ЖУРНАЛ ФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
т. 2, № 3 (1998) с. 433–437

JOURNAL OF PHYSICAL STUDIES
v. 2, No. 3 (1998) p. 433–437

ЕВОЛЮЦІЯ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ КВАЗАРІВ У КОСМОЛОГІЧНИХ СЦЕНАРІЯХ ФОРМУВАННЯ ВЕЛИКОМАСШТАБНОЇ СТРУКТУРИ ВСЕСВІТУ

Б. С. Новосядлий, Ю. Б. Чорній
Львівський державний університет імені Івана Франка, астрономічна обсерваторія, вул. Кирила і Мефодія, 8, Львів, 290005, Україна

(Отримано 19 вересня 1997 р.)

Вивчено еволюцію просторової двоточкової кореляційної функції квазарів (КФК). Зроблено припущення, що квазари та інші елементи великомасштабної структури Всесвіту утворюються в піках скалярного ґаусового поля флюктуацій густини речовини з відповідним масштабом R. Квазари розглянуто як прояв короткочасних активних процесів в областях таких флюктуацій, що починаються з моменту появи в їхньому центрі протипотоків у беззіткнювальній складовій та ударної хвилі в газі. Показано, що при такому підході зменшення амплітуди КФК з ростом червоного зміщення z, на яке вказують дані спостережень, може бути пояснене, якщо квазари утворюються в низьких піках флюктуацій густини $\nu(z) \leq 1.3$. При цьому амплітуда КФК досягає мінімуму при $z_* \approx (0.9 \div 0.8)\sigma(R) - 1$, ($\sigma(R)$ — середньоквадратична амплітуда цих флюктуацій) і далі, при $z > z_*$, збільшується. Монотонного зменшення амплітуди КФК із збільшенням z в інтервалі $0 < z < 5$ може бути досягнуто відповідним зменшенням масштабу R флюктуацій, у яких утворюються квазари. Зокрема, у стандартній CDM–моделі закон зміни масштабу $R \equiv R(z)$ може мати вигляд $R(z) \approx 3.3(1+z)^{-1}$ Мпк. Це означає, що якщо при великих червоних зміщеннях $z \sim 4 \div 5$ квазари утворюються переважно в областях флюктуацій густини з галактичним масштабом $R \sim 0.35h^{-1}$ Мпк і є короткочасною активною стадією еволюції масивних галактик з масою $M \sim 10^{11} M_\odot$, то при малих червоних зміщеннях $z \leq 1$ переважає формування квазарів унаслідок процесів злиття галактик в групах галактик з масштабом відповідних областей $R \sim 1 \div 2h^{-1}$ Мпк і масою $M \sim 5 \cdot 10^{12} \div 5 \cdot 10^{13} M_\odot$.

Ключові слова: великомасштабна структура Всесвіту, кореляційна функція квазарів.

PACS: 98.80.Ft, 98.54.Aj, 98.65.Dx

I. ВСТУП

Одним із важливих методів дослідження початкового спектра потужности флюктуацій густини, з яких унаслідок ґравітаційної нестійкости могла утворитись спостережувана великомасштабна структура Всесвіту, є розрахунок просторових двоточкових кореляційних функцій галактик, скупчень галактик та квазарів і їх порівняння з даними спостережень. У зв'язку з цим квазари привертають особливу увагу, оскільки діяпазон червоних зміщень z, у якому їх спостерігають, охоплює майже всю епоху еволюції Всесвіту після рекомбінації. Аналіз спостережуваного розподілу квазарів у різних інтервалах червоних зміщень z (наприклад, [1–4]) вказує на наявність кластеризації квазарів у масштабах $r \leq 30 - 50h^{-1}$ Мпк, характеристикою якої є кореляційна функція $\xi_{QQ}(r) = (r/r_0)^\gamma$ з кореляційним радіусом $r_0 \approx 6 - 10\, h^{-1}$ Мпк і тим же нахилом, що й в кореляційної функції галактик і багатих скупчень галактик: $\gamma \approx -1.8$. Висновки про еволюцію кореляційної функції квазарів не є однозначними. Зокрема, в [2–4] амплітуди кореляційних функцій квазарів зменшуються з ростом z, але за різними законами, тоді як в [1] суттєвої еволюції кореляційної функції квазарів не виявлено. Однак відзначимо, що більшість цих результатів указують на зменшення амплітуди кореляційної функції квазарів при збільшенні z.

