

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ**

**ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ**

**На правах рукопису**

**ВАВІЛОВА ІРИНА БОРИСІВНА**

**ДОСЛІДЖЕННЯ**

**ВЕЛИКОМАСШТАБНОГО РОЗПОДІЛУ ГАЛАКТИК**

**У МІСЦЕВОМУ НАДСКУПЧЕННІ ТА ЯГЕЛОНЬСЬКОМУ ПОЛІ**

**МЕТОДАМИ**

**КЛАСТЕРНОГО, ФРАКТАЛЬНОГО ТА ХВИЛЬКОВОГО АНАЛІЗУ**

**01.03.02 "Астрофізика, радіоастрономія"**

**Автореферат**

**дисертації на здобуття вченого ступеня**

**кандидата фізико-математичних наук**

**Київ - 1995**

52  
Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Астр

Київського Національн

Наукові керівники: канд

АВ 33.373  
ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00761331 (L)

Караченцева Валентина Юхимівна,

доктор фізичних наук, професор,

Флін Петро Сигизмундович.

Офіційні опоненти: доктор фізико-математичних наук,

Ізотов Юрій Іванович

кандидат фізико-математичних наук,

Захожай Володимир Анатол'ївич

Провідна організація: Радіоастрономічний Інститут НАН України,

м.Харків

Захист відбудеться 22 грудня 1995р. на засіданні Спеціалізованої ради Д 01.74.01 при Головній астрономічній обсерваторії НАН України (252127, м.Київ, Голосіїво), початок засідання о 11<sup>30</sup> годині.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Головної астрономічної обсерваторії НАН України.

Автореферат розісланий "17" листопада 1995р.

Вчений секретар Спеціалізованої ради

кандидат фізико-математичних наук

  
Гусева Н.Г.

ЛННБ ім. В. Стефаніка  
АН України

**Актуальність проблеми.** Результати глибоких оглядів червоних зміщень галактик (роботи CfA-групи, наприклад де Лапарент, Гелер та Хухри, 1986; огляд Хайнес та Джіованелі, 1988) свідчать про неоднорідність великомасштабного розподілу галактик (ВМР) і суперечать поглядам, що сформувалися, про однорідність розподілу матерії у Всесвіті. Ці огляди не охоплюють усього неба, а прогрес у подальшому збільшенні числа галактик з виміряними червоними зміщеннями не є швидким через трудомісткість процесу отримання спектрів галактик (особливо низької поверхневої яскравості) та велику кількість об'єктів. Систематичні дослідження закономірностей у двовимірному розподілі галактик за допомогою сучасних математичних методів, які застосовуються до повних та однорідних вибірок галактик, суттєво доповнюють існуючі результати просторового розподілу галактик і скупчень галактик і є актуальними (класичне викладення проблеми можна знайти в книзі Піблса, 1983; та оглядовій роботі Бакал, 1988).

Для перевірки коректності теорій формування галактик і скупчень галактик необхідні дослідження закономірностей в розподілі галактик, які мають різні морфологічні властивості (морфологічний тип, поверхневу яскравість, абсолютну зоряну величину, розмір, орієнтацію великої осі, тощо). Морфологічні властивості пов'язані як з початковими умовами утворення галактик, так і з еволюційними процесами, під час котрих ці властивості можуть змінюватися в залежності від густини оточення.

Дослідження названих закономірностей вирішується на різноманітному спостережному матеріалі, при чому перевага віддається однорідним вибіркам.

Унікальними об'єктами для дослідження в цьому контексті є карликові галактики низької поверхневої яскравості (НПЯ), які відслідковують структуру розподілу яскравих галактик. Відомі вибірки карликів НПЯ, які нараховують більш від декількох сотень до тисячі об'єктів (каталог Бінгелі, Сендіджа та Тамана, 1985 (скупчення Virgo), каталог Фергюсона, 1989 (скупчення Fornax), каталог Караченцевої та Шаріної, 1988 (Місцеве Надскупчення)), для яких різними методами вивчався розподіл яскравих та карликових НПЯ галактик (наприклад, роботи Бінгелі, Тамана, Сендіджа, 1987; Караченцевої, 1990).

Не менш цікавими є глибокі огляди неба, що виконуються у зонах малих кутових розмірів. Як приклад, наведемо Ягелонське поле галактик (Рудницький, Дворак, Флін, 1973) з глибиною порядку  $400h^{-1}$  Мпс по оцінці Грота і Піблса, 1975, котрі виконали кореляційний аналіз розподілу об'єктів цього поля.

