

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОПТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ

ВНЕГАЛАКТИЧЕСКАЯ АСТРОНОМИЯ

ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЯДРА СЕЙФЕРТОВСКОЙ ГАЛАКТИКИ NGC 1068 В ИНФРАКРАСНОМ СВЕТЕ

Изображения, получаемые методами интерферометрии в видимом и ИК диапазоне спектра, являются уникальным источником информации для изучения разных классов объектов. Одним из таких объектов является ядерная область сейфертовской галактики 2-го типа NGC 1068, ближайшей к нам и ярчайшей галактики с активным ядром на удалении 14.4 Мпк. Основными компонентами ядерной области являются центральный континуальный источник и окружающий его геометрически и оптически толстый газопылевой тор. Тор коллимирует излучение центрального источника и приводит к возникновению конуса ионизации, который наблюдается, например, на снимках с Космического телескопа Хаббла.

Изображения ядра NGC 1068 получены нами на телескопе БТА в ИК полосе K' с дифракционным разрешением 74 угловые миллисекунды (мсд) и в полосе H с разрешением 57 мсд (рис. 20). Использовались методы восстановления, основанные на вычислении усредненных спектров мощности и биспектров серии спекл-интерферограмм по методу Лабейри-Вайгеля. Разделяемая в восстановленном изображении структура состоит из компактного ядра и двух протяженных компонентов – северного и юго-восточного. Ядро разделяется телескопом во всех позиционных углах. Оно имеет кометообразную вытянутость на северо-запад и слабоконтрастную туманность в юго-восточном направлении. Полуширина компактного ядра в K' -полосе равна примерно 18×39 мсд или 1.3×2.8 пк (ошибка определения ± 4 мсд), а позиционный угол кометообразной структуры равен $-16 \pm 4^\circ$. Если предположить, что 40% потока поступает от центрального точечного источника, а 60% от протяженного окружения с гауссовым профилем, то полуширина ядра окажется большей, 26×58 мсд. В H -полосе размеры ядра равны 18×45 мсд, а позиционный угол составляет $-18 \pm 4^\circ$. Вытянутый северный компонент тянется примерно на 400 мсд или 29 пк. K' - и H -потоки от разделяемого ядра равны соответственно 350 ± 90 мЯн и 70 ± 20 мЯн, а соответствующие им $m_K = 8.2^m$ и $m_H = 10.4^m$.

Позиционный угол $-16 \pm 4^\circ$ компактного ядра близок к ориентации (-15°) западной стенки конуса

INVESTIGATIONS IN THE OPTICAL SECTOR

EXTRAGALACTIC ASTRONOMY

INTERFEROMETRIC IMAGES OF THE NUCLEAR REGION OF THE SEYFERT GALAXY NGC 1068 IN THE INFRARED

Images obtained by interferometric methods in optical and infrared spectral bands are a unique source of information for study of different classes of objects. One of such objects is a nuclear region of the Seyfert galaxy of the second type NGC 1068 which is the nearest and brightest galaxy with an active nuclear at a distance of 14.4 Mpc. Main components of the nuclear region are a continuum source and a geometrically and optically thick gas-dust tor surrounding it. The tor collimates radiation of the central source and gives rise to an ionization cone observed, for example, in the Hubble Space Telescope images.

We obtained images of the NGC 1068 nucleus with the BTA telescope in the IR bands K' with 74 mas resolution and H with 57 mas resolution (Fig. 20). Applied reconstruction methods are based on computation of power spectra and bi-spectra of a speckle-interferogram series averaged by the Labeyrie-Weigelt method. A structure separable in the reconstructed image consists of a compact nucleus and two extended components – the northern and south-eastern ones. The nucleus separated by the telescope in all position angles has a comet-shaped extension in the north-west and a weakly contrast nebula in the south-east direction. The K' -band half-width of the compact nucleus is about 18×39 mas or 1.3×2.8 pc (a determination error of ± 4 mas), and the position angle of the comet-shaped structure is equal to $-16 \pm 4^\circ$. If it is supposed that 40% of flux comes from the central point-like source, and 60% - from the extended environment with the Gauss profile, then the source half-width will be larger, 26×58 mas. In the H band the nucleus size is 18×45 mas, and the position angle is $-18 \pm 4^\circ$. The extended northern component reaches about 400 mas, or 29 pc. K' and H fluxes from the separable nucleus are equal to ± 90 mJy and 70 ± 20 mJy respectively, and the stellar magnitudes of the nucleus corresponding to these values are $m_K = 8.2$ and $m_H = 10.4$.

The position angle $-16 \pm 4^\circ$ of the compact nucleus is close to the orientation (-15°) of the western wall of the

ионизации. Поэтому можно предположить, что K' - и H -эмиссии имеют как тепловую природу, так и связаны с рассеянием света на пыли в районе западной стенки конической полости с низкой плотностью или на самой внутренней части пылевого тора, нагреваемого центральным источником (радиус сублимации пыли для NGC 1068 составляет 0.1 – 1 пк). Северная, вытянутая на 400 мсд, структура лежит вблизи западной стенки конуса ионизации и совпадает с внутренним радиоджетом (его позиционный угол 11°). Значительное удаление от ядра говорит о том, что K' -эмиссия от этого удаленного компонента является рассеянным светом от западной полости и области радиоджета.

Ю.Ю. Балега совместно с Г. Вайгелт, Т. Бекерт, К. Хофман, Д. Шертл (Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn, Germany), М. Вумковский (ESO, Garching, Germany), В. Душл (Institut für Theoretische Astrophysik der Universität Heidelberg, Germany), А. Меньшиков (Institute for Computational Astrophysics, Saint Mary's University, Canada). Опубликовано в A&A, 2004, 425, 77.

ionization cone. Therefore, it is assumable that K' and H emissions are both of thermal character and related to the scattering of light on dust in the region of the western wall of a low-density cone cavity or on the inner part of the dust toro itself which is heated with the central source (for NGC 1068 the dust sublimation radius is 0.1 – 1 pc). The northern structure reaching 400 mas is near the western wall of the ionization cone and coincides with the inner radio jet (its position angle is 11°). A considerable distance from the nucleus means that the K' emission from this remote component is a scattered light from the western cavity and the radio jet region.

Yu.Yu. Balega in collaboration with G. Weigelt, T. Beckert, K.-H. Hofmann, D. Schertl (Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn, Germany), M. Wittkowski (ESO, Garching, Germany), W.J. Duschl (Institut für Theoretische Astrophysik der Universität Heidelberg, Germany), A. B. Men'shchikov (Institute for Computational Astrophysics, Saint Mary's University, Canada). Published in A&A 425, 77-87 (2004)

