

І. Б. Вавилова¹, Г. Ю. Івашенко^{1,2}, Ю. В. Бабик¹, О. М. Сергієнко³,
Д. В. Добричева¹, О. О. Торбанюк¹, А. А. Василенко¹, Н. Г. Пулатова¹

¹ Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України, Київ

² Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ

³ Астрономічна обсерваторія Львівського національного університету імені Івана Франка, Львів

АСТРОКОСМІЧНІ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ МУЛЬТИХВИЛЬОВИХ І КОСМОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЗАГАЛАКТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

*Коротко описано нові спеціально-орієнтовані астрокосмічні бази даних, отримані за допомогою наземних телескопів і космічних обсерваторій. Це дало можливість повніше проаналізувати мультихвильові спектральні і фізичні властивості галактик і скупчень галактик, зокрема: 1) для дослідження спектральних властивостей квазарів та розподілу матерії на міжгалактичних масштабах за допомогою *Luа*-лісу; 2) для досліджень галактик (у т. ч. з активними ядрами), на-самперед, формування великомасштабних структур у Всесвіті та впливу оточення на внутрішні параметри галактик; 3) для оцінок вмісту видимої і темної матерії у скупченнях галактик та для перевірки космологічних параметрів і еволюції матерії у широкому діапазоні віку Всесвіту.*

Ключові слова: галактики, активні ядра галактик, квазари, рентгенівські скупчення галактик, космологічні моделі.

ВСТУП

Можливість поєднання спостережуваних даних, отриманих за допомогою наземних телескопів і космічних обсерваторій, дозволяє проаналізувати мультихвильові фізичні властивості галактик і скупчень галактик у більш цілісному обсязі. З цією метою нами було створено нові вибірки, які поповнили базу даних Астрокосмічного центру обробки даних, що об'єднує бази даних Віртуальної рентгенівської і гамма-обсерваторії (VIRGO) (<http://virgoua.org/>) та Української віртуальної обсерваторії (<http://www.ukr-vo.org/>) [50, 51], а саме:

1) для дослідження спектральних властивостей квазарів та розподілу матерії на міжгалактичних масштабах за допомогою *Luа*-лісу:

- вибірка 3535 квазарів з SDSS DR7 із червоним зміщенням $2.3 < z < 4.6$ і спектрами гарної якості (високим відношенням сигнал-шум), наявними в цьому спектральному огляді неба;

- вибірка 33 квазарів із $z > 2$, що мають спектри високого розділення у публічно доступній базі ESO;

- вибірка з 102643 квазарів з SDSS DR10 (з них — вибірка «для композитів» — 65976); інші об'єкти: 11192 квазари з широкими (власними) лініями поглинання (BAL); 6804 квазари з DLA-системами; 1248 квазарів з поглинанням у лінії *Luα*; 493 квазари з поглинанням у лінії *Luβ*; 20 «нормальних» галактик або галактик із зореутворенням; 617 квазарів з неправильно визначеним червоним зміщенням; 1507 об'єктів, спектри яких мають низьке відношення сигнал-шум (неможливо провести ідентифікацію); 417 неповних спектрів (з технічних причин доступна лише частина спектру); 191 кандидат у бази;

© І. Б. ВАВИЛОВА, Г. Ю. ІВАШЕНКО, Ю. В. БАБИК,
О. М. СЕРГІЄНКО, Д. В. ДОБРИЧЕВА, О. О. ТОРБАНЮК,
А. А. ВАСИЛЕНКО, Н. Г. ПУЛАТОВА, 2015

2) для досліджень галактик (у т. ч. з активними ядрами), насамперед формування великомасштабних структур у Всесвіті та впливу оточення на внутрішні параметри галактик:

- вибірка 260 тисяч галактик з огляду SDSS DR9 до $z < 0.1$;
- вибірка 1429 активних ядер галактик (АЯГ) I типу, 123 АЯГ II типу, 10 BLRG з SDSS DR7 із $0.1 < z < 1.1$ в полі огляду WiggleZ;
- вибірка 62 ізольованих галактик з активними ядрами до $z < 0.05$ на основі каталогу 2MIG;
- вибірка 95 активних ядер галактик за даними супутників XMM-Newton та INTEGRAL/IBIS;

3) для оцінок вмісту видимої і темної матерії у скупченнях галактик та для перевірки космологічних параметрів і еволюції матерії в широкому діапазоні віку Всесвіту:

- вибірка 125 рентгенівських скупчень галактик за даними КА «Чандра» до $z < 2$.

Нижче приведено основні результати, отримані нами із застосуванням цих вибірок позагалактичних об'єктів.

МУЛЬТИХВИЛЬОВІ ВЛАСТИВОСТІ ГАЛАКТИК З АКТИВНИМИ ЯДРАМИ

Ізольовані галактики з активними ядрами (АЯГ) дають можливість проаналізувати їхні мультитихвильові властивості без впливу оточення, а також виявити фізичні параметри акреції на центральні надмасивні чорні діри без урахування зовнішніх ефектів оточення [14, 54]. Для такого дослідження із вибірки 62 ізольованих АЯГ [13] було виділено 36 у північному небі ($\delta < -15^\circ$) шляхом крос-кореляції двох каталогів позагалактичних об'єктів, а саме 2MASS-каталог ізольованих галактик (2MIG) [27] та каталог Veron-Cetty квазарів і активних ядер галактик [52]. Вибірка обмежена за видимою величиною $K_s \leq 12.0^m$ (2MASS) і променевою швидкістю галактик $V_r < 15000$ км/с. Було проаналізовано всі наявні архівні дані, доступні з літератури і баз даних, зокрема дані космічних обсерваторій в ультрафіолетовому, інфрачервоному та рентгенівському спектральних діапазонах, а також використано власні спостережні дані, отримані на телескопах 2.6-м Кримської астрофізичної обсерваторії і 2-м телескопі Національного астрономічного інсти-

титу Таїланду, для встановлення мультитихвильових властивостей ізольованих АЯГ, які впродовж 3 млрд років не зазнавали впливу оточення [39].

Ізольовані 2MIG-АЯГ були класифіковані на декілька категорій (дійсні (A) та слабкі (B) ізольовані АЯГ, композити (C), зі слабкими галактиками-супутниками (D)). Виявилось, що більшість ізольованих 2MIG-АЯГ північного неба належить до морфологічних типів S0-Sc, де близько 40 % мають тип Sb (рис. 1, а). Половина ізольованих 2MIG-АЯГ — це галактики спектрального типу Sy2 (рис. 1, б). Вперше встановлено, що всім ізольованим АЯГ спектрального типу Sy1 (без слабких галактик-супутників) притаманна така морфологічна особливість, як бар (рис. 2). Це свідчить про те, що бар має вирішальне значення для існування області широких емісійних ліній (ШЕЛ) в ізольованій галактиці і забезпечує передачу газу і пилу від диску галактики в область активного ядра. Отже, взаємодія з сусідніми галактиками не є необхідною умовою для формування області ШЕЛ.

Аналіз наявних спостережуваних даних показав, що ізольовані 2MIG-АЯГ є слабкими джерелами, від радіо- до рентгенівського діапазону електромагнітних хвиль, що збігається з гіпотезою про низьку світну активність АЯГ у Місцевому Всесвіті. При цьому унікальну інформацію про кінематичні властивості і спектральні особливості акреційних дисків АЯГ і надмасивні

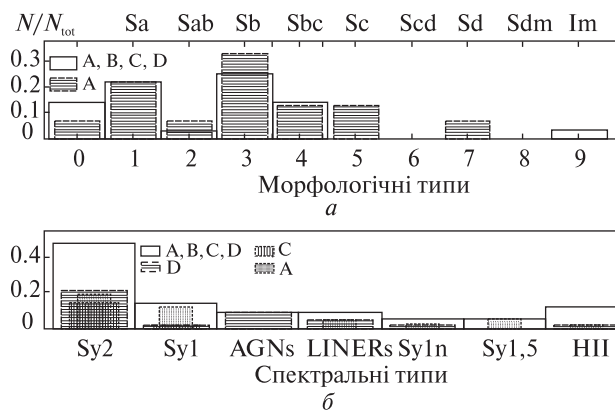


Рис. 1. Розподіл ізольованих 2MIG-АЯГ у північному небі: а — по морфологічних типах, б — по спектральних типах