Теоретична база для розрахунку основних характеристик просторового розподілу квазарів остаточно ще не сформована. Це пояснюється, з одного боку, згаданими вище розбіжностями в інтерпретації спостережуваних даних [1–4], з іншого, низкою невирішених принципових питань, пов'язаних з вибором фізичної моделі квазарного механізму та дослідженням умов, за яких розпочинається його формування. Крім того, ці фізичні умови повинні бути вписані в конкретний сценарій утворення великомасштабної структури Всесвіту. До кола таких питань належать, зокрема, питання про те, яким є типовий розмір областей, де можуть утворюватись квазари з різними z. Із використанням запропонованого методу розрахунку кореляційної функції квазарів ми показуємо, що зменшення її амплітуди з ростом z пов'язане з відповідним зменшенням типового розміру цих областей.

II. КОРЕЛЯЦІЙНА ФУНКЦІЯ КВАЗАРІВ

При вивченні еволюції кореляційної функції квазарів ми виходимо з припущення, згідно з яким квазари є проявом короткочасних активних процесів, що відбуваються в піках початкового поля флюктуацій густини речовини $(\delta\rho)$ на нелінійній стадії їхньої еволюції. Спочатку вважатимемо, що масштаб флюктуацій R, у яких під час еволюції Всесвіту народжуються квазари, не залежить від космологічного часу t. Також припускаємо, що амплітуди цих флюктуацій $\frac{(\delta\rho)}{\rho} \equiv \delta = \nu\sigma(R)$ (ν — висота піків, $\sigma(R)$ — середньоквадратичне значення амплітуди) розподілені за нормальним законом. Квазарна стадія еволюції починається в деякий момент часу t, коли в центрі відповідної флюктуації виникають протипотоки темної матерії та ударна хвиля в газі. Величину δ для такої флюктуації визначаємо через відповідне червоне зміщення $z \equiv z(t)$ за виразом: $\delta(z) = \delta_c(z+1)$. У випадку сферично–симетричних флюктуацій — $\delta_c = 1.69$, несферичних — $\delta_c = 1.33$ (див. [8] і цитовану там літературу). Ми нехтуємо проміжком часу Δt, протягом якого формується квазарний механізм, оскільки, як показано в [5–7], він значно менший від космологічного часу t $(\Delta t \ll t)$.

Загальний вигляд двоточкової кореляційної функції піків флюктуацій, у яких утворюються елементи великомасштабної структури (в нашому випадку — квазари), згідно з [13], є такий:

$$\xi_{QQ}(r,z) = \left(\sqrt{\xi^s_{QQ}(r,z)} + \sqrt{\xi_{\delta\delta}(r,z)}\right)^2, \qquad (1)$$

де r — відстань між ними в супутніх координатах, $\xi^s_{QQ}(r,z)$ — статистична складова кореляційної функції піків флюктуацій густини, у яких утворюються квазари на заданому z, $\xi_{\delta\delta}(r,z)$ — кореляційна функція флюктуацій (динамічна складова). Величину $\xi_{\delta\delta}(r,z)$ розраховуємо за заданим початковим спектром потужности $P(k,R)$, згладженим в масштабі R, що відповідає масштабові об'єктів:

$$\xi_{\delta\delta}(r,z) = \frac{1}{2\pi^2}\int\limits_0^\infty k^2 \frac{P(k,R)}{(1+z)^2}\frac{\sin(kr)}{kr}\,dk,$$

де

$$P(k,R) = P(k)W^2(kR),$$

$$W(kR) = exp\left(-\frac{1}{2}k^2R^2\right)$$

— функція згладжування.

