

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

СТЕНОГРАММА
ЗАСЕДАНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 002.023.01

29 января 2015 года

*Защита диссертации
Ермаша Андрея Александровича
на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.03.02
(астрофизика и звездная астрономия)*

*“Сейфертовские галактики первого типа с узкими линиями —
активные ядра в спиральных галактиках с псевдобалджами”*

Присутствовали члены диссертационного совета:

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

Председательствующим на данном заседании является доктор физико-математических наук, академик РАН, руководитель АКЦ ФИАН, председатель диссертационного совета Н.С. Кардашев.

Секретарь заседания — ученый секретарь диссертационного совета д.ф.-м.н. Ю.А. Ковалев.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Согласно явочному листу на заседании присутствуют 15 из 21 членов списочного состава диссертационного совета. Кворум (14 человек) имеется. Разрешите наше заседание считать открытым. Тема сегодняшнего заседания – защита диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 (астрофизика и звездная астрономия). Диссертант – Ермаш Андрей Александрович. Научный руководитель – Комберг Борис Валентинович. Официальные оппоненты – Чернин Артур Давыдович и Верховданов Олег Васильевич. Ведущая организация – Санкт-Петербургский государственный университет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Юрий Андреевич, пожалуйста.

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

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Слово для доклада предоставляется соискателю.

СОИСКАТЕЛЬ: Выступает с докладом. Указанные ниже слайды 1-86 даны в “Приложении к стенограмме”: в виде распечатки и электронного файла на диске.

ДОКЛАД СОИСКАТЕЛЯ

слайд 1

Спасибо. Меня уже представили и тема диссертации зачитана. Это “Сейфертовские галактики первого типа с узкими линиями - активные ядра в спиральных галактиках с псевдобалджами”. На слайде указана специальность, научный руководитель - Комберг Борис Валентинович, Москва. Сначала мне нужно пройти по слайдам по введению диссертации, по необходимым формальным вещам, которые в ней присутствуют. Это, наверное, всё-таки не очень интересно, но это сделать нужно.

слайд 2

Актуальность темы диссертации. Narrow Line Seyfert 1 представляют собой особый подкласс галактик с активными ядрами, к которому в последние годы проявляется повышенный интерес, так как они, судя по всему, являются примером проявления секулярных процессов. Их изучение представляет собой значительный интерес и позволит уточнить современные представления об эволюции активных галактик.

слайд 3

Постановка задачи диссертационной работы (по пунктам, как в автореферате): Первой целью было поставлено составление обзора на интересующую нас тематику и сведение огромного количества опубликованной информации в непротиворечивую картину. Далее, до настоящего момента в литературе не было публикаций, посвящённых функции светимости Narrow Line

Seyfert, откуда проистекает задача её построения. Функция светимости является важным инструментом для изучения определённого класса объектов, и позволяет судить об эволюции рассматриваемой популяции. Третье. Вопросу о связи активности ядра с окружением родительской галактики посвящено множество работ, однако нет ясности касательно того, как феномен Narrow Line Seyfert связан с плотностью окружения. Откуда проистекает задача изучения связи пространственных концентраций Narrow Line Seyfert и Broad Line Seyfert а также их отношения с плотностью окружения. Хочу пояснить аббревиатуры. Narrow Line Seyfert это, собственно, сейфертовские галактики первого типа с узкими линиями. Broad Line Seyfert это сейфертовские галактики первого типа с широкими линиями. Далее по тексту диссертации я поясню более подробно, в чём различие, принципиальное. И четвёртое: существующая классификация активных ядер на AGN первого/второго типа на наш взгляд, недостаточна. Задачей являлось выделение ключевых критериев, позволяющих уточнить существующую классификацию и выделить новый тип активных ядер - AGN III, типичными представителями которого являются Narrow Line Сейферты.

слайд 4

Список глав - структура диссертации. Во введении даётся краткое описание диссертационной работы, актуальность темы, вводится цель диссертационной работы, описана научная новизна работы, результаты, выносимые на защиту, список конференций и семинаров. В первой главе дан подробный обзор литературы, посвящённой Narrow Line Seyfert, вторая глава целиком посвящена функции светимости, описано построение выборки, суть разработанных алгоритмов, получение результатов и так далее. Третья глава посвящена построению зависимости пространственной концентрации NLS и Broad Line Seyfert 1, а также их отношения от плотности вселенной на масштабах ячеек крупномасштабной структуры. В четвёртой главе вводится новый тип активных ядер - AGN III и даётся обоснование этого шага, а также показано, что Narrow Line Seyferты являются типичными представителями этого нового класса активных ядер. Пойдём по главам.

слайд 5

Глава 1 - обзор литературы по Narrow Line Seyfert. Поскольку обзор есть обзор, он очень большой, я постараюсь как-то вкратце его охарактеризовать, очень кратко, потому что, всё-таки, это не самое главное, что в диссертации есть.

слайд 6

Впервые термин “Сейфертовские галактики с узкими линиями”, по-английски это звучит как “Narrow Line Seyfert Galaxies” был введён в работе, которая в списке литературы под номером [3], это Osterbrock и Pogge 1985 года. Хотя после того, как я опубликовал обзор и сослался на эту работу, пришло

письмо от профессора Мартина Гаскелля, который утверждал, что термин он придумал годом раньше. Ну, в общем, суть не в этом, но главное то, что это было придумано примерно тогда, и в середине восьмидесятых годов этот термин стал устоявшимся.

слайд 7

Мой обзор был опубликован в 4-ом номере журнала “Астрофизика” 2013 год, а именно том 56, номер 4, страницы вот такие, 2013 год.

слайд 8

Теперь о свойствах. Определяющим спектральным свойством Narrow Line Seyfert, выделяющим их в особый класс объектов является: в оптике - сильные линии железа, слабая линия кислорода 5007 ангстрем, узкая разрешённая линия H beta меньше 2000 километров в секунду. Принимается 2000 как пороговое значение. В рентгеновском диапазоне это – крутые спектры и быстрая переменность в мягком рентгене. Родительские галактики у NLS принадлежат к более поздним типам, чем у Broad Line Seyferts, их средний Хаббловский тип составляет 3 и 1 соответственно. То есть это Sb, Sa. У Narrow Line Seyferts – выше доля баров, ядерных колец. Для Narrow Line Seyfert это, на самом деле, скорее всего, одно из самых важных отличий. Характерна так называемая “Grand design” морфология пылевых спиралей. “Grand design” можно перевести как “Крупномасштабная”, пылевые спирали называют “Grand design”, если их ядерных две, две ярковыраженных. А если это некая такая комковатая нерегулярная структура и множество мелких спиралей, то они называются флоккулентными, по-английски “floculent”. Морфология ядерных пылевых спиралей влияет на темп звездообразования. У родительских галактик NLS не наблюдаются классические балджи, а, как правило, – псевдобалджи с индексом Серсика $n_b < 2$. Среднее значение для них составляет 0.17.

Слайд 9

А вот пример типичного спектра. Сверху Сейферт 2, посередине Narrow Line Seyfert 1, снизу Сейферт 1. А сейчас хотелось бы коснуться путаницы в терминологии. Потому что Сейфертовские галактики с узкими линиями, можно подумать, что речь идёт о Сейфертах 2, у которых нет широких разрешённых линий в оптике, образующихся в так называемой области образования широких линий. Так вот Сейферт 1, это галактики, у которых есть широкие разрешённые линии в спектрах, которые намного шире, чем узкие линии, а Narrow Line Seyfert – это, у которых присутствуют эти самые широкие линии, но они не намного шире, чем узкие разрешённые линии. И это важно. А Сейферт 2 это те, у которых их нет. Вот Сейферт 2, посмотрите, здесь есть линия Hbeta, а вот Сейферт 1. Совершенно типичная широченная Hbeta, просто чудовищной ширины. У Сейферт 2 она у неё узкая, а у Narrow Line Seyfert, если здесь фитировать линию Hbeta двумя компонентами, а она фи-

тируется двумя компонентами, там будет одна узкая, у которой профиль ровно такой же, как у линии [OIII]. То есть она образуется там же, а ещё на неё наложена широкая компонента, которая чуть-чуть шире, чем узкая. Ну, и плюс у них свои особенности. У них относительно плохо выражена линия [OIII] 5007 ангстрем, вот она, и у них присутствует комплекс линий железа, который у Сейферт 2 отсутствует напрочь, его здесь нет. Дальше.

слайд 10

Классические и псевдобалджи. На самом деле картинок можно показывать много. Они, естественно, различаются в наблюдательных своих проявлениях. Например, просто посмотрев на картинку (естественно, на проекторе видно в не очень хорошем качестве), сверху – два объекта с классическими балджами, снизу – два с псевдобалджами. То есть с классическими балджами, это галактики более ранних типов, с меньшей долей газа, с более старым звёздным населением. А с псевдобалджами, это, как правило, галактики более поздних типов. У них, кстати, и профиль отличается.

слайд 11

Классический балдж - это профиль серсика с индексом где-то 4, то есть по сути де-Вокулёровский. А псевдобалджи, у них индекс Серсика где-то около единицы. Единица соответствует экспоненциальному профилю. Вот даже здесь видно. Слева это классический балдж. То есть мы видим де-Вокулёровский профиль, наложен на экспоненциальный, это от диска. А здесь как бы две экспоненты. Псевдобалдж и диск. Но, естественно, суть основная не в этом. Суть – в их эволюционном статусе, откуда они появились. Классический балдж не вращается. Это классическая сферическая система, которая поддерживается собственной дисперсией скоростей. И получились они за счёт мерджингов, различных таких процессов. Псевдобалдж, он вращается вместе с диском. То есть да, он фотометрически уверенно отделяется от диска.

