**International Journal of Advanced Research in Physical Science (IJARPS) Volume 6, Issue 6, 2019, PP 1-11**

**ISSN No. (Online) 2349-7882** [**www.arcjournals.org**](http://www.arcjournals.org)

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Створення та еволюція Галактики в моделі Всесвіту з початковою мінімальною ентропією**

Петро О. Кондратенко

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

([pkondrat@nau.edu.ua](mailto:pkondrat@nau.edu.ua), [pkondrat@ukr.net](mailto:pkondrat@ukr.net))

**Анотація**

В даній статті на підставі моделі створення Всесвіту з початковою мінімальною ентропією розглянута будова спіральних галактик і зокрема галактики Чумацький шлях. При цьому показано, що Галактика від часу народження Всесвіту розширюється за рахунок розширення простору з постійною швидкістю ~1100 м/с, а її форма так еволюціонує, що в даний час швидкості орбітального руху зірок в межах галактичного диску виявляються наближено однаковими. В центрі Галактики внаслідок розвитку хаосу, викликаного великою густиною зірок, формується сферична область з постійною густиною матерії, внаслідок чого період обертання навколо центра Галактики в цій частині Галактики виявляється величиною постійною для всіх зірок. Внаслідок хаосу в русі зірок в центрі Галактики, який тривав обмежений час через мільярди років після народження Всесвіту, відбувалося зіткнення зірок, в результаті чого в центрі Галактики формувалася чорна дірка чи кілька чорних дірок. В формуванні гало задіяні два процеси. Перший з них проявився відразу після народження галактики за рахунок розпаду атомних ядер в зародках зірок. Другий процес пов’язаний з розвитком хаосу в центральній частині Галактики, при якому за межі галактики викидалися верхні шари взаємодіючих зірок. Поглинання речовини центральною чорною діркою спричинює викидання з полюсів чорної дірки Скалярного Поля, яке породжує потоки швидких частинок, які живлять пузирі Фермі. Галактичні рукави різної потужності і центральні перемички виникли парами внаслідок поглинання центральною чорною діркою легших чорних дірок. При цьому надлишкова кінетична енергія формує потоки Скалярного Поля, яке в свою чергу формує галактичні рукави і центральні перемички. Конфігурація галактичних рукавів зберігається незмінною, оскільки ударні хвилі не пов’язані з орбітальним рухом зірок навколо центра галактики.

*Ключові слова*: еволюція галактики, чорні дірки, гало, механізм створення галактичних рукавів, пузирі Фермі.

**Вступ**

В моделі Всесвіту з початковою мінімальною ентропією показано, що наш чотири­вимірний Всесвіт є частиною Супер-Всесвіту, представленого розшарованим простором [1]. Шари Супер-Всесвіту – це нульвимірний простір (фундаментальна багатовимірна сфера), одновимірний простір, двовимірний простір і тривимірний простір. Всі названі простори (крім нульвимірного) являються бранами просторів, розмірність яких на оди­ницю вища.

Весь Супер-Всесвіт створюється одночасно. Проте, його заповнення речовиною від­бувається постадійно. Через нульвимірний простір входить Скалярне Поле, яке несе інфо­рмацію про всі фізичні взаємодії і здатність створювати речовину і поля у всіх шарах Су­пер-Всесвіту. Звідси випливає, що розмірність багатовимірної сфери, яка відповідає роз­мірності Скалярного Поля, повинна включати всі виміри одновимірного, двовимірного і тривимірного просторів, а також часовий та інформаційний виміри. В роботі [1] показано, що Супер-Всесвіт, а отже і фундаментальна багатовимірна сфера має 14 вимірів.

Спочатку Скалярне Поле заповнює одновимірний простір, в якому локалізуються ді­они (частинки, які мають одночасно електричні і магнітні заряди). Ці діони виявилися ча­стинкам Планка. Після цього заповнюється частинками двовимірний простір. Цими час­тинками є відомі на даний час кварки двох типів. І лише через час Δ*t* = 3·10-5 с починає заповнюватись тривимірний простір частинками тривимірного простору.

Швидкість заповнення просторів частинками однакова і постійна в часі, а радіус брани відповідних просторів розширюється зі швидкістю світла. Тому в процесі еволюції Супер-Всесвіту концентрація діонів залишається постійною, концентрація і густина час­тинок в двовимірному просторі зменшується обернено пропорційно часу існування Супер-Всесвіту *TU*, а в тривимірному просторі – обернено пропорційно квадрату часу *TU*.

Оскільки Скалярне Поле не є носієм зарядів, то сумарний заряд створених ним час­тинок у всіх просторах зокрема дорівнює нулю.

Згідно з моделлю Всесвіту з початковою мінімальною ентропією Скалярне Поле має здатність відразу народжувати пари нейтронів (бінейтрони) в синглетному стані. Речо­вина, що народжується в тривимірному просторі, з самого початку має фрактальну струк­туру. При цьому кожен елемент цієї структури (майбутня зірка) швидко обертається. Зірки відразу об’єднані в майбутні галактики. З розширенням простору маси зірок збільшуються з постійною швидкістю. Розміри зірок і галактики в цілому збільшуються. Проте, радіус зірки збільшується з часом пропорційно до кубічного кореня з часу, а відстань між зір­ками пропорційно до часу. Тому зірки віддаляються одна від одної.

Якщо взяти за основу час існування Всесвіту 13,25 млрд. років (4,18·1017 с) [1], а су­часний радіус Галактики Чумацький Шлях 50 тисяч світлових років (4,73·1020 м) [2-5]. то легко підрахувати, що величина радіуса Галактики збільшується зі швидкістю 1132 м/с, що в точності відповідає швидкості розширення простору в межах Галактики. Відмітимо, що за сучасними оцінками [2] величина радіуса Галактики збільшується зі швидкістю близько 500 м/с, що за порядком величини збігається з нашими розрахунками.

