

ВНЕГАЛАКТИЧЕСКАЯ АСТРОНОМИЯ

ПОТЕРЯННАЯ ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ?

На основе выборки 11 тысяч галактик с лучевыми скоростями $V_{LG} < 3500$ км/с рассмотрены особенности распределения светлой (звездной) и темной материи в сфере радиусом ~ 50 Мпк вокруг нас. Средняя плотность материи в этом объеме, $\Omega_{m,loc} = 0.08 \pm 0.02$ оказывается существенно меньше глобальной космической плотности $\Omega_{m,glob} = 0.28 \pm 0.03$. Предложено три возможных объяснения этого парадокса:

- группы и скопления окружены темными ореолами, их основная масса находится за пределами вириального радиуса;
- Местный Объем не является репрезентивным, будучи расположенным внутри гигантского войда;
- основная доля материи во вселенной не связана со скоплениями и группами, а распределена между ними в виде массивных темных сгустков.

Приведен ряд аргументов в пользу последнего предположения. К двум известным нестыковкам космологических моделей с наблюдательными данными: проблеме потерянных спутников у нормальных галактик и проблеме потерянных барионов, очевидно, прибавляется еще одна - проблема потерянной темной материи.

И.Д. Караченцев. Астрофиз. бюлл., 67, 129 (2012).

ПОЛЯРНЫЕ СТРУКТУРЫ В ОКОЛОЯДЕРНЫХ ОБЛАСТЯХ ГАЛАКТИК.

По данным литературы и результатам наблюдений (BTA/SCORPIO) составлен список из 47 галактик, во внутренних областях которых обнаружены полярные (или сильно наклоненные к основной галактической плоскости) диски и кольца. Список включает галактики всех морфологических типов - от E до Irr. Рассмотрена статистика параметров полярных структур, известных из наблюдений. Подавляющее большинство внутренних полярных структур имеют радиус менее 1.5 кпк. Возможно, что это ограничение связано со стабилизирующей ролью балджа. Как правило, самые внутренние области расположены в полярной плоскости, с ростом расстояния от ядра эти структуры часто изгибаются - орбиты приближаются к плоскости галактики. Внутренние полярные структуры одинаково часто встречаются как в галактиках с перемычками, так и без них. Если галактика обладает баром (или трехосным балджем), то это приводит к стабилизации полярного диска так, что его ось вращения, как правило, совпадает с большой осью бара (рис. 21).

EXTRAGALACTIC ASTRONOMY

LOST DARK MATTER?

On the basis of a sample of 11 thousand galaxies with radial velocities $V_{LG} < 3500$ km/s the features of distribution of bright (stellar) and dark matter were examined in a sphere of radius ~ 50 Mpc around us. In this volume the average matter density $\Omega_{m,loc} = 0.08 \pm 0.02$ turns out to be much less than the global space density $\Omega_{m,glob} = 0.28 \pm 0.03$.

Three possible explanations of this paradox were suggested:

- groups and clusters are surrounded by dark halos, their main mass is outside the virial radius;
- the Local Volume of the Universe is not representative as it is inside a huge void;
- the main part of matter in the Universe is not related to clusters and groups, but it is distributed between them in the form of massive dark clumps.

A number of arguments was adduced in favor of the latter suggestion. Two known mismatches of cosmological models with observational data – the problem of lost satellites of normal galaxies and the problem of lost baryons – were supplemented by another one – the problem of lost dark matter.

I.D. Karachentsev. Astrophys. Bull, 67, 123 (2012).

POLAR STRUCTURES IN NEAR-NUCLEAR REGIONS OF GALAXIES

Results of BTA/SCORPIO observations and literature data were used to compile a list of 47 galaxies with polar (or strongly inclined to the main galactic axis) disks and rings detected in their inner regions. The list includes galaxies of all morphological types – from E to Irr.

The statistics of parameters of polar structures known from observations was considered. Radius of the overwhelming majority of inner polar structures is less than 1.5 kpc. This limitation is possibly connected to the stabilizing role of the bulge.

As a rule, the innermost regions are polar, while with increases of distance from nucleus these structures are often warping - orbits approach to the galaxy plane.

Inner polar structures are found equally often both in barred galaxies and in galaxies without bar.

At the same time, if a galaxy has a bar (or a triaxial bulge), this leads to stabilization of a polar disk so that, as a rule, its rotation axis coincides with the major axis of bar (Fig. 21).

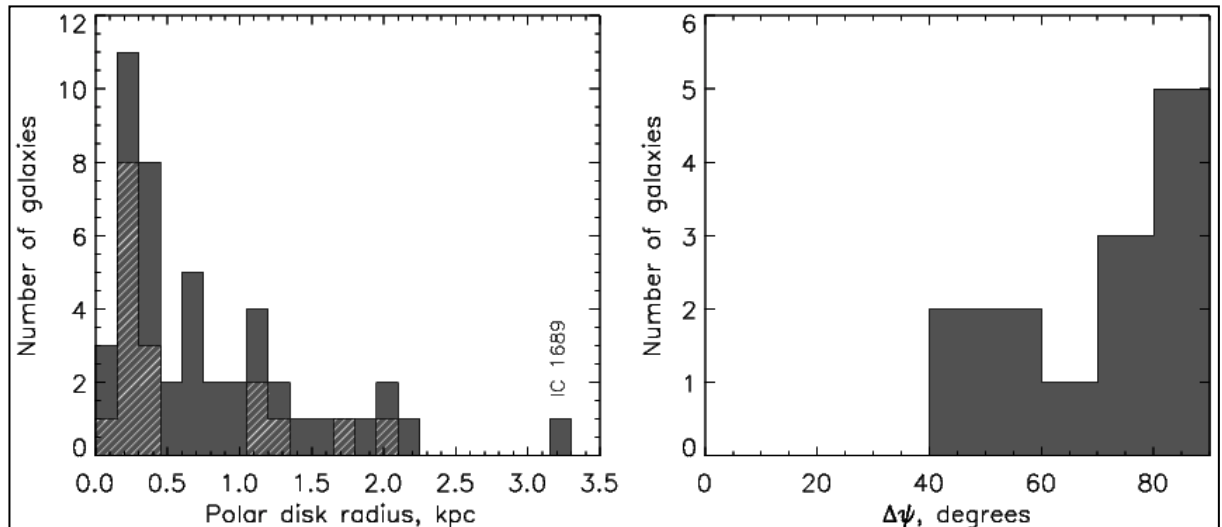


Рис. 21. Слева – распределение внутренних полярных структур по размерам. Серым цветом показаны все галактики, штриховкой - только с барами и трехосными балджами. Справа – распределение по углу между большой осью полярного диска и бара (трехосного балджа).

Fig. 21. Left – size distribution of inner polar structures. All galaxies are shown by gray color, those with bars and triaxial bulges are shown by hatching. Left – distribution over the angle between the major axis of polar disk and the bar (of the triaxial bulge).

Примерно в 70% рассмотренных галактик заметны те или иные следы недавнего взаимодействия: газовые или звездные приливные структуры, противорвращающиеся компоненты и т.п.

Это указывает на прямую связь внешнего окружения с наличием внутренней полярной структуры. Возможно, что после некоторого времени после взаимодействия с карликовым компаньоном присутствие материи на полярных орбитах во внутренней области галактики может оказаться единственным свидетельством такого события.

A.V. Moiseev. Astrophys. бюлл., 67, 154 (2012).

ТУРБУЛЕНТНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ГАЗА В КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИКАХ

Построены карты распределения яркости и дисперсии скоростей (σ) в эмиссионной линии H α для 8 близких карликовых галактик (BTA/SCORPIO/IFP). Диаграммы «поверхностная яркость-дисперсия скоростей» (I- σ) и двумерные карты дисперсии лучевых скоростей позволили выявить ряд общих закономерностей, указывающих на связь величины хаотических движений газа с процессами текущего звездообразования (Отчет САО РАН 2011, с. 44). Так, в пяти галактиках (DDO 53, DDO 125, UGC 6456, UGC 8508, UGCA 92) выделены расширяющиеся оболочки ионизованного газа диаметром до 350 pc, имеющие кинематический возраст 1-3 Myr. В тоже время, модель, ранее предложенная для объяснения вида диаграммы I- σ отдельных комплексов звездообразования, требует существенного дополнения в случае карликовых

About 70% of considered galaxies show some or other traces of recent interaction: gaseous or stellar tidal structures, counter rotating components, etc.

This indicates a direct connection between external environment and presence of an inner polar structure.

It is possible that after a lapse of time after interaction with a dwarf companion the presence of matter at polar orbits in the inner galaxy region may be the only evidence of such an event.

A.V. Moiseev. Astrophys. Bull., 67, 147 (2012).

TURBULENT MOTIONS OF GAS IN DWARF GALAXIES

The maps of distribution of brightness and velocity dispersion (σ) in the H α emission line were constructed for 8 nearby dwarf galaxies (BTA/SCORPIO/IFP). The diagrams «surface brightness – velocity dispersion» (I- σ) and 2D maps of radial velocity dispersion allowed us revealing a number of general regularities indicating a relation between chaotic motions of gas and processes of current star forming (SAO Report 2011, p.44).

So, in five galaxies (DDO 53, DDO 125, UGC 6456, UGC 8508, UGCA 92) the expanding envelopes of ionized gas of diameter up to 350 pc with the kinematic age 1-3 Myr were selected.

At the same time, the model which was suggested previously for explanation of shape of the I- σ diagram of separate star forming complexes needs a considerable supplement in the case of dwarf

галактик. Отметим, что основная часть областей с высокой дисперсией скоростей связана не с конкретными расширяющимися оболочками, а принадлежит диффузному фону низкой яркости, окружающему комплексы звездообразования. Этот фон объясняется наличием у гигантских областей III корон возмущенного газа низкой плотности с высокими турбулентными скоростями. Диаграммы I- σ могут быть полезны для поиска в близких галактиках остатков сверхновых или других компактных расширяющихся оболочек.

galaxies. Note that the main part of regions with high velocity dispersion is related not to specific expanding envelopes, but they belong to a low-brightness diffuse background surrounding the star forming complexes.

This background is explained by presence of coronas of low-density disturbed gas with high turbulent velocities in huge HII regions.

The I- σ diagrams can be useful in the search for supernovae remnants or other compact expanding envelopes in nearby galaxies.

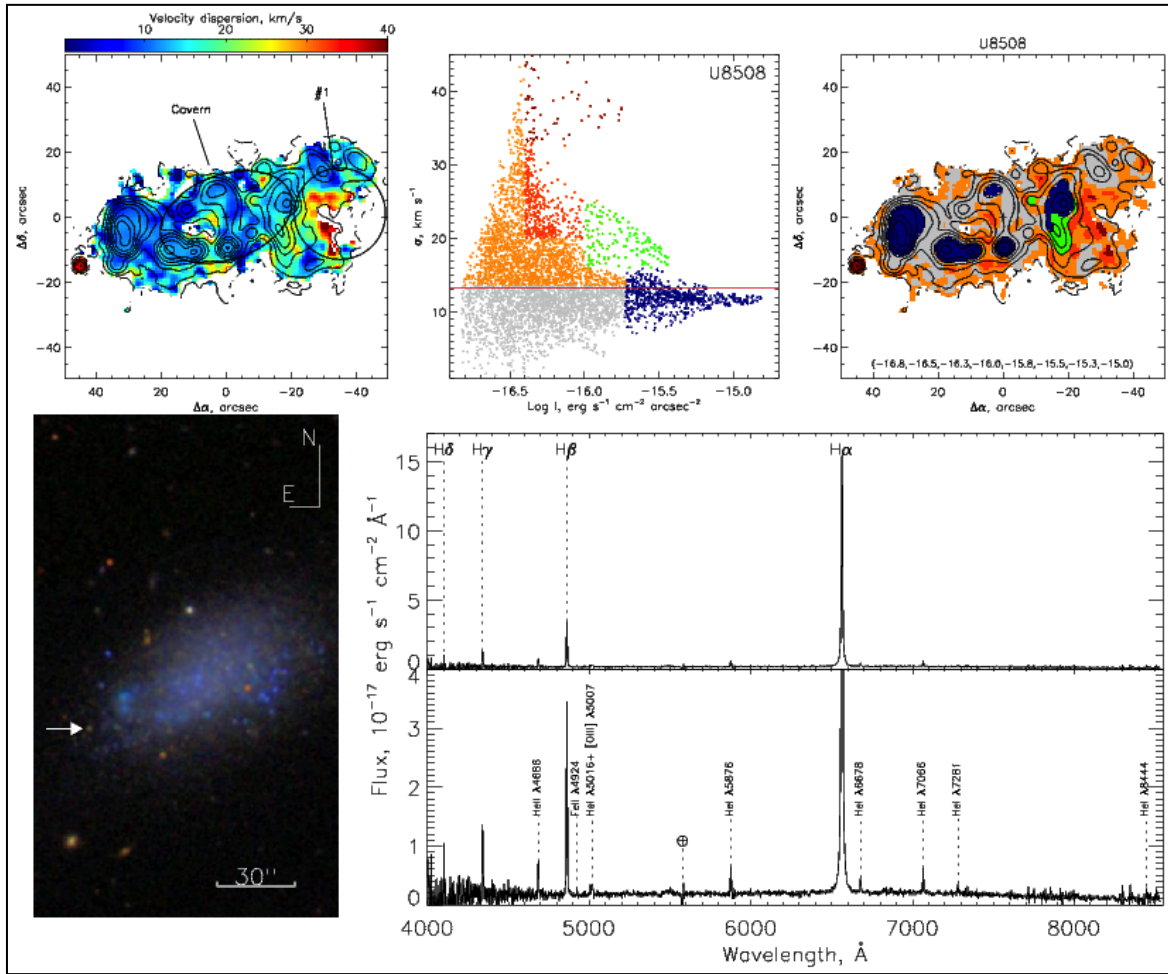


Рис. 22. Результаты наблюдений UGC 8508 (БТА/SCORPIO). Верхний ряд — наблюдения в режиме сканирующего ИФП. Слева - карта дисперсии скоростей ионизованного газа. Отмечена расширяющаяся оболочка (#1) и каверна в распределении нейтрального водорода, показаны контуры изображения в H α . В центре - диаграмма I- σ . Красная горизонтальная линия отмечает среднюю величину дисперсии скоростей. Справа показана локализация областей, выделенных разным цветом на диаграмме. Нижний ряд — цветное композитное изображение галактики (SDSS DR8), стрелочкой отмечен кандидат в LBV J133049.80+545419.2. Справа — спектр (SCORPIO/LS) кандидата, нарисованный в двух вариантах шкалы интенсивности. Отмечены основные эмиссионные линии.

