

ВНЕГАЛАКТИЧЕСКАЯ АСТРОНОМИЯ

ПЕРЕМЕННОСТЬ ПОЛЯРИЗАЦИИ В СПЕКТРЕ ГАЛАКТИКИ МКН 6

По уникальному ряду измерений параметров Стокса (БТА/SCORPIO-2, спектрополяриметрия) в континууме и широкой эмиссионной линии $H\alpha$ у сейфертовской галактики Мкн 6 обнаружено вековое изменение поляризации в контуре линии водорода и определено запаздывание ($<2^d$) между потоком и поляризованным излучением в континууме, которое соответствует размеру области поляризации континуума < 0.001 пс.

EXTRAGALACTIC ASTRONOMY

POLARIZATION VARIABILITY IN SPECTRUM OF THE GALAXY MKN 6

From a unique measurement series of Stokes parameters (BTA/SCORPIO-2, spectropolarimetry) in continuum and the broad emission line $H\alpha$ of the Seyfert galaxy Mkn 6 we detected a secular alteration of polarization in the hydrogen line profile and determined the lag ($<2^d$) between flux and polarized emission in continuum which corresponds to size of the continuum polarization region < 0.001 pc.

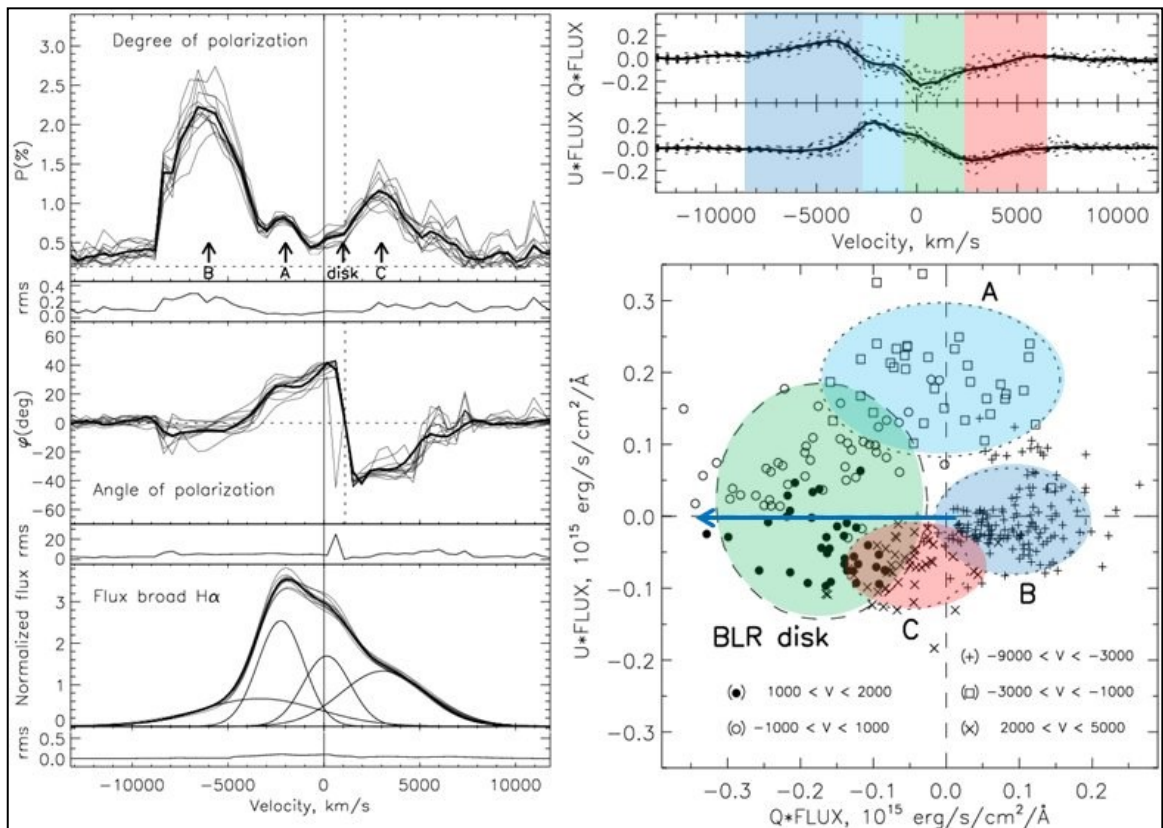


Рис. 21. Поляризация Мкн 6 в области широкой линии $H\alpha$. Слева (сверху – вниз) – изменение степени поляризации, угла плоскости поляризации, формы профиля широкой линии $H\alpha$ и результат его декомпозиции на четыре компоненты, при этом узкие линии $H\alpha$ и $[NII]$ вычтены. Справа – расположение наблюдаемых точек на двумерной плоскости нормированных параметров Стокса (Q , U), умноженных на поток. Различными цветами выделены области, соответствующие диску BLR и трем областям истечения газа А, В и С со скоростями -2000 , -6000 и $+3000$ км/с соответственно.

Fig. 21. Polarization of Mkn 6 in region of the broad line $H\alpha$. Left (from top downward): the change of degree of polarization, the polarization plane angle, profile shape of the broad line $H\alpha$ and the result of its decomposition into four components, the narrow lines $H\alpha$ and $[NII]$ being subtracted. Right: location of observed points in the 2D plane of the normalized Stokes parameters (Q , U) multiplied by flux. Different colors denote regions corresponding to the BLR disk and three regions of gas outflow A, B and C with velocities -2000 , -6000 and $+3000$ km/s respectively.

Запаздывание излучения в линии водорода составляет около 20^d , что дает характерный размер

Emission lag in the hydrogen line is about 20^d , which gives a characteristic size of the BLR (Broad

диска BLR (Broad Line Region) ~ 0.1 пк. Анализ параметров Стокса показывает, что поляризация в континууме обусловлена излучением аккреционного диска и релятивистского джета, а в широких линиях водорода - рассеянием на газопылевом торе. Кроме поляризации собственно BLR, излучающего в широкой линии $H\alpha$, в ней обнаружены три компонента A, B и C поляризованного излучения со скоростями -2000, -6000 и +3000 км/с соответственно. В пределах ошибок ($\sim 0.2\%$) измерений характер поляризации в линии не изменился за 2 года наблюдений (рис. 21)

Впервые показано, что по анализу зависимости угла плоскости поляризации от скорости в контурах линий водорода, обусловленных излучением газа в BLR вблизи массивного AGN, можно непосредственно из наблюдений определить тип движений в ней. В случае Мкн 6 эти движения на расстояниях < 0.02 пс от ядра оказались кеплеровскими. Определенный при этом нижний предел массы сверхмассивной черной дыры в ядре галактики Мкн 6 равен 150 млн. масс Солнца.

В.Л. Афанасьев, Л. Попович (Сербия), А.И. Шаповалова.

Line Region) disk of ~ 0.1 pc. Analysis of the Stocks parameters shows that polarization in continuum is caused by emission of accretion disk and relativistic jet and that in broad hydrogen lines – by scattering on a dust-gas torus.

Besides polarization of BLR itself emitting in the broad line $H\alpha$, the three components A, B and C of polarized emission with respective velocities of -2000, -6000 and +3000 km/s were detected in it. Within the measurement error ($\sim 0.2\%$) the polarization character in the line did not change during 2 years of observations (Fig. 21).

It was first shown that analyzing relation between the polarization plane angle and velocity in the hydrogen line contours caused by gas emission in BLR near the massive AGN one can determine the type of motions in it directly from observations. In the case of Mkn 6 these motions at a distance of < 0.02 pc from the nucleus turned out to be Keplerian. The determined lower limit of mass of a supermassive black hole in the nucleus of the galaxy Mkn 6 is equal to 150 masses of the Sun.

V.L. Afanasiev, L. Popovich (Serbia), A.I. Shapovalova.

НОВЫЕ ГАЛАКТИКИ С ПОЛЯРНЫМИ КОЛЬЦАМИ

NEW POLAR-RING GALAXIES

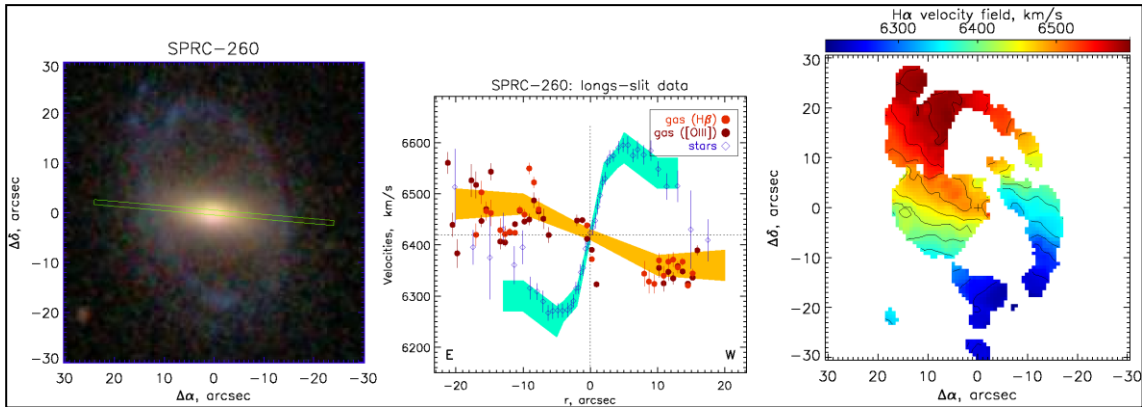


Рис. 22. Галактика SPRC 260. Слева: ее изображение в фильтрах gri (SDSS) с положением щели спектрографа SCORPIO. В центре - радиальные распределения лучевых скоростей ионизованного газа и звезд, заливкой схематично показаны кинематические компоненты: внутренний диск (голубым) и внешнее кольцо (оранжевым). Справа — поле скоростей ионизованного газа (SCORPIO-2 + Фабри-Перот).