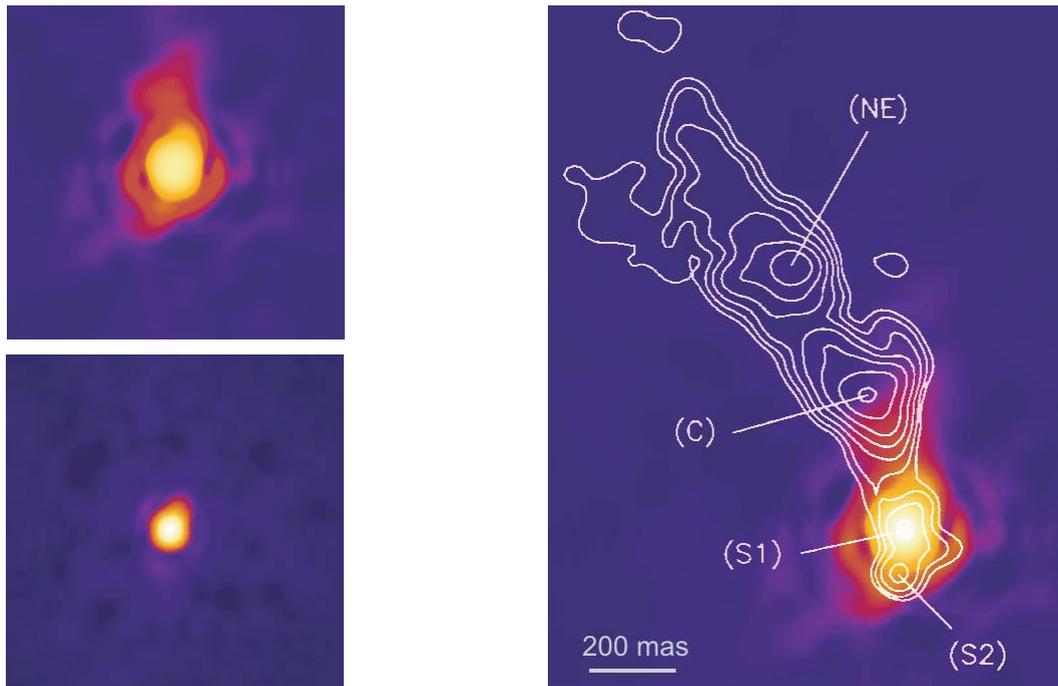


Рис. 20. Изображения ядерной области NGC 1068, восстановленные по серии спекл-интерферограмм, полученных на БТА в инфракрасных фильтрах K' и H . Север –верху слева, восток –внизу слева. Справа: Наложенная на K' -изображение контурная карта MERLIN на 5 Гц (Gilmore et al. 1996). Центр радиокомпонента S1 совпадает с центральным пиком в полосе K' .

Fig. 20. Images of the nucleus region of NGC 1068 reconstructed by a speckle interferogram series obtained with the BTA in the infrared filters K' and H . North is at the top to the left and east at the bottom to the left. To the right: the 5 GHz contour map MERLIN superimposed on the K' image (Gilmore et al. 1996). The radio component S1 center coincides with the central peak in the K' band.

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ С CDM

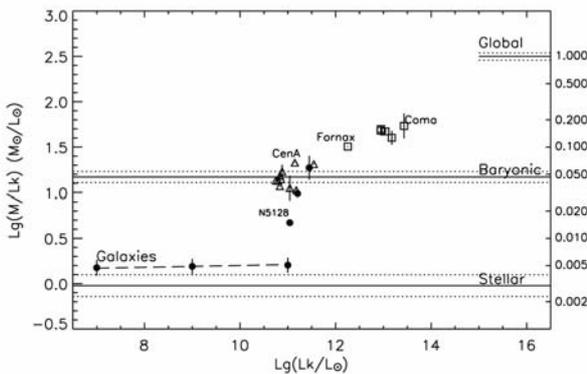
Проведено сравнение выводов стандартной космологической модели с наблюдательными данными по Местной Вселенной. Отмечено, что несмотря на триумфальные успехи стандартной космологической модели Cold Dark Matter (CDM), остаются пока области конфликта между предсказаниями теории и наблюдениями. Последние наблюдательные данные, относящиеся к Местной (< 10 Мпк) Вселенной, позволяют выделить шесть таких противоречий:

- 1) отсутствие ожидаемых “клювов” на профилях плотности галактик;
- 2) проблема “потерянных спутников” у гигантских галактик;
- 3) “переохлажденность” местного Хаббловского потока;
- 4) “косая” анизотропия местного Хаббловского потока относительно Virgo;
- 5) несоответствие между местной и глобальной барионной плотностью (75% барионов вне галактик);
- 6) несоответствие между местной (0.04) и глобальной (0.28) средней плотностью материи.

И.Д. Караченцев

ИНФРАКРАСНЫЕ СВОЙСТВА ГАЛАКТИК МЕСТНОГО ОБЪЕМА

Рассмотрены инфракрасные свойства 451 галактики Местного объема с расстояниями $D < 10$ Мпк, основываясь на данных обзора всего неба на двух микронах (2MASS). Определена функция светимости галактик в К-полосе в диапазоне от -25 до -11 абсолютной величины. Локальная плотность светимости в пределах 8 Мпк составляет $6.8 \cdot 10^8 L_{\odot}/\text{Mpc}^3$, что превосходит глобальную среднюю плотность светимости в К-полосе в (1.5 ± 0.1) раза.



OBSERVATIONAL CONTRADICTIONS TO CDM

Conclusions of the standard cosmological model were compared to observational data for the local Universe. It was noted that in spite of triumphal progress of the standard cosmological model Cold Dark Matter (CDM) there still are some points of conflict between observations and theoretical predictions. Recent observational data related to the Local (< 10 Mpc) Universe allow us to mark out 6 such contradictions:

- 1) there are no expected “beaks” in galaxy density profiles,
- 2) there is a problem of “lost satellites” of huge galaxies,
- 3) the local Hubble flux is “overcooled”,
- 4) an anisotropy of the local Hubble flux with respect to Virgo is “oblique”,
- 5) the local baryon density does not conform to the global one (75% of baryons are outside galaxies),
- 6) the local average density of matter (0.04) does not agree with the global one (0.28).

I.D. Karachentsev

INFRARED PROPERTIES OF GALAXIES IN THE LOCAL VOLUME

Infrared properties of 451 galaxies of the Local volume with distances $D < 10$ Mpc were considered on the basis of data of the 2 Micron All Sky Survey (2MASS). A galactic luminosity function was determined in the range from -25 to -11 absolute stellar magnitudes. The local luminosity density within 8 Mpc is equal to $6.8 \cdot 10^8 L_{\odot}/\text{Mpc}^3$, what exceeds the global average luminosity density in the K band (1.5 ± 0.1) times.

Рис. 21. Соотношение масса - светимость в К-полосе для галактик и систем галактик. Три горизонтальные полосы показывают вклад звездной компоненты (внизу) и барионной массы, а также глобальное значение $(M/L_K)_{\text{global}}$ как отношение критической плотности к средней плотности светимости (вверху). Правая шкала соответствует средней плотности материи в единицах критической плотности.

Fig. 21. The ratio mass-luminosity in the K band for galaxies and systems of galaxies. Three horizontal lines show contribution of a stellar component (below) and baryon mass, and the global value as a ratio of critical density $(M/L_K)_{\text{global}}$ to average luminosity density (above). The first scale corresponds to average density of matter in units of critical density.

Определены отношения вириальной массы к К-светимости для близких групп и скоплений (рис. 21). На интервале светимостей от $5 \cdot 10^{10}$ до $2 \cdot 10^{13} L_{\odot}$ группы и скопления следуют зависимости $\lg(M/L_K) \sim (0.27 \pm 0.03) \lg L_K$ с дисперсией ~ 0.1 , сравнимой с ошибками измерения массы и светимости систем галактик. Среднее отношение по ансамблю систем, $\langle M/L_K \rangle = (20-25) M_{\odot B}/L_{\odot B}$, оказывается существенно меньше ожидаемого глобального отношения $(80-90) M_{\odot B}/L_{\odot B}$, в стандартной модели с $\Omega_m = 0.27$. Это противоречие может быть устранено, если большая часть темной материи во Вселенной не ассоциируется с галактиками и их системами.

