

СЕЙФЕРТОВСКИЕ ГАЛАКТИКИ ПЕРВОГО ТИПА С УЗКИМИ ЛИНИЯМИ — АКТИВНЫЕ ЯДРА В СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИКАХ С ПСЕВДОБАЛДЖАМИ

Специальность 01.03.02 астрофизика и звездная астрономия

Ермаш Андрей Александрович
Научный руководитель — д.ф.-м.н. Комберг Б.В.

Российская Академия Наук
Физический институт им. П.Н. Лебедева
Астрокосмический Центр

Москва 2014

Актуальность темы диссертации

NLSy1 представляют собой особый подкласс галактик с активными ядрами, к которому в последние годы проявляется повышенный интерес.

Так как они, судя по всему, являют собой пример проявления *секулярных процессов*, их изучение представляет собой значительный интерес и позволит уточнить современные представления об эволюции активных ядер галактик.

Постановка задачи диссертационной работы

- Первой целью было поставлено составление обзора публикаций на интересующую нас тематику и сведение огромного количества опубликованной информации в непротиворечивую картину.
- До настоящего момента в литературе не было публикаций, посвящённых функции светимости NLS, откуда проистекает задача её построения. Функция светимости является важным инструментом для изучения определённого класса объектов, и позволяет судить об эволюции рассматриваемой популяции.
- Вопросу связи активности ядра с окружением родительской галактики посвящено множество работ. Однако нет ясности касательно того, как феномен NLS связан с плотностью окружения. Откуда проистекает задача изучения связи пространственных концентраций NLS и BLS, а также их отношения с плотностью окружения.
- Существующей классификации активных ядер (AGN I/II), на наш взгляд, недостаточно. Задачей являлось выделение ключевых критериев, позволяющих уточнить существующую классификацию и выделить новый тип активных ядер — AGN III, типичными представителями которого являются NLS.

Список глав

- Во **введении** даётся краткое описание диссертационной работы, актуальность темы, вводится цель диссертационной работы, описаны научная новизна работы, основные результаты, выносимые на защиту, список конференций и семинаров.
- В **первой главе** дан подробный обзор литературы, посвящённой NLS.
- **Вторая глава** целиком посвящена функции светимости. Описано построение выборки, суть разработанных алгоритмов, полученные результаты.
- **Третья глава** посвящена построению зависимостей пространственных концентраций NLS и BLS, а также их отношения от плотности Вселенной на масштабах ячеек крупномасштабной структуры.
- В **четвёртой главе** вводится новый тип активных ядер — AGNIII и даётся обоснование этого шага, а также показано, что NLS являются типичными представителями данного нового класса активных ядер.

Глава 1 — обзор литературы по NLSy1.

Впервые термин “Сейфертовский галактики с узкими линиями — Narrow Line Seyfert Galaxies” был введён в работе [3] D. E. Osterbrock and R. W. Pogge, *Astrophys. J.* 297, 166 (1985).

Хотя, после публикации обзора пришло письмо от Martin Gaskell, который утверждал, что этот термин придумал он годом раньше. В общем, термин был введён примерно тогда.

Глава 1.

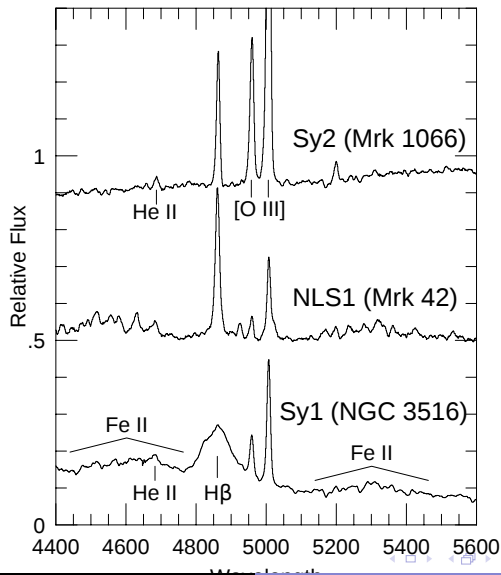
Одной из поставленных перед автором данной диссертационной работы задач являлось составление обзора литературы, посвящённой NLSy1.

Обзор был опубликован в 4-ом номере журнала Астрофизика за 2013 год. А именно: Том 56, № 4, 625 - 660, 2013.

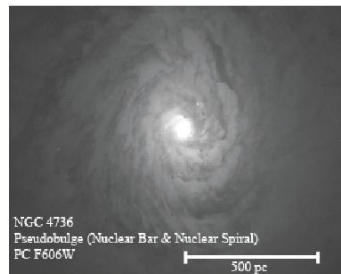
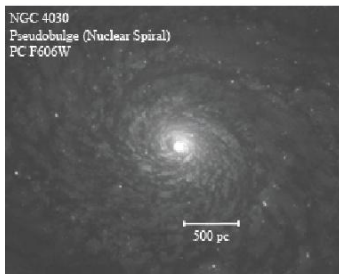
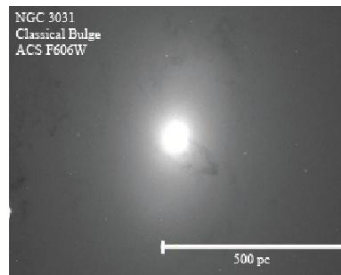
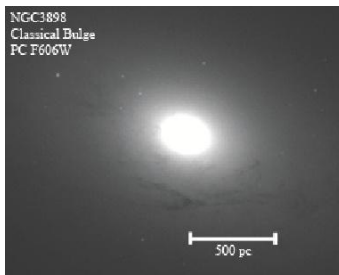
Приведём основные выводы этой статьи (и первой главы диссертации):

- Определяющими спектральными свойствами NLS, выделяющими их в особый класс объектов, являются: в оптике — сильное FeII, слабая линия [OIII], узкая разрешённая линия $H\beta$ ($<2000\text{ км/с}$). В рентгеновском диапазоне они обладают крутыми спектрами, быстрой переменностью в мягком рентгене.
- Родительские галактики NLS принадлежат к более поздним типам, чем BLS, средний Хаббловский тип составляет 3.0 и 1.0 соответственно (Sb и Sa). У NLS выше доля баров, ядерных колец. Для NLS характерна “Grand Design” морфология ядерных пылевых спиралей, бóльший темп звёздообразования. В родительских галактиках NLS не наблюдаются классические балджи, а, как правило, *псевдобалджи* с индексом Серсика $n_b < 2$. Среднее значение $\langle B/T \rangle$ для них составляет 0.17.

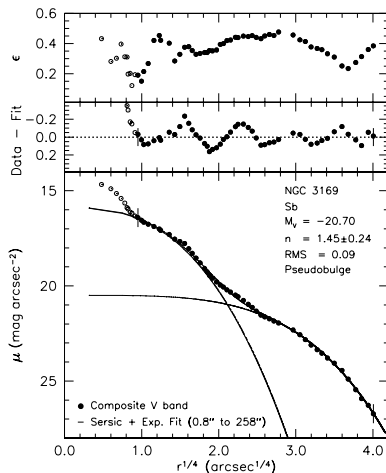
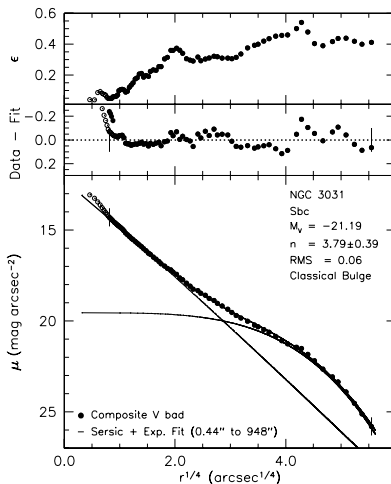
Спектры Sy1, Sy2, NLSy1 [9]



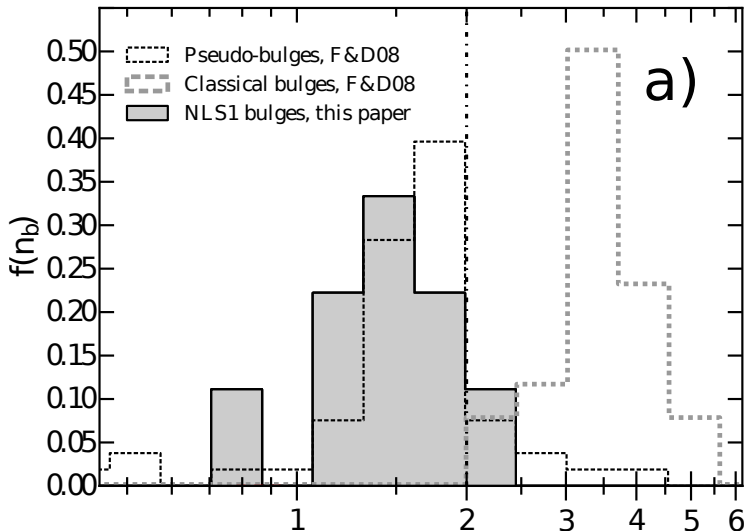
Определение — Классические и псевдобалджи



Определение —Классические и псевдобалджи

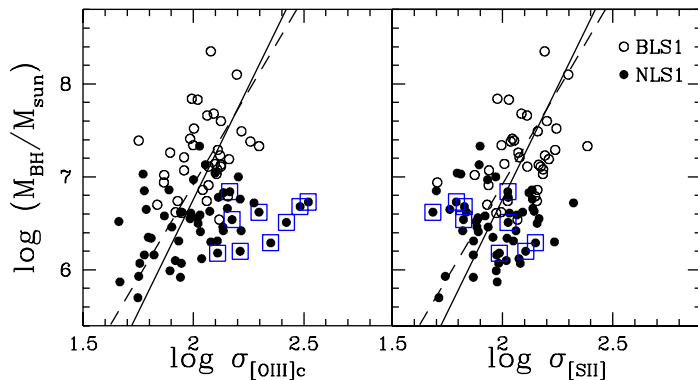


Распределение по индексу Серсика [34]



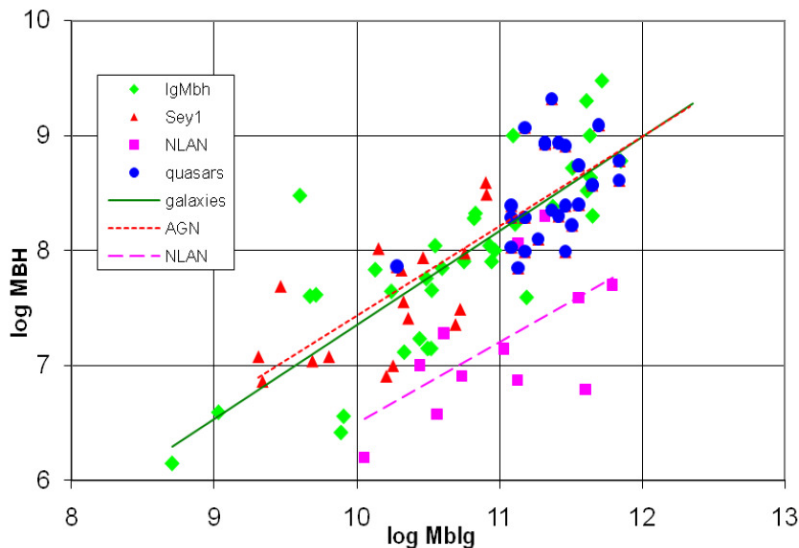
- Касательно вопроса о том, лежат ли NLS на зависимостях $M_{BH} - \sigma_*$ и $M_{BH} - M_{buldge}$ нет окончательной ясности. Вполне возможно, что дело просто в том, что псевдобалджи не следуют масштабным соотношениям для классических балджей и сферических компонент.
- В довольно значительной доле NLS обнаружены H_2O мазеры. Причём механизм усиления в диске тут не работает в силу того, что NLS не наблюдаются с ребра. Местоположение мазеров в NLS достоверно не известно. Есть свидетельства того, что они излучаются в истечениях или в областях взаимодействия джета с веществом.