Это отдельная структура, но состоит, видимо, из звёзд диска, которые за счёт динамического разогрева были выкинуты наверх. То есть, самое главное, что они эволюционно произошли от разных вещей. Есть серия работ, я извиняюсь если неправильно произнесу фамилию, это итальянцы Eliche-Moral и соавторы. Вот у них получается в численных моделированиях, что, если мы берём дисковую галактику и будем бросать в неё малые спутники, у неё по итогам симуляции образуется псевдобалдж. Если проследить, то получается, что псевдобалдж образуется не из тех звёзд, которые падали в спутниках. Звёзды этих спутников, они не долетают вообще до центра, где балдж находится. Они просто разогревают диск, который уже сам по себе псевдобалдж образует. Перейдём теперь обратно к Narrow Line Seyfert.

слайд 12

Вот распределение по индексу Серсика. По осям: по оси X индекс Серси-

ка, нарисованная вертикальная линия это принятая граница 2. Ну, конечно, всё более-менее всегда условно. При этом принимается, что 2 - это граница между классическим и псевдобалджем. А по оси Y - доля. Здесь авторы определяли по другим параметрам классический и псевдобалдж, а именно по их вращению, поэтому у них получается такое распределение. Псевдобалджи показаны на этой диаграмме чёрным пунктиром, вот они, а классические балджи они серым пунктиром, вот они, все правее этой линии А балджи NLS из работы вот этих вот авторов: Xivru, Davies, Schartmann, чтоб не ошибиться, 12-ого года, они все тоже лежат левее линии 2. То есть в NLS псевдобалджи.

Слайд 13

Теперь вопрос касательно того, лежат ли Narrow Line Seyfert на зависимостях, вот этих вот самых известных: “масса чёрной дыры - дисперсия скоростей звёзд” и “масса чёрной дыры - масса балджа” окончательной ясности нет. То есть статьи по этому вопросу продолжают противоречить друг другу. Скорее всего, сводится всё не к уникальности Narrow Line Seyfert, а к тому, что псевдобалджи не следуют масштабным соотношениям для классических балджей и для сферических компонент. Скорее всего, всё сводится к этому. Далее. Ещё интересный факт про NLS - в них обнаружены водяные мазеры, механизм усиления в диске не актуален, потому что они наблюдаются не с ребра, местоположение мазеров достоверно не известно, кроме того, что они излучаются в истечениях или в областях взаимодействия джета с веществом. Количество: на момент когда я писал обзор, их было пять штук. Для двух есть наблюдения, позволяющие локализовать, где они находятся.

слайд 14

Пример зависимости массы чёрной дыры от сигма – вот картинка. Здесь Narrow Line Seyfer – это заполненные кружки чёрные, BLS - пустные кружки. Что по осям. По оси X - дисперсия скоростей. На левой панели – по линии [OIII], по ядру, а справа – по линии серы однократно ионизированной, по оси Y - масса чёрной дыры. Как мы видим, например, если отбросить выделенные синим объекты, у которых есть истечения в линии [OIII], то есть истечения в области образования узких линий, вот в этой конической, или, например, взять другую линию, то картина зависимости меняется. Я хотел показать эту картинку, чтобы стало ясно, что с этой зависимостью не всё ещё решено.

Слайд 15

Пример зависимости масса чёрной дыры - масса балджа. Вот здесь мы видим, что они, действительно, лежат ниже. Таких картинок много, но из-за ограничения времени я покажу всего одну. По оси X - масса балджа, по оси Y - масса чёрной дыры, всё в массах солнца, в логарифмах. Вот Narrow Line AGN. Авторы называют Narrow Line AGN, но если прочитать, то там понят-

но, что они на самом деле про Narrow Line Seyfert пишут, просто аббревиатуру другую используют. Вот, они явно лежат ниже. Шкала логарифмическая, то есть на порядок.

Слайд 16

Здесь немного поясняющих картинок. Вот схема AGN, чтобы рассказать, о чём идёт речь, когда говорится об активном ядре. Здесь, правда, присутствуют уникальные для этой работы картинки, я их привожу потому, что нарисовано красиво, мне нравится. Здесь авторы вводили дополнительно так называемую область образования промежуточных линий. Не суть, но скорее всего они просто перемудрили с анализом спектров.

Что мы здесь видим. Центральная чёрная дыра, условно нарисована, вот аккреционный диск. Область образования очень широких линий, что подписана, это на самом деле область образования широких линий. Споры о геометрии до сих пор ведутся, но, скорее всего, это либо сферическая, либо в некоей степени дисковая геометрия. Далее, у нас есть тор пылевой. Вокруг вот этого всего, у него там есть внутренние радиусы сублимации разные, кремния, графита и прочие. Здесь на масштабе этого рисунка не получится указать область образования узких линий, потому что, если нарисовать это лазерной указкой, то будет два конуса больших, вниз и вверх на пару этажей, вот, в которых ионизованный газ облучается собственно всем, что происходит вот здесь. Вот, это область образования узких линий. Просто с терминологией получается не очень удачно, в переводе. Мне даже в одном из замечаний было сказано, что “у вас тавтология в предложении”, а с ней ничего не сделать, так как это устоявшиеся термины. “Узкие линии образующиеся в области образования узких линий”. Ну, куда не деваться.

слайд 17

Далее вот эта вот картинка - замечательная работа, она 81-я в списке, показывает, что Narrow Line Seyfert действительно аккрецируют с высокими темпами. Их чёрные дыры аккрецируют с высокими темпами, потому что если взять известные состояния микроквазаров (soft-high/hard-low), и масштабировать их свойства до масс галактических чёрных дыр. Авторы описывают, объясняют предыдущие неудачные попытки так сделать, тем, что если у звёздных чёрных дыр распределение масс не очень широкое, они все примерно одинаковы, то у активных ядер распределение масс – несколько порядков. Надо при масштабировании учитывать это большое распределение масс чёрных дыр. И у авторов действительно получается, если посмотреть вот на картинки, так, прочитаю, что по осям. По оси x - светимости на длине волны 2500 ангстрем, по оси Y - спектральный индекс оптика-рентген, и нанесены Narrow-Line Seyfert. Это правые две панельки. Здесь авторы рассматривают разные объекты: Narrow Line Seyfert, нас интересующие, вот эта вот средняя в нижнем ряду и правая. То есть видно, что много Narrow Line

Seyfert лежат на том, что соответствует состоянию soft-high, а не hard-low. Это важно.

Слайд 18

Распределение масс чёрных дыр и светимостей Эддингтоновских. В ядрах Narrow Line Seyfert меньше массы чёрных дыр. Да. Причём в среднем на порядок. То есть, вот это распределение из работы [68]. Пунктиром показаны Broad Line Seyfert на обеих панелях, а сплошной линией Narrow Line Seyfert. Narrow Line Seyfert, как видно, у них в среднем масса чёрной дыры на порядок меньше, а эддингтоновская светимость близка к единице. У многих. Ну, по крайней мере, у рассмотренных в этой работе.

слайд 19

Narrow Line Seyfert интересны ещё тем, что в поздних спиральных системах, не смотря на то, что это поздние спиральные системы, они достаточно активны. Вот пример, просто картинка, полученная European VLBI. Это вот – PMN J0948+0022. Это на самом деле – Narrow Line Seyfert. Видны достаточно активные радиовыбросы.

слайд 20

Ещё уникальное свойство: что секулярная эволюция в этих объектах, по видимому, и всё больше появляется работ, подтверждающих, что это правда, привела к раскручиванию чёрной дыры. И, возможно, вся вот эта сильная активность связана как раз с тем, что чёрные дыры там сильно вращаются. Вот пример для одной Narrow Line Seyfert. Это вот объект IRAS IRAS13224-3809 из работы [106]. Вот, здесь что по осям. По оси X - спин чёрной дыры, по оси Y - это наклонение. Здесь нарисован контур достоверности, чёрный - 99, красный - 90, зелёный - 68 процентов. Это из модели авторов. По оси x - спин чёрной дыры, а подписи на осях: слева 0.975, справа единица. То есть, спин чёрной дыры экстремально близок к единице. Таких работ много, просто я не успею всё показать. Ещё забавно то, что у Narrow Line Seyfert есть джеты. Похожие по своим свойствам на джеты блазаров.

слайд 21

Вот пример сравнения спектра объекта PNM J0948+0022 (красные точки снизу) - это Narrow Line Seyfert, и PKS 1226+023 серым. Качественно они очень похожи. На самом широком диапазоне длин волн. То есть тут от десяти до двадцати пяти логарифм герц. На одной из конференций было сказано, что Narrow Line Seyfert похожи на блазары только джетами, остальное у них совершенно другое.

Слайд 22

Эволюционный статус родительских галактик Narrow Line Seyfert не отличается от такового для галактик таких же Хаббловских типов. Что касается активного ядра, то основную роль в его эволюции играют секулярные процессы, как внутренние, там и внешние. И, что важно на самом деле, Narrow

Line Seyfert ни редкие, ни уникальные объекты. То, что они попали под пристальное внимание исследователей недавно, связано с ограничениями астрономических инструментов. И с историческими причинами. Понимание механизмов, работающих в их ядрах, крайне необходимо для создания теории активных ядер в целом. Это вкратце обзор.

Слайд 23

Теперь перейдём к главе 2. Глава 2 посвящена функции светимости Narrow Line Seyfert.

