученной зависимости.

Ответ на замечания Ведущей организации.

«О белых пятнах» в теории активных ядер галактик. Главные результаты вынесены на защиту. Ряд результатов, там, где я не могу претендовать на основной вклад, вынесены в заключения к главам диссертации. На мой взгляд, насколько удалось «закрасить» пятна, должны судить коллеги, работающие в этой области.

Еще раз большое спасибо оппонентам и ведущей организации.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо. Вопросы к соискателю?

Ю.А.КОВАЛЕВ: Вопрос к ответу диссертанта на замечания в отзывах. Сережа, Вы сказали, что использовали формулу, полученную в модели В.С.Артюхом. Вы ее использовали для какой цели? Для получения физических параметров источника, магнитного поля, в частности, и оттуда получали плотность энергии магнитного поля и равенство ее с плотностью энергии частиц (т.е. «equipartition» - равномерное распределение плотностей энергии)? Я правильно понял логику?

СОИСКАТЕЛЬ: Да.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Все, спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо. Теперь открывается общая дискуссия. В ней могут принять участие все. Борис Валентинович, пожалуйста.

ОБЩАЯ ДИСКУССИЯ

Б.В.КОМБЕРГ: Не будем делить пока – квазар или не квазар. Есть активное ядро в радиогалактике – это эллиптическая галактика. Квазар – это тоже эллиптическая галактика. Предположим, что активность ядра - мало живущая, а другие компоненты долго живут. Тогда вся разница в эволюции естественным образом возникает. Безотносительно к тому, как мы называем источник. У тебя такого понятия как время жизни радиоисточника нет. Если его ввести, то все становится на свои места, как мне кажется.

СОИСКАТЕЛЬ: Дело в том, что мы пользуемся тем, что написано в литературе. Если источник называется квазаром, я его называю квазаром. Называется радиогалактикой, и я его называю радиогалактикой. По реальным наблюдениям я не пытаюсь обобщить все это дело.

Б.В.КОМБЕРГ: Понятие «время жизни» существует в литературе и есть оценки на тему всяких синхротронных потерь и так далее.

СОИСКАТЕЛЬ: Я просто не занимался этой областью, соответственно не могу комментировать.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Кто еще хочет выступить.

Ю.Ю.КОВАЛЕВ: А можно вопрос, у нас же дискуссия. У меня вопрос по поводу «белых пятен» в одном из ваших ответов. Я обратил внимание на то, что в литературе в разделе «Список публикаций» есть работы, которые посвящены исключительно свойствам межзвездной среды. При этом сама тема диссертации и все, что Вы рассказывали, все результаты, вынесенные на защиту, касаются межпланетных мерцаний. Это исследования внегалактических объектов, и потом, на основе этого изучения, даны оценки физических условий и свойств источников. Не могли бы вы прокомментировать ту часть диссертации, которая не вошла в основные результаты, - по свойствам турбулентной межзвездной плазмы?

СОИСКАТЕЛЬ: Да, эти работы я не включал в доклад. С чем связаны эти работы? Там исследуются компоненты внегалактических радиоисточников по наблюдениям межзвездных мерцаний. Поэтому формально можно говорить о межзвездной плазме, а реально это исследования компактных радиоисточников. В работах даются оценки на

угловые размеры радиоисточников. В дальнейшем я эти оценки использовал для оценки физических условий.

Ю.Ю.КОВАЛЕВ: Это, в частности, касается работы по пульсарам?

СОИСКАТЕЛЬ: По пульсарам. Надо посмотреть, что за работа. У меня много работ по пульсарам. Я не помню, что включал в диссертацию. Многие работы сильно сокращены, от некоторых остался буквально абзац. Использовался кусок этой работы по среде. Колмогоровский или не Колмогоровский спектр среды и т.д..

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Еще вопросы? Или выступления?

Л.И.МАТВЕЕНКО: Выступление. Радиоастрономия начиналась с того, что были обнаружены мерцания радиоисточников. Это были среды на пути распространения радиоволн. В частности, ионосферные мерцания и показали, что есть дискретные радиоисточники. Отсюда пошло название «дискретные». В том числе - это работы Виталия Лазаревича Гинзбурга. Было показано, что такие среды, как межпланетная среда, также являются инструментом, который позволяет исследовать радиоисточники по их мерцаниям. Наконец, межзвездные среды дали верхнее разрешение 10^{-7} угл.секунды. Участником и создателем этого направления в Пушинской обсерватории был Виктор Витольдович Виткевич. Меня удивило, что Вы, как продолжатель третьего или даже четвертого поколения пушинских радиоастрономов, не упомянули его имени в автореферате (но, может быть, есть в диссертации) – ни одного слова не сказано. Успешно развивалось это направление В.И.Шишовым, который здесь присутствует, и мы можем только радоваться, что направление живет. Я считаю, что это определенный недостаток.