Fig. 22 Results of BTA/SCORPIO observations of UGC 8508. The upper row – observations in the scanning IFP mode. Left – the map of velocity dispersion of ionized gas. The expanding envelope (#1) and a cavern in distribution of neutral hydrogen are marked; the H α image edges are shown. At the center – the I- σ diagram. The red horizontal line marks the average value of velocity dispersion. The localization of regions marked out by different colors in the diagram is shown at the right. The lower row – the SDSS DR8 color composite image of the galaxy. A candidate to LBV J133049.80+545419.2 is marked by the arrow. Right – the SCORPIO/LS spectrum of the candidate drawn in two variants of intensity scale. The main emission lines are marked.

Хорошей иллюстрацией успешного применения методики является обнаружение в UGC 8508 интересного объекта (рис. 22), в котором высокая $H\alpha$ -светимость сопровождается высокой дисперсией скоростей. В спектре (БТА/SCORPIO) объекта видны как яркие линии бальмеровской серии с широкими (до $\text{FWHM}=2000$ км/с) крыльями, так эмиссионные линии HeI, HeII и FeII. Наиболее вероятно, что этот объект (SDSS J133049.80+545419.2) является яркой голубой переменной (LBV).

A.B. Moiseev, T.A. Lozinskaya. MNRAS, 423, 1831 (2012).

ПРИРОДА ВНУТРЕННИХ СТРУКТУР В СТРУЕ ИЗ HL TAU (HH 151)

Истечение типа Хербига-Аро, связанное с молодым звездным объектом HL Tau, изучается достаточно давно, но до сих пор его природа не ясна полностью. Истечение начинается с относительно слабой и узкой струи из HL Tau, но на расстоянии около $20''$ от звезды оно резко меняет направление на 14° и становится гораздо ярче, здесь выявляется сложная узловатая структура. Такие структуры типичны для Хербига-Аро истечений, изучение их природы важно для понимания процессов формирования истечений из молодых звезд.

Detection of an interesting object in UGC 8508 (Fig. 22) in which high $H\alpha$ luminosity is accompanied by high velocity dispersion is a good illustration of a successful application of the method.

Both bright lines of the Balmer series with wide (up to $\text{FWHM}=2000$ km/s) wings and the HeI, HeII and FeII emission lines are seen in the BTA/SCORPIO spectrum of the object.

Most probably, this object (SDSS J133049.80+545419.2) is a luminous blue variable (LBV).

A.V. Moiseev, T.A. Lozinskaya. MNRAS, 423, 1831 (2012).

ORIGIN OF THE INTERNAL STRUCTURES IN HL TAURI JET (HH 151)

The HH flow associated with young stellar object HL Tau has an exciting history and even until now the origin of some its features is not clear yet. Flow starts as the relatively faint and narrow jet from HL Tau but at distance of about $20''$ from the star it abruptly changes direction by about 14° and becomes much brighter and appears complex knotty morphology. Knotty structures of Herbig-Haro jets are common phenomena and knowing the origin of such structures is essential for understanding the processes of jet formation.

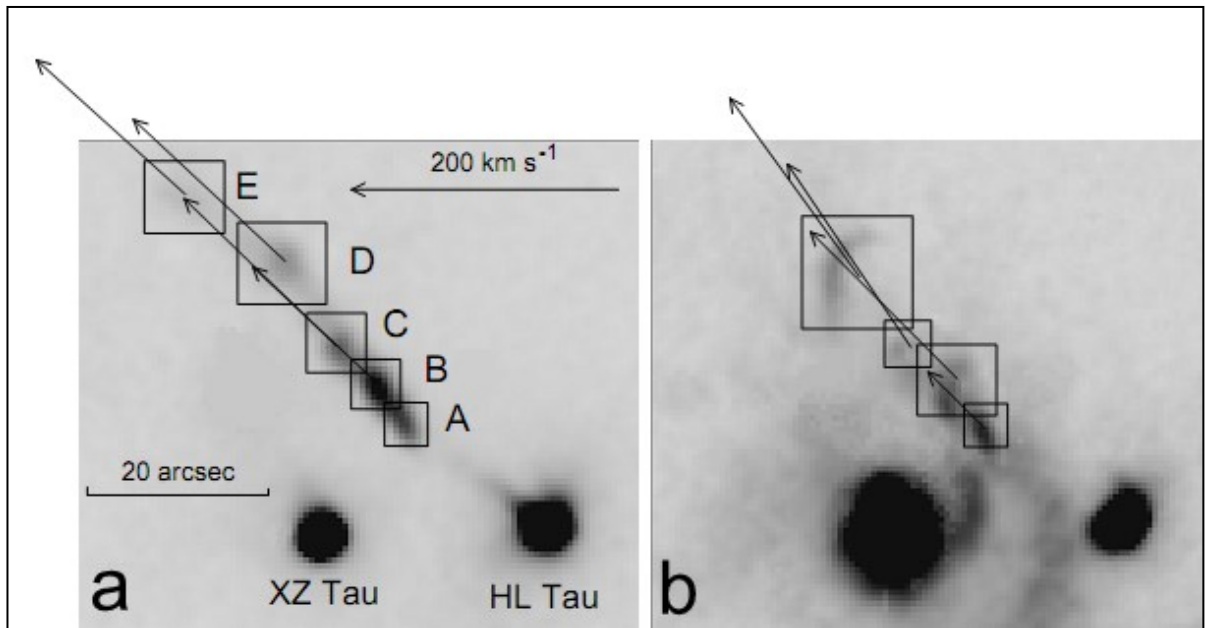


Рис. 23. Изображение в $H\alpha$ -эмиссии (БТА/IFP) джета из HL Tau. Стрелками показаны направление и величина собственных движений сгустков A, B, C, D и E, соответствующие высоким (a) и низким (b) лучевым скоростям, -150 км/с и -50 км/с, соответственно. Шкала указана стрелкой в верхней части левого изображения. Прямоугольниками показаны участки изображений, использовавшиеся для кросс-корреляции между изображениями, полученными в разные эпохи.

Fig. 23. The $H\alpha$ -emission image (BTA/IFP) of the HL Tau jet. Proper motions of the A, B, C, D, and E knots of HL Tau jet, corresponding to high a) and low b) radial velocities, are shown by vectors plotted in the images in the radial velocities -150 km/s and -50 km/s, respectively. The scale of the vectors is indicated by the arrow at the top of the left panel. Rectangles show the areas used for the cross correlation between two epoch images.

Распространены два основных теоретических объяснения: различные нестабильности в стационарном истечении и эпизодические выбросы материи.

Первые наблюдения (БТА/IFP) выявили сложную кинематику в истечении от HL Tau (Movsessian et al., 2007, A&A, 470, 605). В струе наблюдаются компактные сгустки с высокой лучевой скоростью (-150 км/с) и дугообразные структуры впереди них, у которых сравнительно низкая лучевая скорость (-50 км/с). Для изучения природы этих структур важно измерение не только лучевых, но и тангенциальных скоростей, посредством измерения собственных движений этих объектов. Для их определения использованы наблюдения 2001 и 2007 гг.

Самым интересным результатом этих измерений является то, что тангенциальные скорости структур с разными лучевыми скоростями одинаковы и составляют около 160 км/с, что свидетельствует о том, что структуры в истечении от HL Tau образуются из-за эпизодических выбросов материи (рис. 23). В этом случае мы видим свечение сгустка высокоскоростного газа и дугообразной ударной волны перед ним. Повышение относительной яркости дугообразных структур может быть связано с резким изменением физических условий в околозвездной среде, а также взаимодействием выброса с боковым ветром от XZ Tau.