Слайд 24

Использованы были данные обзора SDSS Data release 7, для классификации была использована линия H α . Основная выборка состояла из девяти тысяч двадцати объектов, с полушириной H α больше 1200 километров в секунду. 1200 это граница, принятая (условная) во многих работах между Сейферт 1 и Сейферт 2. Количество Narrow Line Seyfert в выборке вот с такими полуширинами линий H α - 2082. Количество BLS - 6938, это у которых скорость больше 2000 километров в секунду. Для оценки светимости использовалась линия кислорода 5007 ангстрем. Зачем? Потому что многие авторы говорят что, во-первых, это уже достаточно достоверно известно, линия OIII излучается в области образования узких линий, имеющей геометрию двойного конуса, отнесённого от ядра. То есть, нас не волнуют эффекты ориентации, можно не учитывать поглощение в аккреционном диске. Что критично очень, в эту линию не вносят вклад линии от областей звездообразования. То есть, растёт уверенность, что вот эта линия [OIII] действительно является хорошей, как это по-русски сказать, хорошим способом оценки болометрической светимости именно активного ядра.

Слайд 25

Способы, как можно получить функцию светимости. Мы берём и считаем V/V_{max} , либо, задавая какие-то априорные предположения о форме, считаем методом максимального правдоподобия. Нами был использован модифицированный метод V/V_{max} , позволяющий учесть вариации плотности галактик из-за крупномасштабной структуры. В чём идея. Допустим, у нас есть некий объём обзора. Вот где мы строим функцию светимости. У нас по оси x - светимости, там много-много порядков. Понятно, что из рассматриваемого нами объёма слабые объекты мы видим вблизи от нас, а яркие объекты мы видим в более дальней части объёма. Дело в том, что после того, как мы строим на одной картинке функцию светимости, по сути левая её часть и правая её часть получены для разных кусков объёма. А Вселенная у нас неоднородна, у нас есть крупномасштабная структура, плотность галактик, она плавает достаточно значительно в разных элементах объёма. Получается, что этот эффект никак не учитывается. Абсолютно. Надо с этим что-то делать. Что было сделано. Рассказываю по порядку.

слайд 26

Для каждого бина по светимости нужно было получить функцию вероятности обнаружения объекта, потому что у нас, когда мы получаем функцию светимости, для неактивных галактик это очень просто, мы смотрим абсолютные величины, смотрим когда они не попадают в границы полноты обзора. Вот и всё, вот и V_{max} . А здесь так нельзя. Откуда мы можем получить усреднённое значение V_{max} для объектов в данном бине, то есть, мы интергрируем от минимального сопутствующего расстояния до максимального вот это вот выражение. Значение функции светимости в каждом бине будет тогда: количество нормированное объектов делить на V_{max} делить на $d \log$ светимости. Где N_{norm} - количество галактик после нормировки.

слайд 27

Ошибка из этой формулы считается достаточно очевидно, из вот этого появляется вот это, я не буду это подробно рассказывать.

Слайд 28

В чём суть нормировки? Функция светимости неактивных галактик (красных) для локальной Вселенной хорошо известна и получена во множестве работ. Пусть ρ_{gal} - средняя плотность галактик, вычисленная из функции светимости средняя плотность галактик в некоем рассматриваемом объёме, а ρ_{gal} без скобок - плотность галактик в некоем рассматриваемом элементе объёма, реально полученная. Пусть в этом же элементе объёма наблюдается количество AGN, N_{AGN} , удовлетворяющее некоторым критериям отбора. Ну, то, что нам нужно, собственно, это те объекты, которые мы отобрали, вот они, вот здесь. Тогда количество AGN в этом элементе объёма, нормированное на среднюю плотность галактик в локальной вселенной, выражается вот так.

Слайд 28

Для построения нормировки создадим отдельную выборку галактик, ограниченную по величине значениями видимых величин 14.5 и 17.6. Это границы полноты SDSS. Пусть L_{obs} - суммарная наблюдаемая светимость галактик в рассматриваемом объёме. Функция светимости, как правило, аппроксимируется функцией Шехтера. Вот эта очевидная формула, которой все пользуются, всем нравится. Используя параметры функции Шехтера для неактивных галактик из вот этой работы, можно вычислить расчётную суммарную светимость галактик в единичном объёме. Просто интегрируем от L_1 до L_2 .

Слайд 30

Какие мы возьмём граничные значения? -17 и -23 для полосы g. Зачем? Потому что функция светимости для слабых галактик, вообще говоря, известна плохо, поэтому нужно ограничить снизу А сверху тоже стоит обрезать интегрирование. Потому что, если брать большие значения, ну там же завал

на функции светимости, и в таком случае вот этот результат интегрирования, он очень сильно, очень сильно начинает зависеть от этих параметров. Которые по современным представлениям известны не очень хорошо, до второго знака примерно. Теперь можно получить соотношение средней плотности галактик в локальной Вселенной к наблюдаемой плотности галактик в рассматриваемом элементе объёма.

Переходим, значит $\langle \rho_{gal} \rangle = L_{sh}/L$ умножить на V и умножить на μ . Область покрытия обзора мы обозовём “каппа”. Важно! Данное соотношение справедливо только в том случае, когда параметры альфа и M_* постоянны, иначе это всё не правильно. Но поскольку мы рассматриваем низкие красные смещения и примерно тот же объём, для которого собственно функция светимости из вот этой работы Montero-Dorta, Prada определена, это можно так принять. Эти параметры, конечно, эволюционируют с красным смещением, но мы берём красные смещения меньше чем 0.2.

Слайд 31

Что интересно, на самом деле при таком подходе можно не знать телесный угол обзора, так как при переходе к концентрациям мы получаем, что вот это всё сокращается. Почему? Потому что в количестве, в подсчёте объектов у нас в явном виде содержится, какую долю неба мы видим, это нормально. Применим алгоритм нормализации для выборки галактик с известными абсолютными величинами.

Слайд 32

Так что мы видим. Результат. По оси X - сопутствующее расстояние, по оси Y - штук на мегапарсек. Разноцветным показаны бины по абсолютной величине с шагом 0.5, то есть -19 -18.5 и так далее, там до -21.5. Что мы видим. Так выглядела бы зависимость количества галактик от расстояния, если бы Вселенная была бы идеально однородна, всё было бы чудесно. Ровно, ровно, ровно, мы видим прямую линию, с некими небольшими флуктуациями, а потом завал, когда у нас в конце концов вот эти вот видимые величины, соответствующие абсолютным, доходят до границы полноты обзора SDSS. Результат действительно хороший, всё получается, потому что по оси Y, хочу подчеркнуть, не логарифмическая шкала.

Слайд 33

А без нормировки это выглядело вот так. То есть, видно, что у нас есть некая структура крупномасштабная, плотность галактик плавает, и всё тому подобное.

Слайд 34

Далее, теперь, что касается именно вероятности наблюдения объектов. Существует множество факторов, из-за которых объект не попадёт в выборку AGN. Эти факторы можно условно разделить на 2 группы: Первая. Невозможность наблюдения ярких объектов на близком расстоянии, у нас либо

величина слишком яркая, выходит за границы полноты обзора, либо засветка спектров очень ярких эмиссионных линий. Это правда бывает. Второе. Снижение вероятности обнаружения объекта с ростом расстояния. Это у нас либо падает отношение сигнал/шум, перестаём видеть линию, либо уменьшение общей наблюдаемой фотометрической величины. И у нас опять объект выпадает из границы полноты обзора SDSS.

Слайд 35

Функцию вероятности будем искать в виде произведения двух функций, растущей и падающей, вот в таком виде, в виде экспоненциальном. Вот, минус b на d_c квадрат. Для каждого бина по светимости, то есть l_i, l_{i+1} нужно нормированную плотность AGN фитировать функцией вот этой вот. Соответствующее среднее значение объёма V_{max} равняется. Тут та же формула, что раньше была примерно 4 слайда назад, только подставлена функция вероятности вот эта.

Слайд 36

Для анализа мы использовали кумулятивную функцию, то есть вероятность наблюдения, $f_{obs}(d_c) = N_{AGN}$ на расстоянии меньшем, чем рассматриваемое d_c , то есть количество AGN в рассматриваемом бине светимости с расстоянием меньшим, чем d_c и больше минимального расстояния, которым была ограничена выборка. Фитируем, соответственно, вот этим. Важно: вместо фиксированного шага по расстоянию использовался шаг с постоянным приращением объёма, соответственно для i -ого бина имеем следующие граничные значения расстояния. Зачем? Что если мы используем постоянный шаг по красному смещению, или в принципе, казалось бы, совсем очевидно, по сопутствующему расстоянию, у нас в каждом бине объектов для нормировки разное количество будет, это плохо.

Слайд 37

Вот функция светимости, полученная при помощи всего этого. Что мы видим, что у нас тут нарисовано. По оси x - логарифм светимости в линии [OIII] в светимостях солнца, по оси Y - штук на мегаларсек на единицу светимости. Что показано цветом. Две группы: первая красная, вторая синяя. Синяя это мои функции светимости, для Narrow Line Seyfert, Broad Line Seyfert и Seyfert 1 всех, то есть, в сумме, – и то, и другое. Верхнее, естественно, Seyfert, поменьше Broad Line Seyfert и нижняя линия это Narrow Line Seyfert 1. Красное что такое. Это двумя оттенками красного показаны результаты работы Нао и Strauss 2005-ого года, жёлный это Bongiorno, они объединены вместе, потому что Bongiorno, наверное, на каждой странице кроме, может быть, названия, ссылается на Нао и Strauss, то есть они согласны с их работой. То есть, по сути это те же методы, но на чуть большем наборе данных. Видно, что год на 4 отличается. И так, казалось бы, моя функция светимости не соответствует функции светимости из литера-

туры, всё неправильно, проект закончен. Однако, многие люди используют разные линии, разные подходы в получении функции светимости, причём в литературе даны способы, если у нас, как я сказал, светимость в линии [OIII] действительно является некоей мерой болометрической светимости, то в принципе, можно пересчитывать из одной полосы в другую. Многие это, в общем, делают.