И.Д. Караченцев совместно с А.М. Кутькиным (МГУ)

The ratios of virial mass to the K luminosity for close groups and clusters were determined (Fig. 21). Within a luminosity range from $5 \cdot 10^{10}$ to $2 \cdot 10^{13} L_{\odot B}$ the groups and clusters follow a dependence $\lg(M/L_K) \sim (0.27 \pm 0.03) \lg L_K$ with dispersion ~ 0.1 what is comparable to errors of mass and luminosity measurements. The average ratio over an ensemble of systems $\langle M/L_K \rangle = (20-25) M_{\odot B}/L_{\odot B}$, turns out to be substantially less than the expected global ratio $(80-90) M_{\odot B}/L_{\odot B}$, in the standard model with $\Omega_m = 0.27$. This contradiction can be eliminated if most dark matter in the universe is not associated with galaxies and their systems.

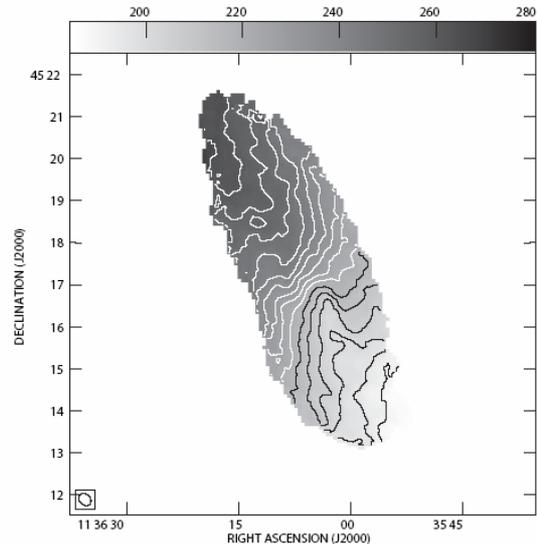
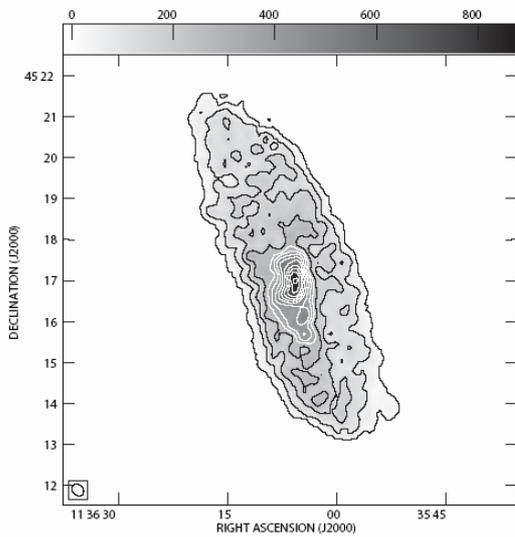
I.D. Karachentsev in collaboration with A.M. Kut'kin (Moscow)

САМАЯ ТЕМНАЯ БЛИЗКАЯ ГАЛАКТИКА

На Большом индийском радиотелескопе GMRT и 6-м телескопе САО РАН получены карты распределения нейтрального и ионизованного водорода у 60 близких карликовых галактик, светимости которых составляют от 1/100 до 1/10 000 светимости Млечного Пути. Эта выборка в 4 раза превосходит число аналогичных объектов исследованных на всех других телескопах мира.

THE MOST DARK NEAREST GALAXY

The big Indian radio telescope GMRT and the SAO RAS 6 m telescope were used to obtain maps of neutral and ionized hydrogen distribution for 60 nearby dwarf galaxies with luminosity from 1/100 to 1/10000 of luminosity of the Milky Way. This sample exceeds 4 times a number of analogous objects investigated with all other telescope of the world.



*Рис. 22. Карта распределения нейтрального водорода в Irr галактике NGC 3741; слева - контуры HI, которые простираются далеко за оптические границы галактики, справа - поле скоростей с шагом 5 км/с.
Fig. 22. The map of neutral hydrogen distribution in the Irr galaxy NGC 3741; left – HI outlines spreading far more than optical boundaries of the galaxy, right – a field of velocities with an interval of 5 km/s.*

Установлено, что у большинства исследованных карликовых галактик упорядоченные внутренние движения преобладают над турбулентными и имеют типичную амплитуду менее 15 км/с, а взаимное распределение областей звездообразования и зон высокой HI плотности отличается громадным

It was determined that in most of studied dwarf galaxies the inner well-ordered motions prevail over turbulent ones and have a typical amplitude of less than 15 km/s, and a mutual distribution of star-formation regions and the zones of high HI density are noted for a great variety. It was discovered that the isolated dwarf galaxy

разнообразием. Обнаружено, что изолированная карликовая галактика NGC 3741 окружена рекордно протяженной HI оболочкой, размеры которой в 8 раз превосходят стандартный оптический диаметр галактики, а отношение ее динамической массы к светимости достигает 100 в солнечных единицах, что наблюдалось пока только у карликовых сфероидальных галактик (рис. 22).

И.Д. Караченцев, С.С. Кайсин, М.Е. Шарина, совместно с Национальным центром радио астрофизики (Пуна, Индия)

ПЕКУЛЯРНЫЕ СКОРОСТИ ПЛОСКИХ СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК 2MASS ОБЗОРА В ОБЪЕМЕ 100 Мпк

Для анализа коллективных движений галактик был создан 2MFGC (каталог 18020 плоских галактик, Отчет САО 2003, 33). Распределение пекулярных скоростей для 2724 галактик из каталога с оценками расстояния по инфракрасной зависимости Талли-Фишера представлено в галактических координатах на рис. 23. Галактики с положительными и отрицательными пекулярными скоростями показаны, соответственно, светлыми и темными кружками. Это дискретное распределение было усреднено гауссовым фильтром с окном 20° . Видно, что распределение галактик из 2MFGC по пекулярным скоростям асимметрично: максимальная положительная скорость соответствует $+350$ км/с, а максимальная отрицательная – всего -150 км/с. Хотя дипольный характер распределения V_{pec} выражен достаточно отчетливо, но реально поле пекулярных скоростей оказывается более сложным. Область положительных средних V_{pec} выглядит двухсвязной с главным пиком приблизительно в зоне расположения скоплений Hydra-Centaurus, Norma, A3627 и Концентрации скоплений Шепли. Вторичный положительный пик с амплитудой 150 км/с отождествляется со скоплениями Эйбелла A400 ($170^\circ, -45^\circ$) и A539 ($196^\circ, -18^\circ$). Область отрицательных средних пекулярных скоростей образует три широкие “мелководные впадины” с координатами центров: ($120^\circ, +40^\circ$), ($80^\circ, -30^\circ$), ($200^\circ, +30^\circ$). Первые две из них расположены недалеко от известной Пустоты в Волопасе и Местной Пустоты. В целом рельеф вершин и впадин на рис. 23 хорошо согласуется с аналогичным рельефом, полученным нами по менее представительной выборке ($N=971$) RFGC-галактик с 2MASS-фотометрией.