*Мета роботи* полягала у дослідженні та аналізі закономірностей як загального розподілу галактик, так і розподілу галактик залежно від їх морфологічних властивостей в областях різної густини оточення на новому спостережному матеріалі: Каталозі карликових галактик НПЯ Караченцевої та Шаріної, 1988 (КШ88), а також Ревізованому Каталозі галактик Ягелонського Поля (РКЯП) Фліна та Вавілової, що створений у 1995 р.

**Методика досліджень.** Поставлена задача розв'язувалась у двох напрямках: 1) вибір оригінального спостережного матеріалу, що відповідає критеріям однорідності, повноти та новизни; 2) вибір сучасних математичних методів, здатних адекватно оцінювати геометричні властивості розподілу галактик і виявляти області скупчування галактик для наступного їх аналізу.

Каталог карликових НПЯ галактик K188, що охоплює об'єм Місцевого Надскупчення, скупчень Virgo та Fornax, був вибраний за спостережну основу пошуку як загальних закономірностей в розподілі карликових НПЯ галактик, так і в залежності від їх морфологічних ознак. Для розв'язання поставлених задач використовувався метод кластерного аналізу, критерієм адекватності методу було співпадання характеристик кластерів галактик, виділених цим методом, з положенням та населеністю реальних груп і скупчень галактик.

Метод фрактального аналізу використовувався для вивчення самоподібності і мультифрактальних властивостей розподілу галактик Місцевого Надскупчення. Оригінальний спостережний матеріал складала вибірка галактик каталогу PGC (Paturel et al., 1989). Головною вимогою до вибірки була її повнота, яка оцінювалась по повноті каталогів UGC і ESO, що входять до PGC.

Поставлена мета не могла бути вирішеною на основі оригінального Ягелонського каталогу галактик (Rudnicki, Dworak, Flin, 1973), оскільки він не вміщує інформацію про характеристики галактик. При цьому сама вибірка Ягелонського поля галактик, що базувалась на оригінальних фотографічних пластинках POSS, не втратила своєї актуальності, так як вона є глибокою вибіркою ( $\approx 440$  Мпс) і вміщує в собі більш як 100 різних груп та скупчень галактик.

В зв'язку з цим дані про Ягелонське поле галактик були ревізовані на основі оцифрованих сканів, які вміщують багату інформацію про індивідуальні об'єкти в трьох кольорах (блакитному, жовтому та червоному). Для вирішення цієї задачі були застосовані відомі методи розпізнавання та класифікації образів "зірка/галактика" і створена методика розділення цих класів об'єктів для фотографічних пластинок Ягелонського поля. Процедура розділення образів на два класи на класифікаційних діаграмах виконувалася сплайн-методом. Вибірки галактик, які пройшли "фільтрацію" через усі класифікаційні параметричні діаграми, склали Ревізований Каталог галактик Ягелонського Поля (РКЯП).

Виявлення скупчень галактик на основі створеного РКЯП виконувалось методом хвилькового аналізу. Критерієм коректності методу та поставленої задачі було співпадання реальних положень скупчень галактик на небі та виділених цим методом систем. Як перші, для систематичних досліджень великомасштабного розподілу галактик в зоні РКЯП були вибрані три ейбелівські скупчення A1226, A1228, A1257, два з котрих (A1226, A1257) не вивчались раніше. Метод хвилькового аналізу використовувався також для виявлення підструктур в цих скупченнях.

Для дослідження характеристик скупчень використовувались також: модель Кінга для аналізу профіля розподілу галактик вздовж радіуса скупчень і функція Шехтера для розрахунку диференціальної функції світності скупчень, - в обох моделях нелінійні параметри знаходились методом симплексного пошуку, а лінійні з умови мінімуму суми квадратів нев'язок; пуасонівські вибірки, необхідні для порівняння з реальними вибірками галактик, моделювались методом випадкових чисел; для оцінки властивостей самоподібності та

мультифрактальності розподілу галактик використовувався метод швидкого пошуку на ґратці з  $n$ -точок та розв'язувались рівняння Лежандра в неявному вигляді.

Роботи були виконані на IBM класу 386DX/33 та 486DX2/66. Під час роботи була написана велика кількість програм оптимізації процедур розрахунків і візуалізації результатів для забезпечення можливості роботи в інтерактивному режимі з комп'ютером.