Слайд 38

Возьмём коэффициент пересчёта из светимости в линии [OIII] в полосу В фотометрическую из работы [2], а из $H\alpha$ в полосу В, чтобы Нао, Strauss пересчитать к общей группе, в соответствии с 205-ой, то есть вот некие эмпирические формулы пересчёта.

Слайд 39

Вот теперь тут поле для сравнения открывается более интересное. Что по осям. По оси X - это абсолютная величина в полосе В, по оси Y то же самое, штук на мегапарсек, только на величину. Теперь, что выделено по группам. Точно так же показана моя группа функций светимости. Вторая это вот Bongiorno, Нао Strauss и другие, для всех объектов, третья группа зелёным оттенком, это Schulze и Green. Да, я знаю, что у Green в 2007 году опечатка, двумя годами позже в 2009 вышло исправление, в *Astrophysical Journal*, использованы исправленные данные. Вот, что мы видим. Расхождение у одних авторов между двумя типами объектов, Seyfert 1 и Seyfert 2 не превышает, на самом деле, порядка. Расхождение между разными авторами много порядков. Что получается? Что моя функция... А, да, завал. Завал у Шульце и Грин, они сами признают, что их завал не физичен абсолютно, это не правильно, они в чём-то неверно посчитали, то есть их функции светимости можно доверять только до -18. Что мы видим. Грин и Хо никак не соответствуют... Грин, Хо и Шульце никак не соответствуют функции светимости Хао, Штраусса. Чёрным вот здесь показана функция светимости Croom. Чем она хороша, она для квазаров, для квазаров функцию светимости получить просто, потому что там нет поглощения, считается, что уже можно им пренебречь на больших светимостях, можно не учитывать, не разделять свет от галактики или от квазара, просто берём ту фотометрию, что есть в обзоре, вот, и получаем. Что важно, вот функция светимости квазаров хорошо соответствует результатам Нао, Strauss для Seyfert 1, а у Green и Но у них здесь почему-то идёт резкий завал вниз. Итак, результат на самом деле всего этого в том, что моя функция светимости на абсолютных величинах больше -20 хорошо соответствует функции светимости квазаров, и, соответственно, Нао, Strauss, а на меньших она так пересекает всю эту плоскость, неплохо лежит на функции светимости Green и Но, до того интервала, где Green и Но говорят, что их функции светимости можно доверять. Казалось бы, какой здесь результат? Ну и что, есть две группы функций светимости,

а моя лежит между ними, вот так. Ну, что тут интересного? Однако можно проверить ещё одним способом достоверность полученных результатов.

Слайд 40

Есть функция светимости для Seyfert 1, полученная в мягком рентгеновском диапазоне, 0.5 - 2 килоэлектронвольта. Утверждается, что вот это действительно правда. То есть, это действительно функция светимости именно AGN. По рентгену выборки достаточно легко полными делать. Не легко, но возможно. Также нами была построена поэтому предсказанная функция светимости в мягком рентгене на основе данных о светимостях в линии [OIII] На самом деле предсказывать рентгеновские функции светимости это не я придумал, все вот эти вот авторы, чьи функции светимости нарисованы вот здесь, делали то же самое. Вот, светимость в [OIII] переводится в светимость в мягком рентгене в диапазоне 0.5-2keV в соответствии с работами [208] и [209]. Есть некие эмпирические коэффициенты пересчёта.

Слайд 41

Для сравнения приводятся также предсказанные функции светимости на основе данных в линии H α из работ [205,206], это H α , Strauss и др. Вот, что мы видим здесь. Хочу рассмотреть рисунок подробнее. По оси X - светимость, по оси Y - штук на мегапарсек на единицу светимости. Правда здесь чёрного цвета. Это Hasinger, это реально полученная функция светимости. Чёрная, вот она. Вот, что здесь есть. Есть здесь Шульце с Грин, зелёные, которые демонстрируют, они соответствуют на светимости где-то 42.5 - 43.5, а дальше на больших светимостях демонстрируют очень сильное расхождение, в порядок. H α Strauss вообще не соответствует функции светимости реально наблюдаемой, просто пересекает под неким углом, не соответствуя как на большой, так и на малых светимостях. Моя функция светимости, там где диапазоны полученных результатов перекрываются, достаточно уверенно лежит на реально наблюдаемой функции Хасингера, и к меньшим светимостям она лежит на её продолжении. То есть, я считаю, что вот это является неким доказательством того, что я рассказывал про эту главу минут 15, хоть как-то соответствует действительности. То есть, я считаю, что это достаточный критерий достоверности полученных результатов.

Слайд 42

Вернёмся к предыдущему слайду. Раз мы решили, что функция светимости всё-таки имеет отношение к реальности, рассмотрим нижнюю панель. На самом деле о том, что распределение параметров Narrow Line Seyfert и Broad Line Seyfert различны, говорилось во множестве работ, но понятное дело, это говорить, вообще говоря, бессмысленно без полноты выборки. То есть, отобрать случайно из каталога можно всё, что угодно. Вот поэтому рассмотрим результат, полученный из функции светимости. На той же оси построено отношение Narrow Line Seyfert к Broad Line Seyfert. Видно, что

это имеет некий пик, и спадает как к меньшим светимостям, так и к большим. То есть, отношение Narrow Line Seyfert к Broad Line Seyfert имеет пик при определённой светимости. Это интересно.

Слайд 43

На самом деле в работе [68] говорилось примерно то же самое, только у них там была, во-первых, выборка не полная, то есть этот результат можно оценить скорее как прикидку. На самом деле всё идёт к тому, что среднее значение Narrow Line Seyfert и Broad Line Seyfert светимости одинаковое, у них просто распределение уже (у Narrow Line Seyfert).

Слайд 44

Перейдём к главе 3. Связь между частотой встречаемости Narrow Line Seyfert и крупномасштабной структурой вселенной.

Слайд 45

Что здесь было сделано. Разбиение на бины по светимости AGN в линии [OIII]. Мы разбили так же, как в предыдущей главе, выбрали минимальное и максимальное красное смещение, фиксированный шаг по объёму о котором я уже говорил. Функция вероятности наблюдения объектов вычисляется в каждом рассматриваемом интервале светимости, потом проводится разбиение объёма обзора на элементы по z и по углам. Для каждого элемента объёма производилось вычисление вот этого. Проведя аналогичные вычисления для всех элементов объёма, получим зависимость количества NLS, количества BLS, их отношения от вот этого параметра плотности.

Слайд 46

Выберем сетку разбиения, как по углам, так и по красному смещению. Ну, здравый смысл говорит нам здесь, что если мы разобьём на слишком большие элементы объёма, это приведёт к тому, мы потеряем информацию о мелкомасштабных вариациях концентрации, а при разбиении на малые элементы объёма во многих элементах будет недостаточно галактик для вычисления вот этого соотношения адекватно. То есть, при таком разбиении можно изучить изменение соотношения в мелкомасштабных областях повышенной концентрации.

Слайд 47

Поэтому разбиений взяли два. Параметры первого таковы: телесный угол каждого 120 квадратных градусов, красное смещение минимальное и максимальное вот такое, бинов по z - восемь. Параметры второй сетки: минимальное красное смещение здесь написано, 36 квадратных градусов, бинов по z - пятнадцать.

Слайд 48

Результаты получены следующие. Сначала для сетки разбиения с большими элементами объёма. По осям здесь что. По оси X - вот этот параметр, $\langle \rho_{gal} \rangle$ среднее, по оси Y - количество 10 в минус пятой мегапарсек, коли-

чество на мегапарсек в кубе на десять в минус пятой. В нижнем ряду это отношение количества Narrow Line Seyfert и Broad Line Seyfert. Верхний ряд – это Broad Line Seyfert, средний ряд – это Narrow Line Seyfert, разбиты по светимости слева направо. А нижний ряд – это отношение Narrow Line Seyfert и Broad Line Seyfert. Что мы увидим. Фитировано было всё как линейной зависимостью, так и количество было фитировано экспонентой, отношение кубическим полиномом. Результаты показывают, что по критерию хи-квадрат нет предпочтения к фитированию кривыми с большим количеством степеней свободы, то есть, всё это уверенно фитируется прямыми линиями, абсолютно. Причём, о чём это говорит: что у нас количество Narrow Line Seyfert и Broad Line Seyfert составляет некую фиксированную долю всех неактивных галактик, а их отношение в пределах погрешности, вообще говоря, постоянно.

Слайд 49

На этом слайде то же самое, только схлопнуто всё по светимостям, то есть для всего рассмотренного интервала светимости AGN: 5.25-9. Видим: прямая зависимость, прямая зависимость, константа в пределах погрешности.

Слайд 50

Здесь то же самое, те же самые оси, те же самые панели, только для второй сетки разбиения, поменьше. Соответственно у нас здесь что? Логично, что если у нас объём поменьше, то у нас поменьше получается бинов в которых, то есть больше ошибка в бинах, в которых мало объектов для нормировки, то есть мы может видеть это вот тут, слева. В общем, ошибки возрастают. И, соответственно, контраст плотности больше, если там был где-то вот 0.5-2.5, то есть 5, то здесь 9. Видим то же самое: везде, где количество, всё это уверенно фитируется в пределах ошибки прямыми линиями, а где отношение, там это ещё и константа.

Слайд 51

Тут то же самое, только схлопнуто по светимостям. Broad Line Seyfert, Narrow Line seyfert, отношение.