Т.А. Мовсессян, Т.Ю. Магакян (Армения), А.В. Моисеев. A&A, 541, A16 (2012).

СТРУКТУРЫ НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ В МЕСТНОЙ ВСЕЛЕННОЙ

Рассмотрены особенности распределения близких галактик в областях низкой плотности. Среди 7596 галактик с лучевыми скоростями $V_{LG} < 3500$ км/с и абсолютными величинами $M_K < -18.4^m$ на галактических широтах $|b| > 15^\circ$ имеется 3168 галактик поля (42%), не входящих в пары, группы и скопления Местной Вселенной. В этой выборке методом перколяции с радиусом $r_0 = 2.8$ Мпк выделено 226 диффузных агломератов с числом членов $n \geq 4$. Обсуждается структура восьми наиболее населенных ($n \geq 25$) объектов среди них. Эти невириализованные агломераты имеют характерную дисперсию лучевых скоростей ~ 170 км/с, линейный размер ~ 6 Мпк, интегральную К-светимость $\sim 3 \times 10^{11} L_\odot$ и формальное отношение вириальной массы к светимости $\sim 700 M_\odot/L_\odot$. Средний контраст плотности у рассматриваемых агрегатов составляет всего ~ 5 , а время пересечения $\sim 30-40$ миллиардов лет.

И.Д. Караченцев, В.Е. Караченцева, О.В. Мельник, А.А. Эльвив (Украина), Д.И. Макаров. Astrophys. бюлл., 67, 367 (2012).

ИССЛЕДОВАНИЯ КАРЛИКОВОЙ СФЕРОИДАЛЬНОЙ ГАЛАКТИКИ KKR 25

Проведены спектральные и фотометрические

Basically, there are two theoretical approaches: different types of instabilities in stationary flow, and episodic ejection of the matter.

The first observations of HL Tau jet (BTA/IFP) revealed the complex kinematical structure (Movsessian et al., A&A, 470, 605) in the jet. In the flow detected compact knots with high (-150 km/s) and bow shape structures in front of those, with low radial velocities (-50 km/s). To study the origin of those structures it is important to have not only radial velocities but tangential velocities also, by the use of proper motion. We use two epoch 2001 and 2007 observations to measure proper motions of the structures.

The most interesting result is that the structural components with low and high radial velocity both have very similar values of tangential velocity nearly 160 km/s. This result witnesses to the formation of high and low velocity structures in the HL Tau jet formed by episodic ejection of the matter (Fig. 23). In this case we observe emission of high velocity clump of gas and bow shape supersonic wave in front of it. Increase of relative surface brightness of bow-shocks could be the result of abrupt change of the physical conditions of the ambient medium as well as the interaction of a highly collimated flow and the side wind from XZ Tau.

T.A. Movsessian, T.Yu. Magakyan (Armenia) A.V. Moiseev. A&A, 541, A16 (2012).

LOW-DENSITY STRUCTURES IN THE LOCAL UNIVERSE

The features of distribution of nearby galaxies in the low-density regions were considered. Among 7596 galaxies with radial velocities $V_{LG} < 3500$ km/s and absolute stellar magnitudes $M_K < -18.4^m$ at the galactic latitudes $|b| > 15^\circ$ there are 3168 field galaxies (42%) which are not members of pairs, groups and clusters of the Local Universe. 226 diffuse agglomerates with the number of members $n \geq 4$ were selected in this sample by the percolation method with a radius of $r_0 = 2.8$ Mpc. The structure of 8 most populated ($n \geq 25$) objects among them is discussed. These non-virialized agglomerates have the typical dispersion of radial velocities ~ 170 km/s, linear size ~ 6 Mpc, integral K-luminosity $\sim 3 \times 10^{11} L_\odot$ and formal virial-mass-to-luminosity ratio $\sim 700 M_\odot/L_\odot$.

The average contrast of density in the aggregates under consideration is only ~ 5 , and the crossing time is $\sim 30-40$ billion years.

I.D. Karachentsev, V.E. Karachentseva, O.V. Melnik, A.A. Elyiv (Ukraine), D.I. Makarov. Astrophys. Bull., 67, 353 (2012).

STUDY OF THE DWARF SPHEROIDAL GALAXY KKR 25

Spectral and photometric study of the unique dwarf

исследования уникальной карликовой галактики KKR 25. Судя по нашим измерениям, основное звездообразование в ней происходило 12.6-14 млрд. лет назад. Эти звезды имеют низкую металличность, в среднем $[Fe/H]$ от -1 до -1.6 dex. В этот период было образовано ~60% всей массы звезд в галактике. Модели показали также присутствие в галактике звезд среднего возраста между 1 и 4 млрд. лет. Однако для звезд этого возраста не обнаружено признаков заметного обогащения металлами по сравнению с более старыми. По спектрам KKR 25 (BTA/SCORPIO/LS) измерена ее лучевая скорость $V_h = -79$ км/с и обилие кислорода $12+\log(O/H) = 7.60 \pm 0.07$, а также открыта планетарная туманность. Это первая планетарная туманность, обнаруженная в карликовой сфероидальной галактике за пределами Местной Группы.

Очень изолированная галактика KKR 25 является уникальной еще и потому, что принадлежит к типу сфероидальных карликов, где не обнаружен газ или продолжающееся образование звезд. Считается, что объекты такого типа формируются в тесном окружении, где влияние близких соседей заставляет карлики терять газ, а, следовательно, и материал для текущего звездообразования. Существование таких объектов, как KKR 25, подтверждает так называемый «первичный» сценарий, где карликовые сфероидальные галактики формируются в малых темных гало (меньше $2 \cdot 10^8 M_\odot$) до эпохи реионизации, и их эволюция происходит благодаря процессам охлаждения и обратной связи в ранней Вселенной.

Д.И. Макаров, Л.Н. Макарова, М.Е. Шарина, Р.И. Уклеин, А. Тихонов (СПбГУ), П. Гуахаткурта (США), Э. Кирби (США), Н. Терехова (ГАИШ МГУ). MNRAS, 425, 709 (2012).

ОТКРЫТИЕ ТРИПЛЕТА КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК С ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ НЕЙТРАЛЬНОГО ВОДОРОДА

При систематическом изучении глубокой выборки галактик, принадлежащих близкому войду Lynx-Cancer, по наблюдениям (GMRT, Индия) в линии HI 21 см в его центральной части на расстоянии от нас 16 Мпк открыт необычный триплет карликовых галактик низкой поверхностной яркости (SDSS J0723+3621, J0723+3622 и J0723+3624) с абсолютными величинами M_B -14.2^m, -11.9^m и -9.7^m и отношением массы водорода к светимости $M(HI)/L_B \sim 3$, ~ 10 и ~ 25 (в солнечных единицах), соответственно. Последние два значения относятся к наиболее высоким из известных. С учетом голубых цветов галактик на изображениях Слоуновского цифрового обзора, оцениваемая массовая доля видимых звезд в них составляет доли процента. Показано, что такие необычные объекты обнаруживаются за пределами обнаружения больших обзоров красных смещений в областях вне

галактики KKR 25 was carried out. Judging from our measurements, the basic star forming in it occurred 12.6-14 billion years ago. Metallicity of these stars is low, from -1 to -1.6 dex on the average $[Fe/H]$. ~60% of the total mass of stars in the galaxy were formed at that period.