Висоту піків флюктуацій, у яких утворюються квазари на фіксованому z, визначаємо за виразом:

$$\nu(z) = \frac{\delta_c(1+z)}{\sigma(R)}. \qquad (2)$$

Тоді $\xi_{\delta\delta}(r,z)$ можна записати в такому вигляді:

$$\xi_{\delta\delta}(r,z) = \left(\frac{\delta_c}{\nu(z)}\right)^2 x(r), \qquad (3)$$

де $x(r) = \xi_{\delta\delta}(r)/\xi_{\delta\delta}(0)$, $\xi_{\delta\delta}(r) \equiv \xi_{\delta\delta}(r, z=0)$.

Вираз для $\xi^s_{QQ}(r,z)$ можна отримати, використавши результати [14], де на основі теорії випадкових ґаусових полів виведено вираз для кореляційної функції багатих скупчень галактик при $z = 0$. Для цього при визначенні ймовірности утворення квазарів на заданому z (аналогічно до того, як у [14] при визначенні ймовірности утворення багатих скупчень галактик) треба додатково врахувати, що різниця між нижньою і верхньою межами інтеґрування за висотою піків ν, як показано в [8–11], залежить від тривалости квазарної стадії. Якщо ця тривалість, згідно з результатами [5–7], значно менша за космологічний час t, то різниця між межами інтеґрування — $\Delta\nu$ — значно менша за $\nu(z)$ $\left(\frac{\Delta\nu}{\nu(z)} \ll 1\right)$. У цьому випадку, як випливає з означення статистичної складової кореляційної функції [14], $\xi^s_{QQ}(r,z)$ не залежить від часу життя квазарів, які утворились на різних z, і описується виразом

$$\xi^s_{QQ}(r,z) = \left(1 - x^2(r)\right)^{-1/2} \qquad (4)$$
$$\times \exp\left(\frac{\nu^2(z)x(r)}{1+x(r)}\right) - 1.$$

Підставляючи вирази (3), (4) у формулу (1), матимемо повний вираз для кореляційної функції квазарів $\xi_{QQ}(r,z)$ (детальніше див. [15]). Зауважимо, що отриманий вираз для кореляційної функції квазарів $\xi_{QQ}(r,z)$ (1)–(4) визначається лінійним спектром потужности $P(k)$, тоді як реальний спектр в інтервалі значень k, що відповідають малим масштабам r, є нелінійним на малих z. Однак, згідно з результатами числового моделювання [16], різниця між лінійним і нелінійним спектрами на $z = 0$ є незначною в масштабах $r \geq 2 - 3h^{-1}$ Мпк. Оскільки нас цікавитимуть масштаби $r \geq 5 - 6h^{-1}$ Мпк на $z > 0$, отриманий результат застосовний у цих масштабах для дослідження властивостей $\xi_{QQ}(r,z)$.

III. ЕВОЛЮЦІЯ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ КВАЗАРІВ

Для вивчення еволюції $\xi_{QQ}(r,z)$ розглянемо її похідну $\frac{\partial\xi_{QQ}(r,z)}{\partial z}$ при довільному фіксованому r в області $\xi_{\delta\delta}(r,z) > 0$ і знайдемо умови, що визначають її знак. Аналіз виразів (1), (3), (4) показав, що в області $0 < x(r) < 1$ знак цієї похідної не залежить від значення r при $\nu(z) > 0.01$. Тому питання про те, при яких умовах амплітуда кореляційної функції квазарів зменшується з ростом z, можна дослідити аналітично в наближенні $x(r) \ll 1$. Вираз (4) тоді спрощується,

$$\xi^s_{QQ}(r,z) = \nu^2(z)x(r) \tag{1}$$

і збігається з аналогічними виразами для кореляційних функцій галактик та скупчень галактик, що утворились у високих піках флюктуацій густини $\nu(z) \gg 1$ [14].

