



THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 12th
International Scientific
and Practical Conference

**CHALLENGES IN SCIENCE
OF NOWADAYS**

Washington, USA
6-8.12.2023

SCIENTIFIC COLLECTION
INTERCONF

No 181
December, 2023

Scientific Collection «InterConf»

No 181

December, 2023

THE ISSUE CONTAINS:

Proceedings of the 12th International
Scientific and Practical Conference

**CHALLENGES IN
SCIENCE OF NOWADAYS**

WASHINGTON, USA

December 6–8, 2023



WASHINGTON
2023

UDC 001.1

S 40 *Scientific Collection «InterConf»*, (181): with the Proceedings of the 12th International Scientific and Practical Conference «Challenges in Science of Nowadays» (December 6-8, 2023; Washington, USA) / comp. by LLC SPC «InterConf». Washington: EnDeavours Publisher, 2023. 461 p.
ISBN 979-1-293-10109-3 (series)

EDITOR

Anna Svoboda

Doctoral student
University of Economics;
Czech Republic
annasvobodaprague@yahoo.com

COORDINATOR

Mariia Granko

Coordination Director
LLC Scientific Publishing Center
«InterConf»; Ukraine
info@interconf.center

EDITORIAL BOARD

Temur Narbaev (DSc in Medicine)
Tashkent Pediatric Medical Institute,
Republic of Uzbekistan;
temur1972@inbox.ru

Nataliia Mykhalitska (PhD
in Public Administration)
Lviv State University of
Internal Affairs; Ukraine

Dan Goltzman (Doctoral student)
Riga Stradiņš University;
Republic of Latvia;
goltzman.dan@inbox.lv

Katherine Richard (DSc in Law),
Hasselt University; Kingdom of Belgium
katherine.richard@protonmail.com;

Bashirov Ansar (Doctor of Medicine),
EMIH of Almaty region,
Republic of Kazakhstan

Stanyslav Novak (DSc in Engineering)
University of Warsaw; Poland
novaks657@gmail.com;

Kanako Tanaka (PhD in Engineering),
Japan Science and Technology
Agency; Japan;

Mark Alexandr Wagner (DSc. in Psychology)
University of Vienna; Austria
mw6002832@gmail.com;

Elise Bant (LL.D.),
The University of Sydney; Australia;

Richard Brouillet (LL.B.),
University of Ottawa; Canada;

Kamilə Əliağa qızı Əliyeva (DSc
in Biology)
Baku State University; Republic of Azerbaijan

Dmytro Marchenko (PhD in Engineering)
Mykolayiv National Agrarian University
(MNAU); Ukraine;

Svitlana Lykholat (PhD in Economics),
Lviv Polytechnic National University; Ukraine

Viktor Yanchenko (PhD in Pharm. Sc.),
T.H. Shevchenko National University
«Chernihiv Colehium»; Ukraine

Rakhmonov Aziz Bositovich (PhD in Pedagogy)
Uzbek State University of World Languages;
Republic of Uzbekistan;

Mariana Vereskliia (PhD in Pedagogy)
Lviv State University of Internal Affairs;
Ukraine

Dr. Albenia Yaneva (DSc. in Sociology
and Antropology),
Manchester School of Architecture; UK;

Vera Gorak (PhD in Economics)
Karlovarská Krajská Nemocnice; Czech Republic
veragorak.assist@gmail.com;

Polina Vuitsik (PhD in Economics)
Jagiellonian University; Poland
p.vuitsik.prof@gmail.com;

Alexander Schieler (PhD in Sociology),
Transilvania University of Brasov; Romania
alexandrds.schieler@protonmail.ch

George McGrown (PhD in Finance)
University of Florida; USA
mcgrown.geor@gmail.com;

Vagif Sultanly (DSc in Philology)
Baku State University; Republic of Azerbaijan

Larysa Kupriianova (PhD in Medicine)
Humanitas University, Italy

Please, cite as shown below:

1. Surname, N. & Surname, N. (2023). Title of an article. *Scientific Collection «InterConf»*, (181), 21-27. Retrieved from <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding...>

This issue of Scientific Collection «InterConf» contains the materials of the International Scientific and Practical Conference. The conference provides an interdisciplinary forum for researchers, practitioners and scholars to present and discuss the most recent innovations and developments in modern science. The aim of conference is to enable academics, researchers, practitioners and college students to publish their research findings, ideas, developments, and innovations.

