

ВНЕГАЛАКТИЧЕСКАЯ АСТРОНОМИЯ

ИЗМЕРЕНИЕ ФОРМЫ ТЕМНОГО ГАЛО В
ГАЛАКТИКАХ С ПОЛЯРНЫМИ КОЛЬЦАМИ

EXTRAGALACTIC ASTRONOMY

MEASURING THE SHAPE OF DARK HALO IN
POLAR RING GALAXIES

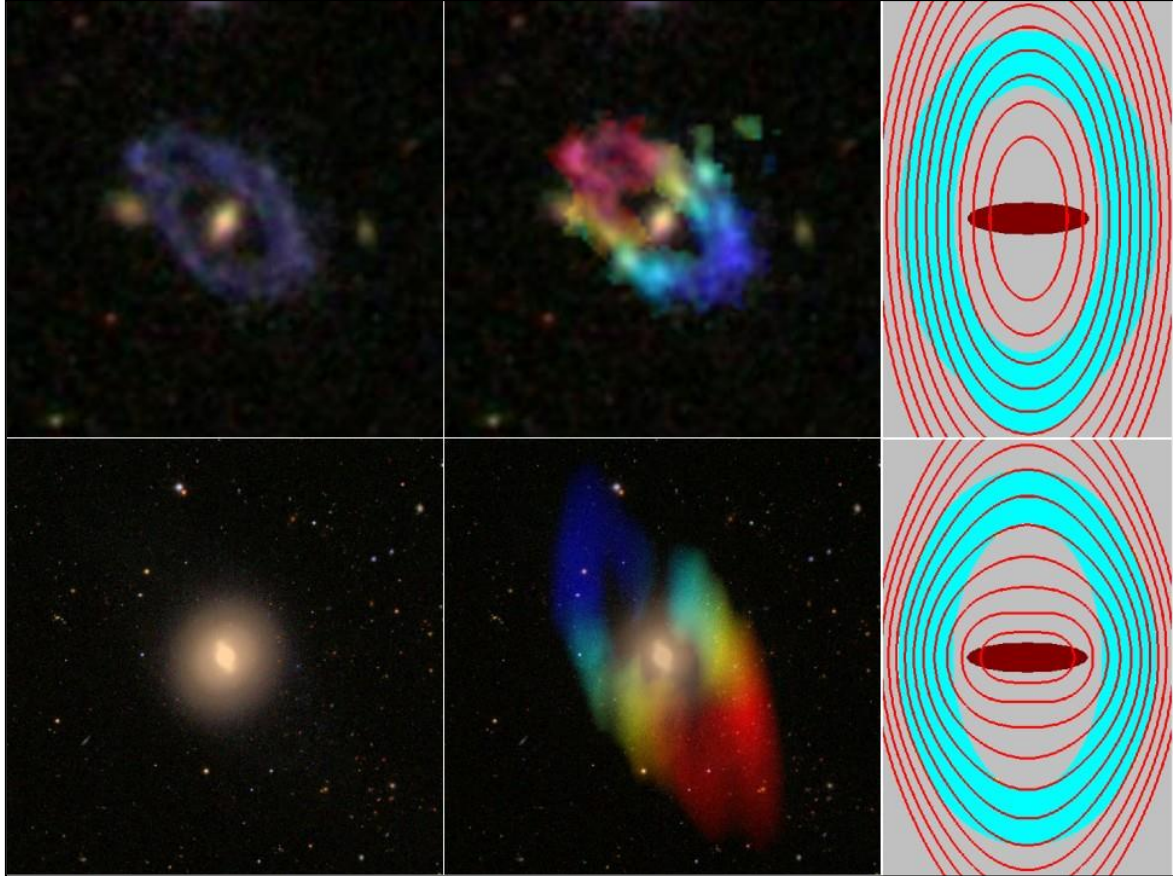


Рис. 23. Верхний ряд - галактика SPRC-7. Слева - комбинация изображений в фильтрах g , r , i из Слоановского обзора неба (SDSS). Полярное кольцо, окружающее центральную линзовидную галактику, выделяется своим синим цветом из-за заметной доли молодых звезд. В центре - SDSS-изображение совмещено с полем скоростей ионизованного водорода (BTA/SCORPIO), цвета соответствуют наблюдаемым лучевым скоростям (синие точки - приближаются, красные - удаляются от наблюдателя), интенсивность проградирована в соответствии с распределением яркости в эмиссионной линии H β . Справа - распределение гравитационного потенциала темного гало согласно численным расчетам. Схематично показан центральный диск и полярное кольцо. Нижний ряд - аналогично для NGC 4262. Но здесь полярное кольцо практически не заметно на оптических снимках, так как состоит в основном из газа. Показано поле скоростей нейтрального водорода по данным наблюдений Oosterloo et al. (2010) в линии 21 см.

Fig. 23. The top row - the galaxy SPRC-7. Left: a combination of the g , r , i images from the Sloan Digital Sky Survey (SDSS). The polar ring surrounding the central lenticular galaxy is distinguished by its blue color due to a significant contribution of young stars. Middle: the SDSS image is superimposed on the BTA/SCORPIO velocity field of ionized hydrogen: the colors correspond to observed radial velocities (the blue dots approach us, the red ones move away from an observer), the intensity is scaled in accordance with brightness distribution in the H-beta emission line. Right: the distribution of gravitational potential of the dark halo according to numerical calculations. The central disk and polar ring are shown schematically. The bottom row - the same for the galaxy NGC 4262. Here the polar ring is almost invisible in optical images because it mainly consists of gas. We demonstrate the velocity field of neutral hydrogen from observations by Oosterloo et al. (2010) in the 21-cm line.

В галактиках с полярными кольцами (ГПК) наблюдаются внешние кольца из газа, пыли и звезд, вращающиеся в плоскости, примерно

The polar ring galaxies (PRGs) reveal external rings of gas, dust and stars rotating in a plane roughly perpendicular to the disk of the galaxy.

перпендикулярной к диску галактики. Используя такую уникальную структуру, можно исследовать форму гравитационного потенциала, сравнивая кривые вращения, измеренные сразу в двух плоскостях - в диске и в полярном кольце. Статистическое сравнение максимальных скоростей вращения колец и светимостей центральных галактик указывает на заметную сплюснутость темных гало. Однако точные оценки этого параметра в отдельных объектах получаются с большой неопределенностью из-за того, что необходимо хорошо знать геометрию системы и иметь надежные данные о движении звездного населения во внешних областях галактик, имеющих относительно низкую яркость.

Для исследования кинематики звезд в двух ГПК были получены (BTA/SCORPIO и SCORPIO-2) распределения лучевых скоростей и дисперсии скоростей звезд SPRC-7 и SPRC-33 (NGC 4262), причем вращение газа в кольце SPRC-7 также изучалось на БТА (Брош и др, 2010), а для NGC 4262 использовалась ранее опубликованные данные по кинематике HI (WSRT, Устерлу и др. 2010). Кроме данных о движении газа и звезд, детальная модель галактик включала информацию о распределении плотности газа и яркости звездного компонента согласно данным SDSS. Форма темного гало в модели подбиралась так, чтобы добиться наилучшего согласия с наблюдаемым вращением как самой галактики, так и полярного кольца. SPRC-7 - одна из самых больших (диаметр кольца ~ 50 кпк) и далеких среди подтвержденных ГПК, массивное кольцо здесь состоит из газа и звезд и вращается не перпендикулярно плоскости диска галактики, а под углом 73° к нему (рис. 23).

NGC 4262 принадлежит близкому скоплению галактик Virgo. Ее кольцо диаметром около 30 кпк почти не содержит звезд, состоит в основном из газа и ориентировано почти ортогонально к центральной галактике.

Рассматриваемые галактики заметно отличаются друг от друга. Не удивительно, что и темные гало в них сильно различаются. В SPRC-7 гало заметно сплюснуто к плоскости кольца. В NGC 4262 ситуация более сложная, так как наблюдаемая картина может быть объяснена только, если отношение осей в распределении потенциала темного гало сильно меняется с расстоянием от центра, составляя около 0.4 во внутренних областях и 1.5-2.3 во внешних.

Это первая галактика (за исключением Млечного Пути), где надежно зафиксировано изменение формы темного гало с радиусом.

Хоперсков С., Моисеев А., Хоперсков А., Сабурова А. MNRAS 441, 2650 (2014).

ИОНИЗОВАННЫЙ ГАЗ В ГИГАНТСКОЙ СВЕРХОБОЛОЧКЕ В ГАЛАКТИКЕ IC 2574

Распределение нейтрального водорода в дисках галактик часто выявляет комплекс полостей HI и сверхоболочек, в том числе, так называемых гигантских сверхоболочек (ГСО), размером до 1-2 кпк.