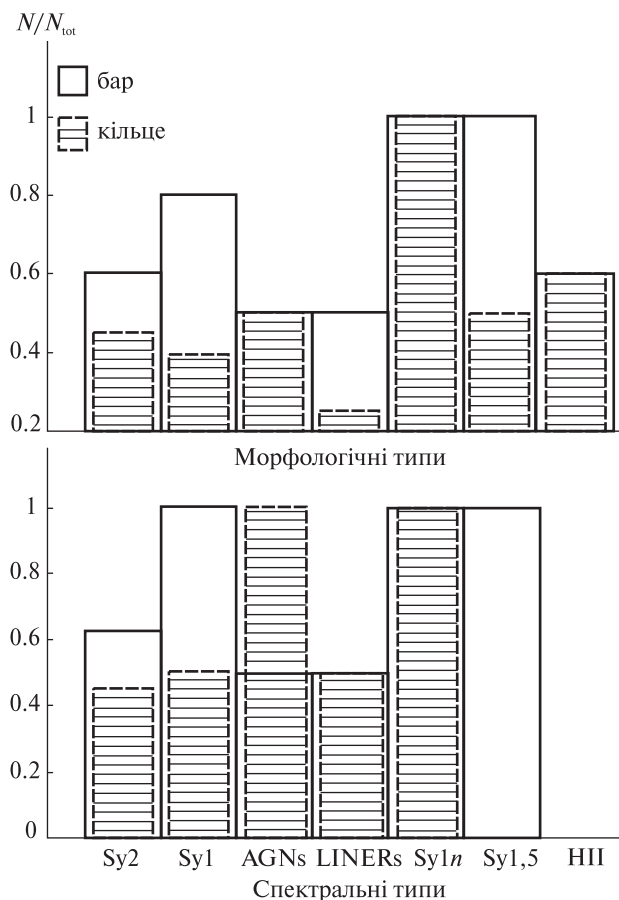


Рис. 2. Наявність барів і кільцевих структур як морфологічних особливостей для кожного спектрального типу ізольованих 2MIG-АЯГ у північному небі

центральні чорні діри надає аналіз саме Х-випромінювання цих галактик.

З табл. 1 видно, що тільки десять ізольованих 2MIG-АЯГ цієї вибірки, які спостерігалися в рентгенівському діапазоні космічними обсерваторіями Swift, Chandra та XMM-Newton, були проаналізовані в роботах [1, 16, 22, 47] з метою отримання фізичних властивостей та параметрів моделі. Табл. 1 містить такі параметри галактик: порядковий номер за каталогом 2MIG, назва, пряме сходження, схилення, швидкість (у км/с), морфологічний тип, потік у діапазоні 2...10 кеВ у одиницях 10^{-19} Дж/см², спектральний тип. Досліджувані галактики відносяться у своїй більшості до рентгенівських слабких, тому якість їхніх спектрів великою мірою залежить від часу експозиції. Об'єднуючи наявні дані космічних обсерваторій XMM-Newton і INTEGRAL, ми проаналізували з використанням програмного пакету XSpec спектри ще семи галактик: NGC 6300 (Sy1), Circinus galaxy (Sy2), NGC 1050 (Sy2), NGC 2989, ESO 317-038, ESO 438-009 (Sy1.5) та CGCG 179-005 (BLAGN). Для них були отримані значення таких величин (табл. 2), як «внутрішня» (виправлена за поглинання) світність у діапазоні 2...10 кеВ у одиницях 10^{33} Дж/с, степеневий індекс (Γ) та значення нейтрального поглинання (стовпчикова густина N_H) в одиницях 10^{20} см⁻². Приклади рентгенівських спектрів та їхнього моделювання для ізольованих галактик з

Таблиця 1. Параметри ізольованих 2MIG-АЯГ за даними [1, 16, 22, 47]

2MIG-номер	Назва	RA	DEC	V_h , км/с	Тип	Х-потік, 10^{-19} Дж/см ²	Спектральний тип
<i>A: дійсно ізольовані 2MIG-АЯГ</i>							
417	MCG-02-09-040	03:25:04.94	-12:18:28.5	4495	S0-a	1.1 [16]	Sy2
488	UGC02936	04:02:48.25	+01:57:56.6	3814	SB(s)d	1 [16]	Sy2
1345	NGC3035	09:51:55.02	-06:49:22.5	4350	SB(rs)bc	1.7 [16]	Sy1.5
1646	GCG243-024}	11:53:41.76	+46:12:42.6	7385	SB(r)a	0.12 [47]	Sy1n
2811	NGC6951	20:37:14.07	+66:06:20.3	1424	SAB(rs)bc	0.005 [1]	Sy2
3110	UGC12282	22:58:55.28	+40:55:55.9	5097	SABa	2.1 [16]	Sy1.5
3118	NGC7479	23:04:56.66	+12:19:22.3	2381	SB(s)c	0.023 [1]	Sy1.9
<i>D: ізольовані 2MIG-АЯГ зі слабкими галактиками-супутниками</i>							
1873	NGC5231	13:35:48.25	+02:59:55.6	6523	SBa	1.8[16]	Sy2
1915	NGC5347	13:53:17.85	+33:29:26.7	2384	(R)SB(rs)ab	0.03[47]	Sy2
2183	UGC10120	15:59:09.67	+35:01:47.3	9438	SB(r)b	0.3[22]	Sy1n

активними ядрами NGC 6300 (у діапазоні 0.5... 250 кеВ) і CGCG 179-005 (0.5...10 кеВ) приведено на рис. 3, а і б відповідно. Для галактики NGC 6300 було отримано також параметри відносного відбиття $R = 1.00 \pm 0.02$, енергії експоненційного обрізання $E_{\text{cut-off}} > 130$ та еквівалентну ширину $W = 124 \pm 90$ еВ лінії Fe K_{α} . Отримані параметри моделі подано в табл. 2.

Було проведено ґрунтовну роботу з дослідження рентгенівських спектрів активних ядер галактик у діапазоні енергій 0.5—250 кеВ на основі оригінальної вибірки з 95 об'єктів каталогу 22-month Swift-BAT All-Sky Hard X-ray Survey. Для галактик вибірки отримано параметри рентгенівських спектрів за даними супутників XMM-Newton та INTEGRAL/IBIS, побудовані взаємні залежності фотонного індексу Γ , параметра відносного відбиття R , енергії експоненційного обрізання $E_{\text{cut-off}}$, еквівалентної ширини лінії W Fe K_{α} та стовпчикової густини N_H . Проведено кореляційний аналіз як для всієї вибірки, так і окремо у залежності від радіогучності галактик та від сейфертовських типів АЯГ [48]. Вперше виявлено тенденцію про систематично вище значення параметра відносного відбиття R при малих значеннях фотонного індекса Γ для Sy2 у порівнянні з Sy1 (сейфертівськими галактиками 1-го типу). Показано, що параметр R має менші значення у радіогучних галактиках у порівнянні з радіотихими, а еквівалентні ширини ліній W Fe K_{α} у радіогучних галактиках при фіксованому значенні R менші, аніж у радіотихих. У цілому проведений аналіз свідчить про індивідуальну специфіку АЯГ, яка виходить за рамки уніфікованої схеми Антонуччі — Міллера.

Таблиця 2. Параметри ізольованих 2MIG галактик з активними ядрами, отримані авторами

Галактика	RA	DEC	z	Спектральний тип	N_H , 10^{20} см^{-2}	Γ	Світність, 10^{33} Дж/с (2...10 кеВ)
NGC 1050	02:42:35.6	+34:45:49	0.013	Sy2	—	2 (фікс.)	2.15 (0.5...2 кеВ)
NGC 2989	09:45:25.2	-18:22:26	0.014	AGN	5.07 ± 0.08	1.69 ± 0.68	4.65
ESO 317-038	10:29:45.6	-38:20:55	0.015	AGN	1705^{+32}_{-14}	1.7 (фікс.)	27.1
ESO 438-009	11:10:47.9	-28:30:04	0.024	Sy1.5	46.1 ± 40	1.86 ± 0.06	357
NGC 6300	17:16:59.5	-62:49:14	0.004	Sy2	1895 ± 24	1.62 ± 0.02	59.6
WKK 3050 (Circinus)	14:13:09.9	-65:20:20	0.001	Sy2	4743 ± 81	1.18 ± 0.07	12.1
CGCG179-005	08:25:10.2	37:59:20	0.021	BLAGN	146^{+36}_{-28}	1.71 ± 0.04	213