The models showed also that in the galaxy there are stars of average age between 1 and 4 billion years. However, no signs of noticeable metal enrichment were detected for stars of this age in comparison with older ones. BTA/SCORPIO/LS spectra of KKR 25 allowed us measuring its radial velocity $V_h = -79$ km/s and oxygen abundance $12+\log(O/H) = 7.60 \pm 0.07$. Besides, a planetary nebula was also discovered in KKR 25. This is the first planetary nebula detected in the dwarf spheroidal galaxy beyond the Local Group.

Being very isolated, the galaxy KKR 25 is unique also by the fact that it belongs to the type of spheroidal galaxies in which no gas was detected and there is no current star forming. It is believed that objects of such a type are formed in close environment where the influence of nearby neighbors makes the dwarfs loose gas and, consequently, matter for current star forming. Existence of such objects as KKR 25 confirms the so called «primary» scenario in which dwarf spheroidal galaxies are formed in small dark halos (of less than $2 \cdot 10^8 M_\odot$) before the reionization epoch, and their evolution goes on due to the cooling processes and feedback in the early Universe.

D.I. Makarov, L.N. Makarova, M.E. Sharina, R.I. Uklein, A. Tikhonov (SPSU), P. Guhathakurta (USA), E. Kirby (USA), N. Terekhova (SAI MSU), MNRAS, 425, 709 (2012).

DISCOVERY OF A TRIPLET OF DWARF GALAXIES WITH EXTREMELY HIGH CONTENT OF NEUTRAL HYDROGEN

The systematic study of a deep sample of galaxies belonging to the nearby Lynx-Cancer void by GMRT (India) observations in the HI 21-cm line resulted in the discovery of an unusual triplet of dwarf galaxies of low surface brightness in the central region of the void at a distance of 16 Mpc from us. The triplet members SDSS J0723+3621, J0723+3622 and J0723+3624 have the absolute stellar magnitude M_B -14.2^m, -11.9^m and -9.7^m and hydrogen-mass-to-luminosity ratio $M(HI)/L_B \sim 3$, ~ 10 and ~ 25 (in solar units), respectively.

The latter two values are among the highest ones of known. Accounting for blue colors of galaxies in the Sloan Digital Sky Survey, the estimated mass part of visible stars in them constitutes portions of a percent.

It was shown that such unusual objects are beyond the detection limits of large surveys of red shifts in regions outside the Local Volume and that they can

Местного Объема и могут представлять собой неизвестную популяцию галактик в войдах.

Дж. Ченгалур (Индия), С.А. Пустильник.

КАТАЛОГ ГРУПП КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК

Составлен список групп, состоящих исключительно из карликовых галактик. В выборку отобрано 126 объектов, преимущественно пар галактик. Самая населенная группа содержит 6 карликовых галактик.

Большинство рассматриваемых систем находятся в областях пониженной плотности и эволюционируют без влияния массивных галактик. Группы характеризуются размерами 30 кпк и дисперсией скоростей 11 км/с. Они схожи с ассоциациями карликовых галактик, но более компактны. В целом, группы и ассоциации формируют непрерывную последовательность. Как и ассоциации, группы имеют высокие отношения «масса-светимость», что свидетельствует о присутствии в них большого количества темной материи.

Д.И. Макаров, Р.И. Уклеин. Астрофиз. бюлл., 67, 141, (2012).

ОТКРЫТИЕ СН-ЗВЕЗДЫ В ШАРОВОМ СКОПЛЕНИИ

Открыта углеродная звезда СН-типа вблизи центра низкометаллического шарового скопления NGC 6426. Всего таких звезд в шаровых скоплениях известны единицы. По спектрам низкого разрешения (BTA/SCORPIO) определены ее химические свойства. Лучевая скорость 159 км/с указывает на членство звезды в скоплении. По модели звездной атмосферы, полученной по собранным в литературе фотометрическим данным, определены ее светимость, эффективная температура, сила тяжести на ее поверхности, металличность и приблизительное содержание С, N, и О. Согласно оценкам этот объект классифицирован как чрезвычайно редкая, богатая углеродом низкометаллическая звезда асимптотической ветви.

М.Е. Шарина, Б. Арингер (Австрия), Э. Даво (Франция), А.Ю. Князев (Южная Африка), К.Дж. Донцелли (Аргентина). MNRAS, 426L, 31 (2012).

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСШИРЕНИЕ МАЛОМАССИВНЫХ ГАЛАКТИК

На основе звездной фотометрии в маломассивных галактиках разных типов выделены звездные подсистемы разного возраста. Изучение их пространственных размеров показало, что во всех исследованных объектах существует зависимость между возрастом звезд, образующих подсистему и ее пространственным размером.

represent an unknown galaxy population in voids.

J. Chengalur (India), S.A. Pustilnik.

CATALOG OF DWARF GALAXY GROUPS

A list of groups consisting exclusively of dwarf galaxies was made. 126 objects, predominantly pairs, were selected to this sample. The most populated group contains 6 dwarf galaxies.

The majority of considered systems are located in low-density regions and they evolve without influence of massive galaxies.

The groups are characterized by the sizes 30 kpc and velocity dispersion 11 km/s. They are similar to associations of dwarf galaxies, but they are more compact. On the whole, the groups and associations form a continuous sequence.

Like associations, groups have high «mass-to-luminosity» ratios which testifies the presence of a great deal of dark matter in them.

D.I. Makarov, R.I. Uklein. Astrophys. Bull., 67, 135, (2012).

DISCOVERY OF A CH STAR IN THE GLOBULAR CLUSTER

A carbonic CH-type star was discovered near the center of the low-metal globular cluster NGC 6426. Only a few such stars in globular clusters are known. Its chemical properties were determined from low-resolution BTA/SCORPIO spectra.

Its radial velocity 159 km/s implies that it is a member of the cluster. Its luminosity, effective temperature, surface gravity, metal abundance and approximate content of C, N, and O were determined from photometric data gathered in literature, with the use of the package COMARCS.

According to estimations, this object is classified as an extremely rare carbon-rich low-metal star of the asymptotic branch.

M.E. Sharina, B. Aringer (Austria), E. Davoust (France), A.Yu. Knyazev (South Africa), C.J. Donzelli (Argentina). MNRAS, 426L, 31 (2012).

SPATIAL EXPANSION OF LOW-MASS GALAXIES

Stellar subsystems of different ages were selected on the basis of stellar photometry in low-mass galaxies of different types.

The study of spatial sizes of these subsystems showed that in all objects under investigation there is a relation between the age of stars constituting a subsystem and its spatial size.