Полученные параметры местного крупномасштабного потока $V = 224 \pm 36$ км/с, $l = 302^\circ \pm 11^\circ$, $b = -8^\circ \pm 7^\circ$ оказались устойчивыми по отношению к отбору галактик по их оптическим или ИК характеристикам и использованию на зависимости Талли-Фишера оптических или ИК светимостей. Положение апекса коллективного потока находится примерно в той же области неба, что и положение центроида рентгеновских

NGC 3741 is surrounded by a record extended HI envelope with size 8 times exceeding a standard optical diameter of the galaxy, and a ratio of its dynamic mass to luminosity reaches 100 solar units what was observed for the time being only in dwarf spheroid galaxies (Fig.22).

I.D. Karachentsev, S.S. Kaisin, M.E. Sharina in collaboration with the National Center of Radio Astrophysics (Puna, India)

PECULIAR VELOCITIES OF FLAT SPIRAL GALAXIES OF THE 2MASS SURVEY IN THE VOLUME 100 Mpc

The catalogue 2MFGC (of 18020 flat galaxies, see SAO Report 2003, 33) was created to analyze collective motions of galaxies. Fig. 23 shows a galactic-coordinate distribution of peculiar velocities of 2724 galaxies from the catalogue with distances estimated by the Tully-Fisher infrared dependence. Galaxies with positive and negative peculiar velocities are shown by light and dark circles correspondingly. This discrete distribution was averaged by the Gauss filter with a window of 20° . It is seen that the distribution of 2MFGC galaxies over peculiar velocities is asymmetric: the maximum positive velocity corresponds to $+350$ km/s, and the maximum negative one is only -150 km/s. Though a dipole character of V_{pec} distribution is expressed clearly enough, an actual field of peculiar velocities turns out to be more complicated. A region of positive average V_{pec} looks two-connected with a main peak located approximately where Hydra-Centaurus, Norma, A3627 and Shepley's clusters concentration are. The secondary positive peak with amplitude 150 km/s is identified with the Abell clusters A400 ($170^\circ, -45^\circ$) and A539 ($196^\circ, -18^\circ$). The region of negative average peculiar velocities forms three broad “shallow pits” with the center coordinates ($120^\circ, +40^\circ$), ($80^\circ, -30^\circ$), ($200^\circ, +30^\circ$). The first two pits are located not far from the known Void in Bootes and the Local Void. On a whole, a contour of peaks and pits in Fig. 23 is in good agreement with an analogous contour we obtained by a less representative sample ($N=971$) of RFGC galaxies with the 2MASS photometry.

The obtained parameters of the local large-scale flux $V = 224 \pm 36$ km/s, $l = 302^\circ \pm 11^\circ$, $b = -8^\circ \pm 7^\circ$ turned out to be stable to galaxy selection by their optical or IR characteristics and to usage of Tully-Fisher dependence of optical or IR luminosities. Apex of the collective flux is approximately in the same sky region where a centroid of X-ray clusters is ($l = 292^\circ$, $b = +3^\circ$).

скоплений ($l = 292^\circ$, $b = +3^\circ$).

И.Д. Караченцев., С.Н. Митронова совместно с АО КНУ (Украина)

I.D. Karachentsev, S.N. Mitronova, in collaboration with AO of KNU (the Ukraine)

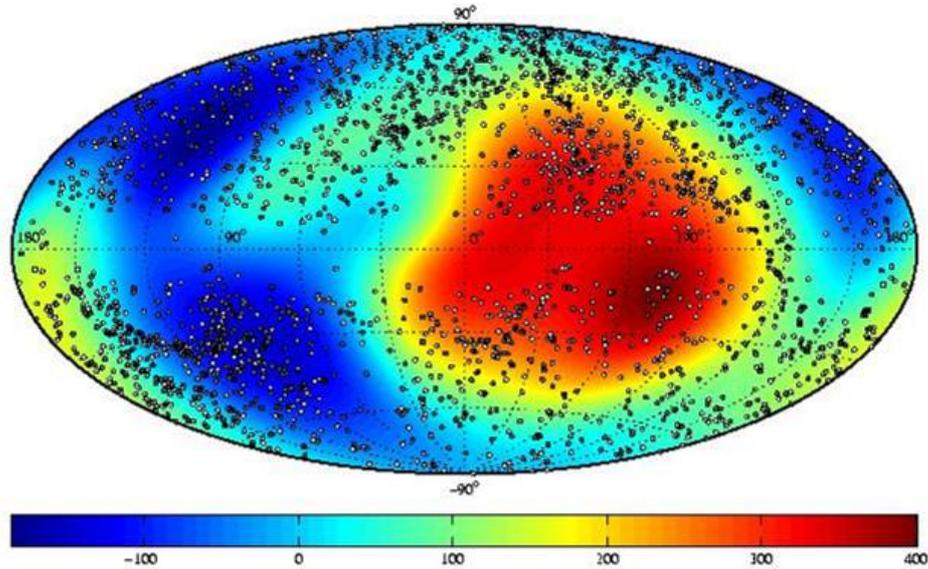


Рис. 23. Сглаженное поле peculiarных скоростей 2724 галактик из 2MFGC в галактических координатах. Галактики с $V_{pec} > 0$ и $V_{pec} < 0$ отмечены светлыми и темными кружками соответственно. Цветовая шкала V_{pec} в км/с показана внизу.

Fig. 23. A smoothed field of peculiar velocities of 2724 galaxies from 2MFGC in galactic coordinates. Galaxies with $V_{pec} > 0$ and $V_{pec} < 0$ are denoted by light and dark circles respectively. A color scale of V_{pec} in km/s is shown below.

ПРИРОДА ВНЕШНИХ ФИЛАМЕНТОВ В АКТИВНОЙ ГАЛАКТИКЕ Mrk315

Проведенные на 6-м телескопе наблюдения позволили полностью разобраться со всеми структурными особенностями peculiarной сейфертовской галактики Mrk315. Комплексное исследование включало в себя наблюдения с помощью панорамного спектрографа MPFS и универсального прибора SCORPIO в режимах прямых снимков, спектроскопии с длинной щелью и со сканирующим интерферометром Фабри-Перо. Построены карты поверхностной яркости основных эмиссионных линий, методом диагностических диаграмм изучены источники ионизации галактического диска, как вблизи активного ядра, так и вплоть до расстояний 6-8 кпк от него.

NATURE OF OUTER FILAMENTS IN THE ACTIVE GALAXY Mrk315

Observations with the 6 m telescope allowed us to fully elucidate all structural features of the peculiar Seyfert galaxy Mrk315. The complex study included observations with the panoramic spectrograph PMFS and universal device SCORPIO in modes of direct imaging, spectroscopy with a long slit and with the scanning interferometer Fabry-Perot. Maps of surface brightness in main emission lines were built. The sources of galactic disk ionization both near the active nuclei and up to the distance of 6-8 kpc from it were studied.