Пример зависимости $M_{BH} - \sigma$ [68].

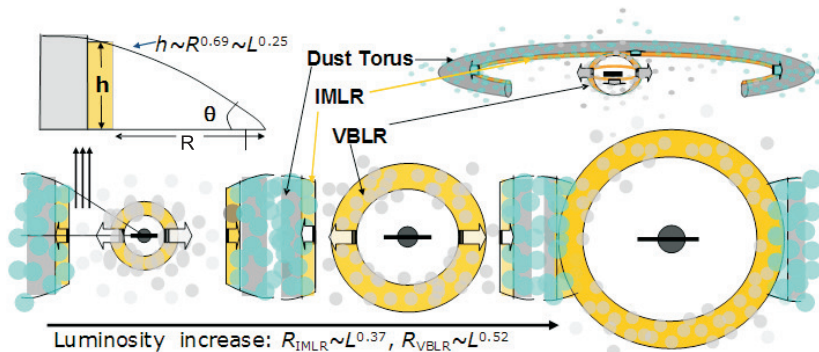


NLS (заполненные кружки) и BLS (пустые кружки). Объекты с сильным смещением в коротковолновую сторону ядра линии [OIII] дополнительно обведены квадратами. Слева: измерения σ основаны на ядре линии [OIII] λ 5007. Справа: измерения σ основаны на [SII]. Пунктирная и сплошная линии представляют соотношение $M_{BH} - \sigma$ для неактивных галактик.

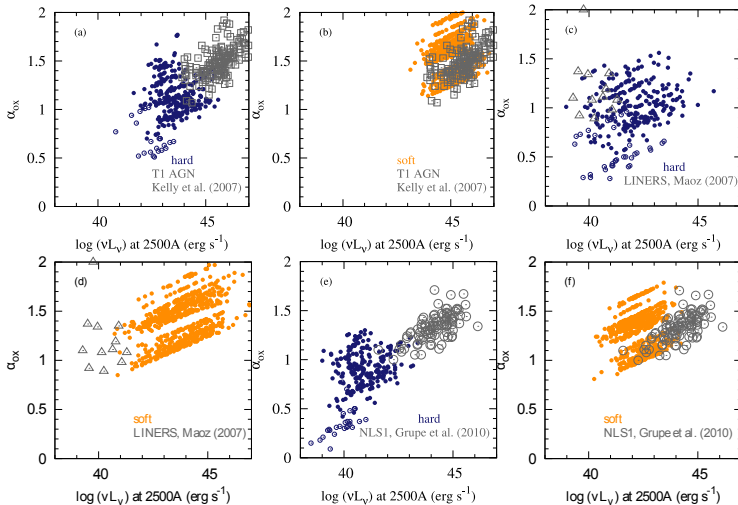
Пример зависимости $M_{BH} - M_{bulge}[131]$.



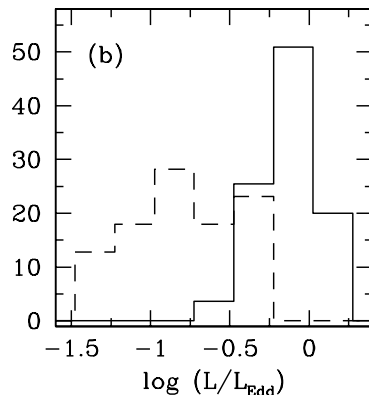
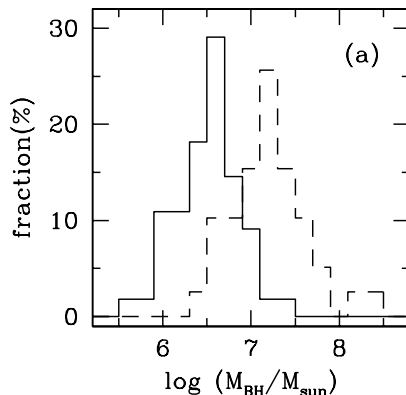
Немного поясняющих картинок — схема AGN [48]



Почему NLS аккрецируют с высокими темпами [81]



Распределение масс ЧД и L/L_{edd} [68]



e-VLBI изображения PMN J0948+0022 [97]

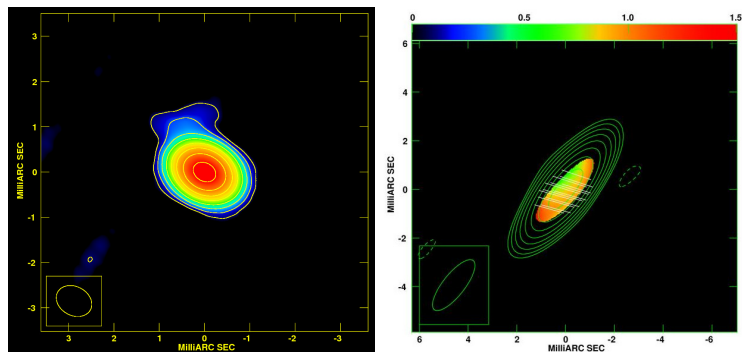
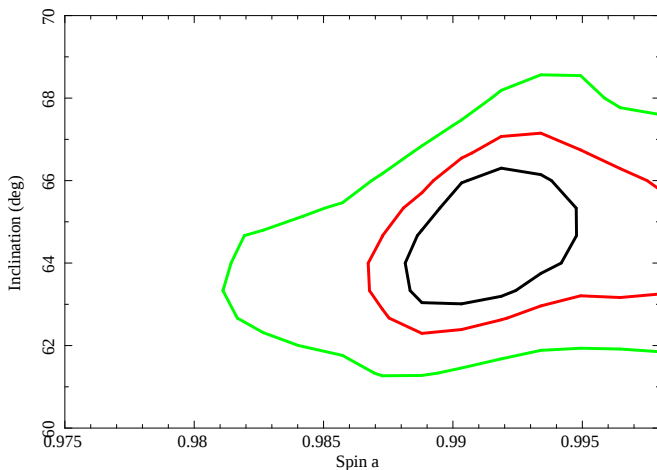


Figure 3: e-VLBI images of PMN J0948+0022 on 2009 June 10. Left: total intensity (lowest contour traced at $1.5 \text{ mJy beam}^{-1}$). Right: total intensity contours, overlaid to fractional polarization (in colors) and Electric vector position angle (sticks of length such that $1 \text{ mas} = 1.2 \text{ mJy beam}^{-1}$); note that the absolute position of the EVPA is uncalibrated and that only intra-European baselines have been considered for this image.

Narrow-Line Seyfert 1 galaxy IRAS13224-3809



68, 90 and 99 per cent confidence contours for spin and disc inclination[106].

Схожесть спектров NLS и BL Lac[85]

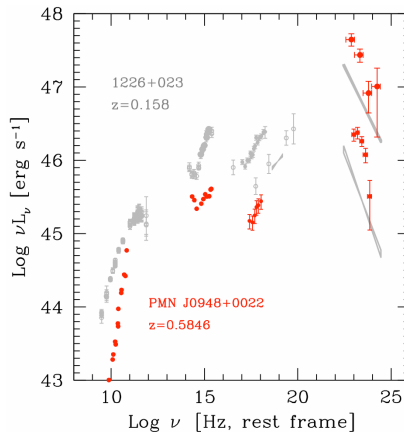


Figure 4: Comparison of the SED of PMN J0948+0022 (red points) and PKS 1226+023 (a.k.a. 3C 273) in grey.

- Эволюционный статус родительских галактик NLS 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, так и внешние.
- NLS не являются ни редкими, ни уникальными объектами. То, что они попали под пристальное внимание исследователей сравнительно недавно связано с ограничениями астрономических инструментов и с историческими причинами. Но понимание механизмов, работающих в ядрах NLS, крайне необходимо для создания теории активных ядер в целом.

Глава 2 —

Функция светимости NLS

Данные и выборка объектов

- Нами были использованы данные обзора SDSS DR7.
- Для классификации AGN была использована линия $H\alpha$.
- Основная выборка состояла из 9020 объектов с $FWHM(H\alpha) \geq 1200$ км/с.
- Количество NLS в выборке: 2082.
($1200 \text{ км/с} \leq FWHM(H\alpha) < 2000 \text{ км/с}$).
- Количество BLS в выборке: 6938.
($FWHM(H\alpha) \geq 2000$ км/с)
- Для оценки светимости AGN использовалась линия $[OIII]5007\text{\AA}$.

Существующие методы вычисления LF

Есть два основных метода вычисления Функции Светимости (LF). Это $\frac{V}{V_{max}}$ и метод максимального правдоподобия (maximum likelihood).

Нами был использован модифицированный $\frac{V}{V_{max}}$ метод, позволяющий учесть вариации плотности галактик из-за крупномасштабной структуры.

Методика вычисления LF

- Для каждого бина по светимости нужно получить функцию средней вероятности обнаружения объекта $\rho(d_c)$
- Откуда мы можем получить усредненное значение v_{max} для объектов в данном бине:

$$\langle v_{max} \rangle = \int_{d_{c,min}}^{d_{c,max}} 4\pi r^2 \rho(d_c) dr$$

- Значение LF в отдельном бине:

$$\hat{\phi}(L) = \frac{N_{norm}}{\langle v_{max} \rangle \times d \log L_{[OIII]}}$$

где N_{norm} — количество галактик после нормировки.

Ошибки вычисления и пр.