Fig. 22. The galaxy SPRC 260. Left: its image in the gri filters (SDSS) with position of the SCORPIO spectrograph slit. Center: radial distributions of radial velocities of ionized gas and stars; kinematic components are outlined by color filling: the inner disk (blue) and the outer ring (orange). Right: the velocity field of ionized gas (SCORPIO-2 + Fabry-Perot).

Продолжены исследования кандидатов в галактики с полярными кольцами (каталог SPRC, Moiseev et al., 2011). Еще в пяти галактиках подтверждены внешние полярные структуры (БТА/SCORPIO, SCORPIO-2), в которых наблюдаются по два компонента - центральная галактика и внешнее кольцо, вращающихся в примерно ортогональных плоскостях, а именно: SPRC 3, SPRC 4, SPRC 27, SPRC 241 и SPRC 260.

На рисунке 22 показано распределение лучевых скоростей газа и звезд в SPRC 260 (CGCG 068-056).

Study of candidates to polar-ring galaxies was continued (The SPRC catalog, Moiseev et al., 2011). Outer polar structures were confirmed in other five galaxies (BTA/SCORPIO, SCORPIO-2) in which two components were observed – a central galaxy and an outer ring rotating in approximately orthogonal planes, namely: SPRC 3, SPRC 4, SPRC 27, SPRC 241 and SPRC 260.

Fig. 22 shows distribution of radial velocities of gas and stars in SPRC 260 (CGCG 068-056).

Отметим, что в распределении лучевых скоростей звезд здесь удается увидеть оба кинематических компонента, а ионизованный газ обнаруживается только в полярном кольце.

Анализ спектров ионизованного газа полярных колец, наблюдавшихся ранее SPRC 10, SPRC 14 и SPRC 39, позволил по отношению потоков основных эмиссионных линий оценить содержание тяжелых элементов. Измерения дают следующие средние величины обилия $12+\log(\text{O}/\text{H})$ у SPRC 10, SPRC 14 и SPRC 39 - 8.42 ± 0.07 , 8.37 ± 0.03 , 8.50 ± 0.11 , соответственно. Во всех трех случаях металличность оказалась около 0.5-0.6 от солнечной, что исключает сценарий формирования колец в этих галактиках в результате аккреции бедного металлами газа из межгалактической среды.

Результаты наблюдений планируется использовать для измерения формы темного гало в таких галактиках.

А.В. Моисеев, О.В. Егоров (ГАИШ МГУ), К.И. Смирнова (УрФУ).

ПОЛЯРНЫ ЛИ ПОЛЯРНЫЕ КОЛЬЦА?

По прямым снимкам (SDSS) изучены структурные особенности выборки из 78 объектов, объединившей наиболее надежных кандидатов в галактики с полярными кольцами из каталогов SPRC и PRC, для части из которых имеются кинематические подтверждения полярных кольцевых структур. Проведен анализ распределения изучаемых объектов по углу между полярным кольцом и центральным диском, а также по оптическому диаметру внешних колец.

Note that in distribution of radial velocities of stars one can see both kinematic components, whereas the ionized gas is detectable only in the polar ring.

Analysis of spectra of ionized gas in polar rings of SPRC 10, SPRC 14 and SPRC 39 observed earlier allowed us estimating content of heavy elements from ratios of fluxes of basic emission lines. Measurements give the following average values of $12+\log(\text{O}/\text{H})$ abundance: 8.42 ± 0.07 , 8.37 ± 0.03 , 8.50 ± 0.11 in SPRC 10, SPRC 14 and SPRC 39 respectively. In all three cases the metallicity turned out to be about 0.5-0.6 of solar one, which excludes the scenario of ring forming in these galaxies as a result of accretion of metal-poor gas from intergalactic medium.

It is planned to use results of the observations to measure shapes of the dark halo in such galaxies.

A.V. Moiseev, O.V. Egorov (SAI MSU), K.I. Smirnova (UrFU).

POLAR RINGS, ARE THEY POLAR?

Direct SDSS images were used to study features of a sample of 78 objects containing the most reliable candidates to polar-ring candidates from the catalogs SPRC and PRC. For a part of them there are kinematic confirmations of ring polar structures.

Distributions of objects under investigation by angle between a polar ring and a central disk and by optical diameter of outer rings were analyzed.

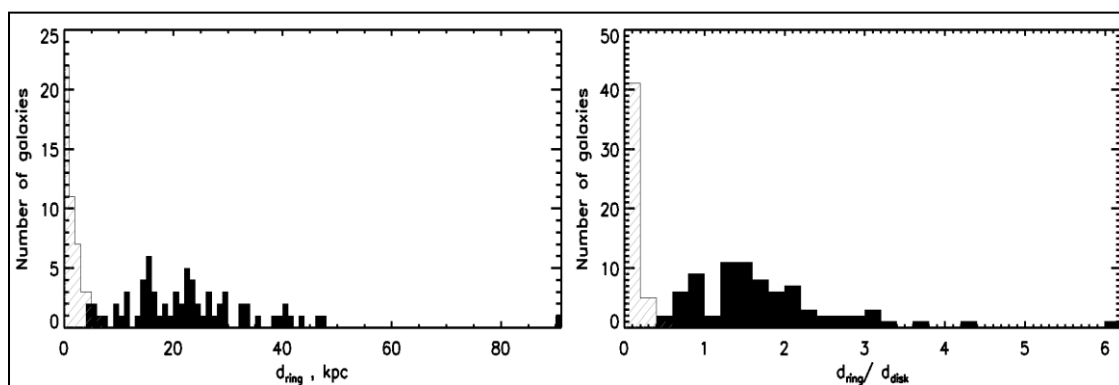


Рис. 23. Распределения полярных структур по диаметрам. Слева - диаграмма распределения линейных размеров, справа - нормировки на диаметр центрального диска. Черным на рисунке обозначены внешние структуры, штриховкой - внутренние кольца из статьи Моисеева (2012).

Fig. 23. Diameter distributions of polar structures. Left - linear sizes, right - normalization to diameter of the central disk. Black color in the figure denotes the outer structures, hatching- the inner polar structures from Moiseev (2012).

В большинстве случаев внешние структуры лежат близко (10° - 20°) к полярной плоскости, что указывает на стабильность соответствующих орбит в гравитационном потенциале гало.

Умеренно наклоненные внешние структуры

In most cases the outer structures are close (10° - 20°) to the polar plane, which indicates stability of corresponding orbits in gravitational potential of the halo.

Moderately inclined outer structures are observed

наблюдаются лишь у 6% объектов, что, видимо, свидетельствует о коротком времени жизни. Часто при такой нестабильной конфигурации полярное кольцо пересекает диск галактики, так как меньше его по диаметру.

Внутренние полярные структуры и внешние крупномасштабные полярные кольца образуют единое семейство в распределении по диаметру, нормированному на оптический размер галактики, с выраженной бимодальностью, так как число объектов с $d_{ring} = (0.4-0.7) d_{disk}$ мало (рис. 23). Скорее всего, такое распределение размеров связано с тем, что устойчивость полярных орбит во внутренних областях галактик обеспечивается балджем или баром, а во внешних областях - сфероидальным (или трехосным) гало.

К.И. Смирнова (УрФУ), А.В. Моисеев. *Астрофиз. бюлл.*, 68, 391 (2013).

only in 6% of objects, which testifies their short life times. In such unstable configuration the polar ring often intersects the galaxy disk since its diameter is less.

Inner polar structures and outer large-scale polar rings form a common family in diameter distribution normalized to optical size of a galaxy with a pronounced bimodality because the number of objects with $d_{ring} = (0.4-0.7) d_{disk}$ is small (Fig. 23).

Most probably, such distribution of sizes is related to the fact that stability of polar orbits in inner regions of galaxies is provided by a bulge or a bar, whereas in outer regions - by a spheroidal (or triaxial) halo.

К.И. Смирнова (UrFU), А.В. Моисеев. *Astrophys. Bull.*, 68, 391 (2013).