К сожалению, это относится, быть может, не только к вашей диссертации, к новому поколению. Мы забываем многие другие вещи. В частности, мы упоминаем черные дыры и так далее, и я хочу напомнить, что был такой Леня Озерной. И он впервые сказал, что должны быть сверхмассивные магнетары. Это - школа Виталия Лазаревича Гинзбурга. В 1969 году я впервые услышал доклад, что могут быть такие массивные тела, не помню автора доклада, который сказал, что это «черные дыры», из которых ничего не выходит. Так как Вы занимаетесь квазарами, было бы неплохо упомянуть. Не будем делить (я от себя добавляю) на квазары, блазары и так далее. Есть ядра галактик, в которых протекают какие-то активные процессы. Стоило бы здесь вспомнить и Леню Озерного. Далее, если вспомнить компактные источники и не компактные источники. Инструментов, типа сверхдальних интерферометров, тогда еще не было. Школа Виталия Лазаревича Гинзбурга.. Исторически так было.

Был у него аспирант Разин, который вывел соотношения, где показал, что должна быть реабсорбция. Он глубоко изучал вопросы синхротронного излучения: и механизмы, и как параметры зависят друг от друга. И эта формула была практически несколько «перевернута»: было показано, как зависит размер от всех остальных параметров. Честь и хвала В.И.Слышу, который опубликовал эту работу в Nature. Здесь у Вас ничего нового, там коэффициенты могут различаться – это зависит от размерности, которая была принята в формуле. Но зависимость от размеров, от частоты и так далее – это все у него было получено. Я все высказал. Нужно же как-то более уважительно отнестись. Мне кажется, что определенный недостаток есть у вас. Вы часто упоминаете и вынесли на защиту, что получены сводные каталоги 700 источников. Я хочу напомнить о первом каталоге радиоисточников. Он был получен Мартином Райлом. Это был 3С каталог. 4С каталог

дополнял 3С каталог. Понимаете, 700 источников, когда сейчас есть каталоги на десятки тысяч источников.

И последнее, что я хочу заметить, Вы взялись за очень тяжелую задачу, а именно: сравнить данные на метровых волнах и данные на миллиметровых длинах волн. Это совершенно разные объекты. Разные части одного и того же источника. Галактика велика. Если мы возьмем короткие миллиметровые и сантиметровые волны, то почему туда обращено особое внимание? Потому что эти области закрыты для нас областью НН. Межзвездной средой, которую также исследовал Разин. Он получил спектральный индекс отсечки, в том числе с учетом среды -- поглощающей излучение тепловой плазмы. И только на коротких волнах можно проникнуть в глубинные слои. Если будут упоминать черные дыры и тому подобное, то - это только модели, не более того. То, что видим, это лишь то, что видим сквозь эту тепловую плазму. Кстати, хочу напомнить, что тепловая плазма является ключевым моментом для исследования тех же квазаров. Именно красное смещение определяется по излучению именно этой плазмы. Мы забываем, что перекрыто все, что делается на этих волнах. Поэтому сравнивать результаты на коротких волнах с тем, что вы делаете на метровых волнах, – быть может, не совсем корректно.