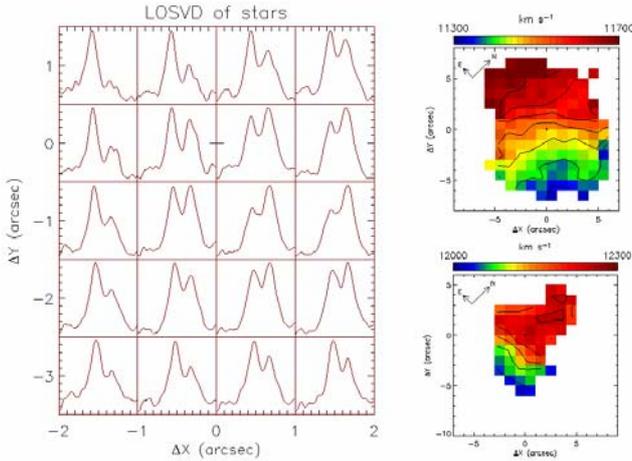


Рис. 24. Кинематика звезд в системе Mrk 315 по данным наблюдения с MPFS. Слева: примеры профилей LOSVD в центральной области галактики. Справа: поля лучевых скоростей звездного компонента для главной галактики (вверху) и для спутника (внизу).

Fig. 24. Kinematics of stars in the system Mrk 315 by data of MPFS observations. Left: samples of LOSVD profiles in central areas of the galaxy. Right: fields of radial velocities of the stellar component for the main galaxy (top) and the satellite (below).

Распределение наблюдаемых скоростей звезд вдоль луча зрения (line-of-sight velocity distribution – LOSVD) носит ярко выраженный двухпиковый характер, что говорит о присутствии здесь двух кинематических подсистем. Удалось построить поля скоростей в обоих компонентах LOSVD (рис. 24). Наблюдаемая картина объясняется присутствием двух вращающихся звездных дисков, разделенных по системным скоростям на 600 км/с. Таким образом, в Mrk315 мы наблюдаем пролет карликовой галактики-спутника через диск главной галактики. В пользу этой интерпретации говорит и ударная ионизация газа вокруг карликового спутника. Этот вывод, вместе с полученными на 6-м телескопе глубокими снимками галактики, позволил понять природу двух внешних филаментов низкой поверхностной яркости, протянувшихся вплоть до расстояний 50-60 кпк от центра системы. Один из этих филаментов, наиболее заметный на снимках в линии [OIII], порожден ионизацией межзвездной среды вдоль траектории пролета спутника, просцирующего на диск Mrk315. Второй филамент является результатом разрушения в гравитационном поле Mrk315 еще одной карликовой галактики. В пользу недавнего взаимодействия говорит и обнаруженный нами изгиб внешнего диска Mrk 315. Анализ радиального распределения поверхностной яркости показывает, что внутри сферического компонента (балджа) скрыт еще один экспоненциальный диск, скорее всего являющийся результатом приливного разрушения центральной перемычки (бара). Таким образом, в случае Mrk315 мы наблюдаем одновременное взаимодействие сразу с двумя спутниками, которое возможно и индуцировало в ней активное галактическое ядро. Интересно, что до недавнего времени Mrk315 считался изолированным объектом.

The line-of-sight velocity distribution (LOSVD) has a pronounced two-peak character what testifies to the presence of two kinematic subsystems. We managed to build velocity fields in both LOSVD components (Fig.24). The observed picture is explained by presence of two rotating stellar disks separated by 600 km per sec in system velocities. Thus, in Mrk315 we observe the flight of a dwarf satellite galaxy through disk of the main galaxy. The shock ionization around the dwarf satellite also counts in favor of such an interpretation. This conclusion together with deep images of the galaxy obtained with the 6 m telescope allowed us to understand the nature of two outer filaments of low surface brightness extended up to a distance of 50-60 kpc from the system center. One of these filaments which is the most noticeable in the [OIII] line images is generated by ionization of interstellar medium along the satellite's flying path projected onto the disk of Mrk315. The second filament is a result of destruction of another dwarf galaxy in the gravitational field of Mrk315. A discovered bend of the outer disk of Mrk315 also argues for recent interaction. The analysis of radial distribution of surface brightness shows that inside the spherical component (bulge) there hides another exponential disk that is most probably a result of tidal destruction of the central bar. Thus, in the case of Mrk315 we observe simultaneous interaction with two satellites that might induce an active galactic nucleus in it. It is interesting that until recently Mrk315 was thought to be an isolate object.

В.Л. Афанасьев, С.Н. Додонов, А.В. Моисеев, А.А. Смирнова совместно с В. Боте, Ф. Ди Милле, П. Рафанелли и С. Чирои (университет Падуи, Италия). Опубликовано в MNRAS, 2005, v. 360, p. 253

V.L. Afanasiev, S.N. Dodonov, A.V. Moiseev, A.A. Smirnova in collaboration with V. Botte., F. Di Mille, O. Rafanelli, S. Ciroi (Padua University, Italy). Published in MNRAS, 2005, v. 360, p. 253

DDO 68 – БЛИЖАЙШИЙ КАНДИДАТ В МОЛОДЫЕ ГАЛАКТИКИ?

DDO 68 – THE NEAREST CANDIDATE YOUNG GALAXY?

В рамках изучения карликовых галактик, населяющих одну из ближайших пустот (войд Lynx-Cancer), по спектрофотометрическим наблюдениям на БТА с мультимодовым инструментом SCORPIO найдено, что содержание кислорода в 3-х НII областях в северном “кольце” галактики DDO 68 (UGC 5340) (рис. 25) соответствует величине $12 + \log(O/H) = 7.21$ с ошибкой 0.03 dex. Это очень близко к рекордно низкой металличности для знаменитой галактики I Zw 18. Кроме того, по глубоким изображениям с тем же инструментом в стандартных фильтрах системы Johnson-Cousins V,R и узком фильтре на линию H α получены цвета V-R в областях низкой поверхностной яркости, где вклад небулярной эмиссии мал. Цвета этих внешних областей, соответствующие излучению самых старых звезд, оказываются весьма голубыми. Сравнение их с модельными цветами из эволюционного пакета PEGASE2 указывает на то, что самые старые звезды, видимые в этой галактике, не старше 1 млрд. лет. Таким образом, эта галактика, на расстоянии около 6 Мпк, является ближайшим кандидатом в молодые галактики в локальной Вселенной.

In the frame of the dedicated study of dwarf galaxies in one of the nearest Lynx-Cancer void, on BTA spectrophotometry with the multimode instrument SCORPIO we found that the oxygen abundances in the 3 HII regions of the northern “ring” (Fig. 25) correspond to the value $12 + \log(O/H) = 7.21$ with r.m.s. of 0.03 dex. This is very close to that of the famous galaxy I Zw 18 with the lowest known gas metallicity. Besides, on the deep images with the same instrument in Johnson-Cousins filters V and R, and a narrow H-alpha filter we obtained the colours V-R in the regions where the contribution of nebular emission is negligible. The colours of these outermost regions, corresponding to the emission of the oldest stars appear rather blue. Their comparison with the model ones from the star cluster evolutionary package PEGASE2 indicates that the oldest visible in the galaxy stars are not older than 1 Gyr. Thus, this object situated at the distance of about 6 Mpc, is a nearest candidate young galaxy in the local Universe.

С. Пустильник, А. Князев, А. Прамский.
Опубликовано в *Astron. Astrophys.* 2005, 443, p.91-102.