ВНУТРЕННЯЯ КИНЕМАТИКА БЛИЗКИХ КАРЛИКОВЫХ ГАЛАКТИК

INNER KINEMATICS OF NEARBY DWARF GALAXIES

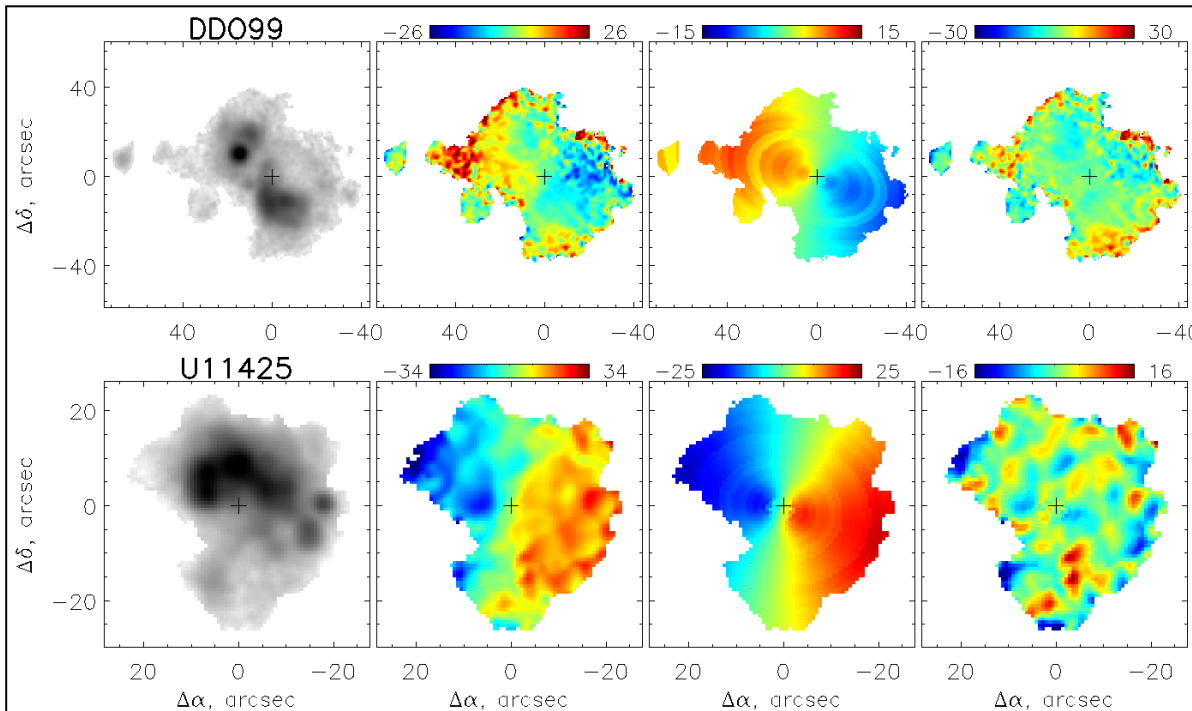


Рис. 24. Кинематика ионизованного газа в карликовых галактиках DDO 99 и UGC 11425. Слева направо: изображение в линии $H\alpha$, поле лучевых скоростей (вычтена системная скорость), модельное поле скоростей в рамках приближения кругового вращения, поле остаточных скоростей (наблюдения минус модель). Крестиком отмечено положение кинематического центра. Шкала - в км/с.

Fig. 24. Ionized gas kinematics in the dwarf galaxies DDO 99 and UGC 11425. From left to right: the $H\alpha$ emission line image, radial velocity field (systemic velocity is subtracted), model velocity field within the assumption of circular rotation, residual velocity field (observations minus the model). The cross marks the position of the kinematic center. The scale is in km/s.

Измерения кривых вращения газовой подсистемы галактики являются одним из основных способов получения информации о распределении темного вещества в ней. Но при сравнении модельных расчетов с наблюдениями необходимо правильно учесть все факторы, влияющие на кинематику

One of the main methods to get information about distribution of dark matter in a galaxy is the measurement of rotation curves of its gas subsystem. But when comparing model calculations with observations one should take into account correctly all factors affecting kinematics of interstellar

межзвездной среды. Особенно это важно в случае карликовых галактик, так как наблюдаемая в них дисперсия скоростей, характеризующая величину хаотических движений ионизованного газа, может превышать наблюдаемую скорость вращения.

В эмиссионной линии H α изучены (БТА/IFP) поля скоростей ионизованного газа в 28 близких (системные скорости < 1000 км/с) карликовых галактиках. В 25 галактиках удалось измерить параметры регулярного кругового вращения (рис. 24). Как правило, скорости вращения, измеренные по ионизованному водороду, хорошо согласуются с данными по кинематике H I на этих же радиусах. В трех галактиках позиционный угол кинематической оси в полях скоростей H II сильно (на десятки градусов) отличается от измерений в нейтральном водороде на больших расстояниях от центра либо от ориентации большой оси оптических изофот. Скорее всего, плоскости газового и звездного дисков в этих галактиках не совпадают. Так в DDO 99 газовый диск изогнут за пределами оптического радиуса, а в UGC 3672 и UGC 8508 наклон орбит газовых облаков меняется во внутренних областях галактик. Возможно, что весь ионизованный газ в UGC 8508 вращается в плоскости, полярной к звездному диску.

A.V. Moiseev.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГАЗА В ГАЛАКТИКЕ HOLMBERG II

Близкая галактика Holmberg II является удобной «лабораторией» для изучения процессов взаимовлияния звездных группировок и газопылевой среды. В ней наблюдаются множественные сверхоболочки нейтрального газа. Все звездообразование, происходящее в галактике, сосредоточено в местах их столкновения. Для уточнения механизмов ионизации газа и поиска вариаций химического состава в различных областях звездообразования получены спектры (БТА/SCORPIO, SCORPIO-2) 21 комплекса ионизованного газа.

Сопоставление диагностических отношений эмиссионных линий с моделями показало преимущественно фотоионизационный характер возбуждения эмиссионных линий. Предполагаемое ранее по данным радионаблюдений присутствие цепочки остатков сверхновых в этой галактике не подтверждается. Прямым T_e-методом получены оценки содержания кислорода, азота, серы, аргона и неона в областях H II. Для определения обилия кислорода 12+log(O/H) использовались 6 эмпирических методов, требующих знания потоков только в ярких эмиссионных линиях. Сравнение значений 12+log(O/H), полученных разными методами, показало наличие систематических отклонений в пределах 0.2 dex, что совпадает с результатами работы Lopez-Sanchez et al. (2012, MNRAS, 426, 2630).

medium. It is especially important in the case of dwarf galaxies since the velocity dispersion observed in them and characterizing the value of chaotic motions of ionized gas can exceed the observed rotation rate.

BTA/IFP velocity fields of ionized gas of 28 nearby (the system velocity < 1000 km/s) dwarf galaxies were studied in the emission line H α . We succeeded in measuring parameters of regular circular rotation in 25 galaxies (Fig. 24).

As a rule, the rotation velocities measured from ionized hydrogen agree well with data on H I kinematics at identical radii. In three galaxies the position angle of the kinematic axis in H II velocity fields differs strongly (by tens of degrees) from measurements in neutral hydrogen at large distances from center or from orientation of the major axis of optical isophots.

Most probably, the planes of gas and stellar disks in these galaxies do not coincide.

So, in DDO 99 the gas disk is bent outside the limits of optical radius, and in UGC 3672 and UGC 8508 the inclination of orbits of gas clouds changes in inner regions of the galaxies. It is possible that all ionized gas in UGC 8508 rotates in a plane which is polar relative to the stellar disk.

A.V. Moiseev.

CHEMICAL COMPOSITION OF GAS IN THE GALAXY HOLMBERG II

The nearby galaxy Holmberg II is a friendly «laboratory» for studying processes of mutual influence of stellar groups and dust-gas medium. A lot of super envelopes of neutral gas are observed in it.

All star formation occurring in the galaxy is concentrated in locations of their collisions.

BTA/SCORPIO and SCORPIO-2 spectra of 12 complexes of ionized gas were obtained with the purpose of specifying mechanisms of gas ionization in different regions of star formation.

Comparison of diagnostic ratios of emission lines with models has shown the predominately photoionization character of excitation of emission lines. The presence of a chain of supernovae remnants supposed by other authors from radio observational data was not confirmed.

The content of oxygen, nitrogen, sulfur, argon and neon in the H II regions was estimated by the direct T_e method. 6 empirical methods demanding the knowledge of fluxes only in bright emission lines were used for determination of oxygen abundance 12+log(O/H). Comparison between values of 12+log(O/H) obtained by different methods has shown the presence of systematic deviations within 0.2 dex, which coincides with results of the paper by Lopez-Sanchez et al. (2012, MNRAS, 426, 2630).