С другой стороны, время жизни на коротких волнах мы видим по вспышкам. Это могут быть месяцы, недели. Излучение на метровых волнах существенно больше на временных масштабах. Уже хотя бы в этом плане мы видим разные области. Гало может появляться как некая область, окружающая компактные ядрышки. Вы сделали большую работу, важную работу, нужную. На будущее я хотел бы обратить ваше внимание на такие тонкости. То, что сверхдальняя интерферометрия открыла в объектах (на коротких волнах), на метровых волнах там быть не может. Потому что среда рассеивает. Что значит «рассеивает»? Это значит, что источник становится больших размеров, этим опять Виктор Витольдович занимался. Как в зависимости от среды межпланетной, межзвездной меняется положение источника. Но хочу сказать, что оптики преодолели эту проблему. Перешли на специальный метод обработки, который позволяет организовать разрешение до десятков микросекунд дуги. Если вы так увлечены метровыми волнами, то примените к интерферометрическим наблюдениям этот метод, и вы получите (хоть я и не гарантирую) высокое разрешение. Но в целом, я считаю, сделана большая работа.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо. Кто еще хочет выступить. Пожалуйста.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Я Сережу знаю сто лет. Наверное, когда он студентом приехал на РАТАН-600 и присутствующий здесь Миша Ларионов, тогда зав.лабораторией «РАТАН-600» ГАИШ МГУ, попросил меня взять его на Облучатель 1 и показать, как проводятся там наблюдения. Он мне уже тогда понравился, нравится и до сих пор. К сожалению, не могу то же самое сказать о его диссертации. Чтобы не держать присутствующих в напряжении, сразу скажу, что считаю его диссертацию «докторабельной». Но при одном условии: если мы будем считать, что два пункта, вынесенные им на защиту, - об одном уже говорилось, - защитить не удалось. Я сейчас говорю о четвертом пункте. И объясню почему. В нем речь идет об оценках значений физических параметров.

Впервые на нашем диссертационном совете с этим вопросом мы столкнулись лет 7-8 назад, когда защищалась кандидатская диссертация, которая называлась примерно так: «Определение физических параметров внегалактических объектов». Главная проблема, которая в ней была, - следующая. Пусть у вас есть данные наблюдений и через них проведена теоретическая кривая. После этого тот диссертант вместе с соавторами (а один

из них - диссертант, который защищается сегодня, если я не ошибаюсь), заключает, что модель согласуется с наблюдениями. И по результатам успешного сравнения с наблюдениями получил из этой модели физические параметры. На мой вопрос, сколько свободных параметров модели «подгонялось», последовал ответ (предположим, пять – «с потолка» говорю, - точно не помню, но важно, что больше, чем измеренных точек). Сколько точек в измеренном спектре? – Три. Но тогда по критерию согласия χ -квадрат это не происходит (даже если этот критерий в работе не применяется; χ -квадрат – это суммарная ошибка согласования теоретического и экспериментального спектров). Главное, что в знаменателе известной формулы для χ -квадрат стоит разность $(n-m)$, где n – это количество точек (здесь - три), а m – количество подгоняемых модельных параметров (здесь – четыре или пять), т.е. значение χ -квадрата получается отрицательное, чего для величины в квадрате не может быть в принципе (при корректном сравнении теории с наблюдениями). Но в таком случае, простите, вы не имеете права использовать эту модель для получения физических параметров. Диссертант тогда защитился с небольшим запасом голосов (в 2-3 голоса, насколько помню).

Но я о другом. Авторы (и диссертант в тот раз, и соискатель сегодня) говорят, что получили такие-то значения физических параметров (магнитное поле и др.) . Слушающие коллеги верят на слово, «не влезая внутрь» их процедуры получения параметров, и - некорректные результаты разлетаются по миру. Теперь я хочу спросить у Сережи. По вашим словам вы (с соавторами) определяете и публикуете физические параметры, а другие - нет. Почему? Мой ответ: потому что они понимают, что сегодня нет возможности (модели) определить эти параметры надежно. Все другие специалисты давно на модели однородного синхротронного источника поставили крест (в применении к активным ядрам галактик). А Вы только сейчас говорите в своей диссертации, что пришли к аналогичному выводу.

Следующий вопрос. По второй модели, которая сильно пропагандируется В.С. Артюхом, вашим соавтором по этой модели. Это - модель регулярного магнитного поля (рисуеться на доске расходящийся пучок магнитных силовых линий) с давно (десятилетиями) обсуждаемой степенной зависимостью напряженности магнитного поля H от расстояния r как H пропорционально r в степени минус 1,2,3 или дробной. И (якобы) из этой модели следует, что наблюдаются как источники, у которых энергия магнитного поля много больше энергии частиц, так и другие -- в которых наблюдается примерно одинаковое отношение плотностей энергии - для магнитного поля и частиц (равнораспределение - «equipartition»). Это - нонсенс. Такого не может быть, так как при постановке задачи с регулярным магнитным полем уже предполагается (явно или не явно), что плотность энергии магнитного поля много больше кинетической энергии частиц. Подчеркну: это уже заложено в модели изначально. И если условие равнораспределения (“equipartition”) было авторами получено - значит модель не работает в данном случае. Тогда это означает, что как первая, так и вторая модель не работают. С их помощью нельзя получить физические параметры. Тем не менее, я считаю, что работа удовлетворяет требованиям к докторской диссертации, и именно потому, что эта часть (интерпретационная) фактически является посторонней в диссертации. Если ее исключить, то диссертация только выиграет. Потому что я знаю, что такое эксперимент. Экспериментальные результаты здесь - практически единственные наблюдения в этом диапазоне. Результаты большого количества наблюдений в метровом диапазоне длин волн – это научное достижение. Для докторской диссертации достаточно одного научного достижения. Второго достижения, в виде интерпретации, здесь нет и не нужно, а первое есть.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо. Кто еще хочет выступить?