Owing to the unique structure of these galaxies, we can try to understand the shape of gravitational potential by comparing rotation curves simultaneously measured in two planes - in the disk and in the polar ring.

A statistical comparison of maximum rotation velocities of polar rings and luminosities of central galaxies suggests a significant flattening of dark haloes. However, this parameter was estimated in individual objects with great uncertainty because for such measurements it is necessary to know geometry of the system and have reliable data on motions of the stellar population in outer regions of galaxies of relatively low brightness.

To study the stellar kinematics in two PRGs, radial velocity distributions and velocity dispersions of stars in SPRC- 7 and SPRC- 33 (NGC 4262) were obtained with BTA/SCORPIO and SCORPIO-2. Besides, the rotation of gas in the ring of SPRC-7 has been also studied at BTA (Brosch et al. 2010), and for NGC 4262 the previously published data on the WSRT study of HI kinematics (Oosterloo et al., 2010) were used. In addition to data for motion of gas and stars, the detailed model of galaxies also included information on gas density distribution and brightness of the stellar component according to data of the SDSS survey. The shape of the dark halo in the model was chosen so as to achieve the best fit to the observed rotation of both galaxy themselves and its polar ring. SPRC-7 is one of the largest (the ring diameter about 50 kpc) and most distant galaxies among confirmed PRGs. Here the massive ring consists of gas and stars and it rotates not perpendicularly to the galaxy disk plane, but rather at an angle of 73° to it (Fig. 23).

NGC 4262 belongs to the nearby Virgo cluster of galaxies. Its ring of about 30 kpc in diameter contains almost no stars. It is mainly composed of gas and is oriented almost orthogonally to the central galaxy.

The studied galaxies noticeably differ from each other. Not surprisingly, the dark haloes in them are dramatically different too. In SPRC-7 the halo is noticeably flattened to the ring plane. In NGC 4262 the situation is more complicated since the observed pattern can be explained only if the axial ratio in the distribution of potential of the dark halo varies greatly with distance from the center, amounting to about 0.4 in the inner regions and 1.5-2.3 in the outer regions.

This is the first galaxy (except for the Milky Way) where variation of the shape of the dark halo with radius is reliably defined.

Khoperskov S., Moiseev A., Khoperskov A., Saburova A. MNRAS 441, 2650 (2014).

IONIZED GAS IN THE SUPERGIANT SHELL OF THE IC 2574 GALAXY

Distribution of neutral hydrogen in galaxy disks often reveals complexes of HI cavities and super shells including so called supergiant shells (SGSs) of size up to 1-2 kpc. The mechanism for formation of such

Механизм формирования таких структур широко обсуждался, поскольку изначально приток энергии звездного населения ГСО казался недостаточным для их образования. Данные космического телескопа Хаббла решили проблему, выявив несколько поколений звезд внутри ГСО. Наиболее интересным представляется анализ взаимодействия звезд и газа в очагах звездообразования в плотных стенках ГСО, что может прояснить процесс их эволюции.

structures was discussed widely because the initial energy inflow of SGS stellar structures turned out to be insufficient for their formation.

The problem was solved by HST (Hubble Space Telescope) data revealing several stellar generations inside SGSs. The analysis of interaction between stars and gas in star formation regions in dense walls of SGSs seems to be the most promising. It can clarify the process of their evolution.

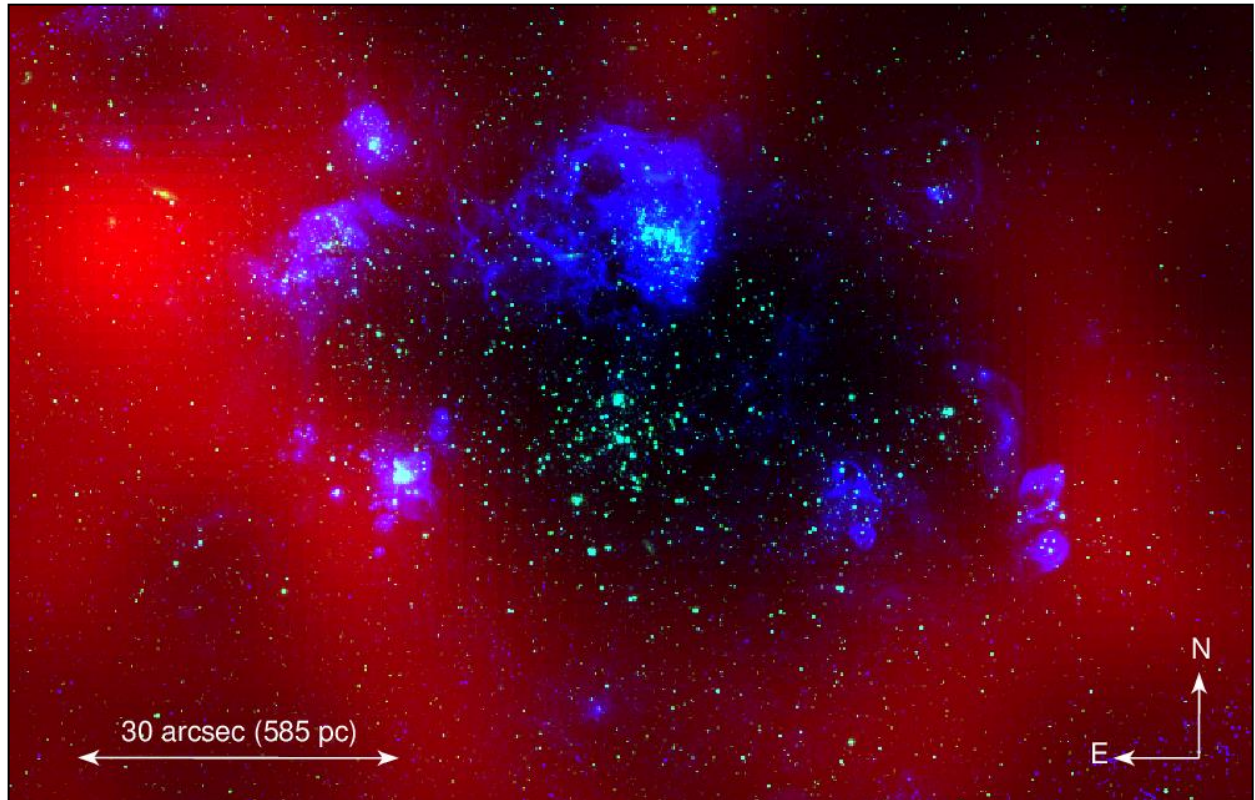


Рис. 24. Изображение гигантской сверхоболочки в галактике IC 2574 в трех полосах: красный цвет - HI 21 см (VLA); зеленый - континуум, снятый с фильтром F814W (HST); синий - эмиссия в линии H α (BTA).

Fig. 24. The image of the supergiant shell in the IC 2574 galaxy: red, HI 21 cm (VLA); green, continuum from the HST/F814W image; blue, the H α emission (BTA).

Исследована одна из наиболее впечатляющих ГСО в галактике IC 2574 (рис. 24) с очагами инициированного звездообразования в стенках, наблюдающихся как многооболочечные комплексы HII. Целью было выявление кинематических признаков расширения оболочек ионизованного газа, ударных фронтов, связь этих структур с источниками энергии, обеспечивающими их расширение. Удалось надежно определить (BTA/SCORPIO в режиме сканирующего интерферометра Фабри-Перо, IFP) скорости расширения 4-х областей HII (30-65 км/с), оценить кинематический возраст и приток энергии, необходимый для их образования. Энергии от наблюдаемого звездного населения достаточно во всех комплексах, кроме самой молодой протяженной HII области (#7 на рис. 25), вокруг которой обнаружена быстро расширяющаяся оболочка.

Выявлена высокая (70-80 км/с) скорость расширения

We studied in detail one of the most impressive SGS located in the IC 2574 galaxy (Fig. 24) with regions of triggered star formation in walls observed as multi-shell complexes of HII.

The aim of the study was to reveal kinematic evidences of ionized gas shell expansion, shock waves, connection of these structures with energy sources providing their expansion. With the SCORPIO instrument in mode of the scanning Fabry-Perot interferometer (BTA) we managed to reliably determine the expansion velocities of 4 HII regions (30-65 km/s) and to estimate their kinematic age and energy inflow necessary for their formation. The supplied energy of the observed stellar population is sufficient in all complexes except the youngest extended HII region (#7 in Fig. 25) around which we founded a quickly expanding shell.

We found out a high expansion velocity

и относительная интенсивность эмиссионных линий серы ($[SII]/H\alpha=0.4-0.7$) в области, которая ранее рассматривалась как кандидат в остатки сверхновых на основании радионаблюдений (#11 на рис. 25). Таким образом, подтверждено, что это - старый остаток сверхновой возрастом около 300 тысяч лет.