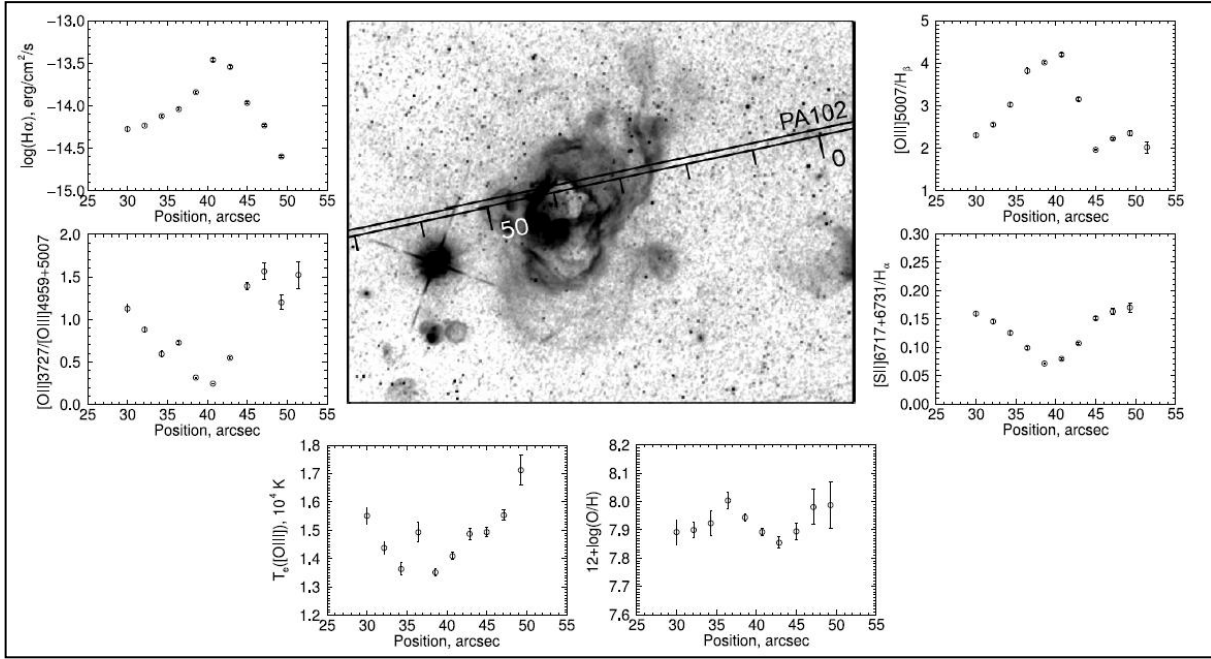


Рис. 25. Область звездообразования HSK45 галактики Holmberg II (HST). Показано положение одной из щелей при наблюдениях на 6-м телескопе. На панелях вокруг изображения приведены распределения вдоль щели (против часовой стрелки, начиная с левого верхнего): логарифма потока в линии H α ; отношения потоков в линиях [OII]3727/[OIII](4959+5007); электронной температуры газа; обилия кислорода, полученного прямым T_e-методом; отношения потоков в линиях [SII](6717+6731)/H α ; [OIII]5007/H β .

Fig. 25. The star-forming region HSK45 of the galaxy Holmberg II (HST). Position of one of the slits during observations with the 6-m telescope is shown. The panels around the image show distributions along the slit (counterclockwise starting from the left top): of the H α flux logarithm; of ratios of fluxes in the lines [OII]3727/[OIII](4959+5007); of gas electron temperature; of oxygen abundance obtained by the direct T_e method; of ratios of fluxes in the lines [SII](6717+6731)/H α ; [OIII]5007/H β .

Не выявлены значимые различия в средних значения металличности газа в разных областях звездообразования. В то же время обнаружены вариации электронной температуры и обилия кислорода внутри ряда комплексов HII (рис. 25). Вероятно, что подобные вариации могут являться причиной разногласия оценок, получаемых при помощи различных методов оценки металличности. В зависимости от используемого метода среднее значение металличности газа в Holmberg II по нашим оценкам составляет 0.1 или 0.3 от солнечной.

O.V. Egorov (ГАИШ МГУ), Т.А. Лозинская (ГАИШ МГУ), A.V. Моисеев. MNRAS, 429, 1450 (2013).

ПОЛЯРИМЕТРИЯ СПУТНИКОВ УРАНА

Проведены наблюдения (БТА/SCORPIO-2, спектрополяриметрия и панорамная поляриметрия, 2011-2012 гг.) главных спутников Урана. Блеск Урана составляет 6^m, а яркость его главных спутников лежит в диапазоне от 14.4^m до 16.5^m.

No significant differences between average metallicities of gas in different star-forming regions were detected. At the same time, variations of electronic temperature and oxygen abundance inside a number of HII complexes (Fig. 25) were discovered. It is probable that such variations can cause disagreement in metallicity estimations obtained by different methods.

From our estimations, the average value of gas metallicity in Holmberg II is 0.1 or 0.3 of the solar one depending on the used method.

O.V. Egorov (SAI MSU), T.A. Lozinskaya (SAI MSU), A.V. Moiseev. MNRAS, 429, 1450 (2013).

POLARIMETRY OF URANUS SATELLITES

In 2011-2012 the main satellites of Uranus were observed (BTA/SCORPIO-2, spectropolarimetry and panoramic polarimetry). The Uranus magnitude is 6^m, and the brightness of its main satellites is within the range from 14.4^m to 16.5^m.

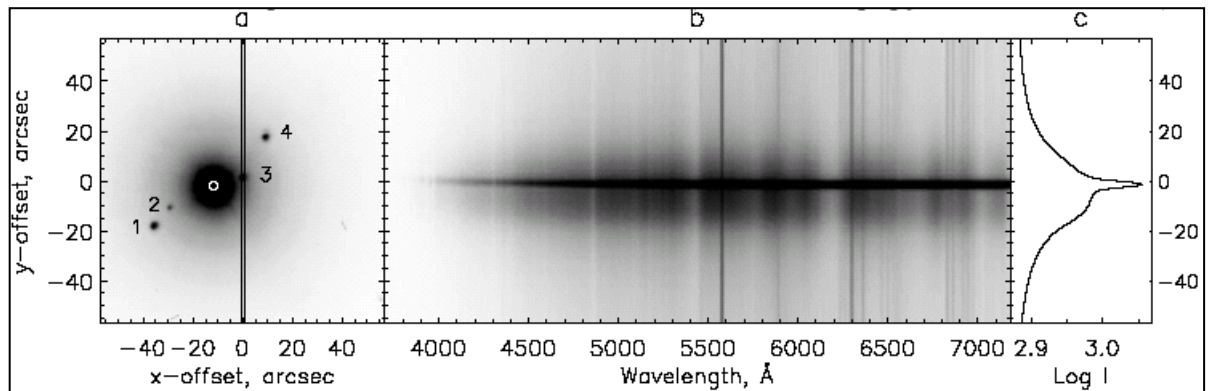


Рис. 26. Спектрополяриметрические наблюдения спутника Ариэль: (а) – прямое изображение Урана со спутниками на входе спектрографа SCORPIO-2: 1 – Титания, 2 – Умбриэль, 3 – Ариэль, 4 – Оберон; (б) – суммарный спектр в режиме спектрополяриметрии; (с) – разрез изображения спектра поперек дисперсии.

Fig. 26. Spectropolarimetric observations of the satellite Ariel: (a) the direct image of Uranus with satellites at the input of the spectrograph SCORPIO-2: 1 – Titania, 2 – Umbriel, 3 – Ariel, 4 – Oberon; (b) the summarized spectrum in the spectropolarimetry mode; (c) the cut of the spectrum image across dispersion.

Когда спутники находятся на расстояниях 5"–40" от Урана, то вклад рассеянного света от планеты сравним с регистрируемым потоком от спутника (рис. 26) и требует правильного учета.

На рисунке 27 (слева) показаны зависимости степени поляризации от фазового угла для четырех спутников Ариэля, Титании, Оберона и Умбриэля, полученные после учета рассеянного света Урана. В пределах точности измерений спутники Урана не показывают значительных изменений степени поляризации по поверхности. Это означает, что их поверхности достаточно однородны по своим физическим характеристикам.

Физические свойства поверхностей спутников определяются первичным химическим составом (местом происхождения) и эволюцией, включая взаимодействие с околопланетной средой – магнитосферой и кольцами планеты.

Фазовые зависимости поляризации для спутников Урана предположительно являются результатом наложения двух механизмов рассеяния света – когерентного и эффектов ближнего поля, которые возникают как внутри каждого кластера рассеивающих частиц, так и между кластерами.

На рисунке 27 (справа) показано сравнение наблюдаемых фазовых зависимостей поляризации рассеянного излучения спутников Урана с соответствующими кривыми для ледяных спутников Юпитера (Европа, Каллисто – ведущее (L) и ведомое (T) полушария) и Сатурна (Энцелад, Рея и Япет).

Как видно из графиков, поляризация этих объектов значительно различается и, следовательно, ее величина обусловлена не только свойствами альbedo поверхности.