Вираз (1) у наближенні $x(r) \ll 1$ матиме вигляд:

$$\xi_{QQ}(r,z) = \left(\nu(z) + \frac{\delta_c}{\nu(z)}\right)^2 x(r). \tag{2}$$

З нього випливає, що $\frac{\partial \xi_{QQ}(r,z)}{\partial z} = 0$, коли

$$\nu(z) = \sqrt{\delta_c}. \tag{3}$$

Це означає, що при постійному масштабі R флюктуацій, у яких утворюються квазари з різними z, амплітуда їхньої кореляційної функції $\xi_{QQ}(r,z)$ може при збільшенні z або монотонно збільшуватись $\left(\frac{\partial \xi_{QQ}(r,z)}{\partial z} > 0,\ \nu(z) > \sqrt{\delta_c}\right)$, або — зменшуватись $\left(\frac{\partial \xi_{QQ}(r,z)}{\partial z} < 0,\ \nu(z) < \sqrt{\delta_c}\right)$, досягати мінімуму на деякому z_* $\left(\frac{\partial \xi_{QQ}(r,z)}{\partial z} = 0,\ \nu(z) = \sqrt{\delta_c}\right)$ і далі, при $z > z_*$, рости $\left(\frac{\partial \xi_{QQ}(r,z)}{\partial z} > 0\right)$. Зокрема, у випадку зменшення амплітуди $\xi_{QQ}(r,z)$ з ростом z, на яке вказують дані спостережень [2–4], обмеження висоти піків $\nu(z) < \sqrt{\delta_c}$ означає, що відповідне зменшення амплітуди кореляційної функції флюктуацій, у яких утворюються квазари, — $\xi_{\delta\delta}(r,z)$, не компенсується збільшенням амплітуди статистичної складової кореляційної функції піків цих флюктуацій — $\xi^s_{QQ}(r,z)$.

З умови (3) випливає, що

$$z_* = \frac{\sigma(R)}{\sqrt{\delta_c}} - 1. \tag{4}$$

Для заданого z_* величина $\sigma(R)$ може бути визначена з оберненої залежности: $\sigma(R) = \sqrt{\delta_c}(z_*+1)$. Звідси випливає, що якщо зменшення амплітуди $\xi_{QQ}(r,z)$ відбувається на всьому інтервалі z, у якому спостерігаються квазари, включно до $z = z_* \sim 4 \div 5$, то при $\delta_c \approx 1.33$ середньоквадратичні амплітуди $\sigma(R) \approx 5.7 \div 6.9$, до $z_* \approx 3$ — $\sigma(R) \approx 4.6$, до $z_* \approx 2$ — $\sigma(R) \approx 3.4$, до $z_* \approx 1.5$ — $\sigma(R) \approx 2.9$, до $z_* \approx 1$ — $\sigma(R) \approx 2.3$, до $z_* \approx 0.5$ — $\sigma(R) \approx 1.7$. Це зображено на рис. 1. Також на ньому кільцями показані точки, координатами яких є значення $\sigma(R)$ галактичного масштабу — $R \sim 0.35h^{-1}$ Мпк — у космологічних моделях з різним типом прихованої матерії і відповідні їм значення червоних зміщень z_*. Докладніший опис цих моделей подано в [11,17,18]. Як видно з рис. 1., у цих моделях амплітуда кореляційної функції квазарів, що можуть утворюватись у піках флюктуацій галактичного масштабу, зменшується при $z < z_*$, досягає мінімуму при $z = z_*$, а далі — при $z > z_*$ — збільшується. Відповідні значення z_* для CDM — моделей з нахилами їхніх спектрів потужности $n = 1, 0.8, 0.7$ є відповідно $3.16, 1.06, 0.45$, а для H+CDM–моделі — $z_* = 0.21$. Таким чином, у припущенні, що квазари є короткочасною активною фазою еволюції масивних галактик, дати інтерпретацію монотонному зменшенню амплітуди кореляційної функції квазарів може CDM–модель з $n = 1$, але тільки до $z \sim 3.16$. Але при цьому, як показано в [15], унаслідок малої висоти піків амплітуда кореляційної функції квазарів $\xi_{QQ}(r,z)$ стає меншою, ніж галактична, вже на $z \sim 1$, що не відповідає даним спостережень [2–4]. В інших моделях, як видно з рис. 1, еволюція $\xi_{QQ}(r,z)$ у такому підході також суттєво суперечить цим даним. Причина полягає в тому, що в цих моделях висота піків, у яких утворюються галактики, що в своїй еволюції проходять квазарну фазу, є занадто великою. Зменшувати її можна, використовуючи припущення, що квазари можуть утворюватись у піках флюктуацій густини, масштаб яких значно менший від галактичного. Проте таке зменшення масштабу приведе до протиріччя з результатами моделювання явища квазара [5–7], згідно з чим мінімальна маса галактик, у ядрах яких вони можуть утворюватись, є $\sim 10^{11} M_\odot$.