Обнаружен новый феномен: внутри нейтральной ГСО наблюдается очень слабая гигантская оболочка ионизованного газа с признаками расширения со скоростью ~ 25 км/с, что соответствует скорости расширения нейтральной ГСО.

(70-80 km/s) and high relative intensity of emission lines of sulfur ($[SII]/H\alpha=0.4-0.7$) in a region which was previously considered as a candidate to supernovae remnants on the basis of radio observations (#11 in Fig. 25). Thus, it was confirmed that this is an old supernova remnant. Its age is about 300.000 years.

A new phenomenon was discovered: inside the neutral SGS we observed a very faint giant shell of ionized gas with evidences of expansion at a velocity of ~ 25 km/s, which corresponds to the expansion velocity of the neutral SGS.

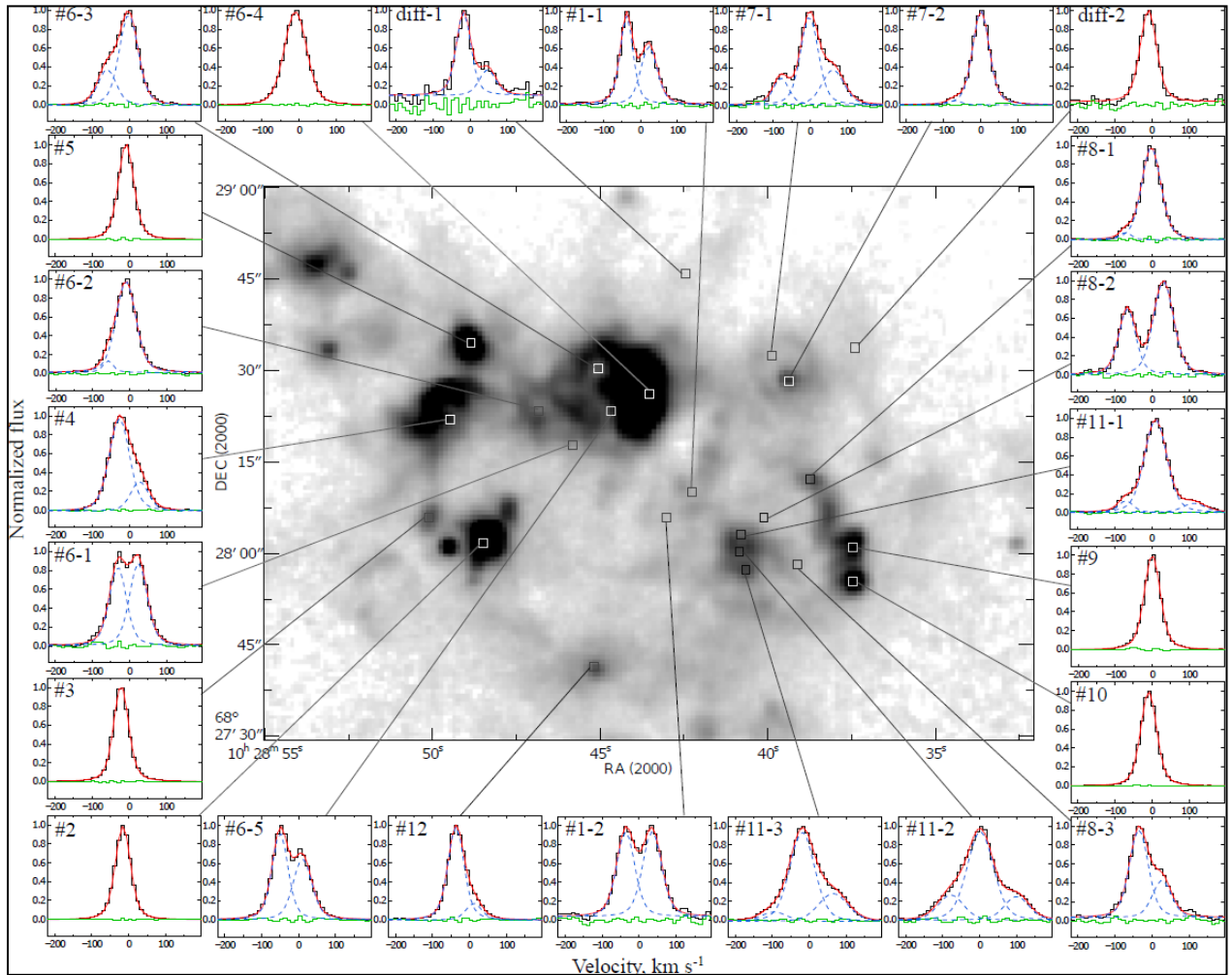


Рис. 25. Изображение в линии $H\alpha$ областей звездообразования вокруг ГСО. Показаны профили линии $H\alpha$ от разных областей и их разложение на кинематические компоненты. Наличие двойных профилей является указанием на расширяющиеся оболочки и на сложную кинематику в целом. В центре оболочки обнаружена диффузная эмиссия $H\alpha$.

Fig. 25. The $H\alpha$ emission-line image of star formation regions around SGS. The $H\alpha$ line profiles from different regions and their decomposition into kinematic components are shown. The presence of double profiles is an indication of the expanding shells and complicated kinematics on the whole. The diffuse $H\alpha$ emission was discovered in the shell center.

Представляется интересным поиск подобных структур в ГСО других галактик, а также выяснение их природы и разработка теоретических моделей, объясняющих это явление.

Егоров О.В., Лозинская Т.А., Моисеев А.В., Смирнов-Пинчуков Г.В. MNRAS **444**, 376 (2014).

It seems interesting to look for similar structures in SGSs of other galaxies, to elucidate their nature, and to develop theoretical models explaining this phenomenon.

Egorov O.V., Lozinskaya T.A., Moiseev A.V., Smirnov-Pinchukov G.V. MNRAS **444**, 376 (2014).

СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ 3С390.3

Завершен пятилетний (2009-2014 гг.) спектрополяриметрический мониторинг (БТА/SCORPIO-2) радиогалактики 3С390.3. Получены оценки параметров поляризации и смещение широкой компоненты в поляризованном свете относительно системной скорости ($V_{svs}-V_{pol}$). В течение мониторинга поляризационные параметры широких линий и континуума значительно изменялись. Найдено запаздывание на 10-40 дней между поляризованным и неполяризованным потоком в континууме на $\lambda 5100 \text{ \AA}$. Это запаздывание значительно меньше, чем было найдено для BLR (Broad Line Region). Запаздывание для $H\alpha$ составляет 60-80 дней и для $H\beta$ – 140-190 дней, т.е. BLR, вероятно, не является областью, рассеивающей континуум.

Рассмотрена модель (Отчет САО РАН 2011, с. 45-46), в которой наблюдаемая поляризация в континууме есть результат векторного сложения медленно меняющейся поляризации диска, которая направлена почти по джету, и быстроменяющейся поляризации перпендикулярной джету, обусловленной его синхротронным излучением. Наблюдаемая деполаризация в линии $H\alpha$ обусловлена теплым газом BLR, двигающимся по оси диска в направлении наблюдателя со скоростью 1200 км/с.

Афанасьев В.Л., Шаповалова А.И., Попович Л., Борисов Н.В., MNRAS (в печати).

СПЕКТРАЛЬНАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ ARP 102B

Радиогалактики Arp 102B - активная галактика с двойными пиками в широких эмиссионных линиях. Для уточнения геометрии и природы BLR проведен анализ долговременной (БТА, 1987-2013 гг.) переменности профилей спектральных линий Arp 102B. Обнаружено, что профили широких линий имеют двойные пики в течение всего периода мониторинга и не изменяются значительно по форме. Отмечено, что в голубой части линии $H\alpha$ время от времени виден дополнительный малый пик. Наблюдаемая переменность профилей не показывает корреляции между скоростями голубого и красного пиков $H\alpha$ и $H\beta$ линий. Неожиданно, что $H\beta$ значительно шире ($\sim 1500 \text{ км/сек}$), чем $H\alpha$, и что релятивистский эффект голубого усиления более заметен в последней.

Очевидно, в BLR присутствует истечение, хотя не ясно, сколько оно вкладывает в эмиссию широких линий. Профили широких линий с двойными пиками в Arp 102B хорошо аппроксимируются дисковой моделью, но имеются вариации спектральных свойств, которые находятся в разногласии с ожидаемой переменностью аккреционно-дисковой структуры.

Попович Л., Шаповалова А.И., Илић Д., Буренков А.Н., Чавушян В.Г., Колачны В., Ковачевич А., Валдес Дж.Р., Леон-Таварес Дж., Бочкарев Н.Г., Патиньо-Альварес В., Торриллаба Дж. A & A 572, id.A66 (2014).