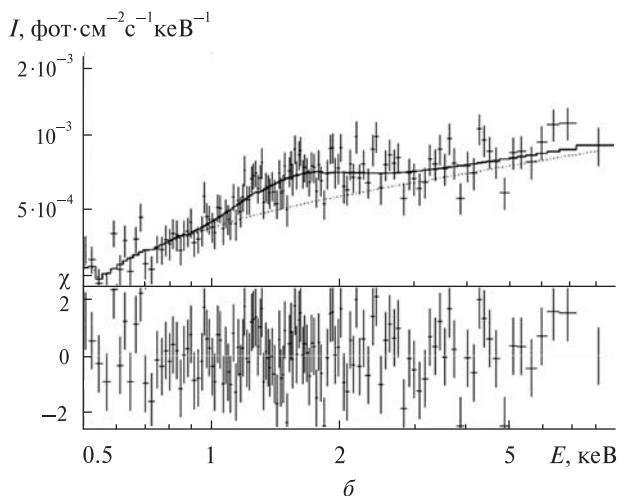
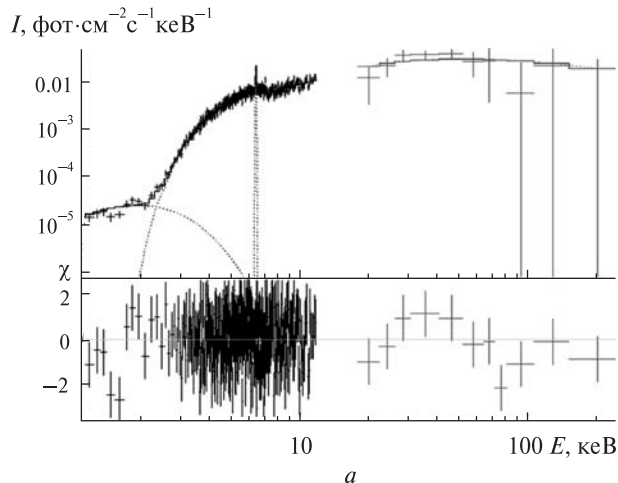


Рис. 3. Рентгенівські спектри двох ізольованих галактик з активними ядрами NGC 6300 (а) і CGCG 179-005 (б) за даними космічних обсерваторій XMM-Newton (до 10 кеВ) і INTEGRAL (20...250 кеВ), а також модельні криві (пунктир) з відповідними значеннями статистики χ критерію Пірсона

ЗВ'ЯЗОК СПЕКТРАЛЬНОГО УФ-ІНДЕКСУ КВАЗАРІВ З МАСОЮ ЧОРНОЇ ДІРИ

Спектральний розподіл енергії квазарів в УФ-оптичному діапазоні характеризується наявністю так званого УФ-піку з центром на 100–130 нм, широких ліній випромінювання, широких ліній поглинання (~10 % всіх об'єктів) та зменшенням потоку в короткохвильовій частині спектру від лінії випромінювання $L\alpha$ через поглинання у міжгалактичному середовищі. Згідно із загаль-

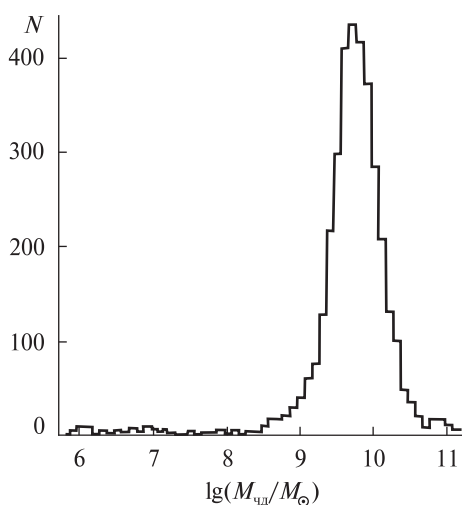


Рис. 4. Розподіл кількості N надмасивних чорних дір вибірки з 3535 квазарів з SDSS DR7 по масах

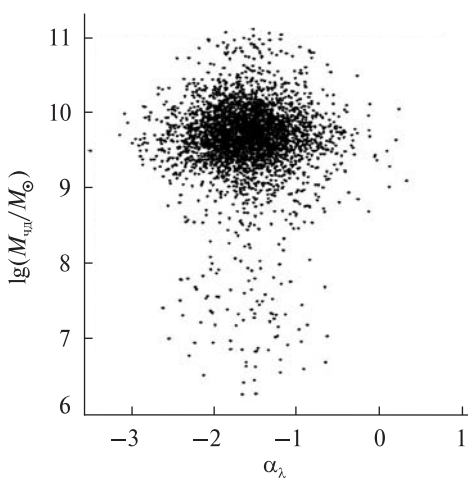


Рис. 5. Діаграма «логарифм маси надмасивних чорних дір — спектральний індекс» для вибірки з 3535 квазарів

ноприйнятою парадигмою будови АЯГ УФ-пік формується в навколоядерній області: континуум є тепловим випромінюванням акреційного диску, а лінії випромінювання формуються далі від ядра, в областях, які умовно представляють у вигляді хмар, що швидко обертаються навколо ядра, так званих ШЕЛ. Останні, в свою чергу, тісно пов'язані з іншими частинами галактики, як-то з баром [39]. Фізичні ж властивості АЯГ (маса НМЧД чи світність) напряду залежать від оточення, в якому формується АЯГ [19].

Основними характеристиками, якими різняться спектри квазарів в УФ-оптичному діапазоні, є еквівалентні ширини емісійних ліній та спектральний індекс α_λ . Відома емпірична обернена залежність між еквівалентними ширинами і світністю квазарів (ефект Балдвіна), яку пояснюють близькістю областей формування континууму і ліній, тоді як фізичного пояснення різниці в α_λ досі немає. Тому для кращого розуміння процесів, що відбуваються в навколоядерній області АЯГ, важливим є встановлення зв'язків між згаданими характеристиками спектру. В наших роботах показано відсутність залежності між світністю в УФ-діапазоні і α_λ [25], а також наявність залежності між еквівалентними ширинами ліній випромінювання та α_λ для тих ліній, для яких спостерігається ефект Балдвіна [45, 46]. Тому нами була зроблена перевірка можливого зв'язку α_λ з масою надмасивних чорних дір (НМЧД) в центрі квазарів.

Для цього використано власну вибірку з 3535 спектрів квазарів із SDSS DR7 з роботи [25]. Віріальну масу НМЧД для кожного об'єкта обчислено з емпіричних співвідношень, які пов'язують її зі світністю квазару та фотометричною відстанню до нього. Ці співвідношення отримані з припущенням, що область утворення широких емісійних ліній віріалізована та світність в континуумі характеризує радіус даної області, а півширина ліній випромінювання — віріальну швидкість. Оскільки використана вибірка містить квазари із червоним зміщенням понад 2.3, використовувались емпіричні співвідношення для емісійної лінії CIV.

На рис. 4 наведено розподіл квазарів за віріальними масами, а на рис. 5 — діаграму «ло-

гарифм маси надмасивних чорних дір — спектральний індекс».

Отриманий пік розподілу логарифму мас НМЧД (в масах Сонця) квазарів припадає на 9-10. Для блазарів за результатами інших досліджень ця величина становить 8-9. Але для перевірки можливого зв'язку типу АЯГ з масою НМЧД необхідні додаткові дослідження з вибірками інших типів АЯГ. З діаграми «логарифм маси надмасивних чорних дір — спектральний індекс» можна бачити відсутність будь-якої залежності між цими величинами. Отримані результати подано в роботах [26, 45, 46].

СТВОРЕННЯ ВИБІРКИ СПЕКТРІВ КВАЗАРІВ З SDSS DR10

Для створення вибірки спектрів квазарів для дослідження $\text{Ly}\alpha$ -лісу було використано каталог квазарів з десятого видання Слоанівського цифрового огляду неба (SDSS DR10), який містить 166583 об'єкти із $0.053 < z < 5.855$. З нього було відібрано лише об'єкти із $z \geq 2$, бо саме на цих червоних зміщеннях у спектрах квазарів спостерігається область $\text{Ly}\alpha$ -лісу. У первинну вибірку увійшло 125132 об'єкти.

Наступним, і основним (з точки зору затрат часу), етапом створення вибірки була візуальна перевірка спектрів, бо автоматичне ототожнення спектрів в SDSS має певні вади, через що до списків «квазарів» потрапляють зорі, наднові, «нормальні» галактики тощо. В результаті було виділено декілька підвбірок об'єктів. Так, до основної вибірки не увійшли спектри з дуже низьким відношенням сигнал-шум, яке не дозволяє визначити клас об'єкта або ототожнити емісійні лінії. Було виключено два типи спектрів квазарів, які через свою специфічність зазвичай не використовуються для роботи з $\text{Ly}\alpha$ -лісом: квазари з широкими власними лініями поглинання (BAL-квазари) та так звані Damped $\text{Ly}\alpha$ Systems (DLA). Також було виключено спектри, в яких спостерігається потужне поглинання в лініях $\text{Ly}\alpha$ та $\text{Ly}\beta$, тому що вони не можуть бути використані ні для створення композитних спектрів, ні для дослідження області $\text{Ly}\alpha$ -лісу.