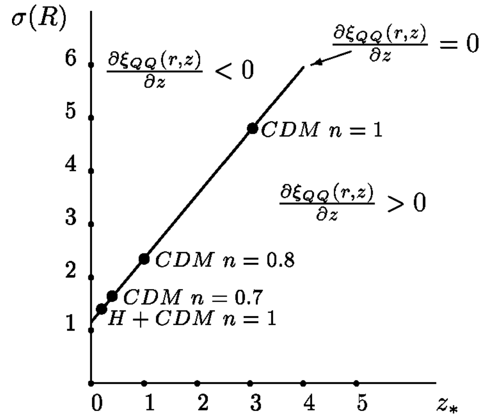

Рис. 1. Ізолінія мінімумів амплітуд кореляційної функції квазарів $\xi_{QQ}(r,z)$, яким відповідають червоні зміщення z_* та середньоквадратичні амплітуди $\sigma(R)$ флюктуацій густини, де утворюються квазари.

Таким чином, якщо квазари з різними z утворюються в піках космологічних флюктуацій густини галактичного масштабу і є короткочасною активною стадією еволюції масивних галактик, то зменшення при малих значеннях z амплітуди кореляційної функції квазарів $\xi_{QQ}(r,z)$ із збільшенням z означає, що падіння динамічної складової $\xi_{\delta\delta}(r,z)$ не повинно компенсуватись ростом статистичної складової $\xi^s_{QQ}(r,z)$. Згідно з нашими результатами, це накладає обмеження на висоту піків флюктуацій, у яких утворюються квазари — $\nu(z) \le \sqrt{\delta_c}$, і приводить до росту амплітуди $\xi_{QQ}(r,z)$ на більших z. Тому, щоб пояснити монотонне зменшення амплітуди $\xi_{QQ}(r,z)$ з ростом z, при якому її кореляційний радіус для квазарів, у відповідності із результатами [2–4], не менший від галактичного на $z \sim 1.5 \div 2$, необхідно вводити припущення, що масштаб R флюктуацій, у яких утворюються квазари, зменшується з ростом z. При цьому таке зменшення на великих z не повинно приводити до протиріччя з результатами [5–7]. Відповідний вибір закону зменшення $R(z)$ дозволяє знайти оптимальне співвідношення між статистичною складовою $\xi^s_{QQ}(r,z)$, яка із збільшенням z росте, і динамічною складовою $\xi_{\delta\delta}(r,z)$, яка зменшується. Для перевірки цього припущення в рамках CDM–моделі з $n = 1$ ми вибрали закон зміни масштабу $R(z)$ флюктуацій, у яких утворюються квазари з різними z, у вигляді: $R(z) \approx 3.3/(1+z)$. Відповідні результати розрахунків кореляційної функції квазарів за виразом (1) показано на рис. 2. Амплітуда кореляційної функції квазарів $\xi_{QQ}(r,z)$ монотонно зменшується за законом $\xi_{QQ}(r,z) \sim (1+z)^{-1.5}$, і при $z < 2$ її кореляційний радіус не менший від галактичного ($r_0^Q \geq r_0^g \approx 5h^{-1}$Мпк).