SPECTROPOLARIMETRIC MONITORING OF 3C390.3

The 5-year (2009-2014) spectropolarimetric BTA/SCORPIO-2 monitoring of the radio galaxy 3C390.3 was finished. The polarization parameters and the shift of the broad component in polarized light relative to the system velocity ($V_{svs}-V_{pol}$) were estimated. During the monitoring period the polarization parameters of broad lines and continuum were changing considerably.

A lag of 10-40 days between the polarized and non-polarized fluxes in continuum at $\lambda 5100 \text{ \AA}$ was detected. This lag is significantly less than that detected for BLR (Broad Line Region). The lag for $H\alpha$ is 60-80 days and for $H\beta$ – 140-190 days, i.e., probably, BLR is not the region scattering continuum.

A model (SAO RAS Report 2011, p. 45-46) was considered in which the observed polarization in continuum is a result of vector addition of slowly-changing disk polarization and quickly-changing polarization perpendicular to the jet caused by its synchrotron emission.

The observed depolarization in the $H\alpha$ line is caused by warm gas of BLR moving along the disk axis in the observer direction at a velocity of 1200 km/s.

Afanasyev V.L., Shapovalova A.I., Popović L.Č., Borisov N.V., MNRAS (in print).

SPECTRAL VARIABILITY OF ARP 102B

The radio galaxy Arp 102B is an active galaxy with double peaks in broad emission lines. To specify the geometry and nature of BLR the analysis of long-term (BTA, 1987-2013) variability of profiles of spectral lines of Arp 102B was made.

It was detected that the profiles of broad lines have double peaks during the whole period of monitoring and their shape does not change considerably. It was noted that from time to time an additional small peak is seen in the blue part of the $H\alpha$ line.

The observed variability of profiles shows no correlation between velocities of the blue and red peaks of the $H\alpha$ and $H\beta$ lines. It is surprising that $H\beta$ is considerably broader ($\sim 1500 \text{ km/s}$) than $H\alpha$ and that the relativistic effect of the blue strengthening is more noticeable in the latter one.

Obviously, there is an outflow from BLR, though it is not clear how large is its contribution to emission of the broad lines. The profiles of broad double-peaked lines in Arp 102B are approximated by the disk model rather well, but there are variations of properties, which contradict to expected variability of the accretion-disk structure.

Popović L.Č.; Shapovalova A.I.; Ilić D.; Burenkov A.N.; Chavushyan V.H.; Kollatschny W.; Kovačević A.; Valdés J.R.; León-Tavares J.; Bochkarev N.G.; Patiño-Álvarez V.; Torrealba J. A & A 572, id.A66 (2014).

ОБНАРУЖЕНИЕ ДВУХ ИЗОЛИРОВАННЫХ ЛЕТАРГИЧЕСКИХ КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК В ОКРЕСТНОСТИ МЕСТНОЙ ГРУППЫ

Недавние наблюдения на HST привели к открытию двух чрезвычайно изолированных карликовых галактик KKs3 (рис. 26, слева), $M_B = -10.8$, и KK258 (рис. 27, справа), $M_B = -10.3$, с «летаргическим» звездообразованием.

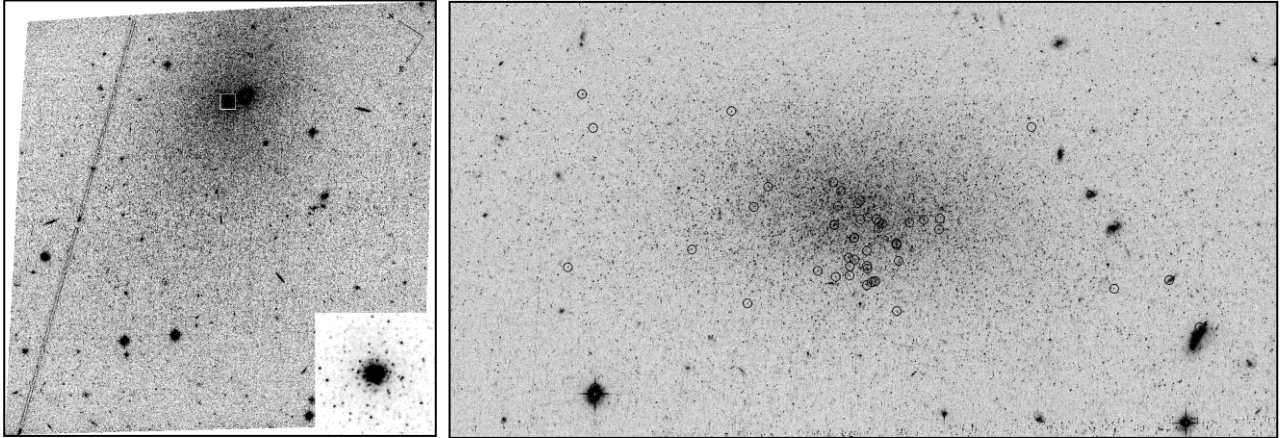


Рис. 26. Слева - галактика KKs 3 (HST, фильтр F606W, площадка размером $3.4'' \times 3.4''$). Шаровое скопление вблизи центра галактики выделено квадратом размером $7.5'' \times 7.5''$ и показано в правом нижнем углу. Справа - изображение (HST) галактики KK 258.

Fig. 26. Left - the galaxy KKs 3 (HST, filter F606W, region with size $3.4'' \times 3.4''$). The globular cluster near the galaxy center is marked by the square with size $7.5'' \times 7.5''$ and shown in the right bottom corner of the image. Right - the image (HST) of the galaxy KK 258.

Из анализа звездного населения были определены с точностью лучше 4% расстояния до них - 2.23 и 2.12 Мпк, соответственно, уточнена морфологическая классификация и восстановлена история их звездообразования.

Бедная газом галактика KK258 является типичной галактикой переходного типа с очень низким темпом звездообразования. Она находится на расстоянии 0.8 Мпк от ближайшего соседа. У карликовой сфероидальной галактики KKs3 на расстоянии более 1 Мпк не обнаружено соседей.

Бедные газом карликовые системы, состоящие полностью из старого звездного населения, как правило, встречаются исключительно внутри групп и скоплений галактик. Основным сценарием их образования является потеря ими газа и последующее прекращение звездообразования при тесном взаимодействии с массивным соседом.

Поиск и обнаружение изолированных карликовых сфероидальных галактик является важным космологическим тестом. Это сложная задача из-за низкой поверхностной яркости и отсутствия водорода в подобных галактиках. Так была известна всего одна изолированная карликовая сфероидальная галактика KKR 25.

Караченцев И.Д., Макарова Л.Н., Макаров Д.И., Талли Р.Б., Ву П.-Ф., Князев А.Ю., Рицци Л. MNRAS 443, 1281 (2014); arXiv: 1411.1674.

DETECTION OF TWO ISOLATED LETHARGIC DWARF GALAXIES IN VICINITY OF THE LOCAL GROUP

Recent HST observations led to discovery of two extremely isolated dwarf galaxies and KKs3 (Fig. 26, left), $M_B = -10.8$, and KK258 (Fig. 27, right), $M_B = -10.3$, with a «lethargic» star formation.

From analysis of their stellar population the distances to them were determined with a precision better than 4% (2.23 and 2.12 Mpc respectively), their morphological classification was specified and history of their star formation was reconstructed.

The gas-poor galaxy KK258 is a typical galaxy of transitional type with a very low rate of star formation. It is at a distance of 0.8 Mpc from the nearest neighbor. No neighbors were detected at a distance of more than 1 Mpc from the spheroidal galaxy KKs3.

As a rule, the gas-poor dwarf systems consisting totally of the old stellar population are found exclusively inside groups and galaxy clusters.

The main scenario of formation of dwarf spheroidal galaxies is the loss of gas with subsequent cessation of star formation during close interaction with a massive neighbor.

The search and detection of isolated dwarf spheroidal galaxies is an important cosmological test. This is an extremely difficult task because of low surface brightness and absence of hydrogen in such galaxies. Thus far only one isolated dwarf spheroidal galaxy was known - KKR 25.

Karachentsev I.D., Makarova L.N., Makarov D.I., Tully R.B., Wu P.-F., Knyazev A.Yu., Rizzi L., MNRAS 443, 1281 (2014); arXiv: 1411.1674.

КАТАЛОГ ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ РАССТОЯНИЙ

Измерение расстояний до объектов является одной из важных задач астрономии. Для построения единой шкалы внегалактических расстояний и взаимной калибровки различных методов необходимо иметь точные измерения, которые могут быть приведены в единую систему и использованы в качестве стандартов.

Создан компилятивный каталог внегалактических расстояний. В нем содержится более 6 тысяч опубликованных оценок расстояний, независимых от красного смещения (рис. 27). Каталог полностью интегрирован во внегалактическую базу данных HyperLEDA и используется для оценки физических свойств известных галактик.