- Размерность $\hat{\phi}(L) - \# \text{Mpc}^{-3} \log L_{[OIII]}^{-1}$, то есть количество объектов ($\#$) на единицу объёма на единицу логарифма светимости (dex).
- В итоговую ошибку определения $\hat{\phi}$ вносят вклад Пуассонова ошибка, равная $\sigma_{N_{obs},poiss} = \sqrt{N_{obs}}$ и
- погрешность в вычислении $\langle v_{max} \rangle - \sigma_{\langle v_{max} \rangle}$
- Итоговая ошибка в вычислении функции светимости в этом случае равна:

$$\hat{\phi}(L) = \frac{1}{d \log L_{[OIII]}} \sqrt{\left(\frac{\theta \sigma_{N_{obs},poiss}}{\langle v_{max} \rangle} \right)^2 + \left(\frac{N_{norm} \sigma_{\langle v_{max} \rangle}}{\langle v_{max} \rangle^2} \right)^2},$$

где θ — множитель, соответствующий нормировке, так что $N_{norm} = \theta N_{obs}$.

Нормировка

- Функция светимости неактивных галактик для Локальной Вселенной хорошо известна и получена во множестве работ.
- Пусть $\langle \rho_{gal} \rangle$ — вычисленная из функции светимости средняя плотность галактик, а ρ_{gal} — плотность галактик в некоем рассматриваемом элементе объема.
- Пусть в этом же элементе объема наблюдается количество AGN (N_{AGN}), удовлетворяющих неким критериям отбора.
- Тогда количество AGN в этом элементе объема, нормированное на среднюю плотность галактик в Локальной Вселенной, выражается следующим образом

$$N_{AGN,norm} = N_{AGN} \frac{\langle \rho_{gal} \rangle}{\rho_{gal}}$$

Нормировка

- Для построения нормировки создадим отдельную выборку галактик, ограниченную по величине значениями $m_{min} = 14.5$ и $m_{max} = 17.6$.
- Пусть L_{obs} — суммарная наблюдаемая светимость галактик в рассматриваемом объеме.
- Функция светимости, как правило, аппроксимируется функцией Шехтера:

$$\phi(L)dL = \phi^*(L/L^*)^\alpha \exp(-L/L^*)d(L/L^*)$$

- Используя параметры функции Шехтера для неактивных галактик из [203] можно вычислить расчетную суммарную светимость галактик в единичном объеме:

$$L_{sch} = \int_{L_1}^{L_2} L' \phi(L') dL$$

Нормировка

- Были использованы следующие граничные значения:
 $M_{max} = -17$, $M_{min} = -23$ для полосы r .
- Теперь можно получить отношение средней плотности галактик в локальной вселенной к наблюдаемой плотности галактик в рассматриваемом объеме.

$$\frac{\langle \rho_{gal} \rangle}{\rho_{gal}} = \frac{L_{sch} V \mu}{L_{obs}} = \kappa,$$

где μ — область покрытия обзора.

- Данное соотношение, естественно, справедливо только в случае, когда параметры функции Шехтера α и L^* являются постоянными.

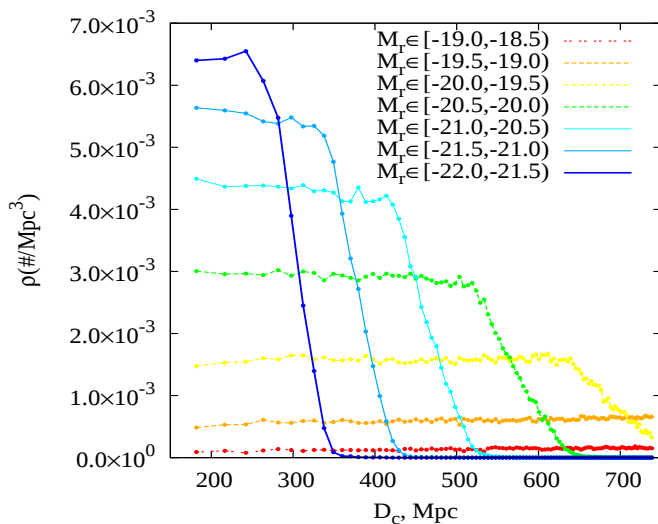
Нормировка

- Что интересно, при таком подходе необязательно знать телесный угол обзора, так как, при переходе к концентрациям, получаем:

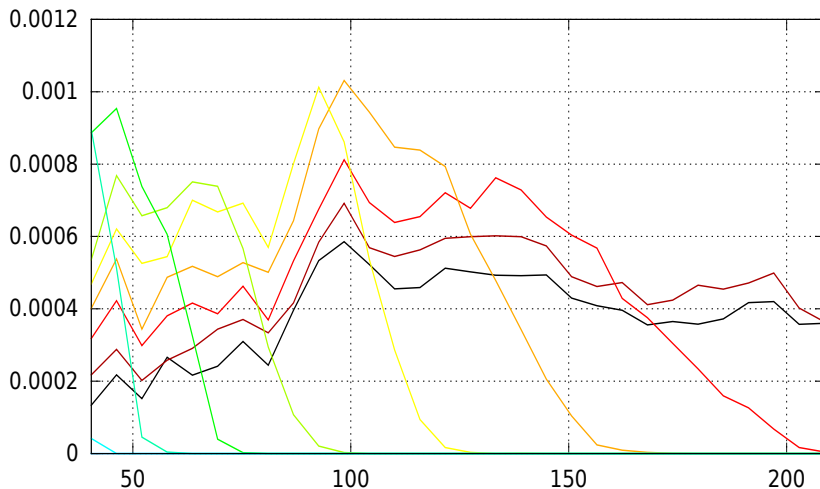
$$n_{AGN, norm} = N_{AGN} \frac{L_{sch}}{L_{obs}} \frac{1}{\mu}.$$

- Применим алгоритм нормализации для выборки галактик с известными абсолютными величинами.

Проверка алгоритма нормализации на адекватность



А вот так это выглядело до нормировки



Методика вычисления LF

Существует множество факторов, из-за которых объект не попадет в выборку AGN. Эти факторы можно условно разделить на две группы.

- ❶ Невозможность наблюдения ярких объектов на близком расстоянии.
 - Слишком яркая видимая величина.
 - Засветка спектров очень ярких эмиссионных линий.
- ❷ Снижение вероятности обнаружения объекта с ростом расстояния.
 - Снижение соотношения S/N в линиях.
 - Уменьшение общей наблюдаемой фотометрической величины.

Методика вычисления LF

Функция вероятности:

- ❶ Функция вероятности, назовем ее $\rho_{inc}(d_c)$ будет увеличиваться с расстоянием. Будем искать ее в форме $\exp(-b_1/d_c^2)$.
- ❷ Функция вероятности ρ_{dec} будет уменьшаться по мере роста расстояния до объекта. Будем искать ее в форме $\exp(-b_2 d_c^2)$.

Для каждого бина по светимости $L_{[OIII]} \in [L_i, L_{i+1}]$ нужно нормированную плотность AGN фитировать функцией $\rho_{AGN} = a\rho_{dec}\rho_{inc}$. Соответствующее среднее значение объема v_{max} равняется

$$\langle v_{max} \rangle = \int_{d_{c,min}}^{d_{c,max}} 4\pi d_c^2 e^{-b/d_c^2} e^{-cd_c^2} d(d_c)$$

Для анализа мы использовали кумулятивную функцию

$$f_{obs}(d_c) = N_{AGN}(d_{c,i} < d_c),$$

где $N_{AGN}(d_{c,i} < d_c)$ — количество AGN в рассматриваемом бине светимости, с расстоянием $d_{c,i} < d_c$ и большим минимального расстояния, которым была ограничена выборка.

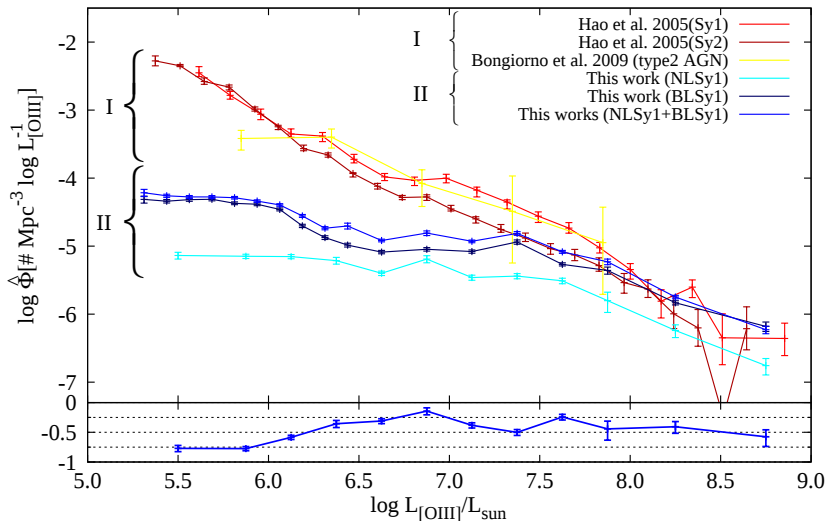
Фитирование проводилось, соответственно, функцией:

$$f_{fit}(d_{c,i}) = \int_{d_{c,min}}^{d_{c,i}} 4\pi a d_c^2 e^{\left(-\frac{b_1}{d_c^2}\right)} e^{(-b_2 d_c^2)} d(d_c).$$

Вместо фиксированного шага по расстоянию d_c использовался шаг с постоянным приращением объема δV_c . Соответственно, для i -ого бина имеем следующие граничные значения расстояния:

$$\sqrt[3]{\frac{4}{3}\pi d_{c,0}^3 + i\delta V_c} \times \frac{3}{4}\pi < d_c < \sqrt[3]{\frac{4}{3}\pi d_{c,0}^3 + (i+1)\delta V_c} \times \frac{3}{4}\pi$$