Слайд 52

Проверим адекватность того, насколько можно верить в окружение на ячейках крупномасштабной структуры вселенной, полученное таким способом. Повторим чей-нибудь результат. Повторим его следующим образом. Построим для этого зависимость доли красных галактик от этого параметра плотности для следующих интервалов абсолютных величин. Возьмём от минус 23 до минус 20 с шагом 0.5. Подвыборка красных галактик состояла из галактик $u-r$ больше 2.2. Сверим полученный результат с таковым из работы [213]. [213] это про galaxy zoo. Большая работа, посвящённая морфологиям, цветам галактик. Там приводятся множество всяких интересных зависимостей.

Слайд 53

Вот, что мы видим. Первые шесть картинок мои. Нижняя это из galaxy zoo. Что по осям. По осям – тот же самый параметр плотности на моих, по оси y - количество красных на количество всех. Я знаю, мне на предзащите делали замечание, что оси выбраны не лучшим образом. Я согласен, но я их оставил потому, что, всё-таки, в опубликованной работе так. Вот, здесь на самом деле от 0.75 до единицы. Вот, то есть мы видим, что для самых ярких галактик, у них зависимость вообще не наблюдается, тонет в ошибках. Чем к менее ярким мы переходим, тем, во-первых, меньше доля красных. Здесь от 0.75 до 1, а здесь шкала от 0.3 до 0.55, меньше красных. И зависимость становится всё более и более ярковыраженной от плотности окружения. Сравним это с результатами из работы про galaxy zoo. Причём там получено по-другому, там, во-первых, они брали не светимости, они оценивали звёздные популяции и получали массы галактик, ну, прикидочно, вот, а плотность окружения они оценивали по ближайшему пятому соседу. То есть вообще на других масштабах. Но, тем не менее, качественно результат повторяется. Ровно такой же. Вот мы тут видим верхняя линия это 10 в степени 11.2 масс солнца, то есть большая галактика. Мы видим, что доля красных растёт от 0.8 до единицы. Ну, не очень сильно так, плавно увеличивается. А если взять самые маломассивные галактики из их выборки, то есть это 10 в степени 9.6 масс солнца, то во-первых, у них меньше красных, плюс зависимость гораздо более ярковыражена, растёт чуть ли не от нуля, еррорбар касается нуля, до практически 0.8. Вот это, я считаю, тоже является проверкой, подтверждением того, что сделанное вполне адекватно и результаты заслуживают доверия.

Слайд 54

Глава 4. Обоснование введения нового класса активных ядер - AGN III.

Слайд 55

В четвёртой главе даётся обоснование введения нового класса активных ядер - AGN III. Существующая классификация на два типа: AGN I и AGN II не способна описать всё многообразие проявления феномена активности ядра, сводя всё различие к наличию/отсутствию широких разрешённых линий в спектрах.

Слайд 56

Ну, вот пример: опять та же самая картинка, нет не та же самая, но по сути – то же самое. Seyfert 1, Seyfert 1.5 и Seyfert 2. Забыл упомянуть, что такое такие Сейферты с дробными индексами. Это не по ширине линий имеется в виду, а по выраженности широкой компоненты. То есть у Сейферт 1 мы видим широченную Hbeta, вот она. У Сейферт 2 мы видим узкую Hbeta, у которой ширина такая же, как у запрещённой линии, [OIII] например. А у Seyfert 1.5 мы видим узкую компоненту, да она есть, и на её фоне наложена

широкая. То есть вот эти промежуточные типы, 1.2, 1.5, 1.8, они по убыванию выраженности широкой компоненты.

Слайд 57

Секулярная эволюция и AGN. То, как галактика эволюционировала, должно сказаться и на центральной чёрной дыре. По существующим представлениям, чёрные дыры в галактиках, эволюционировавших секулярно, будут относительно маломассивными. Где-то 10 в шестой, 10 в восьмой. А также они будут обладать значительными удельными моментами вращения за счёт аккреции газа с высоким угловым моментом. Высокий угловой момент влияет на эффективность запуска джета. Теперь попробуем всё это, всё, что сказано в статье посвящённой AGN III, выразить в некоей схеме.

Слайд 58

Что такое активное ядро. Первый тип - это видна область образования широких линий, второй тип - не видна область образования широких линий. Какие там обычно параметры? Масса чёрной дыры больше 10 в восьмой, это эллиптические галактики или классические балджи. Отдельно посмотрим NLS, а что у нас в NLS есть? Спиральные галактики, в том числе самых поздних Хаббловских типов, псевдобалджи, если вообще балджи есть, масса чёрной дыры относительно небольшая, 10 в шестой - 10 в восьмой, высокий спин чёрной дыры, помечено вопросом. На самом деле всё больше и больше публикаций подтверждает, что это так, но просто методика определения сложная, поэтому всё-таки окончательно утверждать это пока, наверное, преждевременно.

Слайд 59

Итак, а давайте выделим вот это в отдельный тип. А почему? А вот почему.

Слайд 60

Потому что вот это вот всё, оно эволюционирует... Для эволюции этих объектов обязательны мерджинги. То есть без мерджингов мы ни эллиптическую галактику не получим, ни массивная чёрная дыра у нас не выйдет. Также без приличного мерджинга у нас классический балдж не появится ни откуда. А вот это всё эволюционирует исключительно секулярным образом. Ему мерджинги вообще не нужны. В чём суть.

Слайд 61

Любая классификация должна отражать имеющиеся фундаментальные отличия. Итак, хотя для обоснования введения нового типа AGN приводится множество аргументов и различий в параметрах, сутью является то, что введённый новый класс AGN отличается от остальных своим эволюционным прошлым.

Слайд 62

Два слова. Коснёмся теперь вопроса о секулярной эволюции во Вселенной. Абсолютно неверно считать, что на больших красных смещениях галактики

эволюционируют за счёт мерджингов, у нас Вселенная-то плотнее была, а в наше время это происходит преимущественно за счёт секулярных процессов. Вот, например, в работе [139] авторы обнаружили, что галактики на $z \approx 2$ со вспышками звёздообразования в оптике, обладающие нерегулярной компактной морфологией, как-будто там идёт какой-то активный мерджинг, на самом деле имеют регулярные карты скоростей. То есть эволюция не вызвана мерджингами, а внутренними процессами и притоком межгалактического газа. Что – тоже секулярная эволюция, по определению.

Слайд 63

Вот, активная эволюция более массивных. Про этот термин стоит упомянуть, что такое downsizing. Активная эволюция более массивных объектов заканчивается раньше. В дальнейшем с ними ничего не происходит, красные эллиптические галактики. Поэтому масса, выше которой доминируют эллиптические галактики, уменьшается со временем. Именно поэтому при переходе к меньшим z всё самое интересное начинает происходить как раз в маломассивных изолированных галактиках. Это и называется “downsizing”. В принципе по главе 4 всё. Теперь нужно коснуться ещё чуть-чуть официальных формальных вещей. Какие результаты выносятся на защиту.

Слайд 64

Список в презентации составлен следующим образом: работа, какие пункты из неё выносятся на защиту. Работа Комерг, Ермаш “AGN III - первичная активность в ядрах дисковых галактик с псевдобалджами”, опубликована в астрономическом журнале в 2013 году, выложена в astro-ph. Обосновано введение нового типа AGN, их основными параметрами являются - спиральные галактики поздних хаббловских типов, псевдобалджи, относительно маломассивные чёрные дыры, высокий спин чёрной дыры. Narrow Line Seyfert являются типичными представителями этого нового класса.

Слайд 65

Работа Ермаш А. “функция светимости активных галактик типа Narrow Line Seyfert по данным обзора SDSS”, выложена в astro-ph, вот здесь лежит. Что отсюда выносится на защиту. Разработан новый метод вычисления функции светимости, позволяющий учесть вариации плотности галактик вследствие крупномасштабной структуры вселенной. Метод основан на нормировке на контрольную полную выборку объектов. Получена функция светимости Narrow Line Seyfert, Broad Line Seyfert и всех Seyfert 1, ну вместе, первых и вторых. Далее, на основе полученной функции светимости в линии [OIII] 5007 ангстрем построена предсказанная функция светимости для мягкого рентгена в диапазоне 0.5 - 2 кэВ, хорошо соответствующая реально наблюдаемой,

Слайд 66

и (это та же работа) при помощи функции светимости подтверждён резуль-

тат, что доля Narrow Line Seyfert среди всех сейфертовских галактик не является постоянной и имеет пик при определённой светимости.

Слайд 67

Данный результат не выносится на защиту, но опубликован в рецензируемом журнале. Ермаш А.А., Комберг Б.В. “Морфология и эволюционный статус активных галактик типа NLS”. Астрофизика, том 56, 2013 год. Да. Опубликован большой обзор, по активным галактикам данного типа.

Слайд 68

Из работы про плотность: Ермаш А.А. “Сейфертовские галактики первого типа с узкими линиями. Связь между частотой встречаемости и крупномасштабной структурой вселенной.” Тоже астрономический журнал, том 91, номер 4, выложена в astro-ph, переведена и находится вот здесь. Результат выносится следующий. Разработан метод вычисления пространственной концентрации исследуемых объектов от средней плотности вселенной на масштабах ячеек крупномасштабной структуры. Полученные в работе зависимости пространственных плотностей Narrow Line Seyfert и Broad Line Seyfert от плотности окружения являются линейными, их отношение - константой. В пределах ошибок. Это говорит о том, что NLS и BLS составляют некоторую фиксированную долю всех галактик, в широких пределах не зависящую от плотности вселенной. Независимо подтверждён результат, что доля красных галактик зависит от плотности окружения на масштабах ячеек крупномасштабной структуры, причём эта зависимость сильнее выражена для менее ярких галактик.

Слайды 69-70

Апробация работы. Тут перечислены конференции и семинары, на которых на которых я докладывал всё это.

Слайды 71-72

Список публикаций: нерцензируемые, тут препринт и прочее.