S. Pustilnik, A. Kniazev, A. Pramskij. Published in *Astron.Astroph.* 2005, 443, p.91-102.

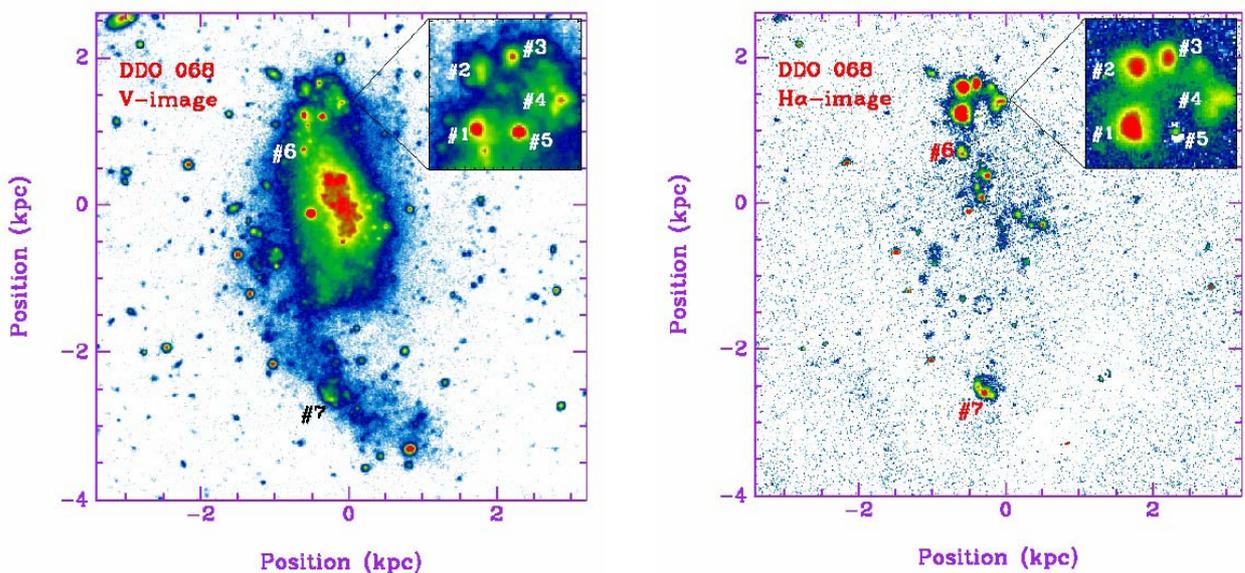
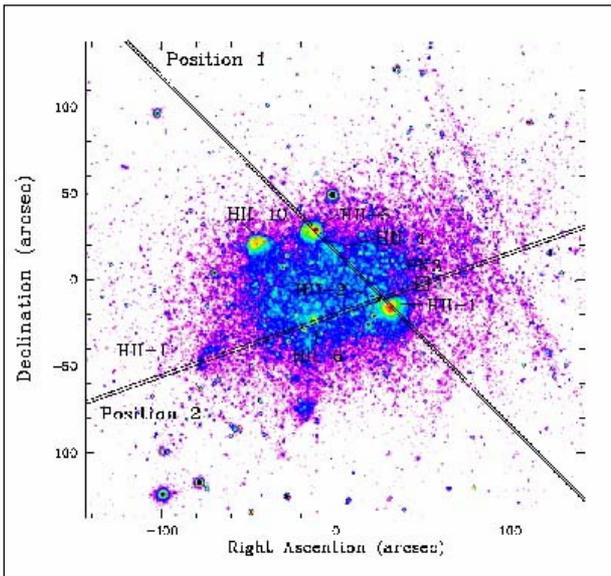


Рис. 25. Изображения DDO 68, полученные на БТА. Слева: изображения в фильтре V, справа: в узком фильтре на линию H-альфа. На врезках показана с увеличением кольцеобразная структура. Номерами отмечены яркие компактные области, для которых на БТА были получены спектры хорошего качества. Вокруг DDO 68 нет галактик, которые могли бы приводить к наблюдаемой возмущенной морфологии. Поэтому такая морфология указывает на вероятное недавнее слияние.

Fig. 25. BTA images of DDO 68 in V-band (left) and net H-alpha light (right). The insets on both images show blow-ups of a ring-like structure. The numbers mark the bright knots for which the BTA spectrophotometry was obtained. Since there are no galaxies in DDO 68 environment to induce the observed highly disturbed morphology, this indicates probable recent merging.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ ГАЛАКТИК SEXTANS A и B: СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В HII ОБЛАСТЯХ И ПЛАНЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЯХ

По результатам спектроскопии с длинной щелью высокого качества с телескопом NTT ESO, с использованием мультимодового инструмента EMMI, классическим T_e -методом получены содержания элементов в 3-х HII областях и 1 планетарной туманности (PN) карликовой иррегулярной галактики Sextans A. Содержание кислорода во всех трех HII областях хорошо согласуются друг с другом, со средним $12 + \log(O/H) = 7.54 \pm 0.06$. Это подтверждает более ранние результаты о низкой металличности газа, полученные эмпирическими методами с худшей точностью. Содержание кислорода в ее единственной планетарной туманности существенно выше: $12 + \log(O/H) = 8.02 \pm 0.05$. А содержание азота еще намного выше. Это свойство позволяет классифицировать этот объект как PN типа I.



В похожей и близкой к предыдущей галактике Sextans B с помощью классического метода обилия элементов определены в 3-х HII областях и одной из планетарных туманностей (рис. 26). Наиболее интересным из результатов является обнаружение большой разницы в содержании тяжелых элементов (фактор 2.5 ± 0.5). В двух близких HII областях (70 пк) среднее $12 + \log(O/H) = 7.53 \pm 0.05$, а у третьей, удаленной от них на 600 пк к северо-востоку, $12 + \log(O/H) = 7.84 \pm 0.05$. Этот факт является одним из первых твердых свидетельств редких случаев химической неоднородности в карликовых галактиках.

А. Князев, С. Пустильник, А. Прамский, в сотрудничестве с Е. Grebel (Basel) и D. Zucker

SPECTROPHOTOMETRY OF SEXTANS A AND B: CHEMICAL ABUNDANCES OF HII REGIONS AND PLANETARY NEBULAE

By results of the high-quality long-slit spectroscopy with the ESO NTT multi-mode instrument EMMI we obtained element abundances by the classical T_e method for 3 HII regions and 1 planetary nebula (PN) of the dwarf irregular galaxy Sextans A belonging to a small group just outside the Local Group. The oxygen abundances in all three HII regions are well consistent, with the mean value of $12 + \log(O/H) = 7.54 \pm 0.06$. This confirms the earlier low value of its ISM metallicity derived with the low accuracy. For its only PN the oxygen abundance is significantly higher: $12 + \log(O/H) = 8.02 \pm 0.05$. This is even more enriched by nitrogen that implies its classification as PN Type I.

Рис. 26. Изображение одной из ближайших карликовых иррегулярных галактик Sextans B (расстояние 1.36 Мпк), полученное на ESO NTT телескопе в узком фильтре на линию H α , с наложенными положениями длинной щели. Ширина щели 2" или 13.2 пк на принятом расстоянии. Содержание кислорода в северной области HII-5 существенно выше, чем в 2 областях на юго-западе HII-1 и HII-2, отстоящих от HII-5 на 600. То же самое наблюдается для элементов Ne, N, S и Ar.