В.М.МАЛОФЕЕВ: А можно к Юрию Андреевичу вопрос? Юра, а есть другие методы, которые определяют эти параметры? - Достоверно.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Нет. С моей точки зрения, - нет.

В.М.МАЛОФЕЕВ: Понимаешь, скажи тогда, почему эти статьи публикуются, проходят апробацию, есть рецензенты?

Ю.А.КОВАЛЕВ: Хороший вопрос.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Это не имеет отношения к диссертации.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Я отвечу, Валера. Я моделями занимаюсь всю жизнь. Много людей этим занимается? Раз-два и обчелся. Вот тебе и ответ.

В.М.МАЛОФЕЕВ: Ну, хорошо, у нас, предположим, мало, но за рубежом статьи принимают.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Я не видел ни одной работы, где массово определялись бы магнитные поля. Везде грубые оценки и на этом люди останавливаются.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Я прерву вашу дискуссию. Это не имеет отношения к защите диссертации и даже просто к теме, которую мы обсуждаем. Можно задать более серьезные вопросы. Почему делается то или иное? И зачем? Это не то, что мы обсуждаем сегодня. Поэтому извините, я вашу дискуссию прерву. Еще кто хочет выступить?

И.В.ЧАШЕЙ (доктор физ.-мат.наук, ПРАО АКЦ ФИАН): А можно два слова сказать? По поводу дискуссии.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Давайте...

И.В.ЧАШЕЙ: Та картинка, которая приведена диссертантом, когда зависимость магнитного поля от концентрации идет перпендикулярно зависимости для equipartition, как раз сводит к нулю эту дискуссию. Фактически она говорит о том, что эта модель не работает.

Ю.А.КОВАЛЕВ: Она еще раньше не работала. Например, году в 2007-м была Всероссийская астрономическая конференция в Казани, где В.С.Артюх, соавтор диссертанта, делал доклад на тему о тех же физических параметрах, а ведущим заседание был Юрий Николаевич Гнедин, из ГАО РАН. Вы бы слышали, как жарко они спорили с В.С.Артюхом на ту же самую тему, которую мы сейчас обсуждаем.

Ю.Ю.КОВАЛЕВ: Мы сегодня обсуждаем диссертацию С.А.Тюльбашева. То, что я хотел сказать, частично перекликается с мыслью Юрия Андреевича. Та часть, которая была произнесена не очень громко. Понимая, что будет дискуссия, связанная с попыткой получить физические параметры, я посмотрел все основные выводы, выносимые на защиту и прикинул, что делать, если эта часть вызывает сомнения. Я никакой проблемы не вижу, потому что даже пункт 5, касающийся нового метода оценки расстояний, я бы оставил в основных выводах. Просто переформулировать его, убрав слово «показано» и заменить на слово «предложено». Предложен метод определения расстояний - это всегда замечательно. Большинство предлагаемых новых методов определения расстояний не работают, но это не означает, что не надо думать и не надо предлагать новые методы. Заменяв одно слово, мы можем спокойно поправить здесь соискателя в нашем понимании,

что здесь было реально сделано. Что касается пункта по определению физических параметров, понятно, откуда «растут ноги» у всех этих дискуссий. Естественно мы видим, что в не малом количестве спектров, которые мы измеряем, - либо интегральных, либо на РСДБ масштабах, действительно, спектры похожи на спектр однородного синхротронного источника. Похожи, но если проводить грамотный анализ, со статистической значимостью, то они отличаются от того, что предсказывает теория. Поэтому даже если исходить из метода, который мы называем формулой Слыша, он работает в очень ограниченном количестве случаев. Диссертант именно это и показал. Мне кажется, что это можно было показать намного проще и с меньшим количеством статей, но у нас ВАК требует большое количество статей, так что это замечательно.