Слайд 73-74

Из них в рецензируемых журналах ВАК, я тут уже зачитывать не буду, потому что когда я говорил о результатах, я их назвал, их 4. Раз, два, три, четыре. Вот, единственное что, наверное, можно не считать вот эту работу, хотя она в рецензируемом журнале, но из неё результат на защиту не выносится, то есть остаётся три.

Слайд 75

Личный вклад автора. Во всех работах автор принимал активное участие в обсуждении и постановке задачи. Касательно части диссертационной работы, посвящённой функции светимости Narrow Line Seyfert и связи Narrow Line Seyfert с плотностью окружения, построение выборки, написание программ, обработка данных и анализ полученных результатов целиком выполнены автором.

Слайды 76 - 86

Список литературы. У меня все. Спасибо за внимание.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, спасибо. Вопросы, пожалуйста.

ВОПРОСЫ ПОСЛЕ ДОКЛАДА

КОВАЛЁВ Ю. Ю.: Вопрос у меня по последней части, по предложению номер три. Может быть, будет полезно, чтобы я его задал. Хорошо, если бы Вы перешли на тот слайд. Это, наверное, слайдов 10 назад. Да. Вопрос такой: я хотел бы попросить вас уточнить, потому что я сравнивал три версии. Одну – которую Вы произнесли во время своего доклада, вторую – которую я прочитал в автореферате и третью – которая у нас в проекте заключения написана. Я попросил бы вас уточнить вот что. Всё-таки по каким характеристикам Вы предлагаете выделить активное ядро галактики под номером 3? Я поясню, что имею в виду. Мы разделяем активные ядра галактик на первый и второй тип по наблюдательным свойствам. По наличию или отсутствию широких эмиссионных линий. Или, можно так сказать, по эффективной ширине линий, которую мы наблюдаем. Мой вопрос следующий: то, что Вы предлагаете (а Вы предлагаете ввести новый, третий класс), Вы предлагаете ввести по каким-то наблюдательным проявлениям или по оценкам, сделанным в рамках какого-то количества предположений? Ну, например, у Вас здесь написано: высокий спин – под вопросом, масса чёрной дыры – небольшая, сверхмассивная, между 10^6 и 10^8 (масс Солнца). Но это всё – не наблюдательные характеристики, Вы не могли бы это уточнить?

СОИСКАТЕЛЬ: Если я правильно понял, то суть этого вопроса, если дать его в одной фразе, состоит в следующем: является ли данная классификация один, два, три однородной?

КОВАЛЁВ Ю.А.: Нет, смысл другой. Классификация делается по наблюдениям или по интерпретации?

СОИСКАТЕЛЬ: Я, может быть, не совсем правильно или не достаточно хорошо объяснил. Классы AGN I и II: есть множество публикаций, что они отличаются эволюционным статусом. По сути своей в AGN II либо не видна область генерации широких линий, – тогда да, это мы просто на AGN I смотрим с ребра, – либо у нас его нет, а наличие/отсутствие области образования широких линий – это разный эволюционный статус. Значительно разный. Вот, существенно отличающийся. Хотя у нас как бы есть формальный критерий. Да, вот мы провели классификацию по ширине линий, но под этой классификацией есть фундаментальное физическое основание. AGN I - AGN II. На этом слайде показано наблюдаемое отличие 3-го класса, AGN III, которое: спиральные галактики, раз, псевдобалджи, массы чёрных дыр и ширины линий соответствующие, спектральные характеристики со-

ответствующие Сейфертам 1 класса с узкими линиями. В силу вот этих параметров. Вот это – наблюдаемые, а вот – про то, что я говорил о массе чёрных дыр, это как раз те физические параметры, которые лежат под наблюдаемыми характеристиками (показывается на слайде).

КОВАЛЁВ Ю.Ю.: У меня с этим есть проблема. Проблема первая и главная. Вы перечислили в списке наблюдаемых характеристик массу чёрной дыры. Вы настаиваете на этом утверждении?

СОИСКАТЕЛЬ: Наверное, всё-таки нет. Потому что масса оценивается косвенно.

КОМБЕРГ Б.В.: Николай Семёнович, можно, Юра, я хочу здесь добавить по этому вопросу. Дело в том, что соискатель много чего перечислил, поэтому, может, не всё осело, так сказать. Ведь чем отличаются классы и почему, вопрос такой: почему линии-то узкие на самом деле? Там, где должны быть широкие. Потому что у этих объектов область широких линий отнесена дальше от ядра, у вас R больше, и тогда из вириала у вас получается меньшая масса. А вот почему эта область отнесена гораздо дальше, чем у Сейфертов с широкими линиями, это уже другой вопрос, это уже зависит от эволюции. И поэтому ответ на вопрос о том, какова масса чёрной дыры, зависит от того, где и как образуются узкие линии.

КОВАЛЁВ Ю.Ю.: Вы понимаете, Борис Валентинович, я читаю автореферат и результаты, выносимые на защиту, в том числе результат номер 7. Обосновано введение нового типа активных галактик, AGN III, их основные параметры таковы. Родительские галактики являются спиральными галактиками, вплоть до поздних хаббловских типов, их балджи являются псевдобалджами, индекс Серсика n меньше или равен двум. Следующее предложение. Чёрные дыры являются относительно маломассивными. Точка.

Следующее предложение. По-видимому, высокий спин, a меньше равно единице. Следующее предложение. Они не являются ни редкими, ни уникальными. Так, уже в SDSS и т.д. . То есть, здесь, в принципе, нет ни слова по Сейфертам, то, о чём я говорил, и то, о чём говорил соискатель во время своего доклада. Я хочу действительно понять, тут нет никаких придинок, я просто хочу понять, всё-таки, если вы делаете такое, так сказать, смелое утверждение, то в чем оно состоит? Далекое не каждый выйдет с утверждением о том, что он предлагает ввести ещё один класс активных ядер галактик. Поэтому хочется, по крайней мере, понять, в чём это утверждение заключается. Давайте мы спросим ещё один раз, как бы с чистого листа: пожалуйста, аккуратно сформулируйте, какими параметрами Вы описываете предлагаемый Вами новый тип активных ядер. Спасибо.

СОИСКАТЕЛЬ: Ответов на этот вопрос тогда логично два. Наблюдаемое, и в чём причина этих наблюдаемых различий. Новый класс AGN следует выделить как объекты, у которых присутствуют широкие линии, но

эти широкие линии аномально узкие. Это самым первым пунктом. Дальше можно ввести несколько подпунктов. Про линию кислорода, про железо, про свойства других линий, это всё подпункты про наблюдаемые свойства. А если отвечать про фундаментальные отличия, это другой ответ, второй ответ на вопрос. Тогда вот этот список – то, что я рассказывал.

КОМБЕРГ Б.В.: У меня тут ещё одно маленькое добавление, Юра, вот и Андрей тоже. Он здесь этого не говорит, а на самом деле эта причина очень, мне кажется, веская, и это можно даже видеть на нашей Галактике и на Андромеде. Наша Галактика, по некоторым признакам, похожа на Сейферт с узкими линиями. У неё масса больше, чем у Андромеды, в десятки раз, у неё балдж ненормальный, у нашей Галактики, и эти галактики по разному эволюционировали. Вот поэтому это различие относится не только к Сейфертам, это относится даже и просто к галактикам. Это новый особый тип галактик, который по-другому образовывается. По другому эволюционировал. Образовываются они, может, одинаково, а эволюционировали по-разному.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, хорошо, может мы это в дискуссию перенесём?

НОВИКОВ И.Д.: Это же вопросы, а не дискуссия!

БУРДЮЖА В.В.: Так, скажите, вы в начале упомянули о водяных мазерах в торе. Так они ближе к ядру или на периферии тора? На внешней стороне?

СОИСКАТЕЛЬ: Перед тем, как отвечать на этот вопрос, я хочу отметить, что он по обзору литературы, я этим не занимался. Но про те мазеры, о которых там идёт речь, у авторов получается, что у тех двух мазеров, о которых я читал, есть спектры, и там получается, что они либо в истечении, либо вообще в концевой области джета. Либо в области взаимодействия джета с веществом. Потому что все линии смещены в синюю сторону.

БУРДЮЖА В.В.: Спасибо.

СОИСКАТЕЛЬ: То есть, это как раз с истечениями связано, это не тор.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, пожалуйста, ещё вопросы.

ПАЩЕНКО И.Н. (кандидат физ.-мат.наук, АКЦ ФИАН) У меня такой вопрос. Какой минимальный набор признаков необходим для классификации? Одно дело – есть параметры некоторые для популяции, другое - сколько необходимых признаков должно быть. Если анализ показал бы наличие нескольких кластеров, в том числе вот третьего типа. И ещё. Та идея о том, что маленькие массы галактик определяются тем, что они действительно маленькие, а не тем, что галактики просто повёрнуты к нам, эта идея уже закрыта вообще?

КОМБЕРГ Б.В.: Маленькие массы чёрных дыр?

ПАЩЕНКО И.: Да.

СОИСКАТЕЛЬ:

В принципе – да, потому что есть Сейферты с узкими линиями, которые не могут быть повернуты к нам ребром. И тем не менее оценки даются относительно малых масс чёрной дыры.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, ещё вопросы, пожалуйста.

СОИСКАТЕЛЬ: Ах, да. Есть работы, показывающие, что Сейферты с узкими линиями не имеют выбранной ориентации.