При створенні Галактика має форму диска. З часом ця форма еволюціонує, збільшу­ючи середню густину речовини ближче до центру за рахунок гравітаційної взаємодії між зірками в межах Галактики. Крім того, гравітаційна взаємодія спричинює збільшення то­вщини диску [4,5]. Деталізуємо згадану еволюцію.

**Рух зірок в дископодібній галактиці**

Отже, модель створення Всесвіту з мінімальною початковою ентропією вимагає, щоб на початку існування Галактики вона мала дископодібну форму. Оскільки всі зародки зірок мають великий момент імпульсу, то логічно припустити, що відповідний момент ім­пульсу протилежного напрямку має група зірок, яка складає масу Галактики.

Якщо початковий диск був тонким з постійною густиною зародків зірок (ρ1(r)= const) в певний момент часу *t*1, то маса зародку Галактики в цей момент була

Ми вже звернули увагу, що радіус Галактики збільшується у відповідності зі швидкістю розширення простору. Проте, гравітаційна взаємодія між зірками, маси яких постійно збільшуються, приводить до еволюції форми галактичного диску, внаслідок чого середня густина зірок буде збільшуватись по мірі наближення до центру Галактики і, крім того, буде постійно збільшуватись товщина диску [4,5].

В науковій літературі на підставі астрономічних спостережень далеких галактик зроблено висновок, що спочатку Галактика мала форму диска, а з часом створювалось потовщення в центрі Галактики і формувався балдж за рахунок створення нових зірок [6,7]. Про механізми народження нових зірок нічого не сказано. Відмітимо, що результати астрономічних спостережень, описані в [6,7]. відповідають моделі Всесвіту з мінімальною початковою ентропією.

Для проведення розрахунків перейдемо від дискретного розміщення маси в просторі до неперервного.

Припустимо, що установиться така форма галактичного диску, при якій в довільний момент часу маса *dm* зірок, що входить в прошарок шириною *dr* на відстані *r* від центра Галактики, є однаковою для всіх відстаней *r*. В такому разі

, (1)

де *ρ*2(*r*) - середня густина речовини (на одиницю площі) на відстані *r*, причому

(2)

Отже, ми розглядаємо ідеалізований випадок, коли густина речовини залежить лише від радіуса *r*.

В такому разі маса Галактики радіуса

(3)

Звідси *A = MG/*, а маса центральної частини цього диска з радіусом *R*

*M*(*R*) = *AR* = *MGR/RG*. (4)

Якби галактичний диск був сформований так, що *ρ = B/r*2, тоді

(5)

де *r*0 – мінімальна відстань від центра Галактики, яку необхідно ввести при переході від дискретного до неперервного розподілу маси.



Рис.1. До розрахунку сили, що діє на відстані *R* від центру Галактики.

Тепер розглянемо сили, які діють на зірки, притягуючи їх до центру Галактики.

Зрозуміло, що в ідеалізованій моделі сила, що діє на елемент маси на відстані *R* від центра, буде направлена строго на центр Галактики.

Розглянемо проекцію напруженості гравітаційного поля на радіус *R*, що діє з боку елемента маси *dm = ρrdrdθ*, розташованого на відстані *r* від центра під кутом *θ* до радіуса *R* (рис.1). В такому разі величина напруженості визначиться за загальною формулою (постійні величини перед інтегралом записувати не будемо):

(6)

Величина *k* відображає залежність густини від радіуса: , де *Ck* = const.

В формулі (6) ми знехтували вкладом сили від маси зірок за межами радіуса *R*. Проте, вклад цієї сили несуттєво змінить функціональну залежність *Ik*(*R*).

При проведенні процедури інтегрування потрібно пам’ятати, що в дискретному просторі сила, що діє на зірку з номером *i*, буде визначена за формулою

, (7)

де *ij*  - одиничний вектор, направлений вздовж *rij*.

Отже, зірка сама себе не притягує до Галактики. Звідси випливає, що і в інтегралі (6) не можна використовувати точку, яка робить знаменник нулем.

Вводячи в інтегралі (6) заміну змінних *x = r/R*, величину напруженості гравітаційного поля запишемо у вигляді

, (8)

де *Dk* = const.

При *k* = 0, *ρ = const*, величина напруженості гравітаційного поля не залежить від відстані. При *k* > 0 ця величина зменшується з відстанню згідно з формулою (8).

Рух зірки на відстані *R* від центра Галактики опишеться формулою

(9)

При такому розподілі густини зірок знайдемо орбітальну швидкість руху зірки, яка знаходиться на відстані *R* від центра Галактики,

(10)

З формули (10) випливає, що при *k* = 0 швидкість зірки буде збільшуватись зі збільшенням відстані *R* (), і період обертання зірки навколо центра Галактики буде пропорційним до . При *k* = 1 величина швидкості зірки не залежить від відстані *R*. В такому разі період обертання зірки буде пропорційним до радіуса орбіти *R*.

В давні часи, коли відстань між зірками була на кілька порядків меншою, а їхня маса достатньо виросла, гравітаційна взаємодія між ними спричинила зміну траєкторії руху зірок в Галактиці, що привело до збільшення товщини галактичного диска. З розширенням простору товщина галактичного диска збільшується. З’являється проекція сили, направлена перпендикулярно до площини диска. В напрямку цієї сили з’являється і рух зірки, який буде нагадувати коливальний процес.

Випадок *k* = 1 важливий в тому плані, що отримана незалежність швидкості руху зірки від відстані до центра Галактики якісно відповідає даним спостереження [4,8,9].

**Концентрація зірок в Галактиці**

Виходячи з оцінки величини маси Галактики [3], знайдемо ефективну величину кількості зірок в ній

= (11)

де

– (12)

концентрація зірок (на квадратний світловий рік).