В.Л. Афанасьев, В.К. Розенбуш, Н.Н. Киселев (Украина).

When the satellites are at the distances 5"–40" from Uranus, a contribution of scattered light from the planet is comparable to the registered flux from a satellite (Fig. 26) and it should be taken into account correctly.

Fig. 27 (left) shows relations between the degree of polarization and phase angle for four satellites: Ariel, Titania, Oberon and Umbriel obtained after accounting for scattered light of Uranus.

Within measurement precision the Uranus satellites do not show considerable changes of the degree of polarization over surface. This means that physical characteristics of their surfaces are sufficiently uniform.

Physical properties of satellite surfaces are determined by the primary chemical composition (the point of origin) and its evolution including interaction with near-planetary medium – magnetosphere and rings of a planet.

Phase dependencies of polarization of the satellites of Uranus are presumably a result of superposition of two mechanisms of light scattering – the coherent one and the near-field effects which arise both inside every cluster of scattering particles and between clusters.

Fig. 27 (right) shows comparison of observed phase dependencies of scattered emission polarization of the satellites of Uranus with corresponding curves for the icy satellites of Jupiter (Europe, Callisto – the leading (L) and driven (T) hemispheres) and Saturn (Enceladus, Rhea and Japetus).

As is seen from the diagrams, polarizations of these objects differ considerably and, consequently, its value is determined not only by the surface albedo properties.

V.L. Afanasiev, V.K. Rozenbush, N.N. Kiselev (Ukraine).

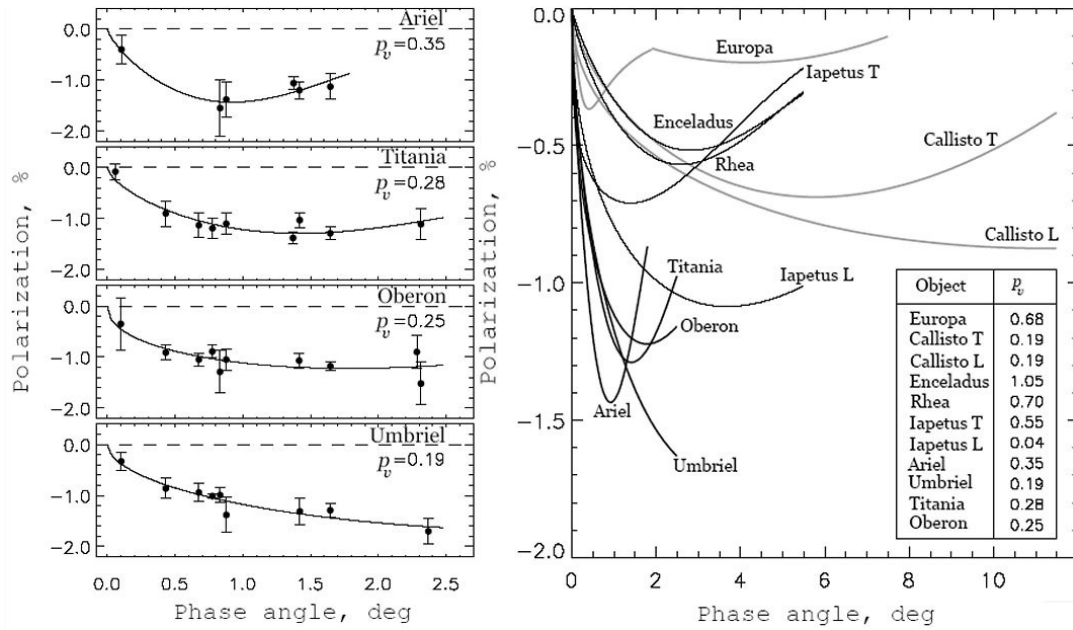


Рис. 27. Слева - наблюдаемые фазовые зависимости поляризации рассеянного излучения главных спутников Урана. Справа - сравнение фазовых зависимостей поляризации для спутников Юпитера, Сатурна и Урана. Геометрическое альbedo спутников дается в списке справа.

Fig. 27. Left – observed phase dependences of polarization of scattered emission of the main satellites of Uranus. Right – comparison of the phase dependence of polarization for the satellites of Jupiter, Saturn and Uranus. The geometric albedo of the satellites is given in the list on the right.

ОБНОВЛЕННЫЙ КАТАЛОГ БЛИЗКИХ ГАЛАКТИК

Только в ближней Вселенной можно изучать карликовые галактики, которые являются наиболее многочисленными представителями мира галактик, но из-за своей малой светимости не наблюдаются на больших расстояниях. Создание ограниченной по расстоянию выборки является сложной задачей из-за существенного различия галактик по светимости, размерам, поверхностной яркости и другим параметрам.

Завершено создание каталога 869 близких галактик (Отчет САО РАН 2011, с. 41), расположенных в Местном Объемe ($d \sim 11$ Мпк или $V_r < 600$ км/с), который является обновленной версией каталога соседских галактик CNG (Karachentsev et al., 2004, AJ, 127, 2031). В каталоге представлены данные об угловых диаметрах, видимых величинах в ультрафиолете, оптике и ближнем инфракрасном диапазоне, потоки в линиях H α и H I, морфологические типы, лучевые скорости и оценки расстояния галактик. Кроме того, каталог содержит данные о поверхностной яркости и светимости галактик, их динамических, звездных и водородных массах, а также характеристики локального окружения галактик. Около 300 галактик выборки имеют высокоточные оценки расстояния, что позволяет изучать распределение и кинематику материи на шкале до 10 Мпк. Полученная репрезентативная выборка близких галактик является ключевой для изучения

UPDATED CATALOG OF NEAREST GALAXIES

One can study dwarf galaxies only in the nearby Universe. They are the most numerous representatives of the world of galaxies, but, due to their low luminosity, it is impossible to observe them at large distances. The making of a distance-limited sample is a difficult task because of considerable differences in galaxy luminosities, sizes, surface brightness and other parameters.

We completed compilation of a catalog of 869 nearest galaxies (SAO Report 2011, p.41) situated in the Local Volume ($d \sim 11$ Mpc or $V_r < 600$ km/s) which is an updated version of the catalog of nearest galaxies CNG (Karachentsev et al., 2004, AJ, 127, 2031). The catalog presents data on angular diameters, visible magnitudes in UV, optical and near infrared ranges, fluxes in the lines H α and H I, morphological types, radial velocities and galaxy distance estimations.

Besides, the catalog contains information on surface brightness and luminosity of galaxies, their dynamical, stellar and hydrogen masses and the characteristics of the local environment of galaxies.

About 300 galaxies have high-precision estimation of distance, which allows us studying distribution and kinematics of matter at the scale up to 10Mpc. The obtained representative sample of the nearest galaxies is essential for studying formation and evolution of

формирования и эволюции галактик и структур во Вселенной. Отмечены особенности Хаббловского разбегания внутри Местного Объем и различные соотношения между глобальными параметрами галактик. Предложена новая классификация карликовых галактик. Прослежено изменение с расстоянием средней плотности звездной и водородной массы, а также темпа звездообразования в галактиках.

И.Д. Караченцев, Д.И. Макаров, Е.И. Кайсуна. AJ, 145, 101(2013).

ПОИСК ВОЙДОВ В МЕСТНОМ СВЕРХСКОПЛЕНИИ

В Местном сверхскоплении и его окрестностях произведен поиск сферических объемов, где отсутствуют галактики со светимостью ярче Магеллановых Облаков. В пределах расстояния 40 Мпк обнаружено 89 космических пустот (войдов) с диаметрами от 24 до 12 Мпк, которые не содержат галактик с абсолютными величинами $M_K < -18.4$. Оказалось, что 93% сферических войдов пересекаются друг с другом, образуя три более протяженные перколированные пустоты (гипервойды, Hyper Void). Самый крупный из них HV1 насчитывает 56 исходных сферических ячеек и простирается в виде подковы, огибающей Местный объем и скопление Virgo. Местный войд Tully в области Hercules-Aquila является ближайшей частью HV1. Другой гипервойд HV2 объединяет в себе 22 сферических войда в созвездии Eridanus, а третий компактный (HV3) - 6 сферических ячеек в Bootes. Суммарный объем указанных пустот занимает около 30% объема Местной вселенной. Среди 2906 карликовых галактик, исключенных из исходной поисковой выборки ($n = 10502$), только 68 попадают в обнаруженные сферические пустоты.

Они характеризуются поздними морфологическими типами (85% - Ir, Im, BCD, Sm), абсолютными звездными величинами M_B от -13.0 до -16.7, умеренным звездообразованием и запасами газа на единицу светимости в 2-3 раза большим, чем у других карликовых галактик в нормальном окружении. Карликовое население войдов показывает определенную тенденцию располагаться неглубоко вблизи поверхности космических пустот.

И.Д. Караченцев, Д.И. Макаров, А.А. Эльвиг, В.Е. Караченцева, О.В. Мельник (Украина).