Scientific Collection «InterConf» and its content are indexed in Google Scholar

© 2023 Authors
© 2023 EnDeavours Publisher
© 2023 LLC SPC «InterConf»

PHYSICS AND MATHS

Квазіперіодичні катастрофічні явища на Землі

Кондратенко Петро Олексійович¹

¹ доктор фізико-математичних наук, професор,
Професор кафедри загальної та прикладної фізики,
Національний авіаційний університет; Україна

Анотація. В статті розглянуто стан моделювання катастрофічних процесів, що відбувались на Землі за останні 260 млн років. Запропонована власна модель, яка базується на моделі створення Всесвіту з мінімальною початковою ентропією. Показано, що основним механізмом різноманітних катастрофічних процесів, що відбуваються на Землі, є проходження Сонячної системи на своїй орбіті в Галактиці через галактичні рукави різної інтенсивності. В ці періоди спостерігаються не лише інтенсивні геологічні процеси, а й зникнення родів і видів фауни і флори, які не можуть витримати інтенсивного впливу фізичних процесів, які протікають в галактичних рукавах. За даними катастрофічних подій можна навіть уточнити положення і кількість галактичних рукавів.

Ключові слова: галактичні рукави, квазіперіодичні геологічні катастрофи, вимирання рослин і тварин на Землі.

Існує довга історія щодо питань часової координації між різними катастрофічними геологічними подіями, що відбуваються на Землі. При цьому теорія тектонічних плит передбачає, що епізоди різноманітних регіональних геологічних подій повинні бути проявами глобальних моделей динаміки плит і активності мантийно-плюмового шару [1]. Також імовірно, що геологічний літопис може бути сумішшю періодичних і неперіодичних подій. Отже, для виділення потенційних сигналів із шуму необхідні статистичні методи.

В роботі [2] на основі аналізу часових рядів даних про скам'янілості повідомили про період 26,4 млн років у морських вимираннях за останні 250 млн років (Рауп і Сепкоскі, 1986). Існує багато інших результатів з визначення періодичності різних подій (в [3] наведено повний перелік цитованої літератури). При цьому були спроби проведення Фур'є-аналізу для визначення середньої величини періодів катастрофічних подій. Зокрема, автори роботи [3] зібрили оновлені дані щодо часу 89 катастрофічних геологічних подій за останні 260 млн років, включаючи морські та неморські вимирання, океанічні

PHYSICS AND MATHS

безкисневі події, коливання рівня моря, континентальні повені та базальтові виверження, імпульси інтраплитного магматизму і зміни швидкості поширення морського дна, і піддали їх новим дослідженням. Аналіз виділив десять піків, кожен з яких включає від 5 до 11 подій з центрами в околі 10, 34, 63, 95, 122, 141, 184, 201, 217 і 255 млн років із середнім інтервалом між піками 27,5 млн років. Аналіз Фур'є віку подій дав спектри зі значними піками при 27,5 і 8,9 млн років. Однак питання точної тривалості і природи циклів, яке може залежати від використовуваних статистичних методів і відмінностей у різних наборах даних, все ще залишається відкритим.

Яким би не було походження цих циклічних епізодів, їх виникнення підтверджує аргумент на користь переважно періодичних катастрофічних геологічних літописів.

В статті За наведені узагальнені результати катастрофічних подій на Землі (рис.1).