Звідси кг/св.рік

При *r = RG* концентрація зірок *n*(*RG*) = 43.4 зірки/(св. рік)2.

Враховуючи той факт, що товщина диску складає близько 1000 світлових років [4,5], ми отримаємо об’ємну густину зірок 0,0434 зірки/(св. рік)3. Отже, на одну зірку припадає об’єм 1/0,0434 = 23 (св. роки)3, а середня відстань між зірками складе 2,85 св. роки. Той факт, що в області локалізації Сонячної системи відстань між зірками в кілька разів більша, легко пояснюється тим, що Сонячна система знаходиться між галактичними рукавами *Стрільця* та *Персея*, де концентрація зірок суттєво понижена.

З іншого боку, при *r =* 0.5 св. року отримаємо *n*(0,5) = 4,34·106 зірки/(св. рік)2. При цьому об’ємна густина складе 4,34·103 зірки/(св. рік)3, а середня відстань між зірками буде 0,061 світлового року, що лише на 2 порядки перевищує відстань від Сонця до Нептуна. Якщо взяти період (0,1 ÷ 0,3)·*TU*, то звичайним було критичне наближення між зірками і розвиток хаосу в центральній частині Галактики. Це був період бурхливої еволюції в формуванні центральної частини Галактики. Хаос спричинив зміну орбіти зірок і виведення їх за межі галактичного диска, а також перетворення центральної частини Галактики на сферу.

**Сферична форма центра Галактики**

Бурхлива еволюція нагадує повний хаос в русі зірок, наслідком якого може виникнути рух зірки до центру Галактики. Це спричинить зіткнення і злипання зірок, при якому результуюча маса зірки зростає значно швидше, ніж від народження нової речовини [1]. При цьому зірки еволюціонують до стану чорної дірки. Одночасно відбувається викидання великих мас речовини за межі зірки і відбувається формування великих хмар космічного газу і пилу. Зрозуміло, що з наближенням до центру Галактики ймовірність утворення чорної дірки зростає. Тому чорна дірка формується перш за все в центрі Галактики. З віддаленням від центру створення чорних дірок стає малоймовірним. Не виключено, що існують випадки, коли в галактиці формується лише одна чорна дірка.

Відзначимо, що в [10] описується хаос, який повинен існувати в період від 3,6 до 8 млрд. років від народження Всесвіту. Наслідком цього хаосу було створення спіральних галактичних рукавів, таких як в галактиках Чумацький Шлях або Андромеда.

Припустимо, що в цій області реалізується умова, при якій середня об’ємна густина речовини *ρ*3(*R*) є величиною постійною. Тоді швидкість руху зірки навколо центра мас визначиться з умови:

.

Звідси

*.*  (13)

При цьому період обертання зірки навколо центра

= const. (14)

Такий результат нагадує обертання зірки навколо власної осі, де всі її частини мають наближено однаковий період обертання. У випадку центра Галактики, що має сферичну форму, такої осі немає і зірки рухаються майже незалежно на своїх орбітах[[1]](#footnote-1).

В такому разі траєкторії зірок між собою будуть перетинатися. Стаціонарний стан може бути досягнутим лише завдяки повній синхронізації траєкторій, яка досягається після завершення бурхливої еволюції Галактики. Проте і в цьому випадку взаємодія між зірками буде впливати на форму траєкторії руху зірок.

Якби ж сферична форма центра Галактики сформувалася без бурхливої еволюції з дископодібної форми, де залежність густини зірок від відстані до центра Галактики описувалась формулою

тоді при переході до сферичної форми ми отримали б розподіл густини:

Тут константа *B = M*(*r*)/(3*r*). В такому разі швидкість руху зірок на орбіті навколо центра Галактики була б постійною:

Порівняння отриманих результатів з даними спостереження [4,8,9] показує, що реалізується наближено перший варіант розподілу зірок в сферичній області Галактики, внаслідок чого швидкість зірок збільшується з відстанню.

Після вирівнювання густини розподілу зірок з відстанню їхнє злипання стає малоймовірним внаслідок розширення простору і збільшення відстані між зірками. Отже, існує певний проміжок часу, який починається через мільярди років після народження Всесвіту і може складати мільярди років. В цей період серед зірок в центрі Галактики може народитися чорна дірка чи навіть кілька чорних дірок [4]. Умови для виникнення чорної дірки в перший мільярд років від народження Всесвіту відсутні.

Такий висновок відповідає результатам недавно проведених астрономічних досліджень [11], направлених на виявлення малих чорних дірок, існування яких передбачає Стандартна модель народження Всесвіту з сингулярності [12]. Ці дослідження не виявили наявності малих чорних дірок, підтверджуючи помилковість висновків, які ґрунтуються на Стандартній моделі.

Оскільки в сферичний області Галактики швидкість зірок зменшується зі зменшенням відстані до центра Галактики, це приводить до того, що зірки, орбіти яких знаходяться на критичній відстані від центра Галактики, будуть поглинатися центральною зіркою чи чорною діркою. Тому найбільшу масу серед чорних дірок буде мати центральна чорна дірка [4].

Незважаючи на вирівнювання густини зірок в сферичній області, взаємодія між ними не зникає, внаслідок чого існує можливість поповнення зірками критичної області в околі центральної чорної дірки і, як наслідок, захоплення їх чорною діркою. Цей процес повинен існувати постійно від часу створення чорної дірки. В даний час маса центральної чорної дірки складає 4,31·106 сонячних мас [4,13].

**Гало**

Гало – це невидима частина Галактики, яка має сферичну форму. Радіус цієї сфери перевищує в кілька разів радіус самої Галактики [14,15]. Гало складається з розрідженого газу, масивних тіл, а також зірок, які містять лише легкі атоми.