Оскільки основна вибірка буде використовуватися для двох взаємопов'язаних задач — ство-

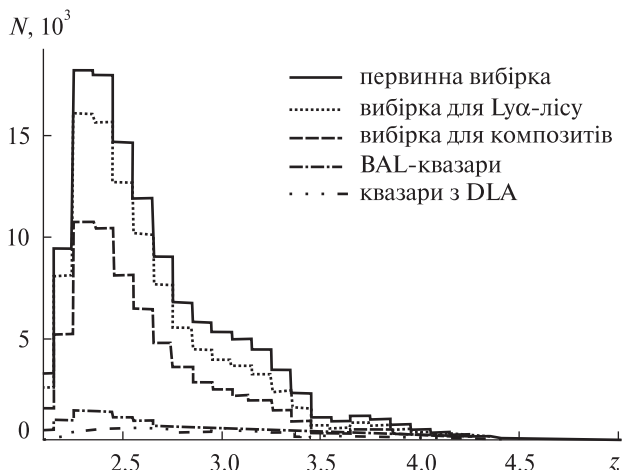


Рис. 6. Розподіл об'єктів первинної вибірки (суцільна лінія), вибірок для дослідження $\text{Ly}\alpha$ -лісу (пунктир), для композитів (штрихова лінія), BAL-квазарів (штрих-пунктир) та квазарів з DLA (штрих-штрих-пунктир)

рення композитних спектрів та дослідження розподілу матерії на міжгалактичних масштабах за допомогою $\text{Ly}\alpha$ -лісу, то після вилучення всіх вище перерахованих об'єктів в основній вибірці виділено додаткову підвбірку. Вона містить спектри з достатньо «якісно» вилученим фоном і відносно високим відношенням сигнал-шум. Це необхідно для створення композитних спектрів. До неї не входять спектри, що мають дуже вузькі лінії поглинання в довгохвильовій частині спектра від ліній $\text{Ly}\alpha$, які швидше за все є погано врахованими телуричними лініями. Отримана основна вибірка містить 102643 квазари та інші об'єкти (описана вище у вступі). Розподіл об'єктів вибірки по значеннях червоного зміщення для первинної вибірки, основної вибірки, вибірки «для композитів» та вибірок BAL-квазарів і квазарів з DLA подано на рис. 6. Детальний опис створення вибірки подано в роботі [44].

ГУСТИНА ОТОЧЕННЯ VS ПОКАЗНИК КОЛЬОРУ ГАЛАКТИК НА МАЛИХ ЧЕРВОНИХ ЗМІЩЕННЯХ

До вибірки галактик з червоними зміщеннями $0.02 < z < 0.1$ і видимою зоряною величиною $m_r < 17.7^m$, створеної нами на основі SDSS DR9 [17], був застосований 3D-метод мозаїки Вороного з метою визначення щільності оточення галактик. Метод був розроблений для виявлення систем

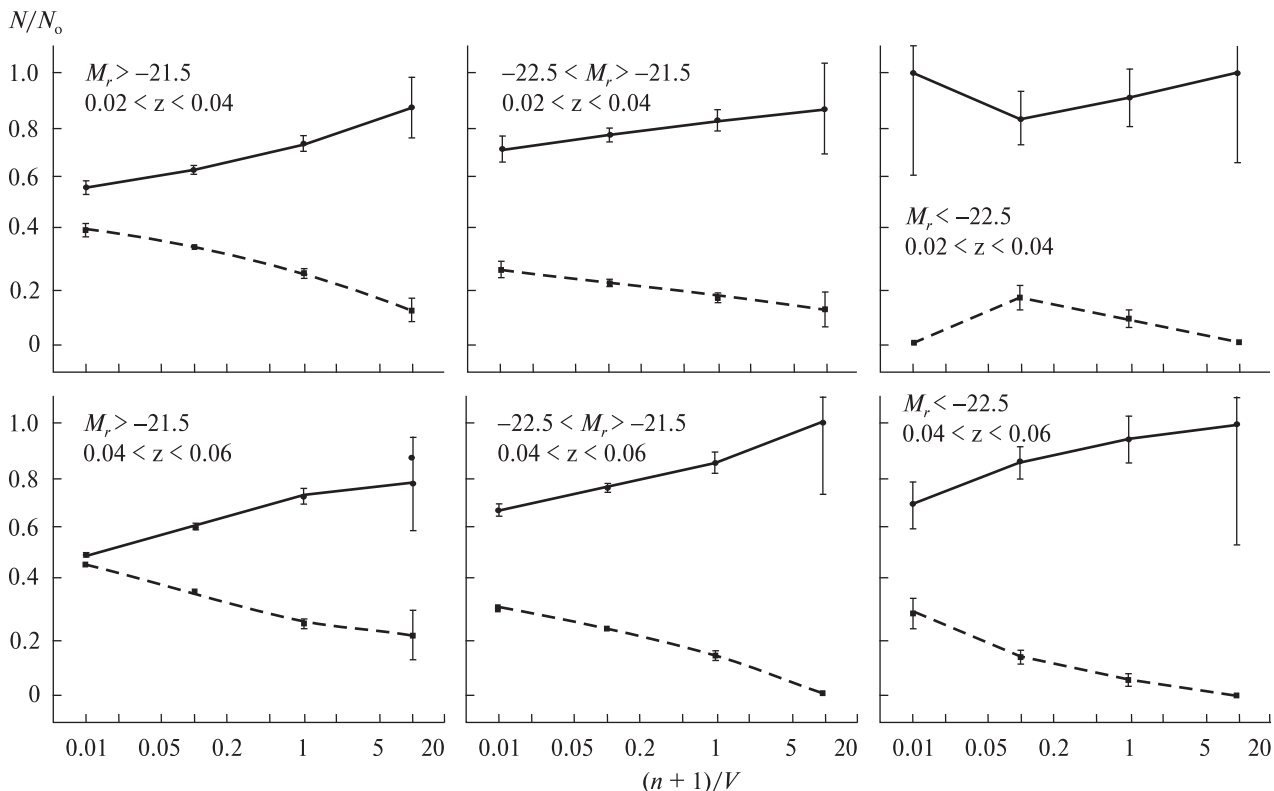


Рис. 7. Розподіл кількості галактик по їхній щільності у комірках Вороного: $(n + 1)/V$, де n — кількість слабких галактик з $M_r > -20.7^m$, V — об'єм комірки Вороного, для різних діапазонів червоних зміщень і світностей. Типи E-S0 (суцільна лінія) і Sa-Irr (пунктир) відповідають центральним галактикам, які є ядрами відповідних комірок Вороного. Кількість галактик в кожному біні нормовано на сумарну кількість N_0 центральних галактик E-Irr у кожному біні $(n + 1)/V$

галактик у великомасштабному розподілі Всесвіту і застосований для галактик спектрального огляду SDSS [21, 49] і галактик Місцевого Надскупчення [31]. При цьому галактики вибірки були розділені на дві групи: яскраві центральні з $M_r < -20.7^m$ ($N \sim 120000$) і слабкі галактики-супутники $M_r > -20.7^m$ ($N \sim 140000$). Щоб уникнути ефекту селекції, пов'язаного зі зменшенням кількості слабких галактик з червоним зміщенням, метод мозаїки Вороного був застосований до вибірки центральних галактик. Щільність оточення галактик ми характеризували зворотним об'ємом комірки Вороного $1/V$. Нижче представлено основні висновки.

Порівняно на малих червоних зміщеннях до $z < 0.1$ простежується тенденція еволюційного зменшення ранніх типів галактик зі збільшенням червоного зміщення. Таким чином, частка

ранніх типів галактик зменшується з червоним зміщенням, а спіральних і пізніх типів, навпаки, збільшується. Що вище щільність оточення центральних галактик (тобто що менша величина $1/V$), то більш імовірно, що центральна галактика має ранній тип. Крім того, зі збільшенням щільності слабких галактик навколо більш яскравої центральної галактики частка центральних галактик ранніх типів збільшується, а пізніх, навпаки, зменшується (рис. 7).

Що яскравіше галактики у вибірці, то вищою є частка центральних галактик ранніх типів в ній і більша їхня частка перебуває у щільнішому оточенні. Крім того, частка галактик ранніх типів серед яскравих центральних галактик є більшою (78 %) у порівнянні з вибіркою галактик-супутників (26 %). Це пояснюється тим, що в середньому галактики ранніх типів мають більшу

світність, і підтверджує тим самим, що галактики з найбільшою світністю знаходяться у тіснішому оточенні, ніж менш яскраві галактики [19].