МАТВЕЕНКО Л.И.: Вы рассматриваете активные галактические ядра. Тогда, казалось бы, прежде всего нужно брать за основу именно активные процессы, а не некие сопутствующие. Причём далеко не всегда понятно, сопутствуют они этим активным процессам, или нет. Узкие линии, широкие линии никакого отношения к активным процессам не имеют, это плотное вещество и мало плотное вещество. Там 10 в пятой - 10 в восьмой степени. И будет, соответственно, область III. Область III прямо не относится к активному процессу. Массы самих чёрных дыр – это тоже проблематично само по себе, разве вы можете сказать, что у каждой галактики вы можете определить массу чёрной дыры? Нет, наверное. Также и спин, Вы сами ставите вопрос, что это не понятно. Так вот вопрос: сколь обоснованно деление активных галактических ядер на вот эти подтипы?

СОИСКАТЕЛЬ: Ну, насчёт масс чёрных дыр, на самом деле там так. Существует некоторый набор методов, который для отдельного объекта позволяет оценить его массу более-менее точно. Есть методы, которые позволяют это сделать менее точно для большего количества объектов, а есть, например, оценки массы чёрной дыры в одну эпоху, это просто по ширине линий. И если откалибровать первый метод по второму, то можно утверждать, что у нас для достаточно большого количества галактик с некоторой достоверностью есть эта зависимость. Вот, тот же “reverberation mapping”, он уже для очень-очень многих объектов сделан. Речь идёт о том, что там чёрные дыры оценены с точностью, ну, хотя бы в порядок. А в различиях там по оси X - порядки многие. То есть общие тенденции по массе, они сейчас уже, скорее всего, справедливы. Ведь речь-то идёт о логарифмической шкале. Там 6 или 8. Понятно, что если кто-то утверждает, что знает массу чёрной дыры с точностью до двух процентов, он, скорее всего, ошибается, если идёт речь не о центре нашей Галактики. Но оценки там, по крайней мере, до порядка, они, скорее всего, уже справедливы.

КОВАЛЁВ Ю.Ю.:

Всё равно в рамках предположений.

СОИСКАТЕЛЬ: Предположений, конечно. Так, а по поводу узких линий - широких линий...

МАТВЕЕНКО Л.И.: Как они связаны с активными процессами? Это области III. Внешняя область, охватывающая ядра. И соотношение узких/широких линий определяется только плотностью вещества в этих изучающих обла-

стях.

СОИСКАТЕЛЬ: Не совсем. Во-первых, у нас область образования широких линий и область образования узких линий — это две совершенно разные области. Вблизи от чёрной дыры облака двигаются с большой скоростью, там да, будет побольше плотность вещества. Так называемая область образования узких линий — это высвечиваются все эти запрещённые линии, это два конуса, которые освещены чёрной дырой, активной чёрной дырой. Почему два конуса? Потому, что тор закрывает. Это две разнесённых области, да, с разными плотностями. Может, я не совсем правильно понял, что вы сказали, но разница в ширине линий связана как раз с тем, в каком потенциале они находятся, и с какой скоростью всё это вращается.

МАТВЕЕНКО Л.И.: Это модель!

Соискатель: Да, это модель.

МАТВЕЕНКО Л.И.: Проверить это невозможно! Это же компактные области!

СОИСКАТЕЛЬ: На самом деле, я, наверное, неправильно поступил, что не показал слайд. Область образования узких линий в Хаббловских фотографиях видна. Там два конуса вот таких. Область образования узких линий видна прекрасно. Области образования широких линий уже много десятилетий множество работ посвящено. И исследованию спектров. И, скорее всего, то, что авторы сейчас говорят, близко к действительности. Существует некое устоявшееся представление об общей структуре — что там есть тор, область образования широких линий, есть диск. Как бы понятно. Там ещё открыт вопрос всё-таки о геометрии и как происходит сублимация на внутренней границе тора. Там некоторые придумывают интересные модели, чтобы обойти вот эти вот переходы AGN I - AGN II. Что это якобы некий “clumpy”, “комковатый тор”, но у меня сложилось стойкое впечатление, что вот именно по списку структур уже какая-то ясность есть.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Ещё вопросы, пожалуйста.

ДАГЕСАМАНСКИЙ Р.Д.: У Вас прозвучала фраза, что эти галактики не наблюдаются с ребра. Такое утверждение было, или я ошибаюсь?...

СОИСКАТЕЛЬ: Нет, это я Илье сказал, не подумав. Забираю свои слова назад.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ]: Так, ещё вопросы есть? Не вижу. Тогда слово научному руководителю.

СЕКРЕТАРЬ: Технический перерыв нужен бы, в том числе — для аккуратного перезапуска видеофайла. Давайте, минут 5?

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: **Технический перерыв на 5 минут.**

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ (после перерыва): Слово предоставляется научному руководителю.

КОМБЕРГ Б.В. (научный руководитель, выступает, отзыв прилагается):

Андрей, как вы знаете, три года отучился в аспирантуре, потом у него была некая проблема и на год защита отложилась. Я уже немножко говорил в дебатах, почему мы вообще за эти галактики, почему такая тема возникла. Потому что они оказались некими особенными. У них была по оценкам меньше масса чёрных дыр, у них были псевдобалджи, они обладали рядом спектральных особенностей, а активность у них была достаточно сильной. И в радио даже, у них есть джеты, по сотне килопарсек. Надо было весь этот объем как-то поднять, и вот Андрей с этим вопросом разбирался. Он хорошо работает по всяким статистикам, по каталогам, он всё умеет делать и, мне кажется, что он вполне здесь заслуженно своё отработал. Хочу только обратить внимание, когда показывал Андрей функции светимости, то вы, наверное, заметили, что функция светимости, построенная по сейфертовским галактикам, плавно переходит в квазары. Это я ещё и раньше знал, но не по Сейфертовским, а по радиогалактикам. Тогда возникает вопрос, который, мне кажется, физически интересный. Что это значит, когда функция светимости одного объекта переходит в другую? Значит ли это, что это эволюционная последовательность?

Есть разные точки зрения на этот счёт. Мне кажется, то, что функция светимости Сейфертовских галактик переходит в функцию светимости квазаров, говорит о том, что есть некая эволюционная последовательность. Начиная от разных типов сейфертовских галактик, которые за счёт увеличения массы вблизи ядра могут переходить от узких линий к широким линиям, а потом они могут переходить и в квазары. Но на это, казалось бы, такое есть возражение. Если это так, то тогда у них должны быть разные массы чёрных дыр. Мы же наблюдаем, что у квазаров больше массы черных дыр, они в более массивных галактиках, поэтому у них больше масса чёрных дыр. Но тогда если говорить об эволюции вот в этом плане, то надо говорить о том, что у вас со временем меняется и масса, так сказать, чёрных дыр в объектах.

Как это может быть? Дело в том (и это известный тоже факт – не помню, отмечено это в диссертации или нет) что у массивных галактик, как правило, в центре есть чёрная дыра. В менее массивных галактиках часто в центре бывает не массивная чёрная дыра, а массивное звёздное скопление. Которое по массе бывает больше, чем масса чёрной дыры. И только в промежуточных типах галактик, в промежуточных массах галактик сосуществуют в центре и чёрные дыры, и массивные, вот эти самые, звёздные скопления. Одна из причин увеличения масс чёрных дыр со временем является трансформация вот этой массивной звёздной системы в чёрную дыру. Мне кажется, что этот вопрос интересный. В общем, я считаю, что Андрей Александрович – вполне квалифицированный человек, немножко меньше он, так сказать, интересуется физикой дела, чем всякими оценками статистических величин, но это уже, как говорится, на любителя. И вполне может найти применение

свое, будучи кандидатом наук, в работе в Астрокосмическом центре.

НОВИКОВ И.Д.: Вопрос можно? Я правильно понял, что ты утверждаешь, что если есть последовательность какая-то, это значит, объекты эволюционируют вдоль этой последовательности? Может быть, но это далеко не всегда. Чаще всего это и не так.

КОМБЕРГ Б.В.: Это надо каждый раз доказывать.

НОВИКОВ И.Д.: Просто нет ни малейших оснований! Возьми диаграмму Герцшпрунга-Рессела, у тебя есть главная последовательность. Там никто не считал и не считает, что они эволюционируют вдоль этой последовательности

КОМБЕРГ Б.В.: Если ты построишь функцию светимости, например, для радиогалактик, для которых родительские галактики такие же, как и для квазаров, то ты увидишь, что одни переходят в другие. Это просто говорит о том, как мне кажется, что радиогалактика это старый квазар...

НОВИКОВ И.Д.: Мне кажется, одно не доказывает другое.

КОВАЛЁВ Ю.А. Можно на дискуссии продолжить.

КАРДАШЁВ Н.С. Люди бывают высокие и низкие, но вы же не скажете, что из маленьких вырастают большие.

ОТЗЫВЫ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ:

Переходим к оглашению Заключения организации, где выполнялась диссертационная работа, Отзыва ведущей организации и других поступивших в диссертационный совет отзывов на диссертацию и автореферат. Юрий Андреевич, пожалуйста.

СЕКРЕТАРЬ:

Зачитывает Заключение организации, где выполнялась работа, и Отзыв ведущей организации. Других отзывов не поступило.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ (соискателю):

Хотите сейчас ответить на замечания или позже? Сейчас. Хорошо, пожалуйста.

СОИСКАТЕЛЬ (ответ на замечания ведущей организации):

Так, замечание первое. Первая глава диссертационной работы выглядит непропорционально длинной, в ней иногда пропущены важные для понимания детали, например в тексте приводится значение индекса Серсика и отношений V/T , но не указаны фильтры, в которых они получены. Ответ. Словосочетания “индекс Серсика” или “профиль Серсика” встречается в диссертационной работе в ряде мест. На странице 6: Принятой границей разделения балдж/псевдобалдж является значение индекса Серсика $n = 2$, псевдобалджи имеют $n < 2$, классические балджи $n > 2$ соответственно.