Fig. 26. The ESO NTT image in the H α line narrow band of a nearby ($D=1.36$ Mpc) dwarf irregular galaxy Sextans B, with the two used positions of long slit shown. Width is 2", or 13.2 pc at the galaxy distance. The oxygen abundance in the northern region HII-5 is significantly higher than that in two south-western regions HII-1 and HII-2, situated at 600 pc from HII-5. The same is valid for the elements Ne, N, S and Ar.

In a nearby similar dwarf irregular galaxy Sextans B the element abundances by T_e method are obtained for 3 HII regions and 1 PN (Fig. 26). The most interesting feature is a factor 2.5 ± 0.5 difference in the heavy element abundances between two HII regions nearly in contact (70 pc) on one hand (mean value of $12 + \log(O/H) = 7.53 \pm 0.05$), and the third HII region about 0.6 kpc NE from the former ($12 + \log(O/H) = 7.84 \pm 0.05$). This is one of the first firm evidences for the rare cases of chemical inhomogeneity in dwarf galaxies.

A. Kniazev, S. Pustilnik, A. Pramskij, in collaboration with E. Grebel (Basel) and D. Zucker (Heidelberg,

(Heidelberg, MPIA). Опубликовано в *Astron. J.* 2005, **130**, p.1558.

MPIA). Published in *Astron. J.* 2005, **130**, p.1558.

ТРЕХМЕРНАЯ ЗВЕЗДНАЯ СТРУКТУРА ДИСКОВЫХ ГАЛАКТИК

A 3-D STELLAR STRUCTURE OF DISK GALAXIES

Проведено изучение параметров звездных подсистем спиральных галактик видимых с ребра. Найдено, что градиенты звездной плотности вдоль оси *Z* зависят от возраста звезд. Во всех исследованных галактиках (NGC891, см. рис. 27, NGC4144, NGC4244, NGC4631, NGC5023, IC2233, IC5052) выявлены толстые диски и гало. Определены параметры их пространственного строения. Впервые определены размеры звездного гало галактик и найдено, что гало имеют сплюснутую у полюсов галактик форму. Построена трехмерная эмпирическая модель звездного строения спиральной галактики.

Parameters of stellar subsystems of spiral edge-on galaxies were studied. It was found that stellar density gradients along the axis *Z* depend on stars age. Thick disks and halos were discovered in all galaxies under investigation (NGC891, Fig. 27, NGC4144, NGC4244, NGC4631, NGC5023, IC2233, IC5052). Parameters of their spatial distribution were determined. The size of galactic stellar halos was first determined, and it was found that the shape of halos is flattened at the galactic poles. A 3-D empirical model of stellar structure of a spiral galaxy was built

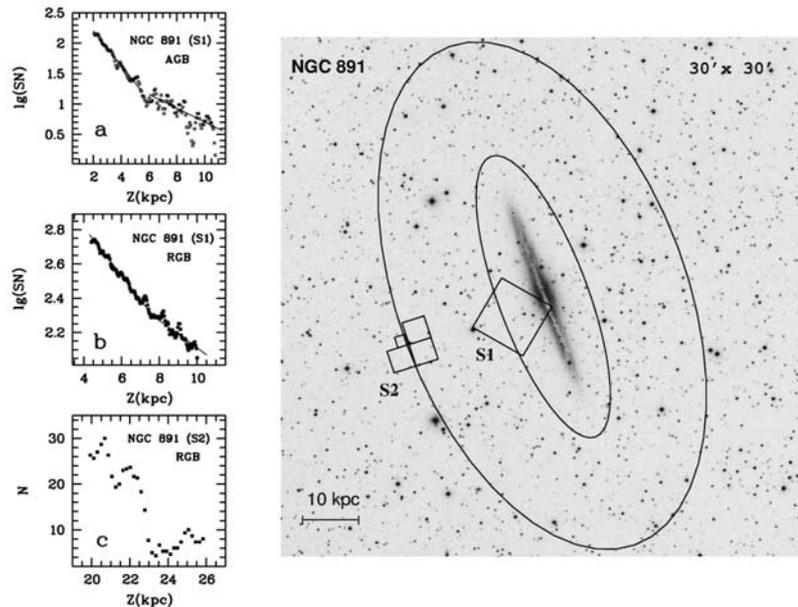


Рис. 27. DSS2 изображение галактики NGC891 с указанием расположения снимков космического телескопа Хаббла (HST). Внутренним эллипсом показана граница между толстым диском и гало, а внешним эллипсом – граница гало. На графиках представлено распределение численной плотности старых звезд (RGB) и звезд промежуточного возраста (AGB) вдоль оси *Z*. Точка изменения градиента соответствует переходу от толстого диска к гало. В поле S2 плотность звезд падает до фоновых значений при *Z* = 23 кпк.

Fig. 27. DSS2 image of the galaxy NGC891 with indicated location of Hubble Space Telescope images. The inner ellipse denotes a boundary between the thick disk and halo, and the outer ellipse is for the halo boundary. The diagrams show a numerical density distribution of old stars (RGB) and intermediate-age stars (AGB) along the axis *Z*. A point where the gradient changes corresponds to a pass from the thick disk to halo. In the field S2 the star density falls to background values at *Z* = 23 kpc.

Изучено звездное строение 26 иррегулярных галактик видимых плашмя и с ребра. Показано, что изменения плотности звезд разного возраста вдоль оси *Z* морфологически подобны аналогичным изменениям вдоль радиуса галактик. На основании полученных результатов построена трехмерная

The stellar structure of 26 irregular face-on and edge-on galaxies was investigated. It was shown that variations of density of different-age stars along the axis *Z* are morphologically similar to analogous variations along a galactic radius. On a basis of obtained results a 3-D model of stellar structure of an irregular galaxy was

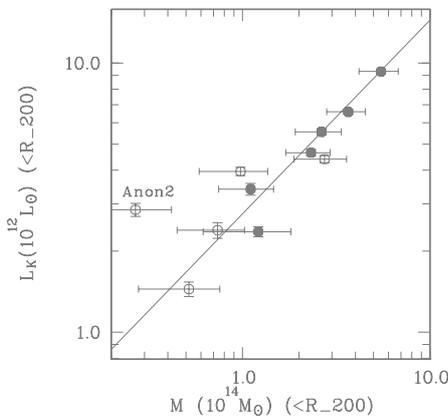
модель звездного строения иррегулярной галактики. Показано, что иррегулярные и спиральные галактики принадлежат к одному классу дисковых галактик. Результаты основаны на архиве телескопа им. Хаббла.

Н.А. Тихонов и О.А. Галазутдинова совместно с И.О. Дроздовским (СПбГУ)

ДЕТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СВЕРХСКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК БОЛЬШАЯ МЕДВЕДИЦА

Сверхскопление галактик Большая Медведица (БМ) – одно из ближайших ($z=0.06$) компактных, в проекции на небесную сферу, сверхскоплений. Объемный контраст плотности системы скоплений по сравнению с окружающей областью размером около 150 Мпк равен 3 по числу галактик и 15 по числу скоплений галактик. Располагаясь достаточно изолированно, сверхскопление удобно для исследования того, как формируются подобные системы. Как было выявлено в результате наших предыдущих исследований, система в БМ в целом подчиняется хаббловской зависимости между лучевой скоростью и расстоянием.

Используя новые данные из каталогов 2MASS и SDSS мы определили, с более высокой точностью и степенью детальности, следующие характеристики сверхскопления.