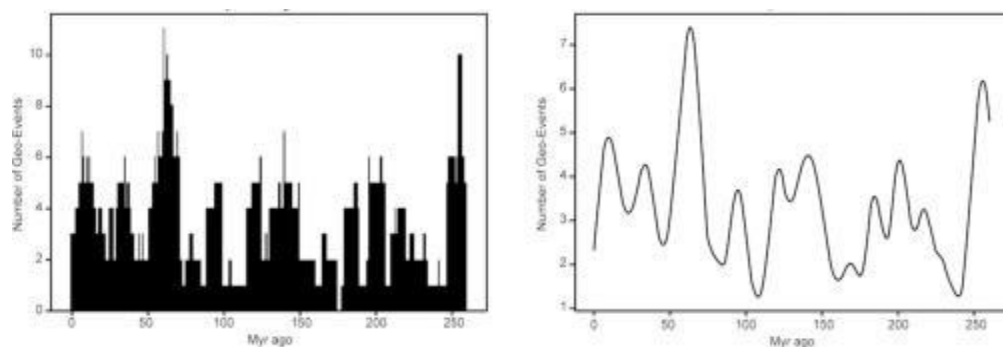


Рисунок 1

Ліворуч: результати аналізу 89 геологічних подій з використанням вікна тривалістю 10 млн років, центрованого кожні 0,5 млн років, з кількістю подій, що потрапили у вікно, обчислених з інтервалами в 1 млн років.

Це дало можливість виділити десять кластерів (піків). Праворуч: вік 89 геологічних подій зі згладжуванням Гауса зі стандартним відхиленням 5 млн років з центром на кожні 0,1 млн років. Знову видно десять кластерів (або піків).

Оскільки питання точної тривалості і природи катастрофічних явищ на Землі залишаються не відкритими, автор даної публікації вирішив дати свою інтерпретацію природи і тривалості згаданих подій, використовуючи власну модель створення та еволюції Всесвіту, включаючи будову і структуру Галактики Чумацький шлях, оскільки ця структура у своїй основі відповідальна за досліджувані явища.

Галактичні рукави і природа катастрофічних подій на Землі

Для пояснення природи квазіперіодичних катастрофічних явищ на Землі розглянемо галактичні рукави, які виявлено в

PHYSICS AND MATHS

структурі Галактики Чумацький шлях [4].

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° . Розглядаючи форму галактичних рукавів в різних галактиках [5], 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 [6] цей факт теж помічений.

Сонячна Система розташовується в зручному, тихому і затишному місці між рукавами Стрільця і Персея в області, іменованої рукавом Оріона. Власне тому в сучасну епоху на Землі може вільно розвиватись життя. З іншого боку, якби Сонячна система перебувала в межах галактичного рукава, то розвиток життя на Землі був би проблематичним.

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

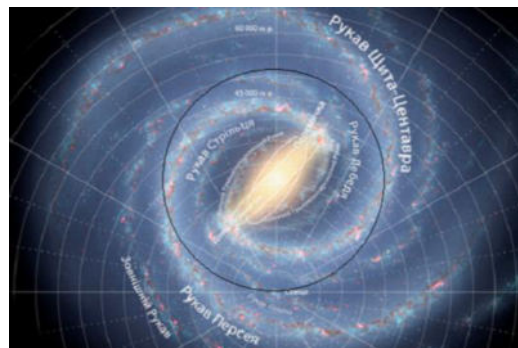


Рисунок 2

Галактичні рукави [4]. Коло навколо центра Галактики відображає орбіту Сонячної системи. Видно ділянки перетину орбіти з галактичними рукавами

PHYSICS AND MATHS

Зрозуміло, що таку високу симетрію галактичних рукавів неможливо описати, виходячи з міркувань про існування хаосу [7]. 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. Застосуємо цей закон при захопленні речовини чорною дірою.

При зустрічі зірки з чорною дірою 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 діри повинно супроводжуватись видимим випромінюванням та викиданням газів одночасно з усього кільця. Останнім етапом буде поглинання речовини кільця чорною дірою. При такому процесі знову виникає надлишок кінетичної енергії. Отже, слід чекати викидання речовини чи енергії чорною дірою. Оскільки поглинається речовина в екваторіальній області, що забезпечує циліндричну симетрію системи, то виділення речовини чи енергії повинно відбуватись з полюсів чорної діри чи симетричним чином з екваторіальної області.

Можна заперечити, що речовина не може покинути чорну дірку.