Поиск ультра-слабых карликовых галактик в окрестностях M81 по снимкам с MegaCam CFHT на площади 65 кв.град. привел к обнаружению 22 новых кандидатов в члены группы M81. Снимки этих объектов на орбитальном телескопе Хаббла (WFPC2 и ACS) подтвердили, что 14 из них являются реальными спутниками M81. По 36 известным членам группы M81 построена функция светимости, обладающая полнотой до $M_R = -10^m$. Наклон функции светимости на ее слабом конце

галактик и структур в the Universe. Peculiarities of the Hubble recession inside the Local Volume and different correlations between global parameters of galaxies were marked.

A new classification of dwarf galaxies was suggested. The variation of average density of stellar and hydrogen masses and star formation rate in galaxies with the distance were traced.

I.D. Karachentsev, D.I. Makarov, E.I. Kaisina, AJ, 145, 101(2013).

SEARCH FOR VOIDS IN THE LOCAL SUPERCLUSTER

In the Local Supercluster we looked for spherical volumes where there are no galaxies with luminosity brighter than the Magellanic Clouds.

Within the 40-Mpc distance 89 cosmic voids of diameter from 24 to 12 Mpc were detected which contain no galaxies with absolute magnitudes $M_K < -18.4$.

It turned out that 93% of cosmic voids intersect each other forming three more extended percolated voids (Hyper Void). The largest one of them, HV1, consists of 56 initial spherical cells. It extends in the form of a horseshoe rounding the Local Volume and the Virgo cluster.

The local void Tully in the region Hercules-Aquila is the nearest part of HV1. Another hyper void, HV2, combines 22 spherical voids in the constellation Eridanus, and the third compact void (HV3) - 6 spherical cells in Bootes.

The cumulative volume of these voids is about 30% of the Local Universe volume. Only 68 dwarf galaxies among 2906 ones excluded from the initial search sample ($n = 10502$) are in the detected spherical voids.

They are characterized by late morphological types (85% - Ir, Im, BCD, Sm), absolute stellar magnitudes M_B from -13.0 to -16.7, moderate star formation rate and the fact that their gas content by a luminosity unit is 2-3 times higher than in other dwarf galaxies in normal surrounding.

The dwarf population of voids shows a definite tendency to be not deep, near the surface of space voids.

I.D. Karachentsev, D.I. Makarov, A.A. Elyev, V.E. Karachentseva, O.V. Mel'nik (Ukraine).

The search for ultra-faint dwarf galaxies in vicinity of M81 by MegaCam CFHT images over the area of 65 square degrees resulted in detection of 22 new candidates to members of the M81 group. The images of these objects from the Hubble orbital telescope (WFPC2 and ACS) confirmed that 14 of them are real satellites of M81. 36 known members of the M81 group were used to build the luminosity function with the completeness up to $M_R = -10^m$. The slope of the luminosity function at its weak end is

составляет -1.27 ± 0.04 . Эта группа является второй после Местной группы, где обнаружены ультра-слабые карликовые галактики с абсолютными величинами до -7^m и линейными размерами до 100 пк.

И.Д. Караченцев, К. Чибукас, Б.А. Якобс, Р.Б. Талли.

Для 8000 галактик Местной вселенной получена наиболее полная сводка расстояний и пекулярных скоростей. Для основной части выборки расстояния определены методом Tully-Fisher с точностью $\sim 25\%$. По цефеидам, светимости верхушки ветви красных гигантов, флуктуациям поверхностной яркости и сверхновым типа SNIa у 1000 галактик измерены расстояния с точностью $\sim 10\%$. Обсуждается степень взаимного согласия разных методов оценки расстояния. Представленные данные согласуются с локальной величиной параметра Хаббла $H_0 = 74.4 \pm 3.0$ км/с/Мпк. Местное поле пекулярных скоростей будет использовано для восстановления рельефа плотности темной материи в объеме до $z = 0.1$.

И.Д. Караченцев, Д.И. Макаров, Л.Н. Макарова, С.Н. Митронова, Р.Б. Талли, Е.М. Курто, А.Е. Дольфин, Дж.Р. Фишер, Р. Ерадо, Б.А. Якобс, Л. Рицци, Е.Дж. Шайа, Дж.Г. Сосе, П.-Ф. Ву.

Видимые отношения осей у 548 карликовых галактик морфологических типов $T = 8, 9, 10$ из каталога UCNG использованы для определения их истинной (объемной) формы. С уменьшением светимости карликовых галактик их форма становится все более округлой. Самые слабые карликовые системы характеризуются средним отношением осей ~ 0.5 , что соответствует среднему отношению осей их газовых компонент. Возрастание толщины звездных дисков у карликовых галактик с уменьшением светимости согласуется с ростом роли хаотических движений по сравнению с вращательными движениями при переходе к объектам экстремально низких масс.

И.Д. Караченцев, Е.И. Кайсина, С. Ройчовдхури, Дж.Н. Ченгалур.

По потокам в далеком ультрафиолете (GALEX) для 230 наиболее близких галактик Маркаряна с лучевыми скоростями $VLG < 3500$ км/с определены темпы звездообразования. Мы сравнили наблюдаемые соотношения между темпом звездообразования и другими интегральными параметрами галактик: массами звезд и водорода, морфологическим типом и признаком активности. В среднем, галактики Маркаряна имеют запасы газа в 2 раза меньшие, чем галактики поля тех же типов и той же звездной массы. Несмотря на повышенную активность, удельный темп звездообразования у галактик Маркаряна, SFR/M^* , не превышает $\sim \text{dex}(-9.4)/\text{yr}$.

И.Д. Караченцев, В.Е. Караченцева, О.В. Мельник (Украина).

Представлены результаты поверхностной

-1.27 ± 0.04 . This group is the second one after the Local Group where ultra-faint dwarf galaxies with absolute magnitudes up to -7^m and linear size up to 100 pc were detected.

I.D. Karachentsev, K. Chiboucas, B.A. Jacobs, R.B. Tully.

The most complete consolidated data on distances and peculiar velocities were obtained for 8000 galaxies of the Local Universe. For the main part of the sample the distances were determined by the Tully-Fisher method to an accuracy of $\sim 25\%$. Distances of 1000 galaxies were measured to an accuracy of $\sim 10\%$ by cepheids, luminosity of the top of the red-giant branch, fluctuations of surface brightness and type SNIa supernovae. A degree of mutual agreement of different methods for distance estimation was discussed. The presented data agree with the local value of the Hubble parameter $H_0 = 74.4 \pm 3.0$ km/s/Mpc. The local field of peculiar velocities will be used to restore the dark matter density relief in the volume up to $z = 0.1$.

I.D. Karachentsev, D.I. Makarov, L.N. Makarova, S.N. Mironova, R.B. Tully, H.M. Courtois, A.E. Dolphin, J.R. Fisher, P. Heraudeau, B.A. Jacobs, L. Rizzi, E.J. Shaya, J.G. Sorce, P.-F. Wu.

Visible axial ratios of 548 dwarf galaxies of the morphological types $T = 8, 9, 10$ from the catalog UCNG were used to determine their true (3D) shape. Their shape becomes more and more round as the luminosity of a dwarf galaxy decreases.

The faintest dwarf galaxies are characterized by an average axial ratio ~ 0.5 , which corresponds to the average axial ratio of their gas components.

The increase of thickness of stellar disks of dwarf galaxies with the decrease of luminosity agrees with the increase of the role of chaotic motions in comparison with rotational motions in passing to objects of extremely low mass.

I.D. Karachentsev, E.I. Kaisina, S. Roychowdhury, J.N. Chengalur.

For 230 nearest Markarian galaxies with radial velocities $VLG < 3500$ km/s the star formation rates were determined by far-UV fluxes (GALEX).

The observed ratios of star formation rates to other integral galaxy parameters – stellar mass, hydrogen mass, morphological type and activity signs – were compared.

On the average, the gas amount in the Markarian galaxies is two times less than that in field galaxies of the identical type and identical stellar mass. In spite of hyperactivity, the specific star formation rate of Markarian galaxies (SFR/M^*) does not exceed the limit $\sim \text{dex}(-9.4)/\text{yr}$.

I.D. Karachentsev, V.E. Karachentseva, O.V. Melnik (Ukraine).

Results of surface photometry and determination of

фотометрии и определения структурных параметров (SDSS) для 93 dIrr, расположенных в различном окружении, на расстоянии от 10 до 50 Мпс, из которых 33 объекта взяты из списка изолированных галактик Караченцевой и др. (2011). Зависимость «светимость-поверхностная яркость», построенная для галактик в малых группах, хорошо согласуется с таковой для dIrrs и dSphs Местного объема. Однако изолированные объекты имеют в среднем более низкую поверхностную яркость и большую масштабную длину при данной светимости по сравнению с галактиками в малых группах.

М.Е. Шарина, Е.А. Ильина (КФУ).