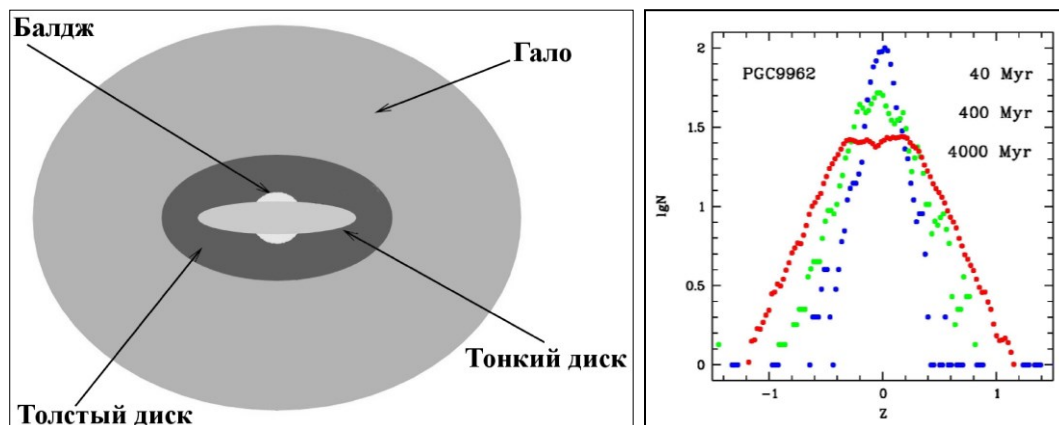


Рис. 24. Слева - упрощенная эмпирическая схема звездного строения спиральных и массивных иррегулярных галактик. Более подробное изучение толстых и тонких дисков показало, что в реальности существует не два отдельных диска, а непрерывная последовательность звездных подсистем разного возраста. Подсистемы большего возраста имеют и большие пространственные размеры, что можно объяснить физическим расширением звездных подсистем. Справа - нормированное распределение численной плотности звезд разного возраста вдоль малой оси галактики PGC9962. На диаграмме видно, что с увеличением возраста звезд увеличивается и пространственный размер звездной подсистемы.

Fig. 24. Left – the simplified empirical diagram of the stellar structure of spiral and massive irregular galaxies. More detailed studies of thick and thin discs revealed that in reality there are not two separate discs, and a continuous sequence of stellar subsystems of different ages. Older age subsystems have larger spatial dimensions, which can be attributed to physical expansion of stellar subsystems. Right – the normalized distribution of number density of different age stars along the minor axis of the galaxy PGC9962. The chart shows that with increasing age of stars increases and the spatial size of the stellar subsystem.

Изменение размеров с возрастом происходит нелинейно. При удалении от центра галактики уменьшается скорость увеличения размеров звездной подсистемы. Указанная зависимость наблюдается у звезд возраста от десятков миллионов лет до 13 миллиардов лет.

Открытое явление допускает простую интерпретацию - физическое расширение маломассивных галактик за время их эволюции. Скорости расширения звездных подсистем равны 5-10 км/сек для молодых звезд и 0.1 км/сек для старых звезд далекой периферии.

Н.А. Тихонов. Письма в АЖ, 38, 497 (2012).

ПЕКУЛЯРНЫЕ ДВИЖЕНИЯ СКОПЛЕНИЙ ГАЛАКТИК В ОБЛАСТИ СВЕРХСКОПЛЕНИЯ BOOTES

По каталогу SDSS DR8 проведено исследование свойств скоплений галактик и их пекулярных движений в области сверхскопления галактик Bootes, которое разделяется на две подсистемы со средними красными смещениями 0.064 и 0.076. Для скоплений определены кинематические и динамические параметры (средняя лучевая скорость, ее дисперсия, радиус R_{200} и масса) и с помощью фундаментальной плоскости (ФП) галактик ранних типов - расстояния и пекулярные скорости. Система скоплений галактик Bootes в целом подчиняется Хаббловской зависимости между скоростью и расстоянием (рис. 25).

The change of subsystem sizes with age is not linear. The expansion rate of stellar subsystems decreases with distance from the galaxy center. This relation is observed for stars of age from tens of millions to 13 billion years.

The discovered phenomenon admits a simple interpretation – the physical expansion of low-mass galaxies during the time of their evolution. The expansion rates of stellar subsystems are equal to 5-10 km/s for young stars and 0.1 km/s for old stars of distant periphery.

N.A. Tikhonov. Astronomy Letters, 38, 562 (2012).

PECULIAR MOTIONS CLUSTERS OF GALAXIES IN THE BOOTES SUPERCLUSTER REGION

Data of the SDSS DR8 catalog were used to study properties of galaxy clusters and their peculiar motions in region of the Bootes supercluster which is divided into two subsystems with the average red shifts 0.064 and 0.076. For the clusters we determined kinematic and dynamic parameters (the average radial velocity, its dispersion, radius R_{200} and mass) and – with the help of the fundamental plane (FP) of early-type galaxies – distances and peculiar velocities.

On the whole, the Bootes system of galaxy clusters obeys the Hubble relation between velocity and distance (Fig.25).

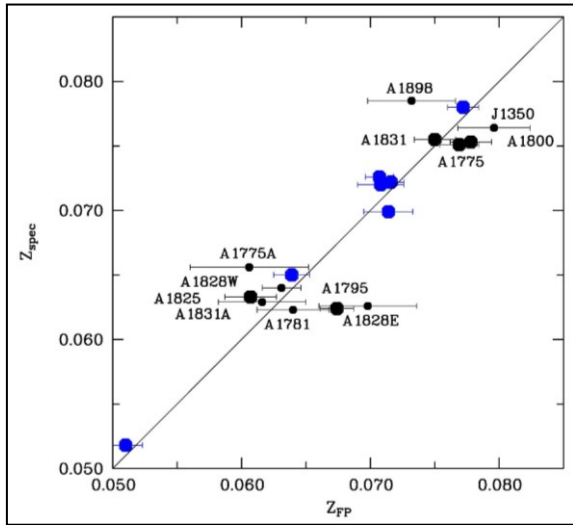


Рис. 25 Диаграмма Хаббла (наблюдаемое Z_{spec} и красное смещение Z_{FP} , соответствующее расстоянию, полученному с помощью ФП) для сверхскопления Bootes. Показаны богатые (большие черные кружки) ($\sigma > 500$ км/с) и бедные скопления системы Bootes (маленькие кружки), а также богатые скопления галактик из других областей/сверхскоплений (синие кружки).

Fig.25. The Hubble diagram (the observable Z_{spec} and the red shift Z_{FP} corresponding to the distance obtained with the help of FP) for the Bootes supercluster. Rich clusters ($\sigma > 500$ km/s) of the Bootes system are denoted by the large black circles, the poor ones – by the small black circles. The blue circles indicate rich galaxy clusters from other regions/superclusters.

Обнаружено, что скопление A1828 разделяется на две бедные группы галактик, находящиеся на разных расстояниях. Дисперсия наблюдаемого распределения пекулярных скоростей массивных ($\sigma > 500$ км/с, $M > 2 \cdot 10^{14} M_{\odot}$) скоплений галактик (большие кружки на рис. 25): $\langle V_{\text{ID}}^2 \rangle^{1/2} = 580$ км/с, с простым учетом ошибок – 370 км/с.

У большинства скоплений пекулярная скорость незначительно превышает точность измерений ($< 1.5 \sigma$). Неожиданно большой оказалась пекулярная скорость у самого богатого скопления в ближней подсистеме, A1795, имеющего оценку массы в пределах R_{200} равную $7.8 \cdot 10^{14} M_{\odot}$. Его пекулярная скорость равна 1400 км/с и превышает ошибку измерения в 3.5 раза.

A1795 является мощным источником рентгеновского излучения, содержит активную cD-галактику с пекулярной скоростью (относительно средней скорости скопления) равной 245 км/с и имеет асимметричное распределение галактик относительно этой галактики. Если скопление находится в сжимающейся структуре, вытянутой вдоль луча зрения, причем в ближней ее части, а большая доля галактик, по которым определялось расстояние, оказались расположенными в дальней ее части, то это могло бы объяснить наблюдаемое расхождение между скоростью и расстоянием. Для проверки этого предположения необходимо провести более детальное изучение скопления и свойств входящих в него галактик.