Дослідження гало Туманності Андромеда за допомогою космічного апарату «Габбл» [14,15] дозволило зробити висновок, що в гало входять лише старі зірки з віком 11–13,5 млрд. років та 6–8 млрд. років. Будь-які прояви зоряної активності в гало надзвичайно рідкісні.

Для розуміння природи гало звернемо увагу на модель створення сонячної системи [16] у Всесвіті з мінімальною початковою ентропією. Згідно з цією моделлю активний розпад надважких атомних ядер в зародку зірки приводить до викидання електронів, протонів, а також ядер гелію та літію за межі зародку. А оскільки навколо зародку сформувалось магнітне поле, заряджені частинки рухаються по замкнутих траєкторіях, повертаючись в точку, де були створені. Збільшення маси викинутих частинок, яке ефективно відбувається в початкові моменти еволюції зірок, збільшує радіус траєкторії, внаслідок чого навколо зародку зірки з’являються супутники з легких частинок, маса яких з часом росте. При цьому ці частинки не можуть містити важких атомних ядер. Так формується хмара Оорта. Орбіта цієї хмари близька до екваторіальної площини зародку зірки.

Аналогічний процес буде відбуватись і у випадку зародку Галактики. І в початковому галактичному магнітному полі будуть формуватись хмари легких атомів та атомних ядер. Оскільки атомні ядра викидаються з зародку Галактики з достатньо великою швидкістю, то результуючий радіус гало повинен бути в кілька разів більший за радіус галактичного диска, який розширюється виключно за рахунок розширення простору. Первинна орієнтація орбіти цієї хмари буде близькою до площини Галактики.

На другому етапі, коли в центрі Галактики домінують процеси хаосу, зірки наближалися одна до одної, спричинюючи зміну траєкторії руху, а також викидаючи в космічний простір великі маси речовини з верхніх шарів зірок. Отже, викидалися легкі атоми і досить масивні об’єкти, що складалися з легких атомів.

Як частинки першого покоління, так і частинки другого покоління, скоріше за все, мали витягнуту еліптичну орбіту, час від часу наближаючись до центру Галактики, де продовжувалися процеси хаосу. Останнє спричинювало зміну орбіти цих частинок, в результаті чого формувалось сферичне гало. Коли активні процеси хаосу в центрі Галактики завершилися, завершилося і формування гало та об’єктів у ньому. Такий механізм формування гало спричинив той факт, що всі зірки в ньому достатньо старі і, крім того, не містять важких хімічних елементів.

**Галактичні рукави**

Що нам відомо про галактичні рукави? В дисках галактик, подібних до нашої, є найпомітніші утворення - спіральні гілки (або рукави). Уздовж рукавів в основному зосереджені наймолодші зірки, багато розсіяних зоряних скупчень і асоціації, а також ланцюжки щільних хмар міжзоряного газу, в яких продовжують утворюватися зірки. У спіральних гілках велика кількість змінних і спалахуючих зірок, у них найчастіше спостерігаються вибухи деяких типів наднових. Галактичне магнітне поле, яке пронизує весь газовий диск, також зосереджене головним чином у рукавах. Кожен спіральний рукав Галактики наближено описує логарифмічну спіраль із нахилом приблизно 12°[[2]](#footnote-2).

Сонячна Система розташовується в зручному, тихому і затишному місці між рукавами Стрільця і Персея в області, іменованої рукавом Оріона.

Давайте уважніше подивимося на галактичні рукави. Перш за все кидається у вічі симетрія рукавів, тобто можна повернути картинку на 180о і отримати ту ж структуру рукавів. Рукаву Щита-Центавра відповідає рукав Персея, рукаву Стрільця відповідає рукав Лебедя тощо. Крім того, галактичні рукави ніколи не виходять за межі галактики.

Зрозуміло, що таку високу симетрію галактичних рукавів неможливо описати, виходячи з міркувань про існування хаосу [10]. І ніякі флуктуації не забезпечать появу симетричних утворень.

Для розуміння процесів виникнення галактичних рукавів давайте послідовно розглянемо деякі спрощені моделі еволюції об’єктів у Галактиці.

Коли зірка має достатньо велику масу, а її еволюція привела до того, що внутрішній тиск не стримує її колапсу, відбувається фазовий перехід, який полягає, перш за все, у швидкому зменшенні радіуса зірки. При цьому виконується закон збереження енергії: збільшення за абсолютною величиною потенціальної енергії взаємодії між частинками зірки дорівнює збільшенню кінетичної енергії частинок зірки. Проте, для центральносиметричних об’єктів існує закон (теорема віріалу), згідно з яким в стаціонарному стані кінетична енергія повинна дорівнювати половині потенціальної енергії з протилежним знаком. Отже, виникає великий надлишок кінетичної енергії.

При стисканні зірки густина речовини в центральній її частині постійно збільшується і виявляється завжди більшою, ніж на периферії. Коли густина в центрі досягне густини ядерної речовини, вона більше не буде збільшуватись, формуючи ядро майбутньої нейтронної зірки. При цьому радіус нейтронного ядра буде збільшуватись, а область речовини з підвищеною кінетичною енергією буде зміщуватись за межі нейтронного ядра, продовжуючи нарощувати кінетичну енергію. На певному етапі такої еволюції відбувається вибух зірки, тобто надлишкова кінетична енергія скидає з зірки верхні її шари, залишаючи майже неушкодженою центральну частину, яка стає нейтронною зіркою.