У роботах [28, 35, 43] було показано, що центральні галактики і галактики-супутники еволюціонують по-різному. У роботах [23, 55], навпаки, були знайдені кореляції властивостей центральних галактик і їхніх супутників, що має свідчити про їхню спільну еволюцію. Зазначимо, що на основі вибірки 240 тис. галактик було розроблено автоматичну морфологічну класифікацію спіральних і еліптичних галактик для великих баз даних без попереднього перегляду [18] та визначено залежності показників кольору галактик від оточення [20].

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИЧНОЇ І РЕНТГЕНІВСЬКОЇ МАСИ ТА ОСНОВНИХ КОРЕЛЯЦІЙНИХ СПІВВІДНОШЕНЬ СКУПЧЕНЬ ГАЛАКТИК

Для визначення оптичних мас 37 рентгенівських скупчень галактик було використано дані з каталогу галактик та груп спектрального огляду SDSS DR7. Основним припущенням при визначенні маси скупчень була умова, що галактики перебувають у рівновазі з потенціалом скупчення. В результаті такого припущення маса скупчення може бути знайдена при відомих дисперсіях швидкостей галактик та їхніх положень за допомогою теореми віріала. Отримані у такий спосіб оптичні маси скупчень порівнювалися з масами, визначеними за рентгенівськими даними космічної обсерваторії «Чандра». Ми знайшли, що оптичні маси добре співвідносяться з рентгенівськими масами, а також що 70 % близьких скупчень перебувають в умовах гідростатичної рівноваги. Лише для невеликої кількості скупчень маси, визначені оптичним методом та рентгенівським, відрізнялися. Зображена на рис. 8 кореляційна залежність між оптичними та рентгенівськими масами має великі похибки, що не можуть бути пояснені лише спостережними похибками. Варто відмітити, що похибки, визначені для рентгенівської маси, значно перевищують оптичні [6].

Рентгенівські значення мас скупчень галактик, отримані в наших попередніх роботах, були використані для побудови кореляційної залеж-

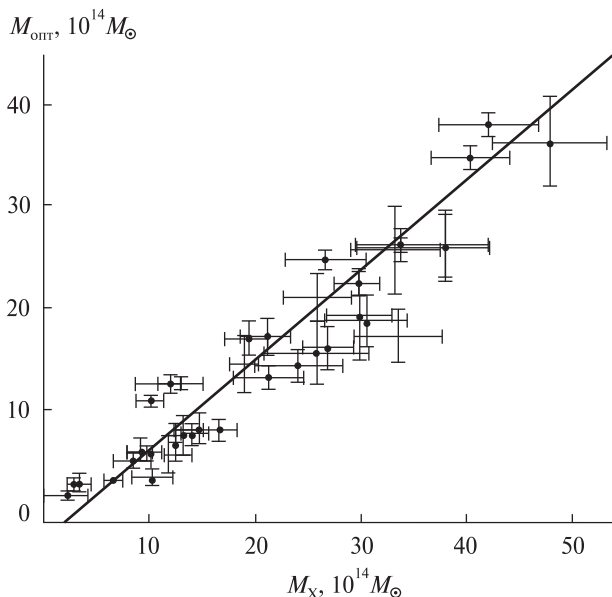


Рис. 8. Кореляційна залежність між оптичними та рентгенівськими масами скупчень галактик. Суцільна лінія — лінійна апроксимація

ності між параметром концентрації c та повною масою скупчення як $c \sim M_{vir}/(1+z)^b$ зі значенням нахилу профілю густини $a = -0.56 \pm 0.15$ і параметром $b = 0.80 \pm 0.25$ (для довірчого інтервалу 95 %). Додатково було знайдено, що внутрішній нахил профілю густини гало темної матерії корелює з масою баріонної матерії у скупченні галактик (зорі + міжкластерний газ), а саме: значення нахилу зменшується із збільшенням маси баріонів. Також отримані значення рентгенівських світностей, температури та маси міжгалактичного газу для скупчень галактик у широкому діапазоні червоних зміщень були використані для побудови відповідних кореляційних співвідношень.

Окремо з використанням даних телескопа «Чандра» було досліджено питання про вміст баріонного компонента у складі скупчень галактик на малих червоних зміщеннях ($z < 0.2$). Для відповідного завдання будувалися профілі поверхневої яскравості скупчень галактик, які моделювалися β -моделлю. Припускаючи, що отримані значення є статистично незалежними, тому що маса газу скупчення є незалежною від температури скупчення, ми знайшли високу достовірну

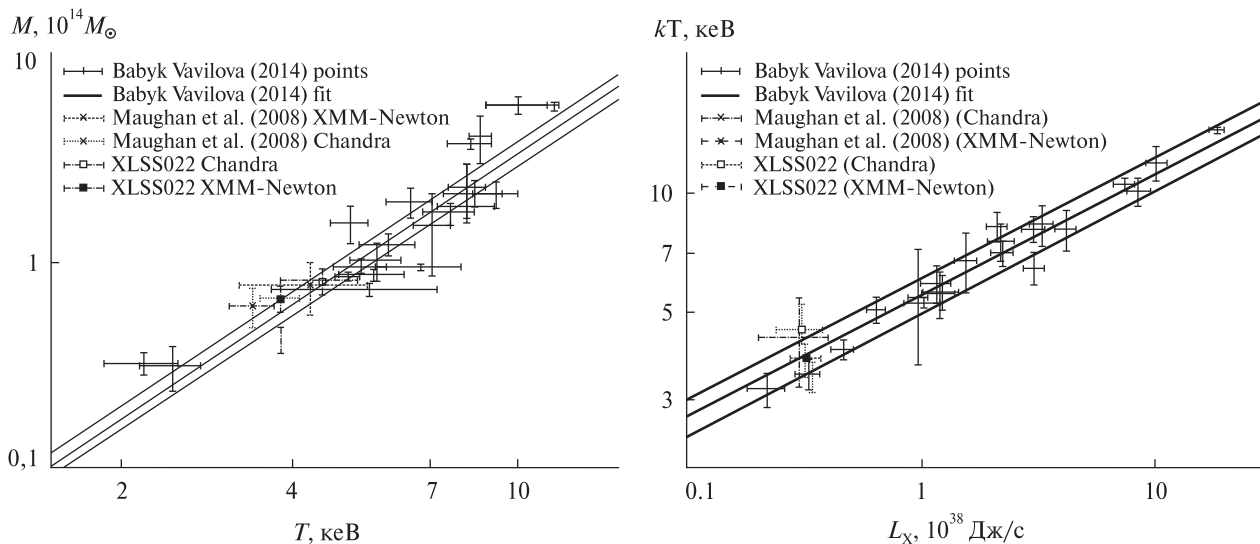


Рис. 9. Космологічні залежності між температурою і масою (а) та світністю та температурою (б) для вибірки скупчень галактик в діапазоні червоних зміщень 0.4 — 1.4 (використано дані з робіт [3, 8, 9, 30])

кореляцію між радіусом скупчення та його температурою: $R_{200} = 850 \text{ кпк} \cdot T^{0.61 \pm 0.04} \text{ кеВ}$.

Ми знайшли емпіричну залежність для повної маси баріонів (міжгалактичний газ+галактики), а також оцінили похибки вимірювання на рівні 25—30 % при визначенні повних мас скупчень галактик для близьких скупчень галактик. Для самого визначення маси баріонів була побудована кореляційна залежність між масою газу та оптичною світністю, отримана в роботі [53]. З відповідної залежності ми отримали не лише маси газу, але й повні маси баріонів скупчень (газ + зорі) вибірки, використовуючи залежність $M_b = M_g [1.33 + 0.05(M_g/10^{15} M_{\text{sun}})^{-0.52}]$. Тут M_b — маса баріонів на відстані R_{200} від центра скупчення, M_g — маса газу для відповідного радіуса без частки зоряного компонента. Було знайдено, що частка зір в повній масі баріонного компонента є значною і становить 10—15 % для масивних скупчень. Використовуючи отримані результати, було визначено, що частка газу та зір не еволюціонує із червоним зміщенням z , тому дане співвідношення може бути використане для визначення частки баріонного компонента у скупчень і на великих червоних зміщеннях, для яких наразі не отримано достовірних оптичних спостережень [5].

Для збільшеної за кількістю вибірки рентгенівських скупчень галактик, ніж це розглядалося в наших роботах (близько 150), визначено основні фізичні характеристики та вміст темної матерії, а також розглянуто важливість врахування баріонного ефекту для скупчень з потужними центральними галактиками [5, 9]. Для дослідження властивостей газу на відстані віриальних радіусів від центра скупчень було використано дані космічної обсерваторії Suzaku, — в результаті було побудовано розподіли температури, металічності та маси для вибірки з п'яти скупчень галактик до віриального радіуса.