Функция светимости в линии $[\text{OIII}]\lambda 5007\text{\AA}$



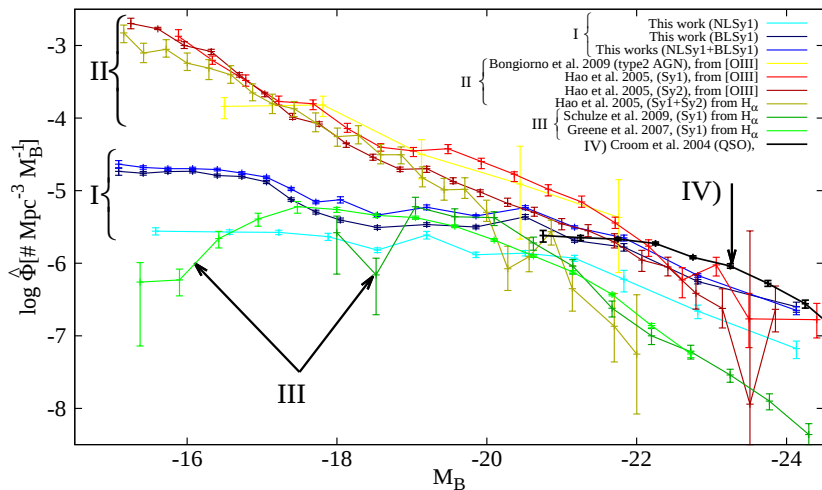
Но функции светимости многих авторов демонстрируют серьезное расхождение с таковой из [1]. Для сравнения с LF из других работ светимости были пересчитаны к величинам в джонсоновской полосе В. Формулы пересчета были использованы следующие. Из $L_{[OIII]}$ в M_B , в соответствии с [2]:

$$\log \left(\frac{L_{[OIII]}}{L_{\odot}} \right) = -0.38 M_B - 0.42$$

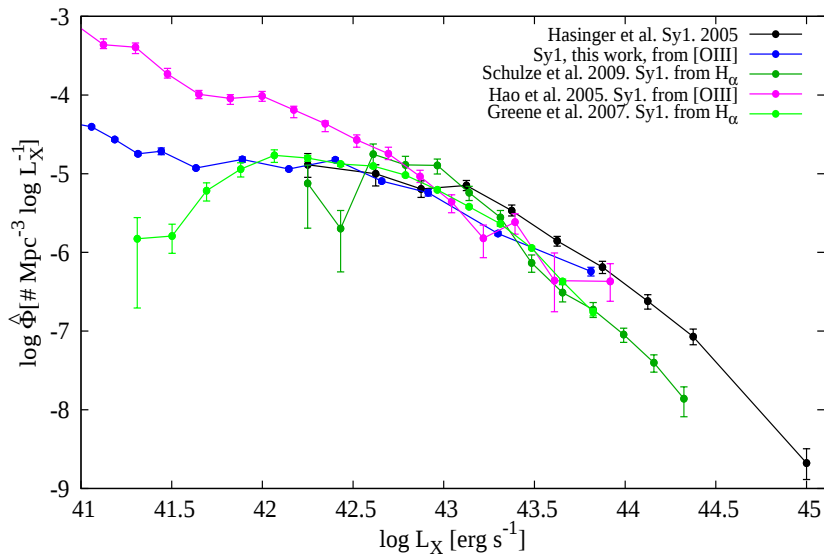
Из H_{α} в M_B в соответствии с [205]

$$M_B = -2.1(\log L_{H_{\alpha}} - 42) - 20.1$$

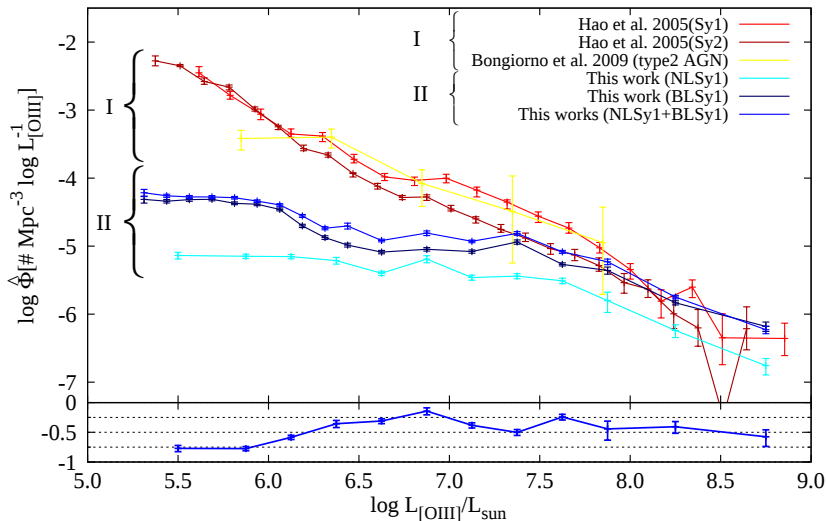
Функция светимости в полосе M_B



- Также нами была построена предсказанная функция светимости в мягком рентгене на основе данных о светимостях в линии [OIII].
- $L_{[OIII]}$ переводилось в светимость в мягком рентгене в диапазоне 0.5–2keV в соответствии с работами [208,209].
- Для сравнения также приводятся предсказываемые функции светимости на основе данных в линии H_α из работ [205,206].
- Светимости из H_α в болометрические были пересчитаны в соответствии с коррекцией, предложенной в работе [206], далее из болометрической светимости в $L_{0.5-2keV}$ следуя работе [208].



Функция светимости в линии $[\text{OIII}]\lambda 5007\text{\AA}$



- Отношение $\phi(NLS)/\phi(BLS)$ не является постоянным.
- Причину этого можно предположить, рассмотрев результаты работы [68].
- Распределения M_{BH} и L/L_{edd} для выборок NLS и BLS значительно отличаются.
- Математические ожидания светимостей NLS и BLS находятся в пределах погрешностей, однако дисперсии различны.
- Что существенно, распределение NLS значительно уже.
- Отношение количеств NLS и BLS имеет максимум при $\log L_{bol} = 44.64$, что соответствует $\log L_{[OIII]}/L_{\odot} = 7.4$
- Подобное объяснение не является окончательным, так как оценка L_{AGN} в [68] проводилась по $M_{r,SDSS}$ и $M_{g,SDSS}$, то есть для объектов с распределением L_{AGN} , отличным от нашей выборки.

Глава 3 —

Связь между частотой встречаемости NLS и крупномасштабной структурой Вселенной

- 1 Разбиение на бины по светимости AGN в линии $[\text{OIII}]\lambda 5007\text{\AA}$, выраженной в $\lg\left(\frac{L_{[\text{OIII}]}}{L_{\odot}}\right)$
- 2 $z_{\min}, z_{\max}$
- 3 Фиксированный шаг по объёму, а не по d_c или z .
- 4 Мы вычисляем функцию вероятности наблюдения объектов в каждом рассматриваемом интервале светимости $p(d_c)$.
- 5 Затем проводилось разбиение объема обзора на элементы $(z_i < z < z_{i+1})$, $(\alpha_{\min,j} < \alpha < \alpha_{\max,j})$, $\delta_{\min,j} < \delta < \delta_{\max,j})$.
- 6 Для каждого элемента объема производилось вычисление соотношения $\frac{\rho_{gal}}{\langle \rho_{gal} \rangle}$.
- 7 Проведя аналогичные вычисления для всех элементов объема, получим N_{NLS} , N_{BLS} и $\frac{N_{NLS}}{N_{BLS}}$ от $\frac{\rho_{gal}}{\langle \rho_{gal} \rangle}$.

Для начала необходимо выбрать сетку разбиения обзора SDSS как по углам α и δ , так и по красному смещению z .

Разбиение на слишком большие элементы объема приведет к тому, что мы потеряем информацию о мелкомасштабных вариациях концентрации галактик. При разбиении же на малые элементы объема во многих элементах будет недостаточно галактик для вычисления соотношения $\frac{\rho_{gal}}{\langle \rho_{gal} \rangle}$. Т.е. при таком разбиении можно изучить изменение соотношения $\frac{\rho_{NLS}}{\rho_{BLS}}$ в мелкомасштабных областях повышенной концентрации галактик.

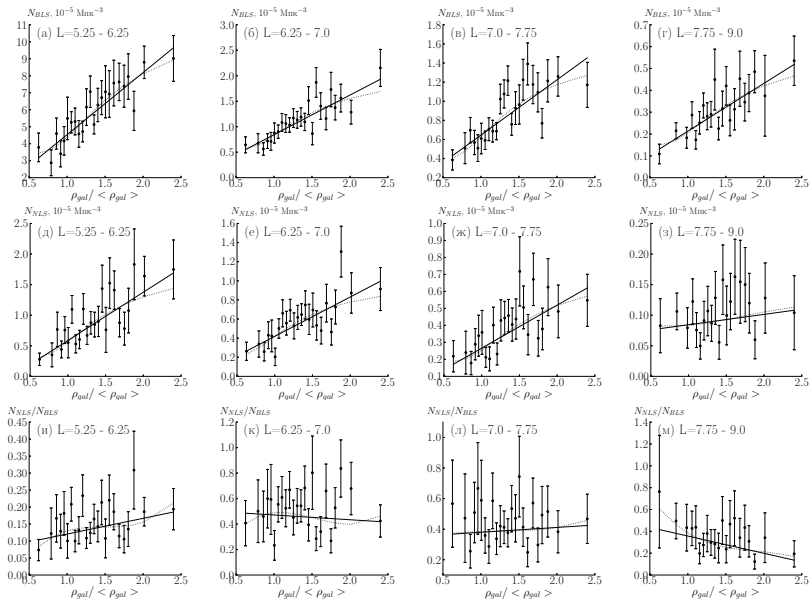
Были использованы 2 сетки разбиения.

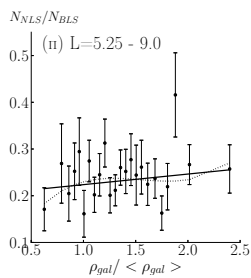
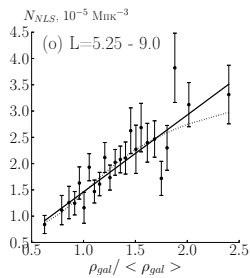
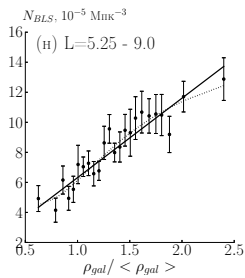
Параметры первой таковы.

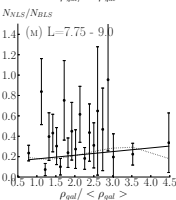
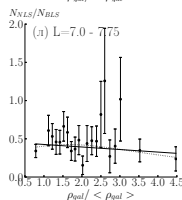
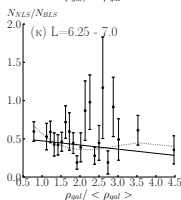
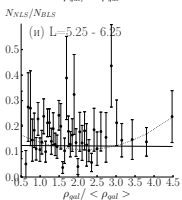
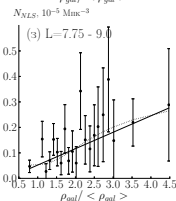
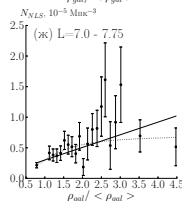
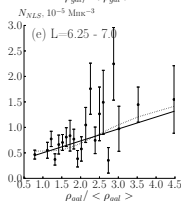
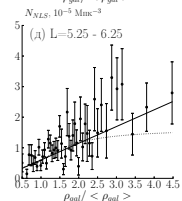
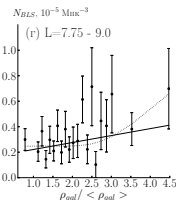
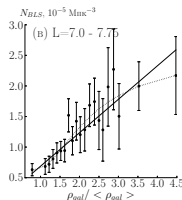
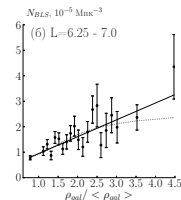
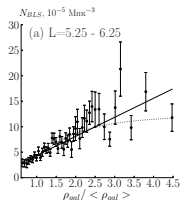
Телесный угол каждого элемента $\Omega = 0.37\text{sr}$ или 120° , минимальное красное смещение $z_{\min} = 0.027$, максимальное красное смещение $z_{\max} = 0.18$, количество бинов по z равняется 8.