Что касается другого подхода, с неоднородной моделью, то этот метод - в правильном направлении, но мы знаем, куда оно ведет. Оно ведет к тому, о чем говорил Юрий Андреевич: модели усложняются настолько, что количество параметров становится больше, чем количество измеряемых точек. На сегодняшний день – это несерьезно. Существуют более серьезные модели. 3-D магнитная гидродинамика, например. В диссертации речь об этом вообще не идет, но есть громадные группы в мире. У нас есть надежда, что в будущем мы где-то встретимся. Поэтому о тех результатах, которые были представлены в пункте 4, можно говорить, что при выполнении условий, при которых данная модель работает, получаются эти результаты. На самом деле выполняются условия или нет – это большой вопрос, и у многих из нас возникают сомнения. Также хотел прокомментировать большой разброс, фактически - перпендикуляр к ожидаемой линии... Я тоже работал в этом направлении, и соискатель недаром говорил, что, даже если модель работает, точность оценки параметров зависит от измеряемых величин в совершенно безумной степени. И поэтому действительно все это очень сложно. В заключение хочу сказать, что даже при всех этих сложностях, которые мы сегодня подробно и хорошо обсудили, у меня нет никаких сомнений (начнем хотя бы с громадного объема экспериментального материала и не малого количества интересных результатов, о которых было рассказано), что эта работа заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук, и я призываю членов диссертационного совета голосовать «за».

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо, кто еще хочет выступить? Александр Георгиевич.

А.Г. ДОРОШКЕВИЧ: Мне хочется поддержать предыдущее выступление. На мой взгляд, когда по трем точкам определяют 4 параметра – это имеет смысл. Это не является доказательством, но является иллюстрацией того, что такое возможно. Во-вторых, я как раз хочу поддержать включение новых методов, хотя они, возможно, не опробованы и не доказаны. Тем не менее без такого предложения мы никогда не будем иметь новых методов.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Спасибо, кто еще хочет сказать? Нет желающих. Я хочу присоединиться ко всем выступавшим, считавшим, что эта диссертация заслуживает докторской степени и призываю всех голосовать за это. Общая дискуссия закрывается. Заключительное слово представляется диссертанту.

СОИСКАТЕЛЬ: Дискуссия очень содержательная. Есть над чем подумать, уже безотносительно к самой диссертации. Хочу сказать большое спасибо всем выступавшим - за замечания, за внимание к работе. Есть еще много чего, что нужно делать по этой тематике. Спасибо.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Мы должны избрать счетную комиссию.

СЕКРЕТАРЬ: Предлагаю Ларионова, Шишова и Рудницкого. Хочу предложить и себя как четвертого члена комиссии - для упрощения реализации тонких требуемых формальностей при голосовании.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Голосуем за предложенный состав комиссии. (Состав комиссии утверждается. Объявляется перерыв для проведения тайного голосования)

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ (после перерыва). Слово – председателю счетной комиссии.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СЧЕТНОЙ КОМИССИИ: Зачитывает протокол счетной комиссии по вопросу о присуждении ученой степени доктора физико-математических наук Тюльбашеву Сергею Анатольевичу.

Результаты голосования:

Состав совета 21

Присутствовало 16

Роздано бюллетеней 16

Осталось не розданных бюллетеней 5

Оказалось в урне бюллетеней 16

За 15

Против 1

Недействительных бюллетеней нет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Мы должны утвердить результаты голосования. Кто за утверждение? Кто против? Воздержавшиеся? Нет. Протокол счетной комиссии утверждается единогласно. Поздравляем соискателя с присуждением ученой степени доктора физико-математических наук (аплодисменты). Теперь нам нужно принять Заключение диссертационного совета. Проект Заключения у членов совета имеется. У кого какие замечания? (Текст обсуждается и редактируется). Кто за то, чтобы принять отредактированный текст Заключения ? Кто против? Нет. Кто воздержался? Нет. Заключение принимается единогласно. Заседание объявляется закрытым.

Председатель диссертационного совета Д002.023.01

академик РАН

Н.С. Кардашев

Ученый секретарь диссертационного совета Д002.023.01

доктор физико-математических наук

Ю.А. Ковалев

/25 февраля 2015 г. /