Для досліджень скупчень галактик на великих червоних зміщеннях була підготовлена вибірка скупчень в діапазоні червоних зміщень 0.4—1.4, для якої побудовано основні космологічні залежності між температурою, світністю та масою [4, 7, 9]. Відповідні залежності були побудовані для ще двох далеких скупчень галактик [3, 8]. Результати добре корелюють із аналітичними моделями та попередніми нашими результатами (рис. 9). У зазначених дослідженнях використовувалися дані космічних обсерваторій «Чандра», ХММ-Ньютон, Сузаку. Створена нова вибірка X-скупчень галактик увійшла до онлайн-каталогу Страсбурзького центру даних Vizier [10].

**ПАРАМЕТРИ КОСМОЛОГІЧНИХ МОДЕЛЕЙ
З ДИНАМІЧНОЮ ТЕМНОЮ ЕНЕРГІЄЮ
ЗА ДАНИМИ КОСМІЧНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ PLANCK
ТА ЦИФРОВИХ ОГЛЯДІВ НЕБА**

Встановлення природи темних компонентів Всесвіту — темної матерії та темної енергії — є одним з основних завдань сучасної космології. Для цієї мети ключовими є як дані щодо анізотропії реліктового випромінювання, отримані за допомогою космічних обсерваторій WMAP та Planck, так і дані щодо великомасштабної структури Всесвіту. Останні включають баріонні акустичні осциляції або спектри потужності галактик з сучасних цифрових оглядів неба, а також характеристики рентгенівських скупчень галактик та $\text{Ly}\alpha$ -лісу. Водночас інформація про оптимальну космологічну модель є важливою для аналізу даних позагалактичних спостережень.

На основі сучасних спостережних даних за допомогою методу марківських ланцюжків Монте-Карло (MCMC, [19]) та пакет програм CosmoMC (<http://cosmologist.info/cosmomc>) було визначено найоптимальніші значення та довірчі інтервали

для параметрів динамічної темної енергії, моделлю якої є класичне скалярне поле з баротропним рівнянням стану, яке може бути як квінтесенційним, так і фантомним (безрозмірна густина Ω_{de} , теперішнє значення параметра рівняння стану w_0 та адіабатична швидкість звуку c_a^2 темної енергії) [22], та інших основних космологічних параметрів (фізичні густини баріонів $\Omega_b h^2$ та холодної темної матерії $\Omega_{cdm} h^2$, стала Габбла $h = H_0/100$ км/(с·Мпк), скалярний спектральний індекс n_s та амплітуда A_s первинних збурень, оптична глибина до реіонізації τ_{rei}).

Використано такі набори даних:

- 1) спектри потужності флуктуацій температури реліктового випромінювання, отримані в космічних експериментах WMAP (WMAP9) [11, 24] та Planck (Planck2013) [36—38], доповнені даними щодо поляризації реліктового випромінювання, отриманими WMAP;
- 2) вимірювання сталої Габбла за допомогою Космічного телескопа Габбла (HST) [40];
- 3) баріонні акустичні осциляції (BAO) з оглядів неба SDSS релізів DR7 [33], DR9 [2] та 6dF [12];

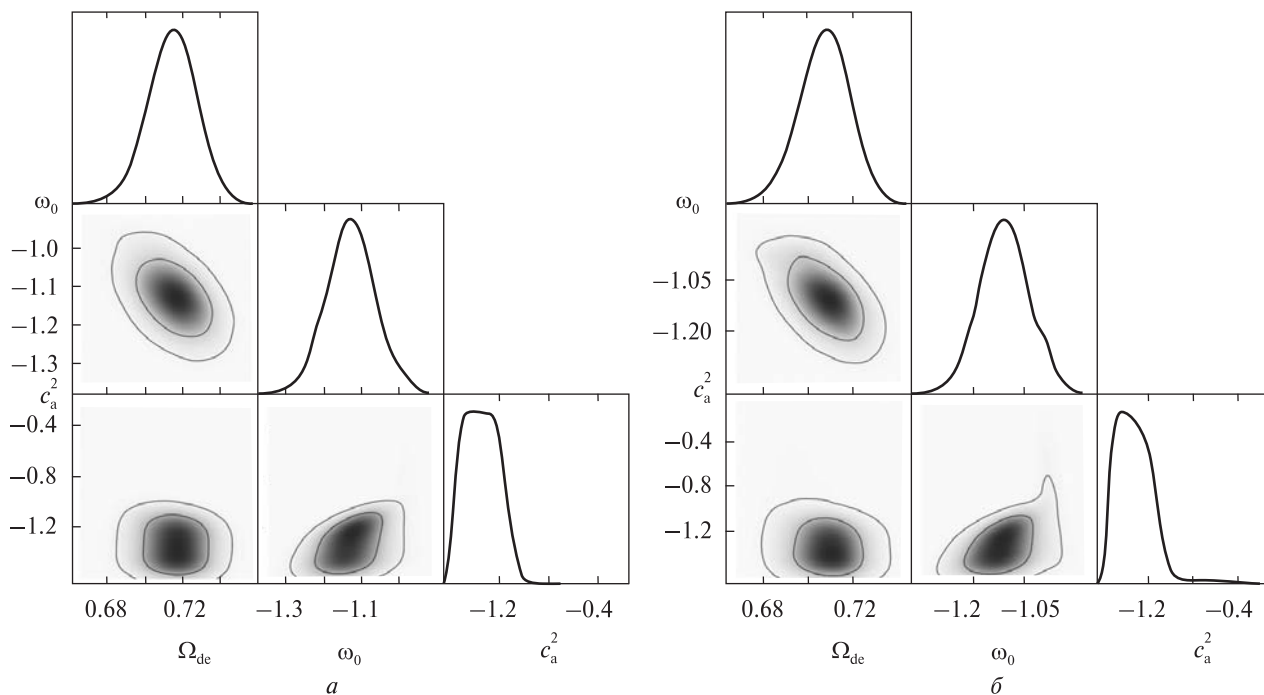


Рис. 10. Одно- та двовимірні маргіналізовані апостеріорні функції розподілу для наборів даних Planck2013 + HST + WiggleZ + SNLS3 (a) та Planck2013 + HST + WiggleZ + Union2.1 (б)

Таблиця 3. Найоптимальніші значення параметрів, їхні середні значення та довірчі 2 σ -інтервали для наборів даних Planck2013+HST+WiggleZ+SNLS3 та Planck2013+HST+WiggleZ+Union2.1

Параметр	Planck2013+HST+WiggleZ+SNLS3		Planck2013+HST+WiggleZ+Union2.1	
	Найоптимальніше значення	Середнє значення $\pm 2\sigma$ с. л.	Найоптимальніше значення	Середнє значення $\pm 2\sigma$ с. л.
Ω_{de}	0.715	0.714 _{-0.026} ^{+0.024}	0.715	0.709 _{-0.028} ^{+0.026}
w_0	-1.160	-1.130 _{-0.126} ^{+0.134}	-1.150	-1.111 _{-0.141} ^{+0.141}
c_a^2	-1.320	-1.328 _{-0.250} ^{+0.238}	-1.304	-1.316 _{-0.253} ^{+0.249}
$10\Omega_b h^2$	0.220	0.221 _{-0.005} ^{+0.005}	0.221	0.221 _{-0.005} ^{+0.005}
$\Omega_{cdm} h^2$	0.121	0.120 _{-0.004} ^{+0.004}	0.120	0.120 _{-0.004} ^{+0.005}
h	0.708	0.706 _{-0.028} ^{+0.028}	0.708	0.700 _{-0.030} ^{+0.030}
n_s	0.961	0.960 _{-0.013} ^{+0.013}	0.960	0.960 _{-0.013} ^{+0.013}
$\lg(10^{10} A_s)$	3.083	3.086 _{-0.047} ^{+0.051}	3.091	3.087 _{-0.047} ^{+0.050}
τ_{rei}	0.086	0.089 _{-0.024} ^{+0.027}	0.091	0.089 _{-0.024} ^{+0.026}

4) спектр потужності галактик з WiggleZ Dark Energy Survey [34];

5) відстані до наднових типу Ia з компіляцій SNLS3 [15] та Union2.1 [42].