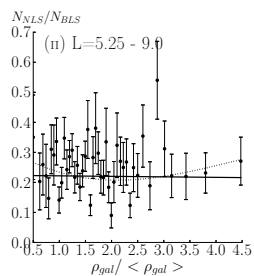
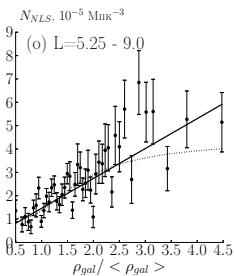
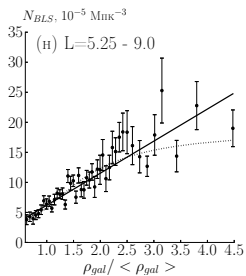
Параметры 2-ой сетки разбиения следующие:

$\Omega = 0.011\text{sr}$ или 36° , $z_{\min} = 0.022$, $z_{\max} = 0.18$, количество бинов по z составляет 15.

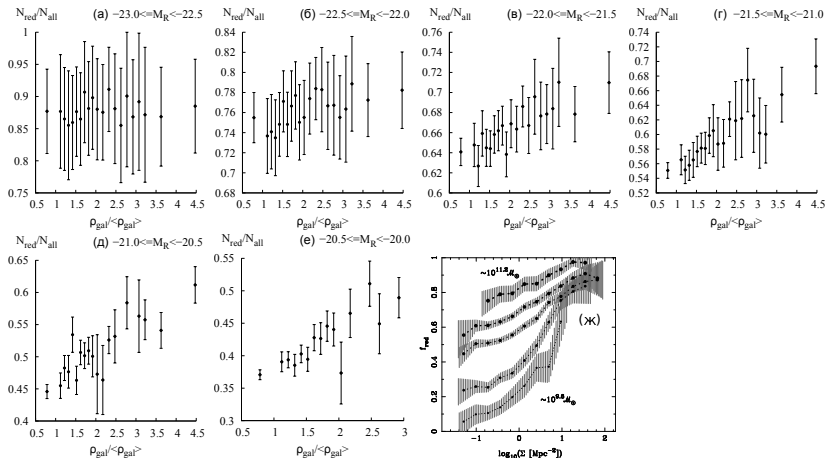








- Проверим адекватность данной методики. Построим для этого зависимость доли красных галактик от $\frac{\rho_{gal}}{\langle \rho_{gal} \rangle}$ для следующих интервалов абсолютных величин:
 $-23.0 \leq M_r < -22.5$; $-22.5 \leq M_r < -22.0$;
 $-22.0 \leq M_r < -21.5$; $-21.5 \leq M_r < -21.0$;
 $-21.0 \leq M_r < -20.5$; $-20.5 \leq M_r < -20.0$.
- Подвыборка красных галактик состояла из галактик с $u - r \geq 2.2$.
- Сверим полученный результат с таковым из работы [213].



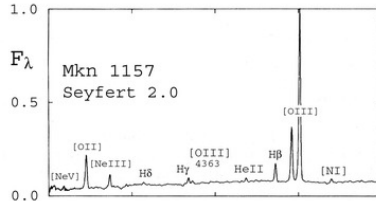
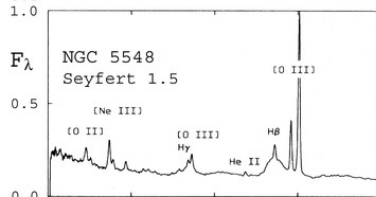
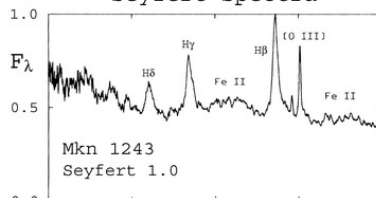
Глава 4 — обоснование введения нового класса активных ядер — AGN III

Суть главы 4

В четвертой 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.

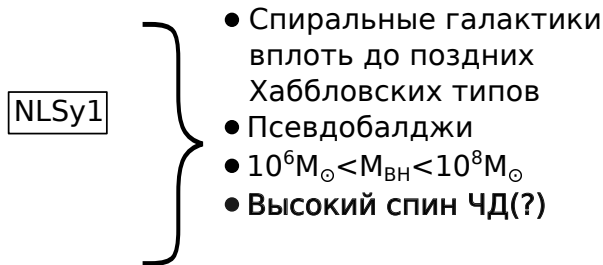
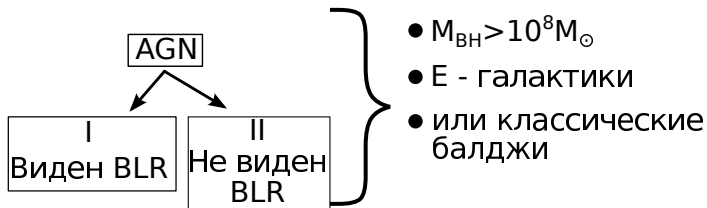
Seyfert Spectra

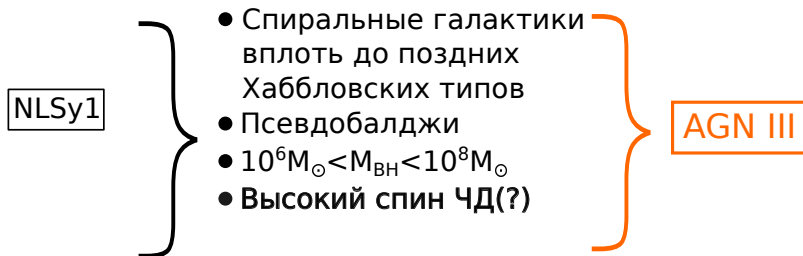
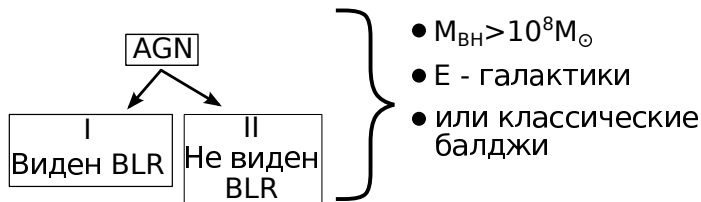


Секулярная эволюция и AGN

То, как галактика эволюционировала, должно сказаться и центральной чёрной дыре.

По существующим представлениям, чёрные дыры в галактиках, эволюционировавших секулярно будут *относительно* маломассивными ($10^6 - 10^8 M_{\odot}$). 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.







Любая классификация должна отражать имеющиеся ключевые фундаментальные отличия.

Итак, хотя для обоснования введения нового типа AGN приводится множество аргументов и различий в параметрах сутью является то, что: **новый класс AGN отличается от остальных своим эволюционным прошлым.**

Секулярная эволюция во Вселенной

Коснёмся теперь вопроса о секулярной эволюции во Вселенной.

Неверно считать, что на больших красных смещениях галактики эволюционировали за счёт мерджингов, а в наше время это происходит преимущественно на счёт секулярных процессов.

Так, в работе [139] авторы обнаружили, что галактики на $z = 2$ со вспышками звездообразования, в оптике обладающие нерегулярной “комковатой” морфологией имеют регулярные карты скоростей. То есть их эволюция не вызвана мерджингами, а внутренними процессами и/или притоком межгалактического газа.

Активная эволюция более массивных объектов заканчивается раньше и в дальнейшем с ними ничего не происходит (красные эллиптические галактики). Поэтому и пороговое значение массы, выше которого доминируют эллиптические галактики, постепенно уменьшается со временем.

Именно поэтому при переходе к меньшим z всё самое интересное начинает происходить как раз в маломассивных, изолированных галактиках.

Это явление и получило название “downsizing”

Основные результаты, выносимые на защиту

Комберг Б., Ермаш А. AGN III – Первичная активность в ядрах дисковых галактик с псевдобалджами // Астрон. журн.- 2013.- Vol. 90.- Р. 443 // e-Print arXiv:1302.2942[astro-ph].

- ❶ Обосновано введение нового типа активных галактик — AGN III. Их основными параметрами являются
 - Спиральные галактики вплоть до поздних Хаббловских типов
 - Псевдобалджи
 - Относительно маломассивные чёрные дыры $10^6 < M_{BH} < 10^8$
 - Высокий спин ЧД

NLS являются типичными представителями этого нового класса.

Основные результаты, выносимые на защиту

Ермаш А. Функция светимости активных галактик типа NLSy1 по данным обзора SDSS DR7 // Астрон. журн.- 2013.- Vol. 90.- P. 355 // e-Print arXiv:1302.2955 [astro-ph].

- 2 Разработан новый метод вычисления функции светимости, позволяющий учесть вариации плотности галактик вследствие крупномасштабной структуры Вселенной. Метод основан на нормировке на контрольную полную выборку объектов.
- 3 Получены функции светимости NLS, BLS и всех Sy1 (NLS и BLS вместе).
- 4 На основе полученной функции светимости в линии [OIII] $\lambda 5007\text{\AA}$ построена предсказанная LF для мягкого рентгена в диапазоне 0.5–2кэВ, хорошо соответствующая реальной наблюдаемой.

Основные результаты, выносимые на защиту

Ермаш А. Функция светимости активных галактик типа NLSy1 по данным обзора SDSS DR7 // Астрон. журн.- 2013.- Vol. 90.- P. 355 // e-Print arXiv:1302.2955 [astro-ph].

- 5 При помощи функции светимости подтверждён результат, что доля NLS среди всех Сейфертовских галактик не является постоянно, а имеет пик при определённой светимости.

Данный результат не выносится на защиту, но опубликован в рецензируемом журнале.

Ермаш А.А., Комберг Б.В. Морфология и эволюционный статус активных галактик типа NLSy1// *Астрофизика.*- 2013.- Том. 56.- №4.- Стр 625-660.

Опубликован большой обзор, посвящённых активным галактикам типа NLS.

Основные результаты, выносимые на защиту

Ермаш А.А. Сейфертовские галактики первого типа с узкими линиями. Связь между частотой встречаемости и крупномасштабной структурой вселенной.// Астрон. журн. - 2014, том 91, №4, с. 263–274 // e-Print arXiv:1311.6074 [astro-ph].