### *Ступінь новизни.*

Систематичні дослідження скупчування карликових НПЯ галактик вперше проведені на масштабі Місцевого Надскупчення (все скупчення, скупчення Virgo і Fornax, розсіяний фон) на основі однорідної вибірки каталогу карликових НПЯ галактик КШ88 і застосованої в цій роботі морфологічної класифікації карликів НПЯ.

Аналіз взаємного розподілу яскравих і карликових галактик в залежності від їх морфологічних типів проведено в більш широкій межі скупчень Virgo та Fornax на новому спостережному матеріалі КШ88.

Показана ефективність використання фрактальних методів (оцінка самоподібності та мультифрактальних властивостей) для вибірки галактик Місцевого Надскупчення з метою оцінки масштабу скупчення.

Вперше методика розпізнавання та класифікації образів "зірка/галактика" застосована до оцифрованих сканів оригінальних пластинок Ягелонського поля, що дозволило створити вибірки галактик нового Ревізованого Каталогу Ягелонського поля.

Методом хвилькового аналізу в розподілі галактик поля РКЯП були виділені три ейбелівські скупчення A1226, A1228, A1257, два з яких не вивчалися раніше.

### ***Наукова і практична значимість роботи.***

Результати дослідження та кількісних оцінок характеристик спостережного розподілу яскравих та карликових НПЯ галактик Місцевого Надскупчення можуть використовуватись при побудові моделей формування галактик в скупчення.

Створений Ревізований Каталог галактик Ягелонського поля містить в собі інформацію принаймні про два десятки тисяч зображень галактик в трьох кольорах, які входять в більш як сто груп і скупчень, і може використовуватись в подальшому дослідженні великомасштабної структури (ВМС) Всесвіту.

Комплекс програм по кластерному, фрактальному і хвильковому аналізу, створений автором, універсальний і може використовуватись як в подальших дослідженнях ВМС Всесвіту, так і в будь-якій іншій галузі астрономії і природознавства взагалі, де необхідно виконати аналіз закономірностей розподілу об'єктів на поверхні сфери і виявити області підвищеної скупченості.

Методика розпізнавання та класифікації об'єктів на фотографічній пластинці як "зірка/галактика", яка дозволила створити Ревізований Каталог Ягелонського Поля галактик, може бути використана в задачах розпізнавання образів, в яких характеристиками образів виступають контрастні зміни інтенсивності образу від центру до периферії, і два класи об'єктів мають різну статистичну вагу в області наступних параметрів: площа образів, головні полуосі, центральна поверхнева яскравість.

**Основні положення, що виносяться на захист.**

1. Висновок про неоднаковий характер скупчування карликових галактик низької поверхневої яскравості (НПЯ) різних морфологічних типів, котрий проявляється як у загальному обсязі Місцевого Надскупчення, так і в скупченнях Virgo і Fornax.

2. Аналіз взаємного розподілу яскравих та карликових НПЯ галактик різних морфологічних типів в скупченнях Virgo і Fornax.

3. Ревізія спостережного матеріалу по галактикам і скупченням галактик, який міститься на оригінальних фотографічних пластинках Ягелонського поля, сучасними математичними методами розпізнавання та класифікації образів "зірка/галактика" на оцифрованих сканах пластинок.

4. Аналіз структури та властивостей ейбелівських скупчень A1226, A1226 і A1257, що виявлені в зоні Ревізованого Каталогу галактик Ягелонського поля методом хвилькового аналізу.

5. Комплекс програм по методам кластерного, фрактального і хвилькового аналізу для виявлення структурних особливостей в двовимірному розподілі об'єктів на поверхні сфери. Комплекс програмного забезпечення для задач класифікації образів "зірка/галактика" на оцифрованих сканах фотографічних пластинок.