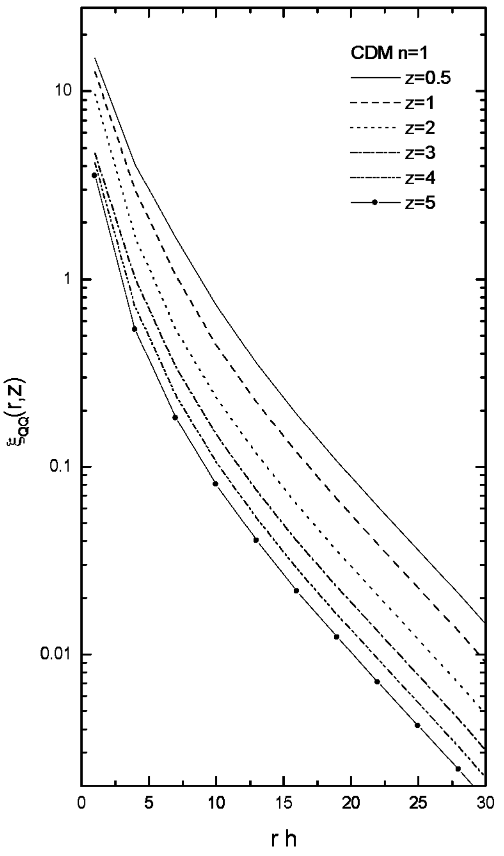

Рис. 2. Кореляційна функція квазарів $\xi_{QQ}(r,z)$ при $z = 0.5, 1, 2, 3, 4, 5$ у стандартній CDM — моделі.

Отримані результати добре вкладаються в загальний сценарій утворення великомасштабної структури Всесвіту. Вони показують, що квазари на великих z утворюються у високих піках галактичного масштабу і є ранньою короткочасною активною фазою еволюції масивних галактик. Фізичним механізмом явища квазара в цьому випадку може бути акреція газу на масивну чорну діру в центрах таких галактик. Проте зі зменшенням z поруч із цим механізмом росте ймовірність реалізації іншого механізму виникнення квазарів, який сьогодні інтенсивно обговорюють у літературі (наприклад [20], [21]), — злиття галактик у групах галактик з різним масштабом R цих груп. При цьому зі зменшенням z цей масштаб росте і у випадку CDM–моделі з $n = 1$ досягає величини $R(z) \sim 1.5 - 2h^{-1}$ Мпк при $z \leq 1$. Крім того, якщо зменшення амплітуди кореляційної функції квазарів на малих z вимагає, щоб масштаб флюктуацій, у яких ці квазари утворились, був суттєво більшим від галактичного, то це може означати, що на малих z механізм утворення квазарів унаслідок злиття галактик у групах є статистично домінуючим у порівнянні з іншими можливими механізмами. Не виключено, що при цьому фізичний механізм активности квазарів залишається тим самим — акреція газу центральної частини галактики на масивну чорну діру в її ядрі. На великих червоних зміщеннях світіння квазара відбувається за рахунок акреції газу ядра, який знаходиться на нестійких орбітах. За час $\sim \tau_{QSO}$ основна його маса $\sim (\mathrm{L}_{QSO} \cdot \tau_{QSO})/(c^2\varepsilon) \approx 2 \cdot 10^7(\mathrm{L}_{47} \cdot \tau_7)/\varepsilon_{0.1}\ M_{\odot}$, $\Big($де L_{47} — світимість квазара L_{QSO} в одиницях 10^{47}ерг/сек $\left(\frac{\mathrm{L}_{QSO}}{10^{47}}\right)$, τ_7 — тривалість квазарної фази в одиницях 10^7 років $\left(\frac{\tau_{QSO}}{10^7}\right)$, $\varepsilon_{0.1}$ — ефективність перетворення маси в енергію випромінювання при акреції в одиницях 0.1 $\left(\frac{\varepsilon}{0.1}\right)$ $\Big)$ випадає на чорну діру і квазар гасне. Він може активізуватись пізніше на малих z у тих галактиках, які зливаються. У процесі злиття внаслідок зіткнення газопилових компонент галактик та припливної взаємодії в області нестійкости орбіт знову появляється достатньо газу, падіння якого на чорну діру в ядрі викличе одну із форм активности ядер галактик.