А.И. Копылов, Ф.Г. Копылова.

СОТНОШЕНИЕ МЕЖДУ КАРЛИКОВЫМИ И ГИГАНТСКИМИ ГАЛАКТИКАМИ В СВЕРХСКОПЛЕНИЯХ И В ПОЛЕ НА $0.02 < Z < 0.05$

На основе каталога SDSS (DR7) получены результаты исследования галактик красной последовательности (КП) 47 скоплений галактик ($0.023 < z < 0.047$), расположенных в разном окружении: сверхскоплениях Hercules, Leo и в

It was detected that the A1828 cluster is divided into two poor galaxy groups located at different distances. Dispersion of the observable distribution of peculiar velocities of massive ($\sigma > 500$ км/с, $M > 2 \cdot 10^{14} M_{\odot}$) galaxy clusters (the large circles in Fig. 25) is $\langle V_{\text{ID}}^2 \rangle^{1/2} = 580$ км/с, with the simple allowing for errors it is 370 км/с.

In most clusters the peculiar velocity considerably exceeds the measurement accuracy ($< 1.5 \sigma$).

The peculiar velocity of the richest cluster in the nearby subsystem, A1795, whose mass within the R_{200} limits is estimated as $7.8 \cdot 10^{14} M_{\odot}$, turned out to be surprisingly large. Its peculiar velocity is equal to 1400 км/с. It is 3.5 times higher than the measurement error.

The cluster A1795 is a powerful X-ray source containing an active cD-galaxy with the peculiar velocity (relative to average velocity of the cluster) 245 км/с. Distribution of cluster galaxies relative to this galaxy is asymmetric.

If the cluster is in the nearer part of a compressing structure extended along the line of sight, and the most galaxies which were used for determination of distance are located in its farther part, then it could explain the observable discrepancy between velocity and distance.

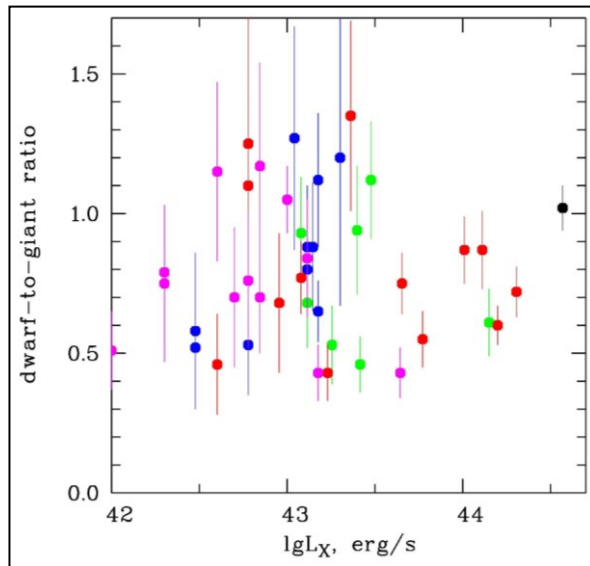
To test this assumption it is necessary to study the cluster and properties of its galaxies in greater detail.

A.I. Kopylov, F.G. Kopylova.

DWARF-TO-GIANT RATIO OF GALAXIES IN SUPERCLUSTERS AND IN THE FIELD AT $0.02 < Z < 0.05$

47 galaxy clusters with $0.023 < z < 0.047$ located in different environments – the Hercules and Leo superclusters and in field – were studied on the basis of the SDSS (DR7) catalog within the framework of the study of red-sequence (RS) galaxies.

поле. Количество ярких карликовых галактик в скоплениях галактик на КП в интервале от $M_r = -18.5^m$ до -16.5^m растет с рентгеновской светимостью скопления как $\lg N \propto \lg L_X^{0.64}$.



Отношение числа карликовых галактик к числу гигантских (ОКГ) не зависит от окружения скопления, массы, богатства.

Наблюдается рост этого отношения у скоплений галактик с $\lg L_X > 43.5$ эрг/с или $\sigma > 520$ км/с (рис. 26).

Составное ОКГ скоплений галактик, определенное как по принадлежности к разным структурам, так и по рентгеновской светимости вдоль радиуса R_{200} , минимально в центральных областях скоплений (0.6 ± 0.06), максимально в пределах $0.3-0.9 R_{200}$ (0.9 ± 0.10) и уменьшается до 0.7 ± 0.03 к радиусу $1.4 R_{200}$.

Ф.Г. Копылова.

СПЕКТРАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ СЕЙФЕРТОВСКОЙ ГАЛАКТИКИ АKN 564

Проанализированы результаты 11-летнего мониторинга (1999-2010 г.г.) сейфертовской галактики Аkn 564. Спектры были получены на 6-м и 1-м телескопах САО РАН и 2-х телескопах 2.1-м в Мексике. Аkn 564 показывает сильные эмиссионные линии FeII, типичные для сейфертовских галактик с узкими линиями (NLS1).

Детальный анализ переменности континуума на 5100 Å и 6200 Å и эмиссионных линий H α , H β и FeII показал:

- от начала к концу мониторинга средние потоки в континууме и линиях уменьшились на 20%-30%. Зарегистрировано 5 вспышечных событий, продолжительностью 1-3 дня, когда поток в континууме и FeII изменялся на 20%, а в Бальмеровских линиях на 10%;
- разрешенные линии имеют лоренцоподобные профили, которые не меняют своей формы;
- корреляции между потоками в линиях и

The amount of bright dwarf RS galaxies in the galaxy clusters within the range from $M_r = -18.5^m$ to -16.5^m increases with X-ray cluster luminosity as $\lg N \propto \lg L_X^{0.64}$.

Рис. 26. Зависимость ОКГ от светимости в рентгеновском диапазоне в пределах радиуса R_{200} . Отмечены члены сверхскопления Hercules (красные кружки) и сверхскопления Leo (голубые), скопления галактик поля вокруг системы Her (зеленым) и скопления поля (пурпурным) на тех же z. Черным кружком показано скопление Coma (A1656).

Fig. 26. Relation between DGR and X-ray luminosity within the cluster radius R_{200} . The red circles indicate members of the Leo supercluster. The green circles denote field galaxy clusters around the Her system, the purple circles – field clusters at identical z. The black circle marks the Coma cluster (A1656).

The ratio of the number of bright dwarf galaxies to the number of giant ones (dwarf-to-giant ratio, DGR) does not depend on environment, mass and richness of a cluster. The increase of this ratio for galaxy clusters with $\lg L_X > 43.5$ эрг/с or $\sigma > 520$ км/с is observed (Fig. 26).

The compound DGR of galaxy clusters determined both from their belonging to different structures and from X-ray luminosity along the radius R_{200} is minimal in central regions of clusters (0.6 ± 0.06), is maximal within $0.3-0.9 R_{200}$ (0.9 ± 0.10) and decreases down to 0.7 ± 0.03 to the radius $1.4 R_{200}$.

F.G. Kopylova.

SPECTRAL MONITORING OF THE SEYFERT GALAXY AKN 564

Results of 11-year monitoring (1999-2010) of the Seyfert galaxy Akn 564 were analyzed. Spectra were obtained with the 6-m and 1-m telescopes of SAO RAS and two 2.1-m telescopes in Mexico. Akn 564 shows strong FeII emission lines typical for Seyfert galaxies with narrow lines (NLS1).