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЛАКТИК В ВОЙДЕ LYNX-CANCER

structure parameters (SDSS) of 93 dIrrs galaxies located in different environments at a distance from 10 to 50 Mpc are presented. 33 objects of them were taken from the list of isolated galaxies by Karachentseva et al. (2011).

The «luminosity–surface brightness» relation built for galaxies in small groups agree well with that for dIrrs and dSphs of the Local Volume.

However, on the average, the isolated objects have lower surface brightness and higher scale length at given luminosity in comparison with galaxies in small groups.

М.Е. Шарина, Е.А. Ильина (КФУ).

PHOTOMETRIC PROPERTIES OF GALAXIES IN THE VOID LYNX-CANCER

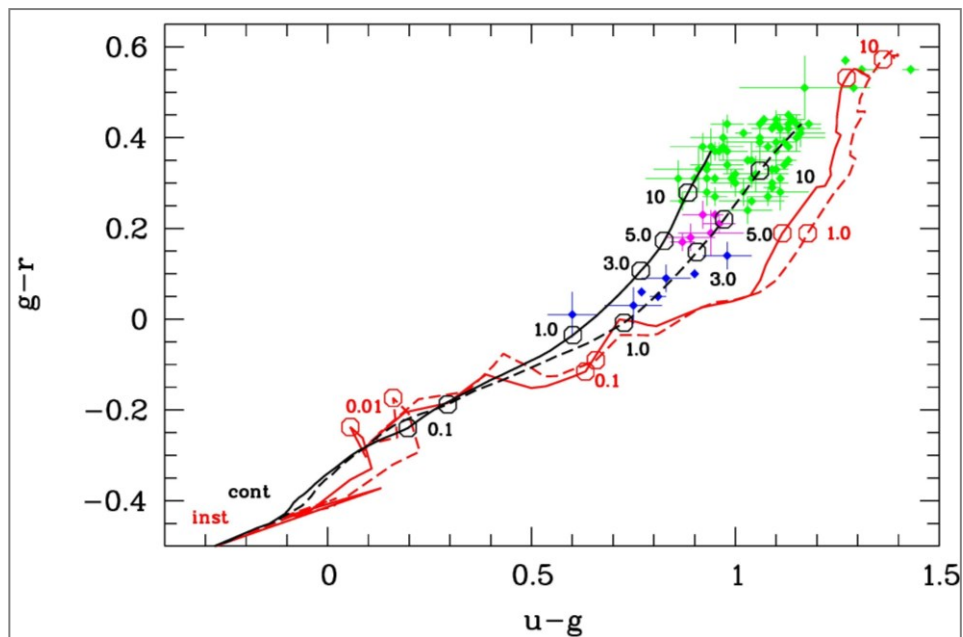


Рис. 28. Закрашенные точки на диаграмме $(u-g), (g-r)$ показывают цвета внешних частей 85-ти галактик войда Лунх-Кансер в сравнении с эволюционными треками (PEGASE2) для двух крайних случаев закона звездообразования (SF). Мгновенный SF_{inst} для разных начальных функций масс (IMF) обозначен красным: Salpeter (сплошная линия) и Кroupa (штрихованная). Непрерывный SF_{cont} для тех же IMF (черный цвет): Salpeter (сплошная) и Кroupa (штрихованная). Зеленые точки соответствуют галактикам с временами от начала SF – $T \approx 10-13$ Gyr, розовые – $T \approx 4-6.5$ Gyr, синие – $T \approx 1-3.5$ Gyr. Цифрами на треках обозначено время (Gyr) от начала SF.

Fig. 28. The painted points in the $(u-g), (g-r)$ diagram show colors of external parts of 85 galaxies in the void Lynx-Cancer in comparison with evolution tracks (PEGASE2) for two extreme cases of the star formation (SF) law. The instant star formation SF_{inst} for different initial mass functions (IMF) is denoted by the red color: Salpeter (the solid line) and Kroupa (the dashed line). The continuous star formation SF_{cont} for the same IMF (the black color): Salpeter (the solid line) and Kroupa (the dashed line). The green points correspond to the galaxies with time from the beginning of SF – $T \approx 10-13$ Gyr, the pink points – $T \approx 4-6.5$ Gyr, the blue points – $T \approx 1-3.5$ Gyr. Numbers at the tracks denote the time (Gyr) from the beginning of SF.

По прямым ugrI-снимкам (SDSS) проведено исследование 85-ти объектов из обновленной выборки галактик в близком войде Lynx-Cancer. Из чего получены модельно-независимые параметры галактик: интегральные величины и цвета, эффективные радиусы и соответствующие

85 objects from the updated galaxy sample in the nearby void Lynx-Cancer were studied by direct SDSS ugrI images. The following model-independent galaxy parameters were obtained: integral magnitudes and colors, effective radii and corresponding surface brightness, optical radii.

поверхностные яркости, оптические радиусы. Для модельных дисков получены оценки величин центральной поверхностной яркости и масштабные длины. Из сравнения цветов внешних частей галактик и модельных величин, полученных по эволюционным трекам произведена оценка начала вспышки звездообразования T_{SF} (рис. 28).

Для подавляющего числа галактик войда они оказываются порядка космологического времени T_0 . Однако для 13-ти объектов выборки T_{SF} не превышает $T_0/2 \sim 7$ Gyr, а для 7-ми из них $T_{SF} \lesssim 3.5$ Gyr. Это в основном эволюционно-молодые объекты и среди них доминируют объекты низких светимостей с $M_B > -13.2$. Абсолютные величины и цвета использованы для оценки массы звездного населения галактик. Для галактик с известными потоками в линии HII получен параметр $\mathcal{M}(HII)/L_B$ и оценка массовой доли газа. Небольшая подгруппа наиболее богатых газом галактик ($\sim 10\%$) с $\mathcal{M}(HII)/L_B \gtrsim 2.5$, имеет массовую долю газа 94-99%. Многие из них показывают нетипично голубые цвета внешних областей.

Ю.А. Перепелицына, С.А. Пустильник, А.Ю. Князев (ЮАР, ГАИШ МГУ).

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗВЕЗДНЫХ ПОДСИСТЕМ В БЛИЗКИХ ГАЛАКТИКАХ

На основе звездной фотометрии (HST) в 53 маломассивных спиральных и иррегулярных галактиках выделены молодые и старые звездные подсистемы и определены их пространственные размеры, а также металличность старых звезд - красных гигантов. Впервые найдена хорошо выраженная зависимость между металличностью красных гигантов и разностью между размерами звездных подсистем разного возраста. Полученная зависимость интерпретируется как результат расширения звездных подсистем галактик за время их эволюции.

Проведена звездная фотометрия (HST/ACS/WFC) малометаллической галактики DDO 68. Видимые распределения звезд разного возраста и определения металличности звезд указывают, что DDO 68 является системой из двух галактик, обладающих различной металличностью звезд ($Z=0.004$ и $Z=0.001$) и находящихся в стадии взаимодействия или слияния. Определено расстояние до системы DDO 68: $D=12.0 \pm 0.3$ Мпс, что существенно отличается от прежних оценок. За пределами системы DDO 68 наблюдается область концентрации красных гигантов, вероятная периферия слабой галактики, находящейся на таком же расстоянии, как и DDO 68. На основе CM-диаграмм и теоретических изохрон Бертелли и др. (1994) определен возраст каждой галактики из системы DDO 68, который оказался не менее 10 млрд. лет.

The central surface brightness and scale lengths were estimated for model disks.

The beginning of star formation burst T_{SF} was estimated from comparison between colors of external and model values obtained by evolution tracks (Fig. 28).

For the overwhelming majority of void galaxies they turn out to be of order of the cosmological time T_0 . But for 13 objects from the sample T_{SF} does not exceed $T_0/2 \sim 7$ Gyr, and for 7 of them $T_{SF} \lesssim 3.5$ Gyr. These are mainly evolutionary young objects with those of low luminosity $M_B > -13.2$ predominating among them.

Absolute magnitudes and colors were used to estimate mass of the stellar population of the galaxies. For galaxies with known fluxes in the line HII the parameter $\mathcal{M}(HII)/L_B$ was obtained and mass fraction of gas was estimated. A small group of the most gas-rich galaxies ($\sim 10\%$) with $\mathcal{M}(HII)/L_B \gtrsim 2.5$ have the mass fraction of gas 94-99%. Many of them show non-typical blue colors of external regions.

Yu.A. Perepelitsyna, S.A. Pustynnik, A.Yu. Knyazev (SAR, SAI MSU).

PHOTOMETRIC STUDY OF STELLAR SUBSYSTEMS IN NEARBY GALAXIES

On a basis of stellar photometry (HST) in 53 low-massive spiral and irregular galaxies the young and old stellar subsystems were selected; their 3D size and metallicity of old red supergiant stars were determined.

A well-marked relation between metallicity of red giants and the size of stellar subsystems of different ages was first discovered. The obtained relation is interpreted as a result of expansion of stellar subsystems in galaxies in the course of their evolution.