Макаров Д.И., Прунель Ф., Терехова Н., Курто Х., Вогле И. A&A 570, A13 (2014).

THE CATALOGUE OF EXTRAGALACTIC DISTANCES

The measurement of distance to objects is one of the most important tasks of astronomy. To build a unified scale of extragalactic distances and mutual calibrations of different methods it is necessary to have precise measurements which can be reduced to a uniform system and used as standards.

A catalogue of extragalactic distances was compiled. It includes more than 6 thousands of published estimates of redshift-independent distances (Fig. 27).

The catalogue is totally integrated in the HyperLEDA database of extragalactic data and it is used to estimate physical properties of known galaxies.

Makarov D.I., Prugniel Ph., Terekhova N., Courtois H., Vauglin I., A&A 570, A13 (2014).

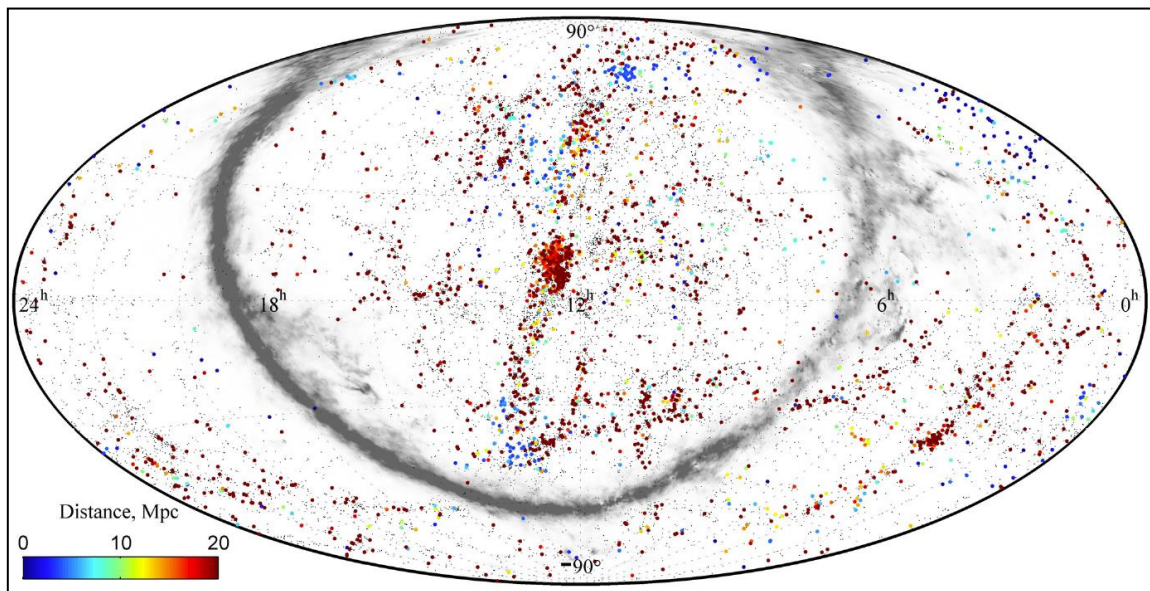


Рис. 27. Распределение на небесной сфере галактик с известными оценками расстояния, полученными независимо от красного смещения. Самые близкие галактики обозначены синим цветом, наиболее удаленные - коричневым. Маленькие черные точки показывают распределение галактик Местного Сверхскопления на шкале до 40 Мпк. Зона поглощения во Млечном Пути показана серыми облаками.

Fig. 27. The distribution on the sky of galaxies with the known distance estimates obtained independently of redshifts. The closest galaxies indicated by blue color and the most distant ones by brown. Small black dots show the distribution of galaxies in the Local Supercluster up to 40 Mpc. Zone of absorption in the Milky Way shows with gray clouds.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЙ ПО ВЕРШИНЕ ВЕТВИ КРАСНЫХ ГИГАНТОВ ДЛЯ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА

TRGB-метод определения расстояний был расширен в инфракрасный диапазон и прокалиброван по оценкам расстояний в I-полосе по архивным материалам космического телескопа им. Хаббла. После учета зависимости от цвета инфракрасный метод TRGB обеспечивает точность определения расстояния ~5%. Он имеет преимущество перед классическим для галактик, подверженных сильному галактическому поглощению.

THE METHOD OF DETERMINING DISTANCES BY THE TOP OF THE RED-GIANT BRANCH FOR THE INFRARED RANGE

The TRGB (Top of the Red-Giant Branch) method of determining distances was expanded to the infrared range and scaled by distance estimates in the I band by the archive data of the Hubble Space Telescope. After taking into account the color dependence, the infra-red TRGB method provides the precision of distance determination of ~5%. It has advantages over the classical one for galaxies undergoing strong galactic extinction.

По новой калибровке оценено расстояние до трех принципиальных галактик в комплексе Maffei/IC342, расположенных на низких галактических широтах. Новые расстояния: 3.45 ± 0.13 для IC342, 3.37 ± 0.32 для Maffei 1 и 3.52 ± 0.32 Мпк для Maffei 2. В ошибках определения расстояний доминирует неопределенность, связанная с поглощением света в нашей Галактике.

Караченцев И.Д., Талли Р.Б., Ву П.-Ф., Дольфин А., Шайя Э., Рицци Л., Бредли Дж.А.

ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ НА ПЕРИФЕРИИ СКОПЛЕНИЯ В ДЕВЕ

По данным космического телескопа им. Хаббла измерены расстояния до 9 галактик в направлении скопления галактик в Деве. Расстояния и радиальные скорости галактик, расположенных между нами и центром скопления в Деве, четко показывают эффект «падения» на скопление.

В предположении сферической симметрии этого «падения» проведена оценка радиуса «поверхности нулевой скорости» в 7.2 Мпк, а также полной массы скопления в Деве в $(8.0 \pm 2.3) \cdot 10^{14} M_{\odot}$. Она находится в хорошем согласии с вириальными оценками массы. Получается, что периферия скопления Девы не содержит значительного количества темной материи за пределами вириального радиуса.

Караченцев И.Д., Талли Р., Ву П.-Ф., Дольфин А., Шайя Э.

СВИТЫ ИЗ ГАЛАКТИК-КАРЛИКОВ ВОКРУГ НОРМАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК

Обилие галактик в свитах практически не зависит от морфологического типа, линейного размера и массы водорода центральной галактики. Наиболее тесная зависимость прослеживается от полной динамической массы «основной галактики». Карликовые галактики в свитах показывают хорошо известные эффекты сегрегации, состоящие в том, что популяция галактик во внешних областях оказывается более позднего морфологического типа, богаче газом и с более высоким темпом звездообразования. Тем не менее, есть несколько интересных случаев, когда карликовые сфероидальные галактики обнаруживаются на периферии свит, а некоторые карлики поздних типов находятся вблизи «основного возмутителя».

Проведены исследования свит галактик-карликов вокруг галактик нормальной светимости по материалам каталога UNGC (Updated Nearby Galaxy Catalog), который содержит наиболее полную сводку расстояний, скоростей и светимости для 800 галактик на расстоянии 11 Мпк от нас. Построен профиль плотности группы, изучены эффекты сегрегации спутников по их глобальным параметрам.

Обнаружено, что близкие группы сильно отличаются одна от другой. Свиты вокруг нашей Галактики и туманности Андромеды не выглядят типичными для близких галактик.

Караченцев И.Д., Кайсина Е.И., Макаров Д.И.

The new calibration was used to estimate distance to three essential galaxies in the complex Maffei/IC342 located at low galactic latitudes. New distances are 3.45 ± 0.13 for IC342, 3.37 ± 0.32 for Maffei 1 and 3.52 ± 0.32 Mpc for Maffei 2. The errors of distance determination are dominated by uncertainty related with extinction of light in our Galaxy.

Karachentsev I.D., Tully R.B., Wu P.-F., Dolphin A., Shaya E., Rizzi L., Bradley J. A.

DARK MATTER AT THE PERIPHERY OF THE VIRGO CLUSTER

By data of the Hubble Space Telescope we measured distances to 9 galaxies in the direction of the Virgo cluster of galaxies. The distances and radial velocities of galaxies located between us and the center of the Virgo cluster of galaxies clearly show the effect of «the fall» on the cluster.

Assuming the spherical symmetry of this «fall» we estimated radius of the «zero-velocity surface» as 7.2 Mpc and the total mass of the Virgo cluster as $(8.0 \pm 2.3) \cdot 10^{14} M_{\odot}$. This estimation agrees well with the virial estimation of mass. Thus, it turns out that the periphery of the Virgo cluster does not contain considerable amount of dark matter outside the virial radius.