Встановлено, що серед комбінованих наборів даних, які включають дані про баріонні акустичні осциляції, найточніше визначення космологічних параметрів з найвужчими довірчими інтервалами отримується для набору даних Planck2013+HST+BAO+SNLS3. Для цього набору Λ CDM-модель лежить дещо за межами довірчої 2 σ -області, у той час як для набору WMAP9+HST+BAO+SNLS3 Λ CDM відхиляється від найоптимальнішої моделі лише на 1 σ . Підтверджено наявність розходження значень деяких космологічних параметрів, визначених на основі даних WMAP9 і Planck2013, яке сягає (1.72...1.86) σ [32].

Точність визначення космологічних параметрів на основі комбінованих наборів даних Planck-2013 + HST + WiggleZ + SNLS3 та Planck2013 + HST + WiggleZ + Union2.1 (рис. 10, табл. 3) є близькою до точності для наборів даних Planck-2013 + HST + BAO + SNLS3 та Planck2013 + HST + BAO + Union2.1 (див. табл. 2 у роботі [32]).

Водночас показано, що ні комбіновані набори даних, що включають баріонні акустичні осциляції, ні ті, що включають спектр потужності галактик, не дозволяють встановити обмеження

на значення ефективної швидкості звуку темної енергії [41]. Отже, для визначення цього параметра слід розробити нові космологічні тести.

ВИСНОВКИ

Коротко описано нові спеціально-орієнтовані астрокосмічні бази даних, створені авторами для вирішення різноманітних досліджень з позагалактичної астрономії і космології. Це дало можливість поєднати спостережувані дані, отримані за допомогою наземних телескопів і космічних обсерваторій та повніше проаналізувати мультихвильові спектральні і фізичні властивості галактик і скупчень галактик.

Роботу виконано в рамках Цільової комплексної програми НАН України з наукових космічних досліджень на 2012 — 2016 рр. Створені нами бази даних доступні для студентів, аспірантів і науковців за адресами <http://virgoua.org/> та <http://www.ukrvo.org/>.

1. *Akylas A., Georgantopoulos I.* XMM-Newton observations of Seyfert galaxies from the Palomar spectroscopic survey: the X-ray absorption distribution // *Astron. and Astrophys.* — 2009. — **500**. — P. 999—1012.
2. *Anderson L., Aubourg E., Bailey S., et al.* The clustering of galaxies in the SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: baryon acoustic oscillations in the Data Release 9 spectroscopic galaxy sample // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* — 2012. — **427**. — 3435.

3. *Babyk Iu.* A distant Chandra galaxy cluster CL J1415.1+3612: constraint on evidence of the cool core phenomenon // *Baltic Astron.* — 2014. — **23**. — P. 93—102.
4. *Babyk Iu., Del Popolo A.* Correlations in relaxed clusters of galaxies // *Baltic Astron.* — 2014. — **23**. — P. 9—26.
5. *Babyk Iu. V., Vavilova I. B.* The distribution of baryon matter in the nearby X-ray galaxy clusters // *Odessa Astron. Pubs.* — 2012. — **25**. — P. 119—124.
6. *Babyk Iu. V., Vavilova I. B.* Comparison of optical and X-ray mass estimates of the Chandra Galaxy Clusters at $z < 0.1$ // *Odessa Astron. Pubs.* — 2013. — **26**, N 2. — P. 175—178.
7. *Babyk Iu., Vavilova I.* The Chandra X-ray galaxy clusters at $z < 1.4$: constraints on the evolution of L_X - T_X - M_g relations // *Astrophys. and Space Sci.* — 2014. — **349**, N 1. — P. 415—421.
8. *Babyk Iu., Vavilova I.* The distant galaxy cluster XLSSJ022403.9-041328 on the L_X - T_X - M scaling relations using Chandra and XMM-Newton observations // *Astrophys. and Space Sci.* — 2014. — **353**, N 2. — P. 613—619.
9. *Babyk Iu., Vavilova I., Del Popolo A.* Chandra X-ray galaxy clusters at $z < 1.4$: constraints on the inner slope of density profiles // *Astron. Reports.* — 2014. — **58**, N 9. — P. 587—610.
10. *Babyk Iu., Vavilova I., Del Popolo A.* VizieR Online Data Catalog: Chandra X-Ray galaxy clusters at $z < 1.4$ // *VizieR On-line Data Catalog: J/AZh/91/679*.
11. *Bennett C. L., Larson D., Weiland J. L., et al.* Nine-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Final maps and results // *Astrophys. J. Suppl. Ser.* — 2013. — **208**, N 2. — id. 20. — 54 p.
12. *Beutler F., Blake C., Colless M., et al.* The 6dF Galaxy Survey: baryon acoustic oscillations and the local Hubble constant // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* — 2011. — **416**. — P. 3017.
13. *Chesnok N. G.* General properties of a sample of isolated galaxies containing active nucleus // *Kosmichna Nauka i Tekhnologiya.* — 2010. — **16**, N 5. — P. 77—88.
14. *Chesnok N. G., Sergeev S. G., Vavilova I. B.* Optical and X-ray variability of Seyfert galaxies NGC 5548, NGC 7469, NGC 3227, NGC 4051, NGC 4151, Mrk 509, Mrk 79, and Akn 564 and quasar 1E 0754 // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies.* — 2009. — **25**, N 2. — P. 107—113.
15. *Conley A., Guy J., Sullivan M., et al.* Supernova constraints and systematic uncertainties from the first three years of the Supernova Legacy Survey // *Astrophys. J. Suppl. Ser.* — 2011. — **192**, N 1. — 29 p.
16. *Cusumano G., La Parola V., Segreto A., et al.* The Palermo Swift-BAT hard X-ray catalogue. III. Results after 54 months of sky survey // *Astron. and Astrophys.* — 2010. — **524**. — id. A64. — 37 p.
17. *Dobrycheva D. V.* The New Galaxy Sample from SDSS DR9 at $0.003 \leq z \leq 0.1$ // *Odessa Astron. Pubs.* — 2013. — **26**. — P. 187—188.
18. *Dobrycheva D., Melnyk O. V., Vavilova I. B.* Morphology and color indices of galaxies in Pairs: Criteria for the classification of galaxies // *Astrophysics.* — 2012. — **55**, N 3. — P. 293—305.
19. *Dobrycheva D. V., Melnyk O. V., Vavilova I. B., Elyiv A. A.* Environmental Properties of Galaxies at $z < 0.1$ from the SDSS via the Voronoi Tessellation // *Odessa Astron. Pubs.* — 2014. — **27**. — P. 26—27.
20. *Dobrycheva D. V., Melnyk O. V., Vavilova I. B., Elyiv A. A.* Environmental density vs. colour indices of the low redshifts galaxies // *Astrophysics.* — 2015. — **58**, N 2. — P. 168—180.
21. *Elyiv A., Melnyk O., Vavilova I.* High-order 3D Voronoi tessellation for identifying isolated galaxies, pairs and triplets // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* — 2009. — **394**, N 3. — P. 1409—1418.
22. *Gallo L. C.* Investigating the nature of narrow-line Seyfert 1 galaxies with high-energy spectral complexity // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* — 2006. — **368**. — P. 479—486.
23. *Hartley W. G., Conselice C. J., Mortlock A., et al.* Galactic conformity and central/satellite quenching, from the satellite profiles of M^* galaxies at $0.4 < z < 1.9$ in the UKIDSS UDS // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* — 2015. — **451**, N 2. — P. 1613—1636.
24. *Hinshaw G., Larson D., Komatsu E., et al.* Nine-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Cosmological Parameter Results // *Astrophys. J. Suppl. Ser.* — 2013. — **208**, N 2. — id. 19. — 25 p.
25. *Ivashchenko G., Sergijenko O., Torbaniuk O.* Composite spectra of quasars with diferent UV spectral index // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* — 2014. — **437**. — P. 3343—3361.
26. *Ivashchenko G., Vasylenko O.* Cross-correlation function of SDSS DR7 I-type AGNs and WiggleZ galaxies // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies.* — 2015. — **31**. — N 3. — P. 1—12.
27. *Karachentseva V. E., Mitronova S. N., Melnyk O. V., Karachentsev I. D.* Catalog of isolated galaxies selected from the 2MASS survey // *Astrophys. Bull.* — 2010. — **65**, N 1. — P. 1—17.
28. *Kovac K., Lilly S. J., Knobel C., et al.* zCOSMOS 20k: satellite galaxies are the main drivers of environmental effects in the galaxy population at least to $z \sim 0.7$ // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* — 2014. — **438**. — P. 717—738.
29. *Lewis A., Bridle S.* Cosmological parameters from CMB and other data: A Monte Carlo approach // *Phys. Rev. D.* — 2002. — **66**. — 103511.
30. *Maughan B. J., Ellis S. C., Jones L. R., et al.* XMM-Newton Observes Cl J0152.7-1357: A Massive Galaxy Cluster