Detailed analysis of continuum variability at 5100 Å and 6200 Å and H α , H β and FeII emission lines showed the following:

- from the beginning to the end of monitoring the average flux in continuum and lines decreased by 20%-30%. Five flare events of duration of 1-3 days were registered when the flux changed by 20% in continuum and FeII and by 10% in the Balmer lines;
- the allowed lines have Lorentz-like profiles which did not change their shape;
- correlations between fluxes in lines and

континууме слабые, что может указывать на присутствие разных источников ионизации (AGN-источник фотоионизации, ударное возбуждение и др.);

- слабая корреляция между потоками в $H\alpha$ и $H\beta$ ($r \sim 0.4$), FeII и $H\beta$ ($r \sim 0.6$) указывает на возможную стратификацию излучения. Однако, если фотоионизация AGN не является единственным источником возбуждения линий, то к полученным результатам надо относиться осторожно.;
- оценка запаздывания между изменениями потоков в линиях и континууме составляет 2-6 дней, т.е. BLR в Ark 564 очень малая и компактная.

Детально исследована переменность профилей эмиссионных линий FeII и найдено, что корреляции между разными мультиплетами FeII и континуумом отличаются. Спектральная переменность Ark 564 сложная и отличается от сейфертовских галактиках с широкими линиями.

Наблюдаемые вспышечные события, разная степень корреляции между потоками в разрешенных линиях и континууме и т.д., указывают на сложный источник ионизации BLR, кроме ионизации от AGN, может быть вклад от внутренних ударных волн, от взрывов звезд и т.д.

А.И. Шаповалова, Л. Попович (Сербия), А.Н. Буренков, В.Г. Чавушян (Мексика) и др. ApJS, 202, article id. 10 (2012).

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛНОЙ ВЫБОРКИ АКТИВНЫХ ГАЛАКТИК ГЛУБОКОГО ПОЛЯ 0940+50

По фотометрическим наблюдениям поля 0940+50 размером $0.73 \square^\circ$ в 14 среднеполосных фильтрах (0.6-м телескоп, Китай) и его центральной части ($0.05 \square^\circ$) в 11 фильтрах (2.6-м телескоп, Армения) и спектральных наблюдений (БТА/SCORPIO) создана полная выборка AGN до $R=21.5^m$, в центральной части до $R=24^m$. Всего она содержит более 120 объектов, из которых около половины имеют $z > 2.2$. Анализ полученной выборки AGN позволил нам сделать оценки их кумулятивной поверхностной плотности, эволюции функции светимости и их пространственного распределения среди галактик поля.

С.Н. Додонов.

ОЦЕНКА МАСС КОМПОНЕНТОВ ДВОЙНОЙ ЧЕРНОЙ ДЫРЫ В NGC 4151

Проанализированы спектры NGC 4151 в области эмиссионной линии $H\alpha$, полученные за 20 лет наблюдений. Большая часть спектров (60%) была получена в результате выполнения нашей программы мониторинга NGC 4151 в 1996-2006гг., остальные спектры взяты из архивов AGN Watch и др. Получены световые кривые $H\alpha$ для всего потока и для потоков в бинах по 1000 км/сек вдоль

континууме слабые, что может указывать на присутствие разных источников ионизации (ан AGN source of photoionization, impact excitation, and others);

- the weak correlation between fluxes in $H\alpha$ and $H\beta$ ($r \sim 0.4$), FeII and $H\beta$ ($r \sim 0.6$) implies a possible stratification of emission. However, if photoionization of AGN is not the only line excitation source, then the obtained results should be treated with reserve;
- the lag between flux changes in lines and continuum is estimated at 2-6 days, i.e. the BLR in Akn 564 is small and compact.

Variability of profiles of FeII emission lines was studied. It was found that correlations between different FeII multiplets and continuum differ.

The spectral variability of Akn 564 is complex and it differs from that observed in Seyfert galaxies with wide lines (BLS1).

The observed flare events, different degree of correlation between fluxes in the allowed lines and continuum, and etc. imply a complex source of BLR ionization; beside the AGN ionization source there may be a contribution from internal shock waves, star explosions, etc.

A.I. Shapovalova, L.Č. Popović (Serbia), A.N. Burenkov, V.H. Chavushyan (Mexico), et al. ApJS, 202, article id. 10 (2012).

THE STUDY OF THE WHOLE SAMPLE OF ACTIVE GALAXIES IN 0940+50 DEEP FIELD

On basis of photometric observations of the 0940+50 field of size $0.73 \square^\circ$ in 14 intermediate band filters (0.6-m telescope, China) and its central part ($0.05 \square^\circ$) in 11 filters (2.6m telescope, Armenia), and spectral observations (BTA/SCORPIO) we made a total sample of AGNs down to $R=21.5$ and down to $R=24$ in the central part. Altogether the sample contains 120 objects, about half of them with $z > 2.2$. Analysis of the obtained AGN sample allowed us estimating their cumulative surface density, evolution of the luminosity function and their spatial distribution of among the field galaxies.

S.N. Dodonov.

THE MASS ESTIMATION OF COMPONENTS OF A BINARY BLACK HOLE IN NGC 4151

Spectra of NGC 4151 in the region of the $H\alpha$ emission line obtained during 20 years of observations were analyzed. The most part of spectra (60%) resulted from our program of the monitoring of NGC 4151 in 1996-2006, the rest were taken from the archives AGN Watch and others. The light curves of the $H\alpha$ were obtained for the total flux and for fluxes in bins by 1000 km/s

профиля линии. После анализа кривых методом Lomb-Scargle обнаружен период 5700^d для изменений всего потока H α и 5800^d для большинства бинов. Из анализа кривых радиальной скорости компонент H α обнаружены доказательства орбитального движения, согласующиеся с признаками сверхмассивной двойной черной дыры (SMBH) на субпарсековых масштабах с орбитальным периодом $\sim 5780^d$ (15.9 лет) и эксцентриситетом $e=0.42$. Мы оценили размер больших полуосей - 0.002 и 0.008 пс и массы - $3 \cdot 10^7_{\odot}$ и $8.5 \cdot 10^6_{\odot}$.

Эти результаты согласуются с численным моделированием и со значениями, полученными методом реверберации. Полученное расстояние между двумя ЧД (~ 0.01 пс), ожидаемо из теоретических моделей эволюции двойной SMBH.

E. Bon, P. Jovanović (Serbia), P. Marziani (Spain), A.I. Shapovalova et al. ApJ, 759, article id. 118 (2012).

along the line profile. Analysis of the curves with the Lomb-Scargle method revealed a period of 5700^d for alterations of the total H α flux and a period of 5800^d for the majority of bins. Analysis of the curves of radial velocity of H α components gave evidence of an orbital motion conforming to signs of a binary supermassive black hole (SMBH) at the subparsec scale with the orbital period $\sim 5780^d$ (15.9 years) and eccentricity $e=0.42$. We estimated major semiaxes as 0.002 and 0.008 pc, and component masses as $3 \cdot 10^7_{\odot}$ and $8.5 \cdot 10^6_{\odot}$.

These results agree with numerical simulation and with values obtained by the reverberation method. The obtained distance between two black holes (~ 0.01 pc) is expected from theoretical models for evolution of a binary SMBH.

E. Bon, P. Jovanović (Serbia), P. Marziani (Spain), A.I. Shapovalova et al. ApJ, 759, article id. 118 (2012).