**Апробація роботи.** Матеріали дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на конференції "Релятивістська астрофізика і космологія", присвяченій пам'яті В.М.Шварцмана (САО РАН, Нижній Архиз, Росія, 1991); IV Зимовій Школі для Астрофізиків "Infrared Astronomy" (Тенеріфе, Канарські о-ви, Іспанія, 1992); II з'їзді Європейської Астрономічної Спілки "Extragalactic astronomy and observational cosmology" (Торунь, Польща, 1993); Міжнародній конференції ESO / ОНР "Dwarf galaxies" (Верхній Прованс,

Франція, 1993); XXII Генеральній Асамблеї МАС, Симпозіумі МАС №168 "Examining the Big Bang and diffuse Background radiations" (Гаага, Нідерланди, 1994); Міжнародній Науковій Конференції "Astrophysics and cosmology after Gamov" (Одеса, Україна, 1994); конференції, присвяченій 225-й річниці Астрономічної обсерваторії Львівського Університету (Львів, Україна, 1994); IV Міжнародній конференції "Observational cosmology: from galaxies to galaxy systems" (Сесто Пустерія, Італія, 1995); XXVII з'їзді Польської Астрономічної Спілки (Познань, Польща, 1995); семінарі Інституту Ядерної Фізики імені Ніводніщанського Польської АН, який входить до реєстру семінарів Польської АН (Краків, Польща, 1995); семінарах відділу астрофізики і фізики Сонця АО КУ.

**Сруктура роботи.** Загальний об'єм дисертації складає 222 сторінки, включаючи 37 малюнків, 10 таблиць і список використаних джерел з 292 найменувань, нумерація посилань на цитовані роботи розташована по порядку згадування в тексті, починаючи з першого розділу.

**Зміст роботи.** Дисертаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та списку літератури.

У вступі обгрунтована актуальність проблеми, сформульовані мета та методика досліджень, основні положення, що виносяться на захист, вказана їх наукова новизна та практичне значення.

**Розділ 1.** Поданий огляд літератури по дослідженню ВМР галактик у аспекті тенденції галактик до скупчування на різних масштабах простору. Розділ складається з двох частин, кожна з яких

відображує феноменологічний та статистичний підходи до проблеми розподілу та виділення груп, скупчень та надскупчень галактик відповідно.

В першій частині розділу систематизовано викладені основні роботи по дослідженню ВМР галактик та скупчень галактик, починаючи з перших робіт XVIII сторіччя аж до теперішнього часу. В першому параграфі значна увага приділяється роботам по ВМР галактик, виконаним в той час, коли позагалактична астрономія не існувала як наука. Причина проста: частина цих робіт актуальна і викликає захоплення зараз, багато незаслужено забуті, а повна історія робіт по дослідженню ВМР галактик поки що не написана. В другому параграфі відзначені роботи, виконані в період з 1925р. по 50-ті роки, коли уявлення про великомасштабне скупчування галактик не було загальноприйнятим, і лише деякі автори, про кого йде мова в цьому параграфі, продовжували дослідження в цьому напрямку. В цьому параграфі, як і в попередньому, згадуються роботи, які зіграли історичну роль в формуванні концепції Місцевого Надскупчення, відкритого де Вокулером на початку 50-х років. В третьому параграфі подані роботи по створенню перших каталогів скупчень галактик Ейбела та Цвікі і систематичним дослідженням на їх основі ВМР скупчень галактик. В четвертому параграфі представлені основні роботи, які сформували сучасне уявлення про ВМР галактик, перш за все на основі оглядів червоних зміщень галактик.

В другій частині подано короткий опис математичних методів дослідження ВМР галактик і основних результатів, які були отримані цими методами. Як історичні, так і сучасні методи подані з точки зору аналізу тенденції галактик до скупчування, оскільки цей аспект

проблеми складає предмет дослідження дисертаційної роботи. В частині описуються: статистичні міри і різні види автокореляційної функції; метод поділу простору на комірки та індекс скупчування, введені Цвікі; статистична модель скупчування галактик Неймана і Скот; спектр потужності; кореляційні функції  $n$ -точок, розроблені в астрономії Піблсом з співробітниками; функція Уайта розподілу областей, в яких відсутні галактики; кластерний та перколяційний аналізи; ієрархічний та таксономічний аналізи скупчування; виділення скупчень та підструктур скупчень галактик хвильковим методом; геометричні методи опису і моделювання ВМР галактик (мозаїка Вороного); аналіз самоподібності та мультифрактальності розподілу галактик.

Математичний апарат методів кластерного, хвилькового і фрактального аналізу, описаний в параграфах 1.1.3, 1.1.4, 1.1.6 даного розділу, викладено в обсязі, використаному автором при роботі над дисертацією.

Дослідження характеристик великомасштабного розподілу галактик на масштабах Місцевого Надскупчення, скупчень Virgo, Fornax та скупчень Ягелонського поля, які склали основу даної дисертаційної роботи, представлені в другому та третьому розділах.