- 6 Разработан метод вычисления зависимости пространственной концентрации исследуемых объектов от средней плотности Вселенной на масштабах ячеек крупномасштабной структуры. Полученные в работе зависимости пространственных плотностей NLS и BLS (N_{NLS} и N_{BLS}) от плотности окружения являются линейными, а их отношение $\frac{N_{NLS}}{N_{BLS}}$ — константой. Это говорит о том, что NLS и BLS составляют некоторую фиксированную долю всех галактик, в широких пределах не зависящую от плотности Вселенной.
- 7 Подтверждён результат, что доля красных галактик зависит от плотности окружения на масштабах ячеек крупномасштабной структуры, причём эта зависимости сильнее выражена для менее ярких галактик.

Апробация работы

- ❶ Научные сессии АКЦ ФИАН, 2011-2013, Пущино, ПРАО
- ❷ Актуальные проблемы Внегалактической астрономии XXVIII, 19-21 апреля 2011, Пущино, ПРАО.
- ❸ Семинар Крымской Астрофизической Обсерватории, декабрь 2011, Украина, Крым.
- ❹ Актуальные проблемы Внегалактической астрономии XXIX, 17-19 апреля 2012, Пущино, ПРАО.
- ❺ Galaxies: Origin, Dynamics, Structure. To the memory of Vadim Antonov and Alexei Fridman. 14 - 18 мая 2012, Россия, Сочи пос. Лоо.
- ❻ Nuclei of Seyfert Galaxies and QSOs – Central Engine and Conditions of Star Formation. Nov. 5-8, 2012. MPIfR Bonn, lecture hall 002.

Апробация работы

- 7 42-я международная студенческая научная конференция “Физика космоса”. 28 января – 1 февраля 2013, Уральский государственный университет, Коуровская Астрономическая Обсерватория, Россия.
- 8 Всероссийская Астрономическая Конференция ВАК-2013. 23 сентября - 27 сентября 2013, Санкт-Петербург, Россия.
- 9 Российская молодёжная конференция по физике и астрономии. “Физика. Спб”. 23 - 24 октября 2013, Санкт - Петербург, Россия.
- 10 5-ая Всероссийская молодежной конференции “Фундаментальные и инновационные вопросы современной физики”. 10-15 ноября 2013 года, ФИАН, Москва, Россия
- 11 Актуальные проблемы внегалактической астрономии XXXI конференция, 22 - 24 апреля 2014, Пущино, ПРАО.

Список публикаций - не рецензируемые

- Б.В.Комберг и А.А. Ермаш. Морфология и эволюционный статус активных галактик типа NLSy1: Tech. Rep. 31: ФИАН, 2011.
- Ермаш А. А., Комберг Б. В. Функция светимости активных галактик типа NLSy1 по данным обзора SDSS DR7 // Труды 42-ой международной студенческой научной конференции Физика космоса.- Коуровка, Россия: Уральский государственный университет, 2013.- P. 57.
- Ермаш А. Luminosity function of Narrow-Line Seyfert galaxies based on SDSS DR7 data // Proceedings of the Workshop "Nuclei of Seyfert galaxies and QSOs - Central engine & conditions of star formation".- Germany, Bonn: 2012.- P. to be published, preprint now available e-Print arXiv:1304.7144 [astro-ph].

Список публикаций - не рецензируемые

- Ермаш А. А., Комберг Б. В. Функция светимости активных галактик типа NLSy1 по данным обзора SDSS DR7 // Тезисы докладов Российской Молодёжной конференции по физике и астрономии ФизикА.СПб.- Санкт - Петербург, Россия: ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 2013.
- Ермаш А. А., Комберг Б. В. Функция светимости активных галактик типа NLSy1 по данным обзора SDSS DR7 // Тезисы докладов 5-ой Всероссийской молодежной конференции "Фундаментальные и инновационные вопросы современной физики".- Москва, Россия: ФИАН им. Лебедева, 2013.
- Ермаш А. А., Комберг Б. В. Функция светимости активных галактик типа NLSy1 по данным обзора SDSS DR7 // Тезисы докладов Всероссийской Астрономической Конференции "Многоликая Вселенная ВАК - 2013".- Санкт-Петербург, Россия: 2013.

Из них в рецензируемых журналах ВАК

- ❶ Ермаш А. Функция светимости активных галактик типа NLSy1 по данным обзора SDSS DR7 // Астрон. журн.- 2013.- Vol. 90.- P. 355 // e-Print arXiv:1302.2955 [astro-ph].
- ❷ Комберг Б., Ермаш А. AGN III – Первичная активность в ядрах дисковых галактик с псевдобалджами // Астрон. журн.- 2013.- Vol. 90.- P. 443 // e-Print arXiv:1302.2942 [astro-ph].

Из них в рецензируемых журналах ВАК

- ③ Ермаш А.А., Комберг Б.В. Морфология и эволюционный статус активных галактик типа NLSy1// Астрофизика.- 2013.- Том. 56.- №4.- Стр 625-660.
- ④ Ермаш А. Сейфертовские галактики первого типа с узкими линиями. Связь между частотой встречаемости и крупномасштабной структурой Вселенной. // Астрон. журн.- 2014.- Vol. 91.- P. 263–274 // e-Print arXiv:1311.6074 [astro-ph].

Личный вклад автора

Во всех работах автор принимал активное участие в обсуждении и постановке задачи.

Касательно части диссертационной работы, посвящённой функции светимости NLS и связи NLS с плотностью окружения, построение выборки, написание программ, обработка данных и анализ полученных результатов целиком выполнены автором.

Список литературы — 1

1. Hao L., Strauss M. A., Fan X. et al. // *Astron. J.*- 2005.- Vol. 129.- P. 1795.
2. Bongiorno A., Mignoli M., Zamorani G. et al. // *Astron. Astrophys.*- 2010.- Vol. 510.- P. 56.
3. Osterbrock D. E., Pogge R. W. // *Astrophys. J.*- 1985.- Vol. 297.- P. 166.
4. Kormendy J., Kennicutt R. C. // *Ann. Rev. Astron. and Astrophys.*- 2004.- Vol. 42.- P. 603.
5. Véron-Cetty M.-P., Véron P., Gonçalves A. // *Astron. and Astrophys.*- 2001.- Vol. 372.- P. 730.
6. Boroson T. NLS1 properties and demographics(invited) // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 003 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
7. Deo R. P., Crenshaw D. M., Kraemer S. // *Astron. J.*- 2006.- Vol. 132.- P. 321.
8. Caccianiga A., Severgnini P., Ceca R. D. et al. X-ray selected Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 066 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
9. Pogge R. W. A Quarter Century of Narrow-Line Seyfert 1s // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 002 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
10. Grupe D. Statistical Analysis of an AGN sample with Simultaneous UV and X-ray Observations with Swift // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 004 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
11. Boroson T., Green R. // *Astrophys. J. Suppl. Ser.*- 1992.- Vol. 80.- P. 109.
12. Peterson B. M. Masses of Black Holes in Active Galactic Nuclei - Implications for NLS1s // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 032 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
13. Dultzin D., Martínez M. L., Marziani P. et al. Narrow-Line Seyfert 1s - a luminosity dependent definition // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 012 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
14. Komossa S. // *RevMexAA (Serie de Conferencias)*.- 2008.- Vol. 32.- P. 86-92.
15. Ho L. C., Darling J., Greene J. E. // *Astrophys. J.*- 2008.- Vol. 681.-P. 128-140.
16. Sani E., Lutz D., Risaliti G., Netzer H. // *Monthly Not. Roy. Astron. Soc.*- 2010.- Vol. 403.- P. 1246-1260.

Список литературы — 2

17. Ricci C., Walter R., Paltani S., Courvoisier T. J.-L. The average hard X-ray Spectrum of Narrow-Line Seyfert Galaxies // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 021 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
18. Bian W., Zhao Y. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2003.- Vol. 343.- P. 164.
19. Whalen D. J., Laurent-Muehleisen S. A., Moran E. C., Becker R. H. // Astron. J.- 2006.- Vol. 131.- P. 1948.
20. Panessa F., Rosa A. D., Bassani L. et al. The INTEGRAL Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 022 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
21. Castelló-Mor N., Barcons X. X-ray properties of a sample of NLS1 selected from the SDSS // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 046 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
22. Ho L. C., Filippenko A. V., Sargent W. L. W. // Astrophys. J.- 2003.- Vol. 583.- P. 159–177.
23. Krongold Y., Dultzin-Hacyan D., Marziani P. // Astron. J.- 2001.- Vol. 121.- P. 702.
24. Tempel E., Saar E. // Astron. and Astrophys.- 2011.- Vol. 529.- P. 53.
25. Kotilainen J. K., Ward M. J. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 1994.- Vol. 266.- P. 953–971.
26. Burkert A., Tremaine S. // Astrophys. J.- 2010.- Vol. 720.- P. 516.
27. Harris W. E., van den Bergh S. // Astron. J.- 1981.- Vol. 86.- P. 1627.
28. Forbes D. A. // IAUS.- 2002.- Vol. 207.- P. 238F.
29. Raimundo S. I., Davies R. I., Gandhi P. et al. // e-Print arXiv:1302.5116v1 [astro-ph].- 2013.
30. Slavcheva-Mihova L., Mihov B. // Astron. and Astrophys.- 2011.- Vol. 526.- P. A43.
31. Botte V., Ciroi S., Rafanellin P., Mille F. D. // Astron. J.- 2004.- Vol. 127.- P. 3168.
32. Simien F., de Vaucouleurs G. // Astrophys. J.- 1986.- Vol. 302.- P. 564.
33. Fisher D. B., Drory N. // Astron. J.- 2008.- Vol. 136.- P. 773.
34. Orban de Xivry G., Davies R., Schartmann M. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2011.- Vol. 417.- P. 2721–2736.
35. Crenshaw D. M., Kraemer S. B., Gabel J. R. // Astron. J.- 2003.- Vol. 126.-P. 1690–1698.
36. Orban de Xivry G., Davies R., Schartmann M. et al. Past and Present Secular Evolution in the Host Galaxies of NLS1s // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 036 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings

Список литературы — 3

37. Eliche-Moral M. C., Balcells M., Aguerri J. A. L., González-García A. C. // *Astron. Astrophys.*- 2006.- Vol. 457.- P. 91.
38. Coelho P., Gadotti D. A. // *Astrophys. J. (Letters).*- 2011.- Vol. 743L.- P. 13.
39. Inoue S., Saitoh T. R. // *Monthly Not. Roy. Astron. Soc.*- 2012.- Vol. 422.- P. 1902l.
40. Okamoto T. // *Monthly Not. Roy. Astron. Soc.*- 2013.- Vol. 428.- P. 718.
41. Mathur S. Black hole-galaxy co-evolution paradigm - Lessons from narrow line Seyfert 1 galaxies // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 035 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- 2011: Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
42. Shen J., Sellwood J. A. The Survival of Bars with Central Mass Concentrations // *Coevolution of Black Holes and Galaxies, from the Carnegie Observatories Centennial Symposia. Carnegie Observatories Astrophysics Series* / Ed. by L. C. Ho.- Pasadena: Carnegie Observatories, 2003.
43. Martini P., Regan M. W., Mulchaey J. S., Pogge R. W. // *Astrophys. J.*- 2003.- Vol. 589.- P. 774.
44. Mathur S. // *Monthly Not. Roy. Astron. Soc.*- 2000.- Vol. 314.- P. L17-L20.
45. Symeonidis M. AGN in dusty hosts: implications for galaxy evolution // *The Starburst-AGN Connection under the Multiwavelength Limelight*, held 14-16 September 2011. Published online at http://www.sciops.esa.int/SYS/CONF2010/include/SBAGN2011/Program_with_talid.27.-2011.
46. Wang J., Mao Y. F., Wei J. Y. // *Astrophys. J.*- 2011.- Vol. 741.- P. 50.
47. Sani E., Lutz D., Risaliti G., Netzer H. Enhanced star formation in Narrow Line Syfert 1 galaxies // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 010 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
48. Zhu L., Zhang S. N., Tang S. // *Astrophys. J.*- 2009.- Vol. 700.- P. 1173.
49. Tristram K. R. W., Schartmann M. // *Astron. and Astrophys.*- 2011.- Vol. 531.- P. 99.
50. Mor R., Netzer H. Hot dust, warm dust and star formation in NLS1s // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 011 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
51. Goad M. R., Korista K. T., Ruff A. J. // *Monthly Not. Roy. Astron. Soc.*- 2012.- Vol. 426.- P. 3086.
52. Dorodnitsyn A., Bisnovaty-Kogan G. S., Kallman T. // *Astrophys. J.*- 2011.- Vol. 741.- P. 29.
53. Dorodnitsyn A., Kallman T., Bisnovaty-Kogan G. S. // *Astrophys. J.*- 2012.- Vol. 747.- P. 8.

Список литературы — 4

54. Vasudevan R., Gallo L., Robertson D., Fulford K. Variability, Optical to X-ray slope and accretion disc properties in a sample of Seyfert 1 AGN // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 007 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
55. Fischer T. C., Crenshaw D. M., Kraemer S. B., Schmitt H. R. Are Narrow Line Seyfert 1 Galaxies Viewed Pole-on // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 050 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
56. Bentz M. Black hole scaling relationships and NLS1s // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 033 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
57. Sameshima H., Kawara K., Matsuoka Y. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2011.- Vol. 410.- P. 1018.
58. Decarli R., Dotti M., Fontana M., Haardt F. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2008.- Vol. 386.- P. L15.
59. Decarli R., Dotti M., Haardt F., Zibetti S. BH masses in NLS1 - the role of the broad-line region geometry // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 041 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
60. Krause M. G. H., Schartmann M., Burkert A. Dynamics of Clouds in the Broad Line Region // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 014 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
61. Landt H., Bentz M. C., Peterson B. M. The near-infrared broad emission line region of AGN // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 009 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
62. Miller L., Turner T. J. X-ray reverberation in NLS1 // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 019 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
63. Neri-Larios D. M., Coziol R., Torres-Papaqui J. et al. Narrow-Line AGNs - confirming the relationship between metallicity and accretion rate // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 065 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste,

Список литературы — 5

66. Boroson T. A. // *Astrophys. J.*- 2011.- Vol. 735.- P. 14.
67. Crenshaw D. M., Fischer T. C., Kraemer S. B., Schmitt H. R. Mass Outflows in Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 027 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
68. Xu D., Komossa S. The Narrow-Line Region of Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 006 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
69. Xu D., Komossa S., Zhou H. et al. // *Astron. J.*- 2012.- Vol. 143.- P. 83.
70. Boroson T. // *Astrophys. J.*- 2002.- Vol. 565.- P. 78.
71. Yuan W., Zhou H. Y., Komossa S. et al. // *Astrophys. J.*- 2008.- Vol. 685.- P. 801.
72. Komossa S., Xu D., Zhou H. et al. // *Astrophys. J.*- 2008.- Vol. 680.- P. 926.
73. Nagao T., Murayama T., Shioya Y., Taniguchi Y. // *Astrophys. J.*- 2002.- Vol. 575.- P. 721-731.
74. Nagao T., Murayama T., Shioya Y., Taniguchi Y. // *Astron. J.*- 2003.- Vol. 126.- P. 116-1182.
75. Ishibashi W., Courvoisier T. J.-L. // *Astron. and Astrophys.*- 2010.- Vol. 512.- P. A58.
76. Gallo L. C. The X-ray weak state in narrow-line Seyfert 1 galaxies // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 017 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
77. Czerny B., Nikolajuk M. // *MSAIS.*- 2010.- Vol. 81.- P. 281.
78. Nagar N. M., Oliva E., Marconi A., Maiolino R. // *Astron. and Astrophys.*- 2002.- Vol. 391.- P. L21-L24.
79. Tarchi A., Castangia P., Columbano A. et al. Water masers in NLS1 galaxies // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 031 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.
80. Tarchi A., Castangia P., Columbano A. et al. // *Astron. and Astrophys.*- 2011.- Vol. 532.- P. 125.
81. Sobolewska M., Siemiginowska A., Gierlinski M. // *Monthly Not. Roy. Astron. Soc.*- 2011.- Vol. 413.- P. 2259-2268.
82. Komossa S., Voges W., Xu D. // *Astron. J.*- 2006.- Vol. 132.- P. 531.
83. Liu H., Wang J., Mao Y., Wei J. // *Astrophys. J. (Letters).*- 2010.- Vol. 715.- P. L113-L116.
84. Maune J. D., Miller H. R., Eggen J. R. A Search for Rapid Optical Variations in Very Radio-Loud Narrow-Line Seyfert Galaxies // *Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe"*, PoS(NLS1) 028 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: *Proceedings of Science*, 2011.

Список литературы — 6

86. Foschini L., Angelakis E., Fuhrmann L. et al. // Astron. and Astrophys.- 2012.- Vol. 548.- P. 106.
87. Zhou H., Wang T., Yuan W. et al. // Astrophys. J. (Letters).- 2007.- Vol. 658L.- P. 13.
88. Eggen J. R., Miller H. R., Maune J. D. Optical Polarization and FERMI Observations of Radio-Loud NLS1 Galaxies // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 049 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
89. Calderone G. Gamma-ray variability of radio-loud narrow-line Seyfert 1 galaxies // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 045 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
90. Foschini L. Evidence of powerful relativistic jets in narrow-line Seyfert 1 galaxies // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 024 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
91. Ikejiri Y., Uemura M., Sasada M. et al. // Publ.Astron.Soc.Jap.- 2011.- Vol. 63.- P. 639.
92. La Mura G., Ciroi S., Cracco V. et al. Emission line profiles and X-ray observations of Broad and Narrow Line Seyfert 1 Galaxies // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 056 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
93. Padovani P., Perlman E., Landt H. et al. // Astrophys. J.- 2003.- Vol. 588.- P. 128.
94. Doi A., Fujisawa K. // Publ.Astron.Soc.Jap.- 2007.- Vol. 59.- P. 703.
95. Fuhrmann L., Angelakis E., Nestoras I. et al. Gamma-ray NLSy1s and classical blazars - Are they different at radio cm/mm bands? // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 026 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
96. Maitra D., Miller J. M., Markoff S., King A. // Astrophys. J.- 2011.- Vol. 735.- P. 107.
97. Giroletti M., Paragi Z., Bignall H. et al. Global eVLBI observations of the radio loud NLS1 PMN J0948+0022 // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 051 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
98. Doi A., Nagira H., Kawakatu N. et al. // Astrophys. J.- 2012.- Vol. 760.- P. 41.
99. Foschini L. // RAA.- 2011.- Vol. 11.- P. 1266F.
100. D'Ammando F. // e-Print arXiv:1012.1120v1 [astro-ph].- 2010.

Список литературы — 7

104. Daly R. A. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2011.- Vol. 414.- P. 1253.
105. Patrick A., Reeves J., Lobban A. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2011.- Vol. 416.- P. 2725.
106. Fabian A., Kara E., Walton D. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2013.- Vol. 429.- P. 2917.
107. Risaliti G., Harrison F. A., Madsen K. K. et al. // NATURE.- 2013.- Vol. 494.- P. 449.
108. Garofalo D., Evans D. A., Sambruna R. M. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2010.- Vol. 406.- P. 975–986.
109. Dotti M., Colpi M. // ASPCS.- 2010.- Vol. 427.- P. 19.
110. Peterson B. M. // Proceedings of the IAU Symposium 267: Co-Evolution of Central Black Holes and Galaxies.- 2010.- Vol. 267.- P. 151-160.
111. Haas M., Chini R., Ramolla M. et al. // Astron. and Astrophys.- 2011.- Vol. 535.- P. 73.
112. Vestergaard M., Denney K. D., Fanc X. et al. Black hole mass estimations - limitations and uncertainties // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 038 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
113. Denney K. D., Assef R. J., Bentz M. C. et al. Addressing Systematic Uncertainties in Black Hole Mass Measurements // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 034 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
114. Woo J.-H., Park D. The overall uncertainty of single-epoch virial black hole mass estimates and its implication to the MBH-sigma relation // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 039 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
115. Wu X.-B., Wang R., Kong M. et al. // Astron. and Astrophys.- 2004.- Vol. 424.- P. 793.
116. Mathur S., Kuraskiewicz J., Czerny B. // New Astronomy.- 2001.- Vol. 6.- P. 321–329.
117. Wandel A. Relations between Massive Black Holes in AGN and their Host Galaxies // Coevolution of Black Holes and Galaxies, from the Carnegie Observatories Centennial Symposia. Carnegie Observatories Astrophysics Series. / Ed. by L. C. Ho.- Pasadena: Carnegie Observatories, 2004.
118. Botte V., Ciroi S., Rafanelli P. // MSAIS.- 2003.- Vol. 3.- P. 230.
119. Gadotti D. A. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2009.- Vol. 393.- P. 1531.
120. Batcheldor D. // Astrophys. J.- 2010.- Vol. 711.- P. L108.