Отношение массы к инфракрасной светимости. Исследование ИК свойств (фильтр K) скоплений галактик было выполнено однородным способом в пределах эквивалентных физических областей (в пределах близкого к вириальному радиуса R_{200}). Определены полные светимости и вириальные массы для 11 скоплений галактик (лучевые скорости были взяты из SDSS). Составная функция светимости скоплений БМ описывается функцией Шехтера с параметрами: $M^*_{K} = -24.50^m$, $\alpha = -0.98$. ИК светимость скоплений галактик показывает тесную корреляцию с массой (рис. 28), при этом отношение M/L_K также растет с ростом массы (светимости) системы в хорошем согласии с зависимостью, полученной Лином и др. (2004) для

built. It was shown that irregular and spiral galaxies belong to one class of disk galaxies. The results are based on the Hubble Space Telescope archives.

N.A. Tikhonov, O.A. Galazutdinova in collaboration with I.O. Drozdovskij (StPetersburg)

A COMPREHENSIVE STUDY OF THE URSA MAJOR SUPERCLUSTER OF GALAXIES

The Ursa Major (UMa) supercluster of galaxies is one of the nearest ($z=0.06$) compact (in projection on the celestial sphere) superclusters. The volume contrast of density in the system of clusters in comparison with surrounding region of size of about 150 Mpc is equal to 3 in the number of galaxies and 15 in the number of clusters of galaxies. As the supercluster is rather isolated, it is convenient for studying of how such systems are formed. As was revealed in our previous studies, the UMa system as a whole obeys the Hubble relationship between radial velocity and distance.

With new data from the catalogues 2MASS and SDSS we determined with higher precision and detail level the following supercluster parameters.

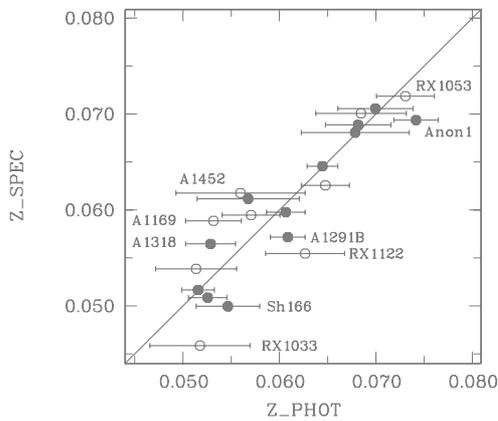
Рис. 28. Соотношение массы в пределах R_{200} и K-светимости у скоплений галактик БМ. Сплошные кружки – богатые скопления из каталога Эйбелла, пустые – бедные скопления. Линия с наклоном 0.72 – соотношение, которое было получено Лином и др. (2004, ApJ, 610, 745) по независимой выборке, включающей 93 скопления галактик.

Fig. 28. The ratio of mass within R_{200} to K-luminosity for UMa clusters of galaxies. Solid circles denote rich clusters from the Abell catalogue, empty circles are for poor clusters. A line with slope 0.72 is the relation obtained by Lin et al (2004, ApJ, 610, 745) for an independent sample comprising 93 clusters of galaxies

The ratio of mass to IR luminosity. The study of IR properties (the K filter) of clusters of galaxies was fulfilled by a uniform method within equivalent physical regions (within a radius R_{200} , close to the virial one). Total luminosity and virial mass were determined for 11 clusters of galaxies (radial velocities were taken from SDSS). The compound luminosity function of UMa clusters is described by the Schechter function with the parameters $M^*_{K} = -24.50^m$, $\alpha = -0.98$. The IR luminosity of clusters of galaxies shows a close relation with mass (Fig. 28), the ratio M/L_K is also increasing as the system mass (luminosity) increases, in good agreement with a relation obtained by Lin et al. (2004) for a large sample of clusters of galaxies. The sum ratio of mass to IR luminosity for UMa clusters is about 50 in

большой выборки скоплений галактик. Суммарное отношение массы к ИК-светимости для скопления БМ равно примерно 50 в солнечных единицах, что согласуется с данными для богатых скоплений типа Coma.

Крупномасштабная структура в районе сверхскопления. Известно, что распределение галактик имеет волокнистую структуру: скопления, как правило, соединены волокнами, а наиболее богатые обычно находятся в узлах пересечения волокон. Лучевые скорости галактик из SDSS (более 1000 в пределах системы) позволили выявить три крупных волокнистых структуры, имеющих средние красные смещения $z=0.051$, 0.060 и 0.071 . В этих волокнах располагаются практически все скопления БМ. Волокна почти не налагаются друг на друга в картинной плоскости и достаточно далеко отстоят друг от друга по лучу зрения, что удобно для их исследования.



Пекулярные движения в сверхскоплении. Для определения пекулярных скоростей была составлена выборка с известными измерениями дисперсии скоростей из SDSS более чем 400 галактик ранних типов, входящих в состав сверхскопления БМ (скопления и волокна) и скоплений из ближайших его окрестностей. С помощью метода фундаментальной плоскости были определены пекулярные движения. Подтвержден ранее полученный нами результат на основе фотометрических измерений с помощью соотношения Корменди, что система в БМ в целом подчиняется Хаббловской зависимости между скоростью и расстоянием (рис. 29). В среднем индивидуальные пекулярные скорости скоплений невелики и не превышают ошибок измерений более чем в 1.5 раза. В целом картина пекулярных скоростей в окрестности БМ не противоречит наблюдаемому контрасту плотности и оценке интегральной массы системы.

Ф.Г. Копылова, А.И. Копылов

solar units what is consistent with data for rich clusters of the Coma type.

A large-scale structure in the supercluster region. It is known that the distribution of galaxies has a filamentary structure: as a rule, the clusters are connected by filaments, and usually the richest clusters are located at intersections of filaments. Radial velocities of galaxies from SDSS (more than 1000 within the system) allowed to reveal three large filaments with average red shifts $z=0.051$, 0.060 и 0.071 . Practically all UMa clusters are in these filaments. The filaments almost don't superimpose in the image plane and are rather well separated along the line of sight what is convenient for studying them.

. Рис.29. Диаграмма Хаббла для скоплений системы в БМ и окружающих ее скоплений в пределах 70 Мпк. Указанные ошибки соответствуют ошибке среднего расстояния скопления. Сплошные кружки – члены БМ. Указаны скопления с большими пекулярными скоростями.

Fig.29. The Hubble diagram for clusters of the UMa system and its surrounding clusters within 70 Mpc. Indicated errors correspond to the average distance error of the cluster. The solid circles are for UMa members. The clusters with large peculiar velocities are indicated.

Peculiar motions in the supercluster. To determine peculiar velocities we drew a sample from SDSS with known measurements of velocity dispersions of more than 400 galaxies of early types belonging to the UMa supercluster (clusters and filaments) and clusters from its nearest vicinity. The peculiar velocities were determined by the method of fundamental plane. We got a confirmation of our earlier result obtained on the basis of photometric measurements by means of the Kormendy relation that the system in UMa in general follows the Hubble relationship between velocity and distance (Fig. 29). On the average the individual peculiar velocities of clusters are not large and do not exceed the measurement errors more than 1.5 times. On the whole, the picture of peculiar velocities in UMa vicinity does not contradict to the observed contrast of density and the estimation of integral mass of the system.

F.G. Kopylova, A.I. Kopylov