Насправді випромінюється не електромагнітна хвиля, а Скалярне Поле [8]. Такий механізм дозволить зрозуміти процес випромінювання гарячої речовини і енергії на певній відстані з полюсів чорної діри, який спостерігається в астрономічних дослідженнях (див. статтю [9] і посилання в ній). Це випромінювання живить пазирі Фермі [10].

Нарешті ми підійшли до розгляду механізму формування галактичних рукавів. Мова йде про поглинання центральною

PHYSICS AND MATHS

масивною чорною дірою менших чорних дірок, внаслідок чого виникають ударні хвилі [11], які створюють галактичні рукави.

Ми вже зрозуміли, що при взаємодії зірки з чорною дірою 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'єднає 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:

$$\Delta E_p = \frac{GM_1M_2}{r_{g1}} = \frac{1}{2}M_2c^2$$

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 цієї формули 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 власної осі та навколо великої дірки в момент їхнього об'єднання, міг бути великим. Як наслідок, об'єднання двох чорних дірок зумовить народження двох ударних хвиль [11], 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.

Якщо маса малої чорної дірки складала 10^5 сонячних мас, то сформовані дві ударні хвилі нестимуть по 12500 сонячних мас речовини. Такі потоки дійсно будуть видимі як могутні

PHYSICS AND MATHS

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 також здатні забезпечити процеси поглинання масивною чорною дірою легких (10^4 чи навіть 10^3 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 діри 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 діри. Внаслідок цього між початками галактичних рукавів з'явиться центральна перемичка нашої Галактики, довжина якої (~ 27000 св. років = $2,55 \cdot 10^{17}$ км [12, 13]) суттєво перевищує діаметр масивної чорної діри ($25,46 \cdot 10^6$ км [14]).

Здивування, на перший погляд, викликає занадто велика довжина центральної перемички нашої Галактики. Це пов'язано з властивостями і розмірністю Скалярного Поля [8]. Фундаментальний простір, через який входить Скалярне Поле, має 12 згорнутих просторових 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 дірою воно має можливість створити рукави в довільному місці, яке відповідає програмі. Оскільки Скалярне Поле охоплює всі шари розшарованого простору Супер-Всесвіту, воно має можливість відразу після захоплення легкої чорної діри важкою чорною дірою поширюватись в нижніх шарах Супер-Всесвіту, що дозволить йому миттю вийти в нашому просторі на відстані в 13500 світлових років від масивної чорної діри, породивши галактичні рукави зі збереженням інформації про енергію і момент імпульсу речовини, породженої в галактичних рукавах.

Отже, початок галактичних рукавів виявляється за межами центральної сферичної частини Галактики.

PHYSICS AND MATHS

У випадку зі Скалярним Полем воно має можливість поширюватись в двовимірному чи одновимірному 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, це те, що 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 хвилі.

Тепер розглянемо рух Сонячної системи по своїй орбіті в Галактиці. В певний час Сонячна система вийде із зони комфорту і увійде в область галактичного рукава. Вплив великих електричного і магнітного полів, а також велика густина речовини в рукаві будуть спричинювати катастрофічні процеси на Землі. Оскільки область галактичного рукава по-різному впливає на різні процеси на Землі, варто очікувати, що ці процеси будуть виявлятися не одночасно, хоч і в межах галактичного рукава.

Через певний час Сонячна система вийде з області галактичного рукава і залишки життя, які витримають катастрофічний вплив галактичного рукава, матимуть змогу продовжувати розвиватись. Через половину періоду обертання Сонячної системи навколо центру Галактики вона попаде в другий рукав, симетричний першому: якщо спочатку вона попала в область рукава Щита-Центавра, то через півперіоду попаде в область та рукава Персея. Ці області спричинять найбільш катастрофічні наслідки на Землі. Ці ділянки на рис.1 мають найвищу амплітуду. Проте, на попередньому етапі могли відбуватись події, які не в повній мірі повторяться на другому, тобто через півперіоду. Тому абсолютної періодичності не варто очікувати.