*Розділ 2.* У вступі до розділу подано сучасне уявлення про структуру Місцевого Надскупчення (МН), що склалося із аналізу просторового розподілу галактик. У дисертації структура МН досліджувалася по двовимірному розподілу карликових НПЯ галактик. В першій частині приведено опис каталогу K1188, на базі котрого виконані дослідження. З застосуванням кластерного методу аналізується тенденція до скупчування карликів НПЯ у обсязі МН у областях різної густини оточення (усе надскупчення (перший

параграф), скупчення Virgo та Fornax (другий параграф), розсіяний фон (третій параграф)). Карликовою галактикою НПЯ є об'єкт, що має середню поверхневу яскравість слабкішу ніж  $24.5m/\square''$ , абсолютну величину слабкішу  $-16^m$  та незначний градієнт поверхневої яскравості. Подані результати по скупчуванню карликів НПЯ без та у залежності від морфологічних ознак: морфологічний тип (сфероїдальні dSph, еліптичні dE, спіральні dSm, ірегулярні магеланові dIm та без магеланових ознак dIr), середня поверхнева яскравість, градієнт поверхневої яскравості, ознака "ядра" галактики. Застосовуючи цю класифікацію, подано чисельні результати та обгрунтовано висновок, що для обсягу усього надскупчення, в тому числі, розсіяного фону, значущою ознакою є морфологічний тип карлика НПЯ: на масштабі МН карлики раніших типів зосереджені у скупченнях, на масштабі скупчень - у центральній частині; у відсутності щільного оточення (розсіяний фон) карлики всіх типів перемішані і характер їх скупчування однаковий.

В другій частині подані та аналізуються параметри положення та взаємного розподілу різних підсистем яскравих галактик і карликів НПЯ в скупченнях Virgo (перший параграф) та Fornax (другий параграф) в залежності від їх морфологічних ознак та перевіряється вплив щільності оточення на розміри карликів. Представлені параметри моделі Кінга щодо розподілу галактик різних підсистем вздовж радіуса скупчення. Результати по скупченню Fornax співпадають з попередньою роботою Фергюсона, 1989, який застосовував цю модель до розподілу галактик раніших та пізніших типів. Обгрунтовано висновок про кореляцію морфологічного типу галактики і її положення відносно центру скупчення.

Самоподібність та мультифрактальні характеристики вибірки галактик МН, створеної на основі каталогу PGC, аналізується у *третьій частині* розділу.

*Розділ 3.* Подані дослідження, що виконані на основі спостережного матеріалу, який міститься на оригінальних пластинках Ягелонського поля галактик. У вступі до розділу наведені мотиви, з яких було вирішено ревізувати дані Каталогу Ягелонського поля галактик Рудницького, Дворака і Фліна, 1973 та подані характеристики фотографічних пластинок. В *першій частині* описана методика класифікації образів на оцифрованих сканах фотографічних пластинок Ягелонського поля. Рекомендації авторів COSMOS-машини (Едінбург), що оцифровувала образи галактик та зірок, та висновки, зроблені при огляді цих фотографічних пластинок і матеріалів обробки сканів інших пластинок Ягелонського поля, виконані PDC-1010 Астрономічного інституту м.Мюнстера (ФРГ), дозволили виробити методику взаємодії методів класифікації об'єктів. Ця методика дозволила створити Ревізований Каталог галактик Ягелонського Поля. Частина вміщує в собі методичні рекомендації відносно процедури класифікації і розподілу образів на фотографічних пластинках на два класи об'єктів "зірка / галактика". В *другій частині* подані результати роботи по виділенню скупчень A1226, A1228, A1257 методом хвилькового аналізу. Аналіз характеристик цих скупчень представлений в *третьій частині* розділу. Методом хвилькового аналізу (як і при виділенні скупчень, для хвилькового перетворення автори використовували формулу двовимірної ізотропної хвильки "Мексиканський капелюх") вивчена структура цих скупчень (*перший параграф*); розподіл галактик вздовж радіуса скупчення моделювався, як і у випадку скупчень Virgo і

Fornax, Кінг-профілем (*другий параграф*); розподіл галактик по світностям апроксимувався диференційною функцією світності Шехтерівського типу, детальний математичний апарат для її розрахунку та отримані результати подано в *третьому параграфі*; аналізувалась поведінка найяскравіших членів скупчень, а саме, орієнтація найяскравішого члена відносно скупчення (*четвертий параграф*). У вступях до параграфів цієї частини подано літературний огляд по проблемі дослідження відповідної характеристики скупчень.