Другий процес, вартий уваги в даному розділі, це поглинання чорною діркою звичайної зірки. При зустрічі зірки з чорною діркою її речовина перш за все витягується в екваторіальній області чорної дірки, охоплюючи її кільцем. Оскільки ми маємо справу з глибокою гравітаційною ямою, скоріше за все повинні існувати енергетичні рівні, подібні до атомних. В такому разі пониження енергії масивного кільця навколо чорної дірки повинно супроводжуватись видимим випромінюванням та викиданням газів одночасно з усього кільця. Останнім етапом буде поглинання речовини кільця чорною діркою. При такому процесі знову виникає надлишок кінетичної енергії речовини, поглинутої чорною діркою. Отже, слід чекати викидання речовини чи енергії чорною діркою. Оскільки поглинається речовина в екваторіальній області, що забезпечує циліндричну симетрію системи, то виділення речовини чи енергії повинно відбуватись з полюсів чорної дірки чи симетричним чином з екваторіальної області.

Можна заперечити, що речовина не може покинути чорну дірку. В такому разі давайте розглянемо можливість висвітлювання зайвої енергії з полюсів чорної дірки. Уявимо, що висвітлювання електромагнітних хвиль з частотами *νo* відбувається з гравітаційної поверхні чорної дірки вздовж її радіуса. В цьому випадку можна записати рівняння:

, (15)

де *Mb* – маса чорної дірки, *mp* – маса фотона.

Інтегрування від *rg* до ∞ дає

(16)

Отримаємо

*,*  (17)

тобто частота електромагнітної хвилі зменшиться лише в раз.

Проте, в такому разі залишається одна нестиковка: порушується симетрія процесів у часі. Справа в тому, що поглинається речовина, а випромінюється електромагнітна хвиля, яка, в принципі, може породити лише пару частинка-античастинка, які знову анігілюють. Отже, енергія електромагнітної хвилі лише буде розсіюватись, залишаючись електромагнітною хвилею.

Щоб вийти з ситуації, до якої привели роздуми над процесами, і повернути речовину в простір, потрібно припустити, що випромінюється насправді не електромагнітна хвиля, а Скалярне Поле [18]. Оскільки Скалярне Поле спроможне створити речовину, то ми повернемось до початкового стану: поглинулась речовина і випромінилась в кінцевому рахунку речовина. Такий механізм дозволить зрозуміти процес випромінювання гарячої речовини і енергії на певній відстані з полюсів чорної дірки, який спостерігається в астрономічних дослідженнях (див. статтю [19] і посилання в ній). Це випромінювання живить пузирі Фермі [20].

Нарешті ми підійшли до розгляду механізму формування галактичних рукавів.

Йде мова про поглинання центральною масивною чорною діркою менших чорних дірок, внаслідок чого виникають ударні хвилі [21], які створюють галактичні рукави.

Ми вже зрозуміли, що при взаємодії зірки з чорною діркою сформується диск в екваторіальній частині чорної дірки. На відміну від цього випадку контактна взаємодія між двома чорними дірками не зможе розтягнути меншу чорну дірку в диск навколо масивної чорної дірки. З’явиться вісь симетрії, яка з’єднує центри мас двох чорних дірок. Потім відбудеться поглинання масивною чорною діркою легкої дірки. Як і в попередніх випадках, при зближенні і об’єднанні чорних дірок виникне великий надлишок кінетичної енергії, рівний половині зміни потенціальної енергії. Оцінимо зміну величини потенціальної енергії:

(18)

Тут *M*1 – маса масивної чорної дірки, *M*2 – маса малої чорної дірки. При цьому вважається, що при захопленні малої чорної дірки масивною відстань між їхніми центрами буде дорівнювати гравітаційному радіусу масивної чорної дірки. Крім того, для визначення гравітаційного радіуса чорної дірки використана не релятивістська, а класична формула.

З формули (18) випливає, що надлишок кінетичної енергії при об’єднанні чорних дірок складе приблизно четверту частину маси легкої дірки. Ось така величина енергії повинна виділитися при об’єднанні чорних дірок. Результат **новий і несподіваний**, проте він пояснює процес створення галактичних рукавів.

Ми звернули увагу на існування осі симетрії при взаємодії двох чорних дірок. Крім того, варто відмітити, що імпульс системи був близький до нуля, а момент імпульсу, який відповідав обертанню малої дірки навколо великої в момент їхнього об’єднання, міг бути великим. Як наслідок, об’єднання двох чорних дірок зумовить народження двох ударних хвиль [21], тобто, викидання двох рівних за величиною потоків Скалярного Поля, які характеризуються компонентами руху: радіальним в екваторіальній площині, та азимутальним. Співвідношення між азимутальною та радіальною швидкостями потоків буде визначати тангенс кута логарифмічної спіралі галактичних рукавів.

Різні форми галактичних рукавів на даний момент добре систематизовані [17]. Розглядаючи камертон Габбла, можна помітити, що в еліптичних галактиках E0 – E7 ще не створена жодна чорна дірка, або створена лише одна легка чорна дірка. В галактиках SBa і SBb відбулося об’єднання легкої чорної дірки з центральною масивною чорною діркою. Причому в обох випадках азимутальна проекція швидкості речовини в галактичних рукавах значно перевищує радіальну проекцію. У випадку галактики SBc ситуація протилежна, тобто, радіальна проекція швидкості суттєво перевищує азимутальну. При цьому центральна перемичка колінеарна до галактичного рукава. Тому її не видно. На цьому прикладі чітко видно, що гравітаційне поле галактики впливає на форму галактичних рукавів.

Якщо маса малої чорної дірки складала 105 сонячних мас, то сформовані дві ударні хвилі нестимуть по 12500 сонячних мас речовини. Такі потоки дійсно будуть видимі як могутні галактичні рукави. Вони будуть спроможними забезпечити досить велике магнітне поле в галактичних рукавах і спричинити активні процеси еволюції речовини в межах галактичних рукавів. Подібні властивості галактичних рукавів здатні забезпечити процеси поглинання масивною чорною діркою легких (104 чи навіть 103 сонячних мас) чорних дірок). Зрозуміло, що в цих випадках потужність галактичних рукавів буде значно нижчою. І такі галактичні рукави дійсно спостерігаються. Сильною парою галактичних рукавів є рукави Щита-Центавра та Персея, суттєво слабшими є рукави Лебедя та Стрільця, і зовсім слабкими є два 3-кілопарсекові рукави. При цьому одночасно зі спіральними рукавами утворюється центральна перемичка.