Через певний час після проходження Сонячною системою сильного галактичного рукава вона увійде в область дещо слабшого рукава. Така ж область повториться через половину періоду обертання Сонячної системи навколо центру в

PHYSICS AND MATHS

Галактиці. Проте, відстань, яку пройде Сонячна система від одного типу рукавів до іншого, не буде відповідати періодичності у виявленні катастрофічних процесів на Землі.

Таким чином, запропонована модель може пояснити наявність квазіперіодичних процесів на Землі. В подальших дослідженнях варто її деталізувати. Крім того, віднесення катастрофічних подій до перебування Сонячної системи в області галактичних рукавів дозволяє уточнити кількість галактичних рукавів в Галактиці та відстань між ними, а також узгодити дати катастрофічних подій з положеннями галактичних рукавів.

Висновки

На підставі розгляду квазіперіодичних катастрофічних процесів на Землі, а також на структуру Галактики і орбітальний рух в ній Сонячної системи показано наступне.

1. При русі Сонячної системи в Галактиці за період обертання вона двічі попадає в області однотипних рукавів, які спричиняють катастрофічні події на землі.

2. Оскільки галактичні рукави створені незалежно, вони розміщені в Галактиці не періодично. Отже, на періодичність катастроф, спричинених парю однотипних рукавів, буде накладатись зміщена в часі періодичність процесів від інших пар галактичних рукавів.

3. Незважаючи на періодичність виявлених процесів повної симетрії не може бути, оскільки наступні періодичні впливи будуть накладати на результати попередніх впливів, що може підсилити чи ослабити відповіді впливи.

4. Віднесення катастрофічних подій на Землі до перебування Сонячної системи в області галактичних рукавів може сприяти уточненню кількості і положенню галактичних рукавів, а також уточненню дат катастрофічних подій.

References:

- [1] R. Livermore. The Tectonic Plates are Moving / Oxford University Press, Oxford (2018)
- [2] David M. Raup and J. John Sepkoski, Jr. // Science. 21 Feb 1986. Vol 231, Issue 4740. pp. 833–836. DOI: 10.1126/science.115420
- [3] Michael R. Rampino, Ken Caldeira, Yuhong Zhu. A pulse of the Earth: A 27.5-Myr underlying cycle in coordinated geological events over the last 260 Myr // Geoscience Frontiers. Volume 12, Issue 6, November 2021, 101245. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101245>
- [4] Галактичний рукав. Матеріал з Вікіпедії – вільної енциклопедії.
- [5] Binney, J. Galactic Astronomy. – Princeton : Princeton University Press, 1998. – ISBN 9780691025650.
- [6] Milky Way. From Wikipedia. / https://en.wikipedia.org/wiki/Milky_Way
- [7] The Universe today. Ultimate Guide to Viewing The Cosmos. / Foreword by Dr. Ramela Gay. – 240 pages / ISBN-10: 1624145442, ISBN-13: 978-

PHYSICS AND MATHS

- 1624145445; Why Do Galaxies Have Arms?
<https://www.universetoday.com/110929/why-do-galaxies-have-arms/>
Posted on April 3, 2014 by David Dickinson with Fraser Cain.
- [8] 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/>
- [9] G. Ponti, F. Hofmann, E. Churazov, M. R. Morris, F. Haberl, K. Nandra, R. Terrier, M. Clavel & A. Goldwurm. An X-ray chimney extending hundreds of parsecs above and below the Galactic Centre // *Nature*. 2019. - Volume 567, pages347-350.
- [10] 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)
- [11] S. Vladimirov, M. Karev. The structure of the galaxy // <http://www.poznavayka.org/uk/astronomiya-2/budova-galaktiki/> 7 March, 2018. (in Ukrainian)
- [12] Maxim Borisov. The form of the Milky Way was abnormal // 17.08.2005. - <https://graniru.org/Society/Science/m.93542.html>. (in Russian)
- [13] 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/> . Accessed 16 August 2018.
- [14] S. Gillessen, F. Eisenhauer, S. Trippe, T. Alexander, R. Genzel, F. Martins, T. Ott. Monitoring stellar orbits around the Massive Black Hole in the Galactic Center // arXiv:0810.4674 [astro-ph]. 26 Oct 2008.