У висновках сформульовані основні результати дисертації.

### **Основні результати і висновки.**

1. Проведені систематичні дослідження скупчування карликових НПЯ галактик Місцевого Надскупчення, скупчень Virgo і Fornax, розсіяного фону надскупчення на основі каталогу КШ88 методом кластерного аналізу. Висновок:

а) Скупчування карликових НПЯ галактик в обсязі Місцевого Надскупчення проходить зовсім відмінним чином у карликів ранніх (dE, dSph) і пізніх (dSm, dIr, dIm) типів і підтверджує, що переважаюча більшість карликів ранніх типів зосереджена в скупченнях. Відмінності в скупчуванні карликів НПЯ в залежності від середньої поверхневої яскравості, градієнта яскравості, присутності чи відсутності ядра, статистично значимі, але не настільки виразні, як у різних типів.

б) Скупчування карликів НПЯ у розсіяному фоні МН (всі карлики поза скупченнями Virgo і Fornax) підтверджує, що густина оточення визначає як морфологічний тип, так і характер скупчування: в області низької густини оточення карликові dSph, dIm і dIr галактики скупчуються однаковим чином.

в) Скупчування карликових НПЯ галактик в скупченнях Virgo і Fornax помітно відрізняється від рівномірного розподілу і підтверджує відмічену в п.1а сегрегацію в розподілі карликів: бідні газом карлики НПЯ зосереджені у місцях більшої густини оточення (центр скупчень), а багаті газом (10% від загальної кількості галактик в скупченнях) мають більш рівномірний розподіл у скупченні та займають його периферію.

2. Аналіз взаємного розподілу яскравих та карликових галактик в скупченнях Virgo і Fornax, оснований на Кінг-моделі, показав, що карлики НПЯ чітко відслідковують розподіл яскравих галактик таких же морфологічних типів, а положення карлика відносно центру скупчення корелює з його морфологічним типом.

3. Як різний характер скупчування, так і різний характер розподілу галактик відмінних морфологічних типів в скупченнях добре узгоджується з теорією формування галактик скупчення зі збурень різної густини початкового спектру флуктуації: ядро скупчення (саму "стару частину", діаметр  $1^\circ$ ) заповнюють в першу чергу яскраві галактики раннього типу E+SO, оточені багаточисельним населенням карликів раннього типу. Область найбільшого скупчування карликів раннього типу простягається далі за область скупчування яскравих галактик аж до  $2^\circ$ -центроїда скупчення. Яскраві спіральні галактики пізнього типу практично відсутні в центральній частині скупчення і заповнюють периферію. Карликові галактики пізнього типу, відслідковуючи розподіл яскравих галактик таких же морфологічних типів, заповнюють не тільки область розповсюдження яскравих галактик, але й входять в "корональну" зону скупчення, беручи таким чином відповідальність за контур скупчення в оптичному діапазоні (приведені кількісні

оцінки характеризують скупчення Fornax, загальний висновок зберігається для скупчень).

4. Методи розпізнавання та класифікації образів "зірка/галактика", які використовувались для оцифрованих сканів оригінальних фотографічних пластинок Ягелонського поля галактик, показали, що універсальної методики розпізнавання образів (не залежної від якості фотографічного матеріалу, вибраної емульсії, класифікаційних параметрів) не існує. На основі методики, відпрацьованої для сканів пластинок Ягелонського поля галактик, створений Ревізований Каталог галактик Ягелонського поля (РКЯП).

5. Методом хвилькового аналізу проведено картографування різних зон РКЯП, в середині котрих виділено три ейбелівські скупчення A1226, A1228 і A1257. Метод показав свою унікальну властивість виділяти групи і скупчення в зонах неба типу Ягелонського поля (наявність багатьох груп та скупчень галактик і практична відсутність ізольованих галактик). Підтвердилися результати інших авторів про бімодальну структуру A1228 та зроблено аналіз функції світності трьох ейбелівських скупчень.

6. Самоподібність та мультифрактальні оцінки загального розподілу галактик Місцевого Надскупчення на основі виборки каталогу PGC, проведені методом фрактального аналізу, показали універсальність цього методу для виділення масштабу скупчення на загальному фоні розподілу галактик.