Варто відзначити ще одну особливість створення галактичних рукавів. Справа в тому, що з масивної чорної дірки випромінюється лише Скалярне Поле, яке несе з собою велику енергію. Через деякий час Скалярне Поле породить речовину, починаючи з бінейтронів чи асоціатів бінейтронів. Отже, речовина галактичних рукавів народиться не відразу після випромінювання Скалярного Поля, а на деякій відстані від центральної чорної дірки. Внаслідок цього між початками галактичних рукавів з’явиться центральна перемичка нашої Галактики, довжина якої (~27000 св. років = 2,55·1017 км [22,23]) суттєво перевищує діаметр масивної чорної дірки (25,46·106 км [13]). Судячи з класифікації галактик, довжина центральної перемички і кількість галактичних рукавів в різних галактиках залежать від маси центральної чорної дірки та кількості поглинутих легких чорних дірок.

Здивування, на перший погляд, викликає занадто велика довжина центральної перемички нашої Галактики. Одним з варіантів пояснення цього феномену є віддалення початків галактичних рукавів від центру Галактики. За мільярди років існування галактичних рукавів таке віддалення (~13500 св. років) цілком можливе. Проте в такому разі центральна перемичка не повинна створюватись.

Інший варіант пов’язаний з властивостями і розмірністю Скалярного Поля[[3]](#footnote-3) [18]. Оскільки Скалярне Поле охоплює всі шари розшарованого простору Супер-Всесвіту, воно має можливість *відразу* після захоплення легкої чорної дірки важкою чорною діркою породити галактичні рукави на відстані в 13500 світлових років зі збереженням інформації про енергію і момент імпульсу речовини, породженою в галактичних рукавах. Крім того, така відстань дозволяє створити галактичні рукави з діаметром, значно більшим за діаметр масивної чорної дірки.

Отже, початок галактичних рукавів виявляється за межами центральної сферичної частини Галактики. В іншому випадку центральна частина могла бути зруйнованою.

Для пояснення механізмів створення центральної перемички і перенесення початку галактичних рукавів далеко за межі сферичної частини Галактики розглянемо прості приклади. Якщо ми візьмемо гальку і кинемо її горизонтально над поверхнею води, то побачимо, як вона багато разів відскакує від води поки не втратить своєї швидкості. Якщо ж гальку кинути над в’язкою рідиною чи гряззю, то помітимо що галька зробить слід на поверхні і зупинившись, потоне.

У випадку зі Скалярним Полем воно має можливість поширюватись в двовимірному просторі, кожна точка якого інформаційно пов’язана з делокалізованою точкою тривимірного простору. Таким чином, Скалярне Поле вмить перенесеться в точку народження галактичних рукавів, одночасно формуючи слід свого переміщення в тривимірному просторі.

І ще одна думка, яка виникає при розгляді властивостей галактичних рукавів. Складається враження, що вони мають незмінну конфігурацію в часі, як спиці в колесі, хоч на їхню форму і впливає гравітаційне поле галактики. Тобто, галактичний рукав має незмінну конфігурацію, оскільки ударна хвиля не пов’язана з орбітальним рухом зірок навколо центра галактики.. В такому разі буде зрозуміло, чому зірки при орбітальному русі навколо центра галактики з одного боку входять в область галактичного рукава, а з іншого виходять з нього. Оскільки центральна перемичка створюється одночасно з галактичними рукавами, то її конфігурація теж повинна залишатися постійною. Проте, вона створена як слід переміщення Скалярного Поля, а не в результаті ударної хвили. В результаті центральна перемичка фактично стабілізує положення галактичних рукавів.

Існує хаотичний потік речовини до центральної чорної дірки, формуючи кільце з газу і пилу в екваторіальній площині чорної дірки. Одночасно існує захоплення речовини чорною діркою. Як наслідок, частина речовини з кільця викидається у всі сторони в область галактичного диска. Якщо є існують центральні перемички, то речовина буде викидатись в основному по перемичках, як вода з переповненого басейну по річках. Такі струмені речовини будуть підживлювати галактичні рукави. А оскільки потік речовини в чорну дірку носить хаотичний характер, то струмені речовини в область галактичних рукавів будуть мати осцилюючий неперіодичний характер. Особливо великої амплітуди будуть досягати ці осцилюючі струмені, коли чорна дірка захоплює зірку.

Дещо інші властивості має процес випромінювання гарячої речовини і енергії з полюсів чорної дірки, який живить пузирі Фермі. Ці потоки частинок занадто слабкі, щоб вплинути на структуру сферичної частини Галактики, тому вони створюються на відносно малій відстані від полюсів масивної чорної дірки, проте за межами критичної області, яка забезпечує можливість повернення гарячої речовини до чорної дірки. Крім того, не виключено, що вздовж центральної перемички в обох напрямках відразу існують потоки гарячої речовини одночасно з потоками, які живлять пузирі Фермі.

**Висновки**

На підставі розгляду процесів створення та еволюція Галактики в моделі Всесвіту з початковою мінімальною ентропією зроблені наступні висновки.

1. При народженні Всесвіту відразу створюється зародок галактики у формі диску з постійною густиною речовини. Зародок галактики має фрактальну структуру, елементами якої є зародки зірок. Зародки галактики і зірок мають при створенні обертальний момент.

2. Діаметр галактики збільшується з часом виключно за рахунок розширення простору.