- Forming at Merger Crossroads at $z = 0.83$ // *Astrophys. J.* — 2006. — **640**, N 1. — P. 219–227.
31. *Melnyk O. V., Elyiv A. A., Vavilova I. B.* The structure of the Local Supercluster of galaxies detected by three-dimensional Voronoi's tessellation method // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies.* — 2006. — **22**, N 4. — P. 283–296.
 32. *Novosyadlyj B., Sergijenko O., Durrer R., Pelykh V.* Constraining the dynamical dark energy parameters: Planck-2013 vs WMAP9 // *J. Cosmology and Astroparticle Phys.* — 2014. — 5, N 05. — article id. 030.
 33. *Padmanabhan N., Xu X., Eisenstein D. J., et al.* A 2 per cent distance to $z = 0.35$ by reconstructing baryon acoustic oscillations. I. Methods and application to the Sloan Digital Sky Survey // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* — 2012. — **427**. — 2132.
 34. *Parkinson D., Riemer-Sorensen S., Blake C., et al.* The WiggleZ Dark Energy Survey: Final data release and cosmological results // *Phys. Rev. D.* — 2012. — **86**. — 103518.
 35. *Peng Y.-J., Lilly S. J., Kovac K., et al.* Mass and Environment as Drivers of Galaxy Evolution in SDSS and zCOSMOS and the Origin of the Schechter Function // *Astrophys. J.* — 2010. — **721**. — P. 193–221.
 36. Planck collaboration, Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results // *Astron. and Astrophys.* — 2014. — **571**. — A1.
 37. Planck collaboration, Planck 2013 results. XV. CMB power spectra and likelihood // *Astron. and Astrophys.* — 2014. — **571**. — A15.
 38. Planck collaboration, Planck 2013 results. XVI. Cosmological parameters // *Astron. and Astrophys.* — 2014. — **571**. — A16.
 39. *Pulatova N. G., Vavilova I. B., Sawangwit U., et al.* The 2MIG isolated AGNs. I. General and multiwavelength properties of AGNs and host galaxies in the northern sky // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* — 2015. — **447**, N 3. — P. 2209–2223.
 40. *Riess A. G., Macri L., Casertano S.* A 3 % Solution: Determination of the Hubble Constant with the Hubble Space Telescope and Wide Field Camera 3 // *Astrophys. J.* — 2011. — **730**. — P. 119.
 41. *Sergijenko O., Novosyadlyj B.* Sound speed of scalar field dark energy: Weak effects and large uncertainties // *Phys. Rev. D.* — 2015. — **91**. — 083007.
 42. *Suzuki N., Rubin D., Lidman C., et al.* The Hubble Space Telescope Cluster Supernova Survey. V. Improving the Dark-energy Constraints above $z > 1$ and Building an Early-type-hosted Supernova Sample // *Astrophys. J.* — 2012. — **746**. — P. 85.
 43. *Tinker J. L., Leauthaud A., Bundy K., et al.* Evolution of the Stellar-to-dark Matter Relation: Separating Star-forming and Passive Galaxies from $z = 1$ to 0 // *Astrophys. J.* — 2013. — **778**. — article id. 93. — 18 p.
 44. *Torbaniuk O.* A quasar sample for Ly α -forest studies from SDSS DR10 // *Adv. Astron. and Space Phys.* — 2015. — 5, N 12.
 45. *Torbaniuk O., Ivashchenko G.* Dependence between some spectral and physical characteristics of quasars // WDS'14: Proc. of Contributed Papers — Physics / Eds J. I. B. Safrankova, J. Pavlu. — Prague, Matfyzpress, 2014. — P. 42–47.
 46. *Torbaniuk O., Ivashchenko G.* Dependence of equivalent width of quasar emission lines on UV-optical spectral index // *Multiwavelength AGN Surveys and Studies: Proc. IAU Symp.* — 2014. — **304**. — P. 282–283.
 47. *Ueda Y., Ishisaki Y., Takahashi T., et al.* The ASCA Medium Sensitivity Survey (The GIS Catalog Project): Source Catalog II // *Astrophys. J. Supl. Ser.* — 2005. — **161**, N 2. — P.185–223.
 48. *Vasylenko A., Zhdanov V., Fedorova O.* X-Ray Spectral Parameters for a Sample of 95 Active Galactic Nuclei. — 2015. — eprint arXiv:1501.04555.
 49. *Vavilova I. B., Melnyk O. V., Elyiv A. A.* Morphological properties of isolated galaxies vs. isolation criteria // *Astron. Nachr.* — 2009. — **330**. — P. 1004–1009.
 50. *Vavilova I. B., Pakuliak L.K., Protsyuk Yu. I.* Ukrainian Virtual Observatory (UkrVO). The goals, structure, and tasks // *Kosmichna Nauka i Tekhnologiya.* — 2010. — **16**, N 5. — P. 62–70.
 51. *Vavilova I. B., Pakuliak L.K., Protsyuk Yu. I., et al.* UkrVO Joint Digitized Archive and Scientific Prospects // *Baltic Astron.* — 2012. — **21**. — P. 356–365.
 52. *Veron-Cetty M. P., Veron P.* A catalogue of quasars and active nuclei: 13th edition // *Astron. and Astrophys.* — 2010. — **518**. — id. A10.
 53. *Voevodkin A. A., Vikhlinin A. A., Pavlinskii M. N.* Correlation between baryon mass and intergalactic gas temperature in Nearby Galaxy Clusters // *Astron. Lett.* — 2002. — **28**, N 6. — P. 366–372.
 54. *Vol'vach A. E., Vol'vach L. N., Kut'kin A. M., et al.* Multi-frequency studies of the non-stationary radiation of the blazar 3C 454.3 // *Astron. Reports.* — 2011. — **55**, N 7. — P. 608–615.
 55. *Weinmann S. M., van den Bosch F. C., Yang X., et al.* Properties of galaxy groups in the Sloan Digital Sky Survey. I. The dependence of colour, star formation and morphology on halo mass // *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* — 2006. — **366**, N 1. — P. 2–28.

Стаття надійшла до редакції 26.10.15

*И. Б. Вавилова¹, А. Ю. Иващенко^{1,2},
Ю. В. Бабик¹, О. Н. Сергиенко³, Д. В. Добрычева¹,
Е. А. Торбаниук¹, А. А. Василенко¹, Н. Г. Пулатова¹*

¹ Главная астрономическая обсерватория Национальной академии наук Украины, Киев

² Астрономическая обсерватория Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Киев

³ Астрономическая обсерватория Львовского национального университета имени Ивана Франко

АСТРОКОСМИЧЕСКИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ МУЛЬТИ ВОЛНОВЫХ И КОСМОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Кратко описаны новые специально ориентированные Астрокосмические базы данных, полученные с помощью наземных телескопов и космических обсерваторий. Это дало возможность проанализировать мультимововые спектральные и физические свойства галактик и скоплений галактик, в частности: 1) для исследования спектральных свойств квазаров и распределения материи на межгалактических масштабах с помощью $L\alpha$ -леса; 2) для исследований галактик (в том числе с активными ядрами), прежде всего, формирование крупномасштабных структур во Вселенной и влияния окружения на внутренние параметры галактик; 3) для оценок содержания видимой и темной материи в скоплениях галактик и для проверки космологических параметров и эволюции материи в широком диапазоне возраста Вселенной.

Ключевые слова: галактики, активные ядра галактик, квазары, рентгеновские скопления галактик, космологические модели.

*I. B. Vavilova¹, G. Yu. Ivashchenko^{1,2},
Yu. V. Babik¹, O. M. Sergienko³, D. V. Dobrycheva¹,
O. O. Torbaniuk¹, A. A. Vasylenko¹, N. G. Pulatova¹*

¹Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

²Astronomical Observatory of Kyiv Shevchenko National University

³Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of Lviv

THE ASTROCOSMIC DATABASES FOR MULTI-WAVELENGTH AND COSMOLOGICAL PROPERTIES OF EXTRAGALACTIC SOURCES

The article briefly describes the new specially-oriented Astro Space databases obtained with ground-based telescopes and space observatories. As a result, multi-wavelength spectral and physical properties of galaxies and galaxy clusters were analyzed in more details, particularly 1) to study the spectral properties of quasars and the distribution of matter in intergalactic scales using Lyman-alpha forest; 2) to study galaxies (including with active nuclei), especially for the formation of large-scale structures in the Universe and influence of the environment on the internal parameters of galaxies; 3) to estimate a visible and dark matter content in galaxy clusters and to test cosmological parameters and the evolution of matter in a wide range of age of the Universe.

Key words: galaxies, active galaxy nuclei, quasars, X-ray galaxy clusters, cosmological models.