7. Проведено огляд наукових публікацій по картографічним та статистичним дослідженням великомасштабного розподілу галактик і скупчень галактик починаючи з ранніх робіт XVIII сторіччя і закінчуючи роботами цього року.

ЛНБ ім. В. Стефани  
АН України

**Основні результати надруковані у наступуючих роботах:**

1. Karachentseva V.E., Vavilova I.B., 1994a. Clustering of low surface brightness dwarf galaxies. I. General properties. // Bull. SAO RAS, v.37, p. 98-118.
2. Karachentseva V.E., Vavilova I.B., 1994b. Clustering of low surface brightness dwarf galaxies in the Local Supercluster. // In: "Dwarf galaxies", ESO Conf. & Workshop Proceedings, No49, eds. G.Meylon, P.Prugniel, p. 91-100.
3. Караченцева В.Е., Вавилова И.Б., 1995а. Скучивание карликовых галактик низкой поверхностной яркости. II. Скопление Virgo. // Кинематика и физика неб. тел, т.11, №5, с. 46-59.
4. Караченцева В.Е., Вавилова И.Б., 1995б. Скучивание карликовых галактик низкой поверхностной яркости. II. Скопление Fornax. // Кинематика и физика неб. тел, т.11, №5, с. 60-70.
5. Flin P., Vavilova I.B., 1995а. The investigation of Abell clusters: A1226, A1228 and A1257. // SISSA Ref. 65/95/A, eds. G.Giuricin, F.Mardirossian, M.Mezzetti, p.117-122.
6. Flin P., Vavilova I.B., 1995б. Structure and properties of A1226, A1228, A1257. // Preprint No 3/95, Cracow Pedag.Univ., Poland, p.1-4 (submitted to *Astrophys.Let.& Com.*).
7. Flin P., Vavilova I.B., 1995в. Automatic star/galaxy separation of scanned images. // Preprint No 7/95, Cracow Pedag. Univ., Poland, p.1-8.
8. Vavilova I.B. 1994. On the use of fractal concepts in analysis of distribution of galaxies. // Abstracts of XXII Gen. Assembly of IAU, S168.54 (submitted to Proc. IAU Symp.168 "Examining the Big Bang and diffuse background radiations", ed.M.Kafatos, Kluwer Acad.Publ., 3p.)

**Особистий вклад автора:** у роботах [1-4] - ідея та постановка задачі належить науковому керівникові Караченцевій В.Ю.; автором

розроблено комплекс програмного забезпечення по реалізації методу кластеризації та обчисленню моделі Кінга; автор приймав участь в опрацюванні даних, обговоренню результатів та написанню текстів статей. У роботах [5-7] - ідея задачі належить науковому керівникові Фліну П.С.; автор приймав участь у постановці задачі по ревізії даних Ягелонського каталогу та подальшому виділенню сйбелівських скупчень; автором розроблено комплекс програмного забезпечення щодо задачі класифікації та розпізнання образів "зірка-галактика" та реалізації методу хвилькового аналізу і моделі Шехтера; автор приймав участь в опрацюванні даних, обговоренню результатів та написанню текстів статей.

#### *Цитована література.*

Караченцева В.Е., 1990. Влияет ли окружение на глобальные характеристики карликовых галактик?// Письма в АЖ, 16, 99-108.

Пиבלс Ф. Дж. Э., 1983. Структура Вселенной в больших масштабах. // М., Мир, 408с.

Bahcall N.A., 1988. Large-scale structure in the Universe indicated by galaxy clusters. // Ann.Rev.Astron.Astrophys. 26, 631-686.

Binggeli B., Sandage A., Tammann G.A., 1995. Studies of the Virgo cluster. II. A catalog of 2096 galaxies in the Virgo cluster area.// Astron.J., 90, N 9, 1681-1758.

Binggeli B., Tammann G.A., Sandage A., 1987. Studies of the Virgo cluster. VI. Morphological and kinematical structure of the Virgo cluster. // Astron.J., 94, N2, 251-277.

de Lapparent V., Geller M.J., Huchra J.P., 1986. A slice of the Universe. // Astrophys.J., 302, L1-L5.

Ferguson H.C., 1989. Population studies in groups and clusters of galaxies. II. A catalog of galaxies in the central 3°.5 of the Fornax cluster. // Astron.J., 98, N 2, 367-418.