3. Збільшення маси та розміру зірок і галактики викликає зміну залежності середньої густини речовини від відстані до центра галактики, в тому числі і нашої Галактики. В центрі Галактики внаслідок розвитку хаосу, викликаного великою густиною зірок, формується сферична область з постійною густиною матерії, внаслідок чого період обертання навколо центра Галактики в цій частині Галактики виявляється величиною постійною. За межами сферичної області формується галактичний диск, в якому густина речовини залежить наближено обернено пропорційно від відстані до центра Галактики. Такий розподіл зірок в Галактиці спричинить слабку залежність швидкості зірок від відстані до центра Галактики.

4. Збільшення маси зірок з часом і гравітаційна взаємодія між ними спричинило збільшення товщини галактичного диска. При цьому з’явилася проекція сили, направлена перпендикулярно до площини диска.

5. Внаслідок хаосу в русі зірок в центрі Галактики відбувалося зіткнення зірок і об’єднання їхньої маси, внаслідок чого зірки еволюціонували до стану чорної дірки, яка формувалася перш за все в центрі Галактики. Умови для формування чорних дірок з’являються через мільярди років після народження Всесвіту і тривають обмежений час. Проте слабкий процес захоплення зірок центральною чорною діркою повинен існувати постійно.

6. В формуванні гало задіяні два процеси. Перший з них проявився відразу після народження галактики за рахунок розпаду атомних ядер в зародках зірок. Другий процес пов’язаний з розвитком хаосу в центральній частині Галактики, при якому за межі Галактики викидалися верхні шари взаємодіючих зірок. Обидва процеси спричинили народження в гало масивних об’єктів, в яких відсутні важкі хімічні елементи.

7. Поглинання речовини центральною чорною діркою спричинює викидання з полюсів чорної дірки потоків швидких частинок, які живлять пузирі Фермі.

8. Галактичні рукави різної потужності виникли парами внаслідок поглинання центральною чорною діркою легших чорних дірок. При цьому надлишкова кінетична енергія формує потоки Скалярного Поля, яке в свою чергу формує галактичні рукави. Одночасно з галактичними рукавами виникали і центральні перемички.

9. Конфігурація галактичних рукавів зберігається незмінною, оскільки ударні хвилі не пов’язані з орбітальним рухом зірок навколо центра галактики. Тому зірки з одного боку входять в область галактичного рукава, а з іншого боку виходять з нього.

**Література**

[1]. Petro O. Kondratenko. The Birth and Evolution of the Universe with minimal initial Entropy. // International Journal of Physics and Astronomy. December 2015, Vol. 3, No. 2, pp. 1-21. Published by American Research Institute for Policy Development. DOI: 10.15640/ijpa.v3n2a1. URL: <http://dx.doi.org/10.15640/ijpa.v3n2a1>.

[2]. Ken Crawford. Is the Milky Way getting bigger? // Royal Astronomical Society**.** <https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-04/ras-itm032918.php>

# [3]. Milky Way. From Wikipedia. / <https://en.wikipedia.org/wiki/Milky_Way>

[4]. Milky Way as a heavenly phenomenon //<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D1%83%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%A8%D0%BB%D1%8F%D1%85>

[5]. The Milky Way - our galaxy. **//** <http://galspace.spb.ru/index63.html>

[6]. Ken-Ichi Tadaki, Reinhard Genzel, Tadayuki Kodama, [Stijn Wuyts](https://researchportal.bath.ac.uk/en/persons/stijn-wuyts), Emily Wisnioski, Natascha M Förster Schreiber, Andreas Burkert, Philipp Lang, Linda J. Tacconi, Dieter Lutz, Sirio Belli, Richard I. Davies, Bunyo Hatsukade, Masao Hayashi, Rodrigo Herrera-Camus, Soh Ikarashi, Shigeki Inoue, Kotaro Kohno, Yusei Koyama, J. Trevor Mendel & 7 others. Bulge-Forming Galaxies with an Extended Rotating Disk at z ∼ 2 // Astrophysical Journal. 10 Jan 2017. – V.834, Issue number 2, P. 1-10.

[7]. Ken-ichi Tadaki, Tadayuki Kodama, Erica J. Nelson, Sirio Belli, Natascha M. Förster Schreiber, Reinhard Genzel, Masao Hayashi, Rodrigo Herrera-Camus, Yusei Koyama, Philipp Lang.Rotating Starburst Cores in Massive Galaxies at *z* = 2.5 // The Astrophysical Journal Letters, 2017. V. 841: L25. Number 2, (6pp), June 1 / <https://doi.org/10.3847/2041-8213/aa7338> .

[8]. [Nick Choksi](https://www.quora.com/profile/Nick-Choksi). Do all stars in a galaxy travel at the same speed? If so, why?// Dec 29 2016. -<https://www.quora.com/Do-all-stars-in-a-galaxy-travel-at-the-same-speed-If-so-why>

[9]. [M. J. Reid](https://arxiv.org/search/astro-ph?searchtype=author&query=Reid%2C+M+J), [T. M. Dame](https://arxiv.org/search/astro-ph?searchtype=author&query=Dame%2C+T+M). On the Rotation Speed of the Milky Way Determined from HI Emission // [arXiv.org](https://arxiv.org/) > [astro-ph](https://arxiv.org/list/astro-ph/recent) > arXiv:1608.03886 [astro-ph.GA].

[10]. The Universe today. Ultimate Guide to Viewing The Cosmos. / Foreword by Dr. Ramela Gay. - 240 pages / ISBN-10: 1624145442, ISBN-13: 978-1624145445; Why Do Galaxies Have Arms?<https://www.universetoday.com/110929/why-do-galaxies-have-arms/> Posted on [April 3, 2014](https://www.universetoday.com/110929/why-do-galaxies-have-arms/) by David Dickinson with [Fraser Cain](https://www.universetoday.com/author/admin/).