НОВИКОВ И.Д.: Вы слишком быстро говорите.

СОИСКАТЕЛЬ: Ну, здесь у меня по порядку перечислено, где встречается в работе индекс Серсика и в какой статье он получен. На самом деле я это пошлю Решетникову, но в каких фильтрах получен индекс Серсика к смыслу того, что сказано про индекс Серсика не имеет никакого отношения, потому что речь идёт о форме профиля, и речь идёт об эволюционном статусе объектов.

Я ссылаюсь на различные работы, там действительно в различных полосах это получено, в ответе полном, который я пошлю, это подробно рассказано (показывается полный ответ на слайде).

Перейду к следующему замечанию. Функция светимости галактик поля берётся по работе [203], однако приведённые без комментариев в диссертации значения параметров этой функции незначительно, но всё же отличаются от тех, что опубликованы в [203]. Да, нехорошо получилось. Дело вот в чём. Произошло досадное недоразумение. В диссертационной работе приводятся следующие параметры функции светимости : Φ со звёздочкой 0.009

КОВАЛЁВ Ю.Ю.: У нас есть ваша диссертационная работа.

СОИСКАТЕЛЬ: Да, при подготовке диссертации были использованы данные из работы Antonio Montero-Dorta, Prada, вот этой, то есть из препринта. Который на тот момент был доступен, но статья уже вышла. Ссылка в диссертационной работе дана на опубликованную статью, в ней действительно даны немного другие значения. Но, хочу отметить, что различия в значениях меньше, чем указанные там ошибки. То есть ни на что это не влияет. Ну, просто нехорошо вышло.

В главе 3 было бы полезно указать характерный размер ячеек разбиения в линейных единицах (в Мпк), например, на среднем красном смещении выборки. Поскольку, как я говорил, идёт шаг по постоянному объёму, объём ячеек выборки на всех красных смещениях постоянный. Здесь выписаны параметры сетки, первой и второй, Для каждого элемента постоянный объём по всему красному смещению. Для первой сетки этот объём составляет такое число, соответственно средняя стенка 85 мегапарсек, Для второй сетки разбиения вот такой объём, соответственно средняя стенка 46 мегапарсек. В приложении – аббревиатуры BLS и NLS...

КОВАЛЁВ Ю.Ю.: Ответ не понятен. Вы просто набор фактов приводите. Есть замечание. Ответ на замечание в чём заключается?

СОИСКАТЕЛЬ: Ответ на замечание заключается вот в чём. Было бы полезно указать характерные...

КОВАЛЁВ Ю.Ю.: В диссертации не были указаны, Вы указываете сейчас?

СОИСКАТЕЛЬ: Да, я указываю сейчас. Вот это ответ. В приложении аббревиатуры Broad Line Seyfert и Narrow line Seyfert одинаково расшиф-

ровываются как сейфертовские галактики первого типа с узкими линиями. Извиняюсь, это опечатка.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, это всё, да?

СОИСКАТЕЛЬ: Да.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ:

Переходим к отзывам оппонентов. Артур Давыдович, пожалуйста.

А.Д. ЧЕРНИН (первый оппонент):

Выступает, отзыв прилагается.

Председатель (соискателю):

Будете сейчас отвечать? Да, пожалуйста.

СОИСКАТЕЛЬ (ответ на замечания первого оппонента):

Замечание. Работа не лишена недостатков, из которых заслуживает упоминания вопрос о зависимости функции светимости галактик от их локального окружения. Этот вопрос остаётся в работе без ответа; между тем было бы весьма желательно дополнить усреднение, проводимое на масштабах ячеек крупномасштабной структуры, ещё и оценкой локального эффекта в масштабе групп галактик. Я отвечу следующим образом. Ответ. Строго говоря, это даже не является замечанием к работе, а пожеланием насчёт дальнейших исследований. В диссертации у меня специально оговаривалось, что использованные методы не позволяют учесть этот вопрос и это тема дальнейших исследований. Так что это не замечание, а пожелание дальнейшей работы. За что спасибо. Всё.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, второй оппонент, пожалуйста.

ВЕРХОДАНОВ О.В. (второй оппонент): Выступает. Отзыв прилагается.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Так, пожалуйста, ответ.

СОИСКАТЕЛЬ: Замечание. Для улучшения представления основных результатов пункты 2 и 3 можно было объединить в один пункт. Ответ. 2 и 3 это, соответственно, про выборку и про предсказанную функцию рентгена в диапазоне, функцию светимости для мягкого рентгена. Да, согласен, два пункта и правда можно было бы объединить. Хуже бы не стало.

Следующий пункт. Результат пункта 6, не относящийся прямо к теме диссертации, можно внести подпунктом в пункт 5, как способ проверки метода. Пятый это про метод вычисления пространственной концентрации от всего остального, и шесть это “подтверждён результат, что доля красных галактик зависит от плотности окружения”. Позволю всё-таки, наверное, не очень согласиться. Мне кажется, что всё это можно считать отдельным результатом, так как он получен независимо от работы, с которой проводится сравнение результата, для других масштабов, для других объектов. А более того да, рассматривали другие объекты и другой масштаб окружения, хотя то, что напрямую к теме диссертации это не относится, справедливо.

Дальше. Неудачные стилевые обороты. Согласен, и уже отвечал. Здесь

список ответов на опечатки На странице 100 в локальном выводе на странице 109 в заключении главы 3 говорится, что объекты Narrow Line Seyfert и Broad Line Seyfert составляют некую фиксированную долю всех галактик. Для увеличения значимости вывода имеет смысл приводить и численные пределы для определения этой доли. Ответ тут только с картинками. В работе даются следующие графики зависимости концентрации и их отношения от плотности. Это я уже показывал. Четыре слайда.

Результаты аппроксимации, соответственно, приводятся в работе в следующих таблицах, вот они. В таблицах дано что? Тип объекта, бин по светимости, линейная аппроксимация - a, b , хи-квадрат и количество степеней свободы. Вторая таблица - то же самое для нелинейных, для двух сеток. Для ответа на поставленный вопрос нужно все эти зависимости построить не от плотности, вот этого параметра плотности, отношения ρ к $\langle \rho \rangle$ среднее, а от количества галактик на мегапарсек в кубе. Под количеством галактик, само-собой, можно подразумевать только количество галактик в некотором интервале светимости. Возьмём то же самый, -23 - -17. Вычисляем из формулы Шехтера. Равное интегралу по количеству. Вот на этих графиках показано всё то же самое, только построенное по оси x - это количество в штуках на 10 в минус второй. Все те же графики, только другое по осям. Соответственно, построив эти таблицы, мы видим, что? Линейную аппроксимацию, a b . Соответственно, коэффициент вот этот вот в линейной аппроксимации является ответом на вопрос, какая доля, количество этого зависит от количества вот того.

КОВАЛЁВ Ю.Ю.: А я не понял! Можно такими словами, чтобы понял не только оппонент?

СОИСКАТЕЛЬ: Хорошо. Ответом на этот вопрос “укажите долю” является таблица, которая нарисована вот здесь (показывает).

КОВАЛЁВ Ю.А.: Долю вслух назвать можно?

СОИСКАТЕЛЬ: Это зависит от светимости. Например, количество Narrow Line Seyfert в диапазоне ...

КОВАЛЁВ Ю.А.: Андрей, нельзя просто сказать долю от и до? В зависимости от светимости, например.

СОИСКАТЕЛЬ: По порядку величины: в каждом бине она идёт от 2.89 на 10 в минус четвертой до 3.4 на 10 в минус 5 для самых ярких.

КОВАЛЁВ Ю.А.: Это – один порядок величины.

СОИСКАТЕЛЬ: Ну, да. Про гипотезу иерархического сгущивания. Ответ: спасибо, ссылки посмотрел, статьи почитал, интересно. Всё.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Хорошо. Тогда можно переходить к дискуссии. Кто желает выступить, пожалуйста. Нет желающих? Все всё уже сказали? Тогда, пожалуйста, Ваше заключительное слово.

СОИСКАТЕЛЬ (заключительное слово): Хочу выразить благодарность

своей семье, научному руководителю, коллегам, друзьям. И, конечно же, оппонентам и всем присутствующим. Спасибо за внимание.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Переходим к голосованию. (Предлагается состав счетной комиссии. Счетная комиссия утверждается в предложенном составе. Объявляется перерыв на проведение тайного голосования).

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ (после перерыва): Слово Председателю счетной комиссии.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СЧЕТНОЙ КОМИССИИ: зачитывает протокол счетной комиссии по вопросу о присуждении ученой степени кандидата наук Ермашу Андрею Александровичу.

Результаты голосования:

Состав совета — 21

Присутствовало — 15

Роздано бюллетеней — 15

Осталось нерозданных бюллетеней — 6

Оказалось в урне бюллетеней — 15

За — 15

Против — нет

Недействительных бюллетеней — нет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Прошу проголосовать. Кто за утверждение протокола счетной комиссии? Кто против? Нет. Кто воздержался? Нет. Протокол счетной комиссии утверждается единогласно. **Таким образом, совет принял положительное решение по вопросу присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук Ермашу Андрею Александровичу** (аплодисменты).

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: Приступаем к обсуждению Проекта заключения совета. Текст Проекта у членов совета имеется. Есть ли замечания, дополнения? (Текст обсуждается и редактируется). Кто за то, чтобы принять отредактированный текст заключения? Кто против? Нет. Кто воздержался? Нет. Принимается единогласно. (Текст заключения объявляется соискателю). Заседание совета объявляется закрытым.

Председатель совета
академик РАН

Н.С. Кардашев

Ученый секретарь совета
д.ф.-м.н.
06 февраля 2015 г.

Ю.А. Ковалев