Haynes M.P., Giovanelli R., 1988. Large-scale structure in the Local Universe: the Pisces-Perseus supercluster. //In: Large-scale motions in the Universe, eds. V.C.Rubin, G.V.Coynе. Princeton Univ. Press, 1988, p.31-70.

Karachentseva V.E., Sharina M.E., 1998. The Catalogue of low surface brightness dwarf galaxies. // Soobshch. SAO, 57, 1-119.

Paturel G., Fouque P., Bottinelli L., Gouguenheim L. 1989. Catalogue of Principal Galaxies. // Lyon.

Peebles P.J.E., Groth E.J., 1975. Statistical analysis of catalogs of extragalactic objects. VI. The galaxies distribution in the Jagiellonian field. // Astrophys.J., 196, 647.

Rudnicki, K., Dworak, T.Z., Flin, P., 1973. A Catalogue of 15650 Galaxies in the Jagiellonian Field. // Acta Cosmologica, vol.I, p.7.

Робота виконана на двох незалежних спостережних матеріалах, Каталозі карликових НПЯ галактик та оригінальних фотографічних пластинках Ягелонського поля, що склали РКЯП галактик, авторами котрих є наукові керівники Караченцева В.Ю. та Флін П.С. відповідно. Ідея та постановка опрацювання даних цих каталогів відрізнялась і була запропонована кожним з керівників. Робота виконана у АО КУ; з Педагогічним Університетом м. Кельці, де працює проф. Флін П.С., Київський Університет має договір про наукову співпрацю.

Автор висловлює подяку науковим керівникам, визнаним у світі спеціалістам в галузі позагалактичної астрономії, за можливість переймання досвіду та плідне обговорення наукових проблем.

Дослідження, виконані автором в роботі, були підтримані ДКНТ України, КНН Польської АН та індивідуальним грантом Американської Астрономічної Спілки.

### Аннотация.

Вавилова И.Б. Исследование крупномасштабного распределения галактик в Местном Сверхскоплении и Ягеллонском поле методами кластерного, фрактального и мелковолнового анализа. Диссертация в форме рукописи на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 01.03.02 - Астрофизика, радиоастрономия. Главная Астрономическая обсерватория НАН Украины, Киев, 1995.

Защищаются 8 научных работ, содержащие результаты исследования двумерного распределения галактик на масштабе Местного Сверхскопления, скоплений Virgo, Fornax, эйбелловских скоплений A1226, A1228 и A1257. Сделан вывод о различном характере сгущения карликовых НПЯ галактик разных морфологических типов в зависимости от плотности окружения, который проявляется как в объеме Местного Сверхскопления, так и скоплений Virgo и Fornax. Обоснован вывод о корреляции морфологического типа галактики и ее положения относительно центра скопления. Выполненная ревизия наблюдательного материала пластинок Ягеллонского поля позволила выделить выборки галактик Ревизированного Каталога Ягеллонского поля и провести анализ структуры и функции светимости эйбелловских скоплений A1226, A1228 и A1257.

*Abstract.*

Vavilova I.B. An investigation of the large-scale galaxy distribution in the Local Supercluster and the Jagiellonian field by the methods of cluster, fractal and wavelet analysis. Dissertation for Scientific Degree of Candidate of Phys. and Math. in Speciality 01.03.02 - Astrophysics, Radioastronomy as a manuscript. Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of the Ukraine, Kyiv, 1995.

The author's results of investigation of the two-dimensional galaxy distribution on scales of the Local Supercluster and the Virgo, the Fornax, A1226, A1228, A1257 clusters are contained in 8 scientific papers. The conclusion about the different character of clustering of LSB dwarf galaxies of different morphological types in dependence on galaxy environment has been made as for volume of the Local Supercluster, so the Virgo and the Fornax clusters. The conclusion about correlation between the morphological type of galaxy and the galaxy position from cluster center is well-grounded. The revision of the observational data carried out on plates of the Jagiellonian field gave an opportunity to construct the Revised Jagiellonian Field Catalogue of galaxies and to analyse the structure and the luminosity function of Abell clusters A1226, A1228, A1257.

Ключові слова: галактики, скупчення галактик.

Замовлення № 270. Тираж 100 екз. Папір DATA COPY.

"ABC International Quick Print"

Київ 252171 вул.Горького, 180

445581