[11]. Hiroko Niikura, Masahiro Takada, Naoki Yasuda, Robert H. Lupton, Takahiro Sumi, Surhud More, Toshiki Kurita, Sunao Sugiyama, Anupreeta More, Masamune Oguri & Masashi Chiba. Microlensing constraints on primordial black holes with Subaru/HSC Andromeda observations // *Nature Astronomy* (2019), Published01 April/ <https://doi.org/10.1038/s41550-019-0723-1>

[12]. Hawking, S. Gravitationally collapsed objects of very low mass. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **152**, 75–78 (1971).

[13]. [S. Gillessen](https://arxiv.org/search/astro-ph?searchtype=author&query=Gillessen%2C+S), [F. Eisenhauer](https://arxiv.org/search/astro-ph?searchtype=author&query=Eisenhauer%2C+F), [S. Trippe](https://arxiv.org/search/astro-ph?searchtype=author&query=Trippe%2C+S), [T. Alexander](https://arxiv.org/search/astro-ph?searchtype=author&query=Alexander%2C+T), [R. Genzel](https://arxiv.org/search/astro-ph?searchtype=author&query=Genzel%2C+R), [F. Martins](https://arxiv.org/search/astro-ph?searchtype=author&query=Martins%2C+F), [T. Ott](https://arxiv.org/search/astro-ph?searchtype=author&query=Ott%2C+T). Monitoring stellar orbits around the Massive Black Hole in the Galactic Center // [arXiv:0810.4674](https://arxiv.org/abs/0810.4674) [astro-ph]. 26 Oct 2008.

[14]. Heather Morrison: *Formation of the galactic halo.* Astronomical Soc. of the Pacific, San Francisco 1996, [ISBN 1-886733-13-9](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0:%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B0_%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3/1886733139)

[15]. Philip A. Davis, Saul J. Adelman: *Hot stars in the galactic halo.* Cambridge Univ. Press, Cambridge 1994, [ISBN 0-521-46087-5](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0:%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%B0_%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3/0521460875)

# [16]. Petro O. Kondratenko. Formation of the Solar System // International Journal of Ad­vanced Research in Physical Science (IJARPS). - Volume 5, Issue 6, 2018, pp 1-9.

[17]. Binney, J. Galactic Astronomy. — Princeton : Princeton University Press, 1998. — [ISBN 9780691025650](file:///\\wiki\%D0%A1%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B0%D1%8F:%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3\9780691025650).

# [18]. Petro O. Kondratenko. Scalar Field in Model of the Universe with Minimal Initial Entropy // International Journal of Advanced Research in Physical Science. Volume-4 Issue-4. – 2017. pp. 23-31. / <https://www.arcjournals.org/international-journal-of-advanced-research-in-physical-science/volume-4-issue-4/>

[19]. [G. Ponti](https://www.nature.com/articles/s41586-019-1009-6#auth-1), [F. Hofmann](https://www.nature.com/articles/s41586-019-1009-6#auth-2), [E. Churazov](https://www.nature.com/articles/s41586-019-1009-6#auth-3), [M. R. Morris](https://www.nature.com/articles/s41586-019-1009-6#auth-4), [F. Haberl](https://www.nature.com/articles/s41586-019-1009-6#auth-5), [K. Nandra](https://www.nature.com/articles/s41586-019-1009-6#auth-6), [R. Terrier](https://www.nature.com/articles/s41586-019-1009-6#auth-7), [M. Clavel](https://www.nature.com/articles/s41586-019-1009-6#auth-8) & [A. Goldwurm](https://www.nature.com/articles/s41586-019-1009-6#auth-9). An X-ray chimney extending hundreds of parsecs above and below the Galactic Centre // *Nature.* 2019. - Volume 567, pages347–350.

[20]. H.-Y. K. Yang, M. Ruszkowski and E. G. Zweibel. Unveiling the Origin of the Fermi Bubbles // arXiv:1802.03890v1 [astro-ph.HE] 12 Feb 2018. (<https://www.researchgate.net/publication/323141378_Unveiling_the_Origin_of_the_Fermi_Bubbles>)

[21]. S. Vladimirov, M. Karev. The structure of the galaxy // <http://www.poznavayka.org/uk/astronomiya-2/budova-galaktiki/> [7 March, 2018](http://www.poznavayka.org/uk/astronomiya-2/budova-galaktiki/). (in Ukrainian)

[22]. Maxim Borisov. The form of the Milky Way was abnormal **//** 17.08.2005. - <https://graniru.org/Society/Science/m.93542.html>. (in Russian)

[23]. Devitt Terry. “Galactic survey reveals a new look for the Milky Way.” University of Wisconsin-Madison, 16 August 2005 / [**https://**news.wisc.edu/galactic-survey-reveals-a-new-look-for-the-milky-way/](https://news.wisc.edu/galactic-survey-reveals-a-new-look-for-the-milky-way/) . Accessed 16 August 2018.

1. Наявність осі в галактичному диску та осі обертання в центральній чорній дірці в даному випадку не впливає на траєкторію зірок в центральній частині галактики. [↑](#footnote-ref-1)
2. Розглядаючи форму галактичних рукавів в різних галактиках [17], легко помітити, що ця форма далеко не завжди описується логарифмічною спіраллю. В тій частині галактичного рукава, яка знаходиться на периферії галактики, часто спостерігається не віддалення, а наближення рукава до центра галактики. В Галактиці Чумацький Шлях [3] цей факт теж помічений. [↑](#footnote-ref-2)
3. Фундаментальний простір, через який входить Скалярне Поле, має 12 згорнутих просторовий координат, одну часову та одну інформаційну. Скалярне Поле несе з собою енергію і програму створення Супер-Всесвіту і речовини в окремих шарах розшарованого простору. Тому після випромінювання Скалярного Поля масивною чорною діркою воно має можливість створити рукави в довільному місці, яке відповідає програмі. [↑](#footnote-ref-3)