IV. ВИСНОВКИ

Отже, якщо квазари з різними z утворюються в піках початкового ґаусівського поля флюктуацій густини фіксованого масштабу R, тривалість їхнього існування значно менша за космологічний час і амплітуда їхньої кореляційної функції $\xi_{QQ}(r,z)$ зменшується з ростом z, то: по–перше — квазари повинні утворюватись у низьких піках флюктуацій густини ($\nu \leq \sqrt{\delta_c}$), по–друге — амплітуда $\xi_{QQ}(r,z)$, зменшуючись з ростом z, досягає мінімуму при $z_* = \sigma(R)/\sqrt{\delta_c} - 1$ і далі, при $z > z_*$, збільшується. Якщо квазари утворюються в піках флюктуацій галактичного масштабу, то відповідні значення z_* для CDM–моделей з нахилами їхніх спектрів потужності $n = 1, 0.8, 0.7$ є 3.16, 1.06, 0.45, а для H+CDM–моделі — $z_* = 0.21$. Однак дані спостережень не дають указівок на таку немонотонність зміни амплітуди $\xi_{QQ}(r,z)$. Отже, отримані результати показують, що монотонне зменшення амплітуди $\xi_{QQ}(r,z)$ з ростом z не узгоджується з припущенням, що в інтервалі червоних зміщень $0 < z < 5$ квазари утворються в піках флюктуацій густини галактичного масштабу. Таке зменшення амплітуди $\xi_{QQ}(r,z)$ з ростом z, очевидно, може бути викликане відповідним зменшенням масштабу R флюктуацій, у яких утворюються квазари з різними z. Зокрема, у CDM–моделі з $n = 1$ це зменшення амплітуди відбувається, якщо закон зміни масштабу $R \equiv R(z)$ має вигляд $R(z) \approx 3.3/(1+z)\ h^{-1}$ Мпк. Він узгоджений з припущенням, що на великих червоних зміщеннях $z \sim 4 \div 5$ квазари утворюються переважно в областях флюктуацій галактичного масштабу $R \sim 0.35h^{-1}$ Мпк і є короткочасною активною стадією еволюції масивних галактик з масою $M \sim 10^{11} M_{\odot}$. Однак при малих червоних зміщеннях $z \leq 1$ переважає утворення квазарів унаслідок злиття галактик у групах галактик з масштабом відповідних областей $R \sim 1 \div 2h^{-1}$ Мпк і масою $M \sim 5 \cdot 10^{12} \div 5 \cdot 10^{13} M_{\odot}$.