The stellar photometry (HST/ACS/WFC) of the low-metallicity galaxy DDO 68 was carried out. Visible distributions of stars of different ages and determination of star metallicity indicate that DDO 68 is a system of two galaxies with different metallicities of their stars ($Z=0.004$ and $Z=0.001$) and being at the stage of their merging.

The distance to the system DDO 68 was determined as $D=12.0 \pm 0.3$ Mpc, which differs considerably from previous estimations. Outside the system DDO 68 a region of concentration of red giants is observed, which is probably a periphery of a faint galaxy located at the distance identical to that of DDO 68. On a basis of color-magnitude (CM) diagrams and theoretical isochrones by Bertelli et al. (1994) the age of each galaxy of the system DDO 68 was determined. It turned out to be not less than 10 billion years.

Проведена звездная фотометрия (HST) изолированной пары взаимодействующих галактик IC 1727 и NG C672 и построены CM-диаграммы их звезд. Галактика IC 1727 показывает сильную асимметрию в видимом распределении молодых звезд, а старые звезды имеют менее асимметричное распределение. В галактике NGC 672 асимметрия в распределении звезд разного возраста не заметна. Впервые определено точное расстояние (TRGB-метод) до каждой галактики: $D=7.14$ и $D=7.22$ Мпс для IC 1727 и NGC 672. Функции светимости красных сверхгигантов и AGB-звезд периферии обеих галактик имеют совпадающие локальные максимумы, что указывает на одновременное усиление процесса звездообразования в двух галактиках, происходившее в интервалах 20-30 млн. и 450-700 млн. лет назад. Полученные результаты доказывают усиление процессов звездообразования при взаимодействии галактик.

Н.А. Тихонов, О.А. Галзутдинова.

The stellar photometry (HST) of an isolated pair of the interacting galaxies IC 1727 and NG C672 was carried out. The CM diagrams of their stars were built. The galaxy IC 1727 shows a strong asymmetry in the visible distribution of young stars, but the distribution of old stars is less asymmetric. In the galaxy NGC 672 the asymmetry in distribution of stars of different ages is not noticeable. The exact distance to each galaxy was first determined (the TRGB method): $D=7.14$ Mpc for IC 1727 and $D=7.22$ Mpc for NGC 672. The luminosity function of red giants and AGB stars of the periphery of both galaxies have coinciding local maximums, which indicates the simultaneous strengthening of the star formation process in the two galaxies occurring within the intervals 20-30 million and 450-700 million years ago. The obtained results prove that the star formation processes intensify when galaxies interact.

N.A. Tikhonov, O.A. Galazutdinova.

ПЕКУЛЯРНЫЕ ДВИЖЕНИЯ СКОПЛЕНИЙ И ГРУПП ГАЛАКТИК В ОБЛАСТИ СВЕРХСКОПЛЕНИЙ HERCULES И LEO

PECULIAR MOTIONS OF CLUSTERS AND GROUPS OF GALAXIES IN THE HERCULES AND LEO SUPERCLUSTERS REGIONS

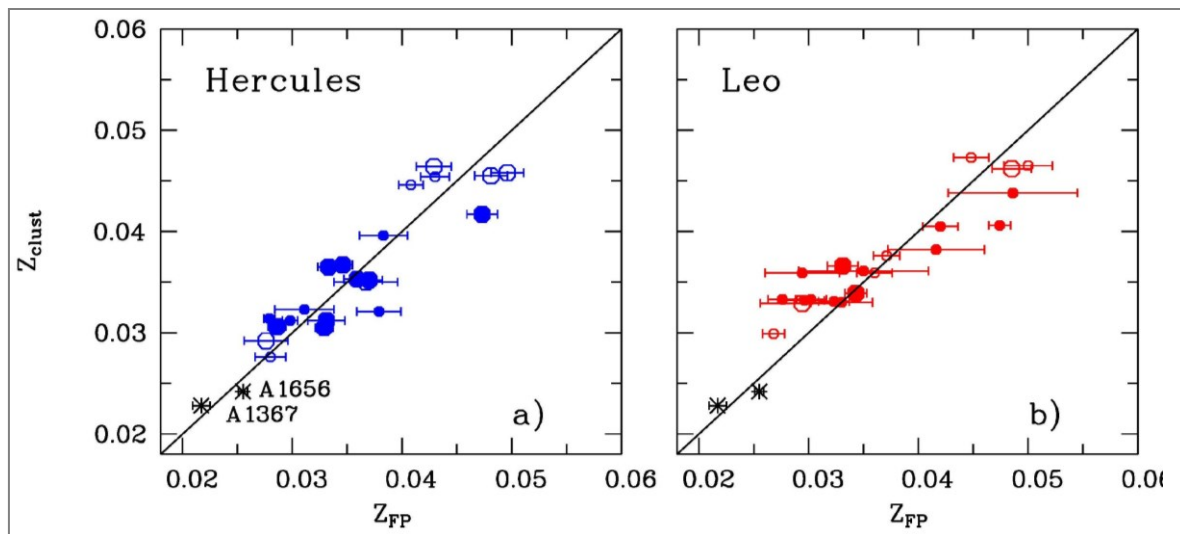


Рис. 29. Диаграммы Хаббла (наблюдаемое красное смещение z_{clust} и красное смещение, соответствующее расстоянию, полученному с помощью фундаментальной плоскости z_{FP}) для сверхскоплений Hercules (a) и Leo (b). Синими заполненными кружками показаны члены сверхскопления Hercules: большими кружками - богатые скопления галактик $\sigma > 500$ км/с, маленькими - бедные ($\sigma < 500$ км/с); пустые кружки - скопления галактик из ближайшего окружения сверхскопления. Члены сверхскопления Leo показаны красным цветом на аналогичной диаграмме.

Fig. 29. The Hubble diagrams (the observed red shift z_{clust} and the red shift z_{FP} corresponding to distance obtained by the fundamental plane) for the superclusters Hercules (a) and Leo (b). The filled blue circles show members of the Hercules supercluster: large circles denote rich galaxy clusters ($\sigma > 500$ km/s), small circles are poor ones ($\sigma < 500$ km/s). Empty circles correspond to galaxy clusters from the nearest environment of the supercluster. The members of the Leo supercluster are shown by red color in the analogous diagram.

В области богатых сверхскоплений галактик должны наблюдаться значительные пекулярные движения скоплений и групп галактик, характеризующие распределения темного и светящегося вещества.

In the region of rich galaxy superclusters considerable peculiar motions of clusters and galaxy groups characterizing distributions of dark and luminous matter must be observed.

Проведено (SDSS DR8) изучение пекулярных движений 41 скопления и группы галактик в областях сверхскоплений галактик Hercules и Leo ($0.027 < z < 0.045$). Для этого составлена выборка галактик ранних типов в них и с помощью фундаментальной плоскости (ее форма и нуль-пункт взяты из работы Солдера и др. A&A, 557, 21, 2013) определены расстояния и пекулярные скорости скоплений и групп. Для скоплений галактик богатого сверхскопления галактик Hercules в целом выполняется закон Хаббла между лучевой скоростью и полученным по фундаментальной плоскости расстоянием (рис. 29а). Но в то же время в его пределах и ближайшей окрестности наблюдаются значительные пекулярные движения вдоль луча зрения с дисперсиями 736 ± 50 км/с и 584 ± 50 км/с. В бедном сверхскоплении Leo дисперсия пекулярных скоростей также велика и равна 625 ± 70 км/с. На его диаграмме Хаббла (рис. 29б) наблюдается сближение скоплений и групп галактик вдоль луча зрения относительно самого массивного скопления A1185, расположенного вблизи центра сверхскопления.

В ближайшей окрестности сверхскопления Leo (практически в поле) дисперсия пекулярных скоростей скоплений галактик минимальна и равна 287 ± 60 км/с.

Ф.Г. Копылова, А.И. Копылов.

Peculiar motions of 41 clusters and galaxy groups (SDSS DR8) in the regions of the galaxy superclusters Hercules and Leo ($0.027 < z < 0.045$) were studied. To do this, a sample of early-type galaxies was selected, and the distances and peculiar velocities of clusters and groups were determined in them with the help of the fundamental plane (its form and zero-marks were taken from Solder et al., A&A, 557, 21, 2013).

For galaxy clusters of the rich galaxy supercluster Hercules the Hubble law about relation between the radial velocity and distance obtained from the fundamental plane is fulfilled on the whole (Fig. 29a).

But at the same time within its limits and in the nearest environment considerable peculiar motions along the line of sight with dispersions 736 ± 50 km/s and 584 ± 50 km/s are observed. In the poor supercluster Leo the dispersion of peculiar velocities is also large: 625 ± 70 km/s. In the Hubble diagram (Fig. 29b) we observe the line-of-sight approaching of clusters and galaxy groups to the most massive cluster A1185 located near the center of the supercluster.

In the nearest vicinity of the supercluster Leo (practically in the field) the dispersion of peculiar velocities of galaxy clusters is minimum: 287 ± 60 km/s.

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