Karachentsev I.D., Tully R., Wu P.-F., Dolphin A., Shaya E.

SUITES OF DWARF GALAXIES AROUND NORMAL GALAXIES

The amount of galaxies in suites practically depends neither on morphological type, nor on the linear size, nor on the hydrogen mass of «the basic galaxy». The closest relation is traced only with the total dynamical mass of «the basic galaxy». The dwarf galaxies in suites show well-known segregation effects consisting in the fact that the population of galaxies in the outer regions turns out to be of a later morphological type, richer in gas and with a higher star formation rate.

Nevertheless, there are several extremely interesting cases when dwarf spheroidal galaxies are detected in suite periphery, whereas some late-type dwarfs are near «the main troublemaker».

The suites of dwarf galaxies around normal-luminosity galaxies were studied by data of the Updated Nearby Galaxy Catalog (UNGC) which contains the most complete list of distances, velocities and luminosities of 800 galaxies at a distance of 11 Mpc from us. The density profile of the group was built; the effects of global-parameter segregation of satellites were studied.

It was detected that nearby groups differ strongly from each other. The suites around our Galaxy and Andromeda Nebula do not look typical for nearby galaxies.

Karachentsev I.D., Kaisina E.I., Makarov D.I.

НОВАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ГАЛАКТИЧЕСКИХ ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЙ

Разработана методика определения возраста и детального химического состава звездных систем со старым населением по абсорбционным спектрам, полученным со спектральным разрешением около 5 \AA и отношением сигнала к шуму выше 100, с применением синтетических спектров на основе моделей звездных атмосфер Куруца ATLAS 12.

Методика применена для детального анализа химсостава и физических характеристик 10 массивных шаровых скоплений Галактики. Точность оценки возраста составила 10-20%, металличности — около 10%, обилия различных элементов — 15-20%. Исследованы спектры, полученные на 8-м телескопе Gemini-S (Чили) 80 звезд для необычного старого массивного скопления внешнего диска Галактики: BH176. Определены возраст и химический состав скопления. Его происхождение, скорее всего, связано с воздействием высокоскоростного плотного объекта (галактического фонтана, высокоскоростного водородного облака, или темного гало) на газовую среду внешнего Галактического диска.

Шарина М., Хамидуллина Д.А., Шиманский В.В., Давуст Е., Донзелли Ч. A&A 570, 48 (2014); Baltic Astronomy 23, 260 (2014).

A NEW METHOD FOR DETERMINATION OF AGE OF GALACTIC GLOBULAR CLUSTERS

A method was developed for determination of age and detailed chemical composition of stellar systems with old population from absorption spectra obtained with spectral resolution about 5 \AA and signal to noise ratio above 100. It involves synthetic spectra based on the Kurucz stellar atmospheres ATLAS12.

The method was applied for detailed analysis of chemical composition and physical characteristics of 10 massive globular clusters of the Galaxy. Precision of age estimations was 10-20%, metallicity – about 10%, abundance of different elements – 15-20%.

The spectra of 80 stars obtained with the 8-m telescope Gemini-S (Chile) for an unusually old massive cluster of the outer disk of the Galaxy – BH176 were studied. The age and chemical composition were first determined. Most probably, the cluster origin is connected with the influence of a high-velocity dense object (a galactic fountain, a high-velocity hydrogen cloud or a dark halo) upon the gaseous medium of the outer disk of the Galaxy.

Sharina M.N., Khamidullina D.A., Shimansky V.V., Davust E., Donzelli C. A&A 570, 48 (2014); Baltic Astronomy 23, 260 (2014).

UGC 4722 – ПРИРОДА ПРИЛИВНОГО ХВОСТА

UGC 4722 – THE NATURE OF THE TIDAL TAIL

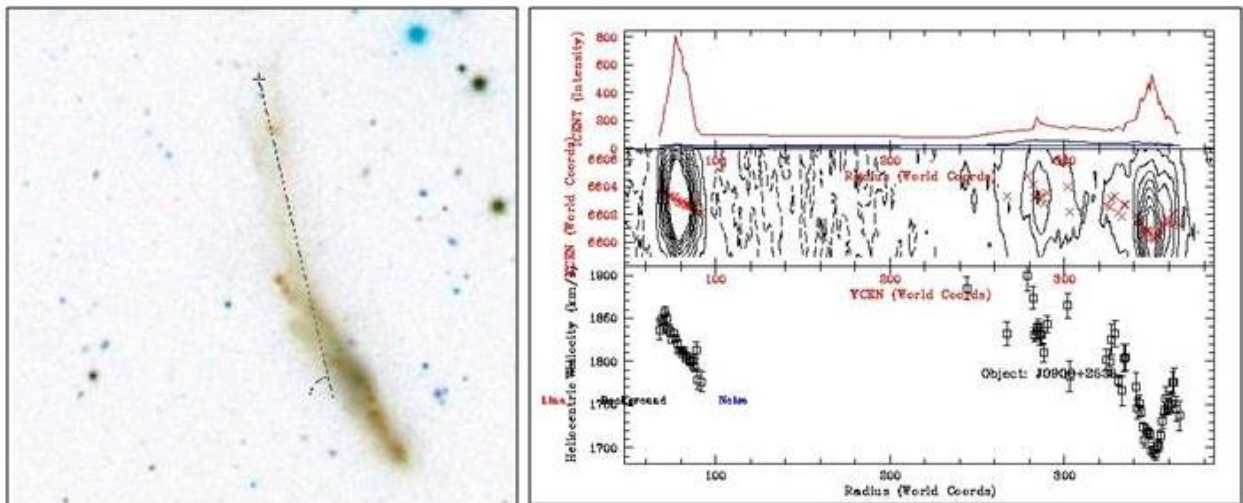


Рис. 28. Слева - изолированная галактика войда Lynx-Cancer UGC 4722 с большим приливным хвостом, кандидат на воздействие «темной» галактики. Справа - спектр (БТА/SCORPIO) показывает на конце хвоста спутник с $V_{\text{rot}} \sim 60 \text{ км/с}$ на прямой орбите, который дает сильное возмущение и приливный хвост.

Fig. 28. Left – the isolated galaxy UGC 4722 of the Lynx-Cancer void with a large tidal tail, a candidate to the impact of a «dark» galaxy. Right – the BTA/SCORPIO spectrum shows a satellite at the end of the tail with $V_{\text{rot}} \sim 60 \text{ km/s}$ in the direct orbit, which gives the strong disturbance and tidal tail.

По результатам комплексного исследования Sdm галактики UGC4722 в войде Lynx-Cancer, одной из наиболее изолированных в Местном Сверхскоплении, но с необычным приливным шлейфом (рис. 28, слева), удалось понять ее происхождение.

По наблюдениям кинематики газа (БТА, GMRT) на

The complex study of the Sdm galaxy UGC4722 in the Lynx-Cancer void – one of the most isolated galaxy in the Local Supercluster and with unusual tidal plume (Fig. 28, left) – resulted in the understanding of its origin.

краю шлейфа обнаружен слабый компаньон - очень богатая газом карликовая галактика, почти разрушенный приливным воздействием при недавнем сближении с более массивным компаньоном (рис. 28, справа). По цветам шлейфа, полученным по фотометрии его изображения из обзора SDSS, впервые обнаружено, что его свечение обусловлено звездами, сформировавшимися во вспышке ~0.5 млрд. лет назад, в эпоху первого сближения галактик этой пары.

Пустильник С.А., Макаров Д.И., Перепелицына Ю.А., Караченцев И.Д., Ченгалур Дж., Сафонова Е.С.

КАРЛИКОВЫЕ ГАЛАКТИКИ И Λ CDM-МОДЕЛЬ

Проанализированы данные о скорости вращения 750 галактик Местного объема, находящихся на расстоянии менее 10 Мпк. Данная выборка позволяет изучать свойства галактик вплоть до $M_B = -10^m$ и вириальной массы $M_{vir} = 10^9 M_\odot$. Была построена функция обилия галактик с данной круговой скоростью.

Обнаружено, что стандартная Λ CDM-модель дает точное описание функции круговых скоростей галактик со скоростями $V > 60$ км/с и соответствующими массами $M_{vir} > 3 \cdot 10^{10} M_\odot$, но в 5 раз переоценивает количество карликовых галактик с круговыми скоростями 30-50 км/с. Модель теплой темной материи также не может описать наблюдательные данные. Хотя это и напоминает известную проблему «потерянных спутников», однако переизбыток карликовых гало в поле является гораздо более сложной проблемой.

Для «выживания» Λ CDM-модели требуется около 1000 карликовых сфероидальных галактик с массой $\sim 10^{10} M_\odot$ внутри сферы радиусом 10 Мпк, но однако до сих пор о таком количестве галактик ничего не известно.

Караченцев И.Д., Макаров Д.И., Насонова О.Г., Клытин А.

ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЛАКТИК ВОЙДА LYNX-CANCER

По результатам наблюдений (Nançay Radio Telescope, France) атомарного водорода HI в линии 21 см для 45 галактик войда Lynx-Cancer получены уточненные радиальные скорости, ширины профилей и массы HI $M(HI)$. С привлечением данных из литературы для остальных галактик войда проведен сравнительный анализ параметра $M(HI)/L_B$ (эмпирический показатель относительного содержания газа) 95-ти галактик этого войда и выборки похожих галактик в группах Местного объема.

Получен уверенный вывод о том, что галактики войда имеют повышенное содержание газа при данной светимости, в среднем на 40%, что указывает на их более медленную эволюцию.

Пустильник С.А., Мартен Дж.-М.

The BTA and GMRT (Giant Metrewave Radio Telescope) observations of the gas kinematics allowed us detecting a faint companion at the edge of its plume – a very gas-rich dwarf galaxy almost destructed during the recent approach by tidal impact of a more massive companion (Fig. 28, right). From the plume colors obtained by photometry of its SDSS image it was first detected that its light is caused by stars formed during a burst ~0.5 billion years ago, in the epoch of the first approaching of galaxies in this pair.

Pustil'nik S.A., Makarov D.I., Perepelitsyna Yu.A., Karachentsev I.D., Chengalur J., Safonova E.S.

DWARF GALAXIES AND Λ CDM MODEL

The data on rotational velocity of 750 galaxies of the Local Volume within the distance less than 10 Mpc were analyzed. This sample allows us studying the galaxy properties up to $M_B = -10^m$ and virial mass $M_{vir} = 10^9 M_\odot$. It was built function of an abundance of galaxies with this circular speed.

It was detected that the standard Λ CDM model gives the exact description of the circular-velocity function of galaxies with velocities $V > 60$ km/s and corresponding masses $M_{vir} > 3 \cdot 10^{10} M_\odot$, but overestimates the amount of dwarf galaxies with circular velocities 30-50 km/s by a factor of 5. The model of warm dark matter also cannot describe the observational data. Though this reminds the known problem of «lost satellites», but the problem of surplus dwarf halos in the field is much more difficult.

The «survival» of the Λ CDM model demands about 1000 dwarf spheroidal galaxies with the mass $\sim 10^{10} M_\odot$ inside the sphere of radius 10 Mpc, but so far nothing is known about such a number of galaxies.

Karachentsev I.D., Makarov D.I., Nasonova O.G., Klypin A.

THE STUDY OF LYNX-CANCER VOID GALAXIES

The Nançay Radio Telescope (France) observations of atomic hydrogen HI in the line 21 cm for 45 Lynx-Cancer void galaxies allowed us specifying radial velocities, profile widths and HI mass. Using data from literature for other void galaxies, we fulfilled the comparative analysis of the parameter $M(HI)/L_B$ (the empirical factor of relative gas concentration) of 95 galaxies of this void and a sample of similar galaxies in groups in the Local Volume.

It was reliably concluded that the gas concentration in the void galaxies is, on average, 40% higher at the given luminosity, which indicates their slower evolution.

Pustil'nik S.A., Martin G.-M.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО СОСТАВА КОМПАКТНОЙ ГРУППЫ ГАЛАКТИК M 101

Проведена фотометрия (архивные данные космического телескопа им. Хаббла) полей в галактиках M 101, NGC 5474, NGC 5477, UGC 9405 и Ho IV, образующих группу M 101, а также в галактиках, находящихся на небольшом угловом расстоянии от M 101 и имеющих сходные с ней лучевые скорости: M 51, M 63, KUG 1413+573, UGC 8508, UGC 8215, NGC 5238, NGC 5023, IC 4182, DDO 167, DDO 169, DDO 181, DDO 183, DDO 190. TRGB-методом определены расстояния до указанных галактик. Найдено, что группа M 101 находится на расстоянии 6.8 Мпс и является малой компактной группой галактик. Яркие массивные галактики M 51 и M 63 расположены существенно дальше (9.0 Мпс и 9.3 Мпс, соответственно), чем группа M 101, и к ней не относятся. Маломассивные галактики UGC 8508, UGC 8215, NGC 5238, NGC 5023 и другие, видимые в окрестностях группы M 101, расположены ближе (3-4 Мпс), т.е. к галактикам M 51, M 63 или группе M101 не относятся.

Применение теоремы вириала к 27 объектам-спутникам M 101, находящимся на разных расстояниях от галактики, позволило найти увеличение динамической массы M 101 при увеличении размеров системы спутников. Максимальное значение массы M 101 составляет $7.5 \cdot 10^{11} M_{\odot}$. Динамическая масса M 101, вычисленная на основе четырех галактик с измеренными расстояниями NGC 5474, NGC 5477, UGC 9405 и Ho IV, равна $6.2 \cdot 10^{11} M_{\odot}$. Для этого значения массы отношение массы к светимости составляет $M/L=18$.

Тихонов Н.А.

СТРУКТУРА СКОПЛЕНИЙ И ГРУПП ГАЛАКТИК И ИЗМЕРЕНИЕ ИХ МАСС

Функция масс скоплений галактик чувствительна к космологическим параметрам, поэтому есть проблема измерения их точных масс. Проведено сравнение масс, полученных разными методами, выборки из 29 групп и скоплений ($z < 0.1$). Для измерения динамических масс по дисперсии лучевых скоростей для вириализованных областей с радиусами R_{200} и R_e использованы данные SDSS DR7.

Разработанный нами метод выделения группы или скопления и определения эффективного радиуса систем галактик по распределению интегрального числа галактик от квадрата расстояния от центра скопления (рис. 29) позволил оценить массы $M_{1/2}$ (в пределах R_e), которые связаны с массами, заключенными в области радиусом R_{200} , $M_{200} \sim 1.65 M_{1/2}$. Сравнение полученных динамических масс и гидростатических масс, измеренных по излучению горячего газа групп и скоплений, позволило сделать вывод о том, что для 21 скопления и групп массы согласуются в пределах 12%, а также выполняется соотношение, $M_{X,200} \sim 1.65 M_{1/2}$.

DETERMINATION OF THE REAL COMPOSITION OF THE COMPACT GALAXY GROUP M 101

We fulfilled the photometry of the fields (archive data of the Hubble Space Telescope) in the galaxies M 101, NGC 5474, NGC 5477, UGC 9405 and Ho IV constituting the group M 101 and in galaxies located at a small angular distance from M 101 and having similar radial velocities: M 51, M 63, KUG 1413+573, UGC 8508, UGC 8215, NGC 5238, NGC 5023, IC 4182, DDO 167, DDO 169, DDO 181, DDO 183, DDO 190. Distances to these galaxies were determined by the TRGB method.

It was found that the group M 101 is located at a distance of 6.8 Mpc and is a small compact group of galaxies. Bright massive galaxies M 51 and M 63 locate substantially further (9.0 Mpc and 9.3 Mpc respectively) than the group M 101, and do not belong to it. Low-massive galaxies UGC 8508, UGC 8215, NGC 5238, NGC 5023 and other ones visible in vicinity of the group M 101 are nearer (3-4 Mpc), i.e. they do not belong to the galaxies M 51, M 63 or the group M 101.

Application of the virial theorem to 27 objects-satellites of M 101 located at different distances from the galaxy allowed us determining the increase of the dynamic mass of M 101 with the increase of size of the system of satellites. The maximum value of mass of M 101 is $7.5 \cdot 10^{11} M_{\odot}$.

The dynamic mass of M 101 calculated on the basis of four galaxies with measured distances NGC 5474, NGC 5477, UGC 9405 and Ho IV, is equal to $6.2 \cdot 10^{11} M_{\odot}$. With this mass value the mass/luminosity ratio is $M/L=18$.

Tikhonov N.A.

STRUCTURE OF CLUSTERS AND GROUPS GALAXIES AND MEASUREMENT OF THEIR MASSES

The cluster mass function is sensitive to cosmological parameters. That is why there is a problem of measuring precise their masses. The comparison of masses of a sample of 29 groups and clusters of galaxies ($z < 0.1$) obtained by different methods was fulfilled. The data of SDSS DR7 were used to measure dynamical masses by dispersion of radial velocities for virialized regions with radii R_{200} and R_e .