---

[1] P. Andreani, S. Cristiani, Astrophys. J. **398**, L13 (1992).
[2] A. Iovino, P. Shaver, S. Cristiani, in *The Space Distribution of Quasars*, edited by D. Crampton (ASP Conf. Ser., 21, 1991), p. 202.
[3] H. J. Mo, L. Z. Fang, Astrophys. J. **410**, 493 (1993).
[4] B. V. Komberg, A. V. Kravtsov, Astron. Astrophys. Trans. **8**, 241 (1995).
[5] G. Efstathiou, M. Rees, Mon. Not. R. Astron. Soc. **230**, 5 (1988).
[6] M. Haehnelt, M. J. Rees, Mon. Not. R. Astron. Soc. **263**, 168 (1993).
[7] A. Loeb, F. A. Rasio, Astrophys. J. **432**, 52 (1994).
[8] A. Nusser, J. Silk, Astrophys. J. **411**, L1 (1993).
[9] Yu. Chornij, B. Novosyadlyj, Astron. Astrophys. Trans. **10**, 77 (1996).
[10] Б. С. Новосядлий, Ю. Б. Чорній, Кінем. фіз. небес. тіл **12** 30 (1996).
[11] B. Novosyadlyj, Yu. Chornij, J. Phys. Stud. **1**, 287 (1997).
[12] S. Cole, N. Kaiser, Mon. Not. R. Astron. Soc. **237**, 1127 (1989).
[13] J. M. Bardeen, J. R. Bond, N. Kaiser, A. S. Szalay, Astrophys. J. **304**, 15 (1986).
[14] N. Kaiser, Astrophys. J. **284**, L9 (1984).
[15] Б. С. Новосядлий, Ю. Б. Чорній, Кінем. фіз. небес. тіл **14**, 156 (1998).
[16] H. J. Mo, Y. P. Jing, G. Borner, Mon. Not. R. Astron. Soc. **286**, 979 (1997).
[17] Б. С. Новосядлий, Кінем. фіз. небес. тіл **10**, 13 (1994).
[18] B. S. Novosyadlyj, Astron. Astrophys. Trans. **10**, 85 (1996).
[19] Б. І. Гнатик, В. М. Лукаш, Б. С. Новосядлий, Кінем. фіз. небес. тіл **7**, 48 (1991).
[20] M. Haehnelt, Mon. Not. R. Astron. Soc. **265**, 727 (1993).
[21] V. M. Kontorovich Astron. Astrophys. Trans. **10**, 315 (1996).

THE EVOLUTION OF QUASAR CORRELATION FUNCTION IN COSMOLOGICAL SCENARIOS OF LARGE–SCALE STRUCTURE OF THE UNIVERSE FORMATION

B. S. Novosyadlyj, Yu. B. Chornij
Astronomical Observatory of the Ivan Franko State University of Lviv,
8 Kyrylo i Mefodii Str., Lviv, UA–290005, Ukraine

The evolution of the space two–point correlation function of quasars (CFQ) is studied. It is assumed that quasars as well as other elements of the large scale structure of the Universe are formed in the peaks of the random Gaussian field of scalar density fluctuations with the corresponding scale R. The quasars are supposed to be the short term active processes in the center of such fluctuations and form offer appearance of the first counter flows in collisionless component and shock wave in gas. It is shown that observable decreasing of the amplitude of the CFQ can be explained in the framework of such an approach when quasars are formed in the low peaks of density fluctuations $\nu(z) \leq 1.3$. In this case the amplitude of the CFQ has the minimum at $z_* \approx (0.9 \div 0.8)\sigma(R) - 1$, ($\sigma(R)$ — root mean square of density fluctuations) and grows at $z > z_*$. The decreasing of CFQ when z increases at $0 < z < 5$ may be obtained by the corresponding decreasing of the fluctuation density scale R, where quasars are formed. In particular, in standard CDM model such a change of R may be as follows: $R(z) \approx 3.3(1+z)^{-1}$ Mpc. It means, that at high redshifts $z \sim 4 \div 5$ quasars are formed on the whole in the density fluctuations of the galaxy scale $R \sim 0.35h^{-1}$ Mpc and are a short term stage of the evolution of massive galaxies with the mass $M \sim 10^{11} M_{\odot}$. At the low redshifts $z \leq 1$ the formation of quasars as a result of the merging of galaxies in a galaxy group with the corresponding scale $R \sim 1 \div 2h^{-1}$ Mpc and mass $M \sim 5 \cdot 10^{12} \div 5 \cdot 10^{13} M_{\odot}$ is predominant.