Список литературы — 8

124. Wandel A. On the BH-galaxy relation of AGN and NLS1 // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 042 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
125. Kormendy J., Bender R., Cornell M. E. // NATURE.- 2011.- Vol. 469.- P. 374.
126. Araya Salvo C., Mathur S. // Astrophys. J.- 2012.- Vol. 757.- P. 179.
127. Kormendy J., Bender R. // NATURE.- 2011.- Vol. 469.- P. 377.
128. А. В. Засов, Л. Н. Черепашук и А. М. Катков // Астрон. журн.- 2011.- Vol. 88.- P. 648–661.
129. Ghez A. M., Salim S., Weinberg N. N. et al. // ApJ.- 2008.- Vol. 689.- P. 1044.
130. Zamaninasab M., Eckart A., Dovciak M. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2011.- Vol. 413.- P. 322.
131. Hammer F., Puech M., Flores H. et al. The Milky Way and other spiral galaxies // Assembling the Puzzle of the Milky Way, EPJ Web of Conferences, Volume 19, id.01004 / Ed. by C. Reyle, A. Robin, M. Schultheis.- Le Grand-Bornand, France, 2012.
132. Levin Y., Beloborodov A. M. // Astrophys. J.- 2003.- Vol. 590.- P. L33–L36.
133. Guo F., Mathews W. G. // Astrophys. J.- 2012.- Vol. 756.- P. 181.
134. Zhou H., Wang T., Yuan W. et al. // Astrophys. J. Suppl. Ser.- 2006.- Vol. 166.- P. 128.
135. Martig M., Bournaud F., Croton D. et al. // Astrophys. J.- 2012.- Vol. 756.- P. 26.
136. Б.В. Комберг // Астрон. журн.- 1995.- Vol. 72.- P. 3.
137. Saxton R., Read A., Esquej P., Miniutti G. Long-term AGN variability and the case of GSN 069 // Proceedings of the Workshop "Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies and Their Place in the Universe", PoS(NLS1) 008 / Ed. by L. Foschini, M. Colpi, L. Gallo et al.- Trieste, Italy: Proceedings of Science, 2011.
138. Schawinski K., Evans D. A., Virani S. et al. // Astrophys. J. (Letters).- 2010.- Vol. 724.- P. L30.
139. Dave R. // EAS.- 2011.- Vol. 52.- P. 35.
140. Letawe G., Magain P., Courbin F. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2007.- Vol. 378.- P. 83–108.
141. Schawinski K., Treister E., Urry C. M., Cardamone C. N. // Astrophys. J. (Letters).- 2011.- Vol. 727.- P. L31.
142. Bournaud F., Juneau S., Le Floc'h E. et al. // Astrophys. J.- 2012.- Vol. 757.- P. 81.
143. Buitrago F., Trujillo I., Conselice C. J., Haeussler B. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2013.- Vol. 428.- P. 1460.

Список литературы — 9

147. Martini P. QSO Lifetimes // Coevolution of Black Holes and Galaxies, from the Carnegie Observatories Centennial Symposia / Ed. by L. C. Ho.- Cambridge University Press, 2004.
148. Б. В. Комберг, Р. А. Сюняев // Астрон. журн.- 1971.- Vol. 48.- P. 235.
149. Б. В. Комберг // Астрофизика.- 1984.- Vol. 20.- P. 73.
150. Б. В. Комберг // Сообщения CAO.- 1989.- Vol. 61.- P. 134.
151. Feldmann R., Carollo C. M., Mayer L. // Astrophys. J.- 2011.- Vol. 736.- P. 88.
152. Cowie L. L., Songaila A., Hu E. M., Cohen J. G. // Astron. J.- 1996.- Vol. 112.- P. 839.
153. Delgado-Serrano R. // e-Print arXiv:1201.6406v1 [astro-ph].- 2012.
154. Merloni A. A synthetic view of AGN evolution and supermassive black holes growth // Accretion and Ejection in AGNs: A Global View. ASP Conference Series / Ed. by L. Maraschi, G. Ghisellini, R. D. Ceca, F. Tavecchio.- Vol. 427.- Como, Italy: 2010.- P. 11.
155. Popping G., Caputi K. I., Somerville R. S., Trager S. C. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2012.- Vol. 425.- P. 2386.
156. Oser L., Ostriker J. P., Naab T. et al. // Astrophys. J.- 2010.- Vol. 725.- P. 2312.
157. Li Y.-R., Wang J.-M., Ho L. C. // Astrophys. J.- 2012.- Vol. 749.- P. 187.
158. Delgado-Serrano R., Hammer F., Yang Y. B. et al. // Astron. and Astrophys.- 2010.- Vol. 509.- P. 78.
159. Vulcani B., Poggianti B. M., Aragón-Salamanca A. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2011.- Vol. 412.- P. 246.
160. Wilman D. J., Erwin P. // Astrophys. J.- 2012.- Vol. 746.- P. 160.
161. Eliche-Moral M. C., Gonzalez-Garcia A. C., Aguerri J. A. L. et al. // Astron. and Astrophys.- 2012.- Vol. 547.- P. 48.
162. Sil'chenko O. K. // IAUS.- 2012.- Vol. 284.- P. 251.
163. Hamilton T. S. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2010.- Vol. 407.- P. 2393.
164. Hopkins P. F., Bundy K., Hernquist L., Ellis R. S. // Astrophys. J.- 2007.- Vol. 659.- P. 976.
165. Huertas-Company M., Aguerri J. A. L., Tresse L. et al. // Astron. and Astrophys.- 2010.- Vol. 515.- P. 3.
166. Scarlata C., Carollo C. M., Lilly S. et al. // Astrophys. J. Suppl. Ser.- 2007.- Vol. 172.- P. 494.
167. Johansson P. H., Naab T., Ostriker J. P. // Astrophys. J.- 2012.- Vol. 754.- P. 115.
168. Greene J. E., Murphy J., Comerford J. et al. // Astrophys. J.- 2012.- Vol. 750.- P. 32.
169. Koss M., Mushotzky R., Treister E. et al. // Astrophys. J.- 2012.- Vol. 746.- P. 22.

Список литературы — 10

171. Man A. W. S., Zirm A., Toft S. // e-Print arXiv:1112.3764v1 [astro-ph].- 2011.
172. Carpineti A., Kaviraj S., Darg D. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2012.- Vol. 420.- P. 2139.
173. Alexander D. M., Hickox R. C. // NewAR.- 2012.- Vol. 56.- P. 93.
174. Shankar F., Marulli F., Mathur S. et al. // Astron. and Astrophys.- 2012.- Vol. 540.- P. 23.
175. Sikora M. // Astronomische Nachrichten.- 2009.- Vol. 330.- P. 291.
176. Cervantes-Sodi B., Hernandez X., Park C. et al. // Astrophys. J. (Letters).- 2011.- Vol. 735.- P. L25.
177. Blandford R. D., Znajek R. L. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 1977.- Vol. 179.- P. 433.
178. Dadhich N. // e-Print arXiv:1210.1041 [astro-ph].- 2012.
179. Satyapal S., Vega D., Dudik R. P. et al. // Astrophys. J.- 2008.- Vol. 677.- P. 926.
180. Simmons B. D., Lintott C., Schawinski K. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2013.- Vol. 429.- P. 2199.
181. Marleau F. R., Simard L., Clancy D., Bianconi M. // e-Print arXiv:1212.0980 [astro-ph].- 2012.
182. Seigar M. S., Kennefick D., Kennefick J., Lacy C. H. S. // Astrophys. J. (Letters).- 2008.- Vol. 678.- P. L93.
183. Treuthardt P., Seigar M. S., Sierra A. D. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2012.- Vol. 423.- P. 3118.
184. Keselman A., Nusser A. // e-Print arXiv:1205.2716v1 [astro-ph].- 2012.
185. Wolter A., Gioia I. M., Henry J. P., Mullis C. R. // Astron. and Astrophys.- 2005.- Vol. 444.- P. 165.
186. Stern J., Laor A. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2012.- Vol. 423.- P. 600.
187. Jiang Y.-F., Greene J. E., Ho L. C. et al. // Astrophys. J.- 2011.- Vol. 742.- P. 68.
188. Scott N., Graham A. W. // Astrophys. J.- 2013.- Vol. 763.- P. 76.
189. Antonini F. // Astrophys. J.- 2013.- Vol. 763.- P. 62.
190. Marziani P., Sulentic J. W. // Ast. Rev.- 2012.- Vol. 7.- P. 33.
191. Capuzzo-Dolcetta R., Antonini F., Mastrobuono-Battisti A. The Milky Way Nuclear Star Cluster // Stellar Clusters & Associations: A RIA Workshop on Gaia. Proceedings / Ed. by E. A. Navarro, A. G. Calvente, M. Z. Osorio.- Granada, Spain: 2011.- P. 291-293.
192. Zubovas K., King A. R., Nayakshin S. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2011.- Vol. 415.- P. L21.
193. Marziani P., Sulentic J. W., Zwitter T. et al. // Astrophys. J.- 2001.- Vol. 558.- P. 553.
194. Steinhardt C. L., Silverman J. D. // e-Print arXiv:1109.0537v2 [astro-ph].- 2011.
195. Abazajian K. N., Adelman-McCarthy J. K., Agüeros M. A. et al. // Astrophys. J. Suppl. Ser.- 2009.-

Список литературы — 11

199. Croom S. M., Smith R. J., Boyle B. J. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2004.- Vol. 349.- P. 1397.
200. Mathur S., Fields D., Peterson B. M., Grupe D. // Astrophys. J.- 2012.- Vol. 754.- P. 146.
201. Bennert V. N., Auger M. W., Treu T. et al. // Astrophys. J.- 2011.- Vol. 742.- P. 107.
202. Schechter P. L. // Astrophys. J.- 1976.- Vol. 203.- P. 297.
203. Montero-Dorta A. D., Prada F. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2009.- Vol. 399.- P. 1106.
204. Denney K. D., Peterson B. M., Dietrich M. et al. // Astrophys. J.- 2009.- Vol. 692.- P. 246.
205. Schulze A., Wisotzki L., Husemann B. // Astron. Astrophys.- 2009.- Vol. 507.- P. 781.
206. Greene J. E., Ho L. C. // Astrophys. J.- 2007.- Vol. 667.- P. 131.
207. Greene J. E., Ho L. C. // Astrophys. J.- 2009.- Vol. 704.- P. 1743.
208. Marconi A., Risaliti G., Gilli R. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2004.- Vol. 351.- P. 169.
209. Heckman T. M., Ptak A., Hornschemeier A., Kauffmann G. // Astrophys. J.- 2005.- Vol. 634.- P. 161.
210. Hasinger G., Miyaji T., Schmidt M. // Astron. Astrophys.- 2005.- Vol. 441.- P. 417.
211. Koulouridis E., Plionis M., Chavushyan V. et al. // Astrophys. J.- 2006.- Vol. 639.- P. 37.
212. Krongold Y., Dultzin-Hacyan D. // Astrophys. J.- 2002.- Vol. 572.- P. 169.
213. Bamford S. P., Nichol R. C., Baldry I. K. et al. // Monthly Not. Roy. Astron. Soc.- 2009.- Vol. 393.- P. 1324B.