We developed a method for selecting a group or a cluster and for determining the effective radius of a system of galaxies by distribution of the integral number of galaxies with the squared distance from the cluster center (Fig. 29). The method allowed us estimating the masses $M_{1/2}$ (within the radius R_e) which are related with masses enclosed within the region of the radius R_{200} , $M_{200} \sim 1.65 M_{1/2}$. Comparison of the obtained dynamical masses and hydrostatic masses measured by emission of hot gas of the groups and clusters allowed us concluding that for 21 clusters and groups the masses agree within 12% and the relation

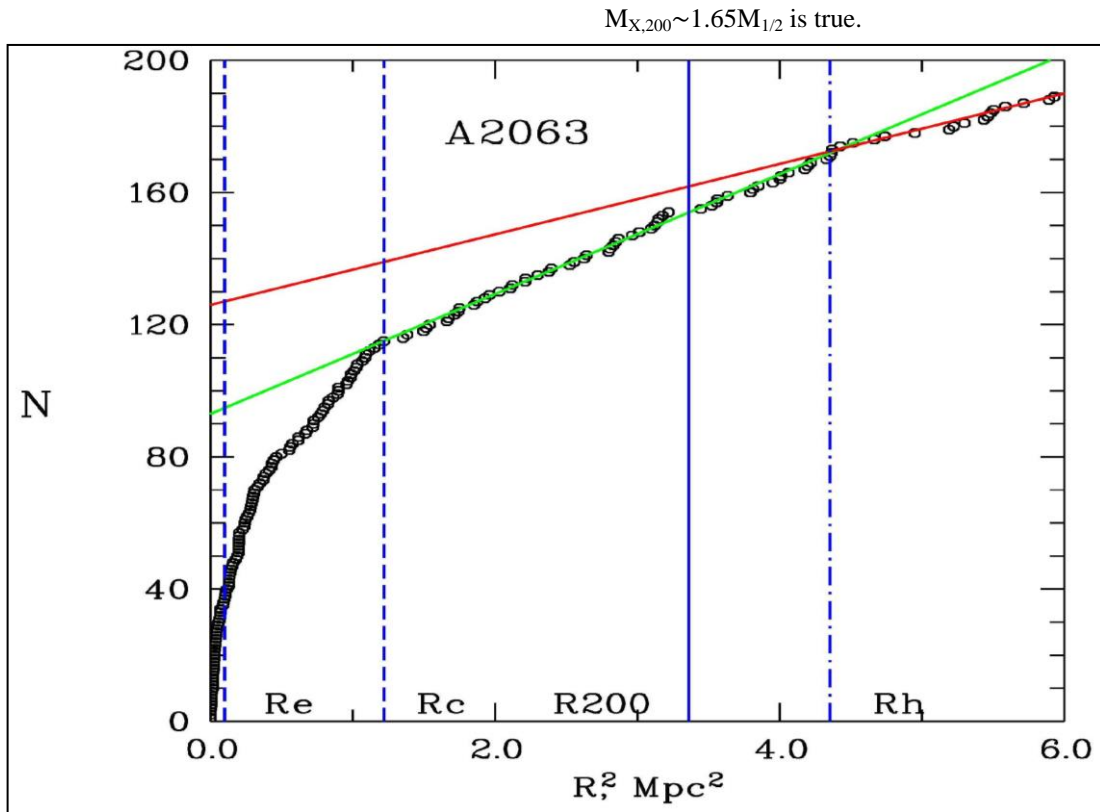


Рис. 29. Распределение числа галактик от квадрата расстояния от центра скопления A2063. Сплошная вертикальная линия - радиус R_{200} , штрих-пунктирная - радиус, ограничивающий вирialized область скопления (ядро (c)+гало (h)), штриховые линии - радиусы ядра скопления R_c и эффективный радиус R_e . Сплошные линии показывают ход распределения галактик в пределах гало скопления (зеленый цвет) и распределения галактик, не входящих в него (красный).

Fig. 29. Distribution of the number of galaxies over the squared distance from the center of the cluster A2063. The solid vertical line is the radius R_{200} , the dash-and-dot line is the radius (R_h) limiting the virialized region of the cluster the core (c)+halo(h), the dashed lines are the radius of the cluster core R_c and the effective radius R_e . The solid lines show the change of galaxy distribution within the cluster halo (the green color) and outside of it (the red color).

Однако остальные 8 систем, в основном расположенных в области сверхскопления Hercules, показывают несоответствие масс с отклонениями от среднего до 2σ . Вероятнее всего, это связано с незавершенностью процессов формирования систем галактик путем иерархического слияния в области богатого сверхскопления Hercules.

Копылов А.И., Копылова Ф.Г.

НАБЛЮДЕНИЯ ГАММА-ВСПЛЕСКОВ

Проведены наблюдения (31.12.2013/01.01.2014) поля «тёмного» гамма-всплеска GRB 130528A, изучаемого испанскими, индийскими и российскими астрофизиками. Вспышка была зарегистрирована в ИК-диапазоне, что позволило отождествить источник с галактикой на предположительном красном смещении $z = 1.25$. Получены глубокие снимки (BTA/SCORPIO) в фильтре В, и измерен блеск объекта -23.4 ± 0.1 . Данные совместно с наблюдениями на 10.4-м телескопе GTC использованы для построения распределения энергии в спектре родительской

But other 8 systems located basically in the region of the super cluster Hercules show disagreement of masses with deviations up to 2σ from the average. Most probably, this is related with incompleteness of the processes of formation of galaxy systems by hierarchical merging in the region of the rich super cluster Hercules.

Kopylov A.I., Kopylova F.G.

OBSERVATIONS OF GAMMA-RAY BURSTS

The field of the «dark» gamma-ray burst GRB 130528A studied in collaboration with Spanish, Indian and Russian astrophysicists was observed on 31.12.2013/01.01.2014. The burst was registered in the IR range, which allowed us identifying the source with a galaxy at the supposed red shift $z = 1.25$. Deep BTA/SCORPIO images in the filter В were obtained; the measured magnitude of the object is -23.4 ± 0.1 . The data together with data from the 10.4-m GTC telescope were used to build the energy distribution in spectrum of the host galaxy and to

галактики и определения её физических свойств. Показано, что поглощение оптического излучения гамма-всплеска GRB 130528A определяется областями, расположенными в непосредственной близости от звезды-прародительницы. В ИК-диапазоне был зарегистрирован угасающий объект. Модель интегрального спектра родительской галактики показала пренебрежимо малую величину поглощения. Однако по наблюдениям самого послесвечения оценки поглощения давали величину $A_v = 0.9^m$, что указывает на источник поглощения, связанный с областями, которые окружают взрывающийся объект.

Jeong S., Castro-Tirado A., Bremer M., Winters J.M., Gorosabel J., Guziy S., Pandey S.B., Jelínek M., Sánchez-Ramírez R., Sokolov I.V., Orekhova N.V., Moskvitin A.S. и др. Astronomy & Astrophysics 569, id.A93 (2014).

В режиме быстрого реагирования, инициированного космической миссией Swift, были проведены наблюдения (БТА, Цейсс-1000) оптического транзиента γ -всплеска GRB 140629A, что позволило первыми определить красное смещение родительского объекта, $z = 2.275 \pm 0.003$, по абсорбционным линиям Al III, C IV, C II, Fe II, MgII, Si IV. Фотометрический мониторинг зафиксировал быстрое угасание объекта на 1.3^m за 4 часа в фильтре V.

Moskvitin A.S., Burenin R., Ulkein P., Sokolov V.V., Sanchez-Ramirez R., Gorosabel J., Castro-Tirado A., Sokolova T.N., Komarova V.N. GCN Circular 16489 (2014), GCN Circular 16499 (2014); GCN Circular 16518 (2014).

determine its physical properties.

It was shown that absorption of optical emission of the gamma-ray burst GRB 130528A is determined by regions located in the direct vicinity of a progenitor star. In the infrared range a fading object was registered, which was invisible in optical.

The modeling of integral spectrum of the host galaxy showed a negligible absorption.

However, according to observations of the afterglow itself, the estimates gave the value $A_v = 0.9^m$, which is indicative of a source of absorption connected with regions surrounding the exploding object.

Jeong S.; Castro-Tirado A.; Bremer M.; Winters J.M.; Gorosabel J.; Guziy S.; Pandey S.B.; Jelínek M.; Sánchez-Ramírez R.; Sokolov I.V.; Orekhova N.V.; Moskvitin A.S.; et al.. Astronomy & Astrophysics 569, id.A93 (2014).

Initiated by the space platform Swift the follow-up observations of the optical transient of the gamma-ray burst GRB 140629A allowed us obtaining the first determining red shift of the host object, $z = 2.275 \pm 0.003$, from the absorption lines Al III, C IV, C II, Fe II, MgII, Si IV, etc.

The photometric monitoring registered a fast fading of the object by 1.3^m during 4 hours in the filter V.

Moskvitin A.S., Burenin R., Ulkein R., Sokolov V.V., Sanchez-Ramirez R., Gorosabel J., Castro-Tirado A.J., Sokolova T.N., Komarova V.N. GCN Circular 16489 (2014), GCN Circular 16499 (2014); GCN Circular 16518 (2014).