

Explosive magnetic hypothesis of the spiral structure of the Galaxy in the history of the Earth.

Raf Nigmatzyanov¹

¹KSU

November 24, 2022

Abstract

The possibility of the formation of a triplet six-armed spiral structure of the Galaxy as a result of the impact on the stellar population of the Milky Way disk of concentrated ionized explosive supernova ejections (with different velocity extrema) from the central region is considered. A mechanism is proposed for concentration and acceleration by the magnetic field of the Galaxy $R < 3-5$ kpc of ionized gas and dust emissions, with their further canalization along the magnetic axis of the dipole of a close binary system of supermassive objects at $R < 0.1$ kpc, rotating with acceleration. The hypothesis is confirmed by the periodicity of pulses of electrically conductive cosmic dust entering the Earth, as well as by the presence of anisotropies of ultrahigh-energy cosmic rays $> 10^{14}$ eV from the calculated directions. Thus, the triplet view of the boundaries of the geochronological scale is substantiated as the consequences of different-scale effects of heterogeneities in the triplet structure of the Spiral arms.

Взрывомагнитная гипотеза спиральной структуры Галактики в истории Земли.

Р.С. Нигматзянов, mingeoasinkem@rambler.ru.

Аннотация.

Рассматривается возможность формирования триплетной шестирукавной спиральной структуры Галактики в результате воздействий на звездное население диска Млечного пути концентрированных взрывных ионизованных выбросов сверхновых (с различными экстремумами скоростей) из центральной области. Предлагается механизм концентрации и ускорения магнитным полем Галактики $R < 3-5$ кпк ионизованных выбросов газа и пыли, с дальнейшей их канализацией вдоль магнитной оси диполя тесной двойной системы сверхмассивных объектов на $R \leq 0,1$ кпк, вращающейся с ускорением. Гипотеза подтверждается наличием анизотропий космических лучей сверхвысоких энергий $> 10^{14}$ эВ с расчетных направлений движения выбросов, а также периодичностью импульсов поступлений электропроводящей космической пыли на Землю. Тем самым обосновывается триплетный вид границ геохронологической шкалы, как последствий разномасштабных воздействий неоднородностей триплетной структуры Спиральных рукавов.

Ключевые слова: триплетная периодичность геологической истории Земли, шестирукавная триплетная спиральная структура Галактики, взрывомагнитная гипотеза Спиральной структуры, анизотропии ГКЛ СВЭ, электропроводящая космическая пыль.

Annotation.

The possibility of the formation of a triplet six-armed spiral structure of the Galaxy as a result of the impact on the stellar population of the Milky Way disk of concentrated ionized explosive supernova ejections (with different velocity extrema) from the central region is considered. A mechanism is proposed for concentration and acceleration by the magnetic field of the Galaxy $R < 3-5$ kpc of ionized gas and dust emissions, with their further canalization along the magnetic axis of the dipole of a close binary system of supermassive objects at $R < 0.1$ kpc, rotating with acceleration. The hypothesis is confirmed by the periodicity of pulses of electrically conductive cosmic dust entering the Earth, as well as by the presence of anisotropies of ultrahigh-energy cosmic rays $> 10^{14}$ eV from the calculated directions. Thus, the triplet view of the boundaries of the geochronological scale is substantiated as the consequences of different-scale effects of heterogeneities in the triplet structure of the Spiral arms.

Key words: triplet periodicity of the geological history of the Earth, six-armed triplet spiral structure of the Galaxy, explosive magnetic hypothesis of the Spiral structure, anisotropy of UHECRs, electrically conductive cosmic dust.

I. Введение.

Солнечная система периодически испытывает разномасштабные внешние воздействия [37; 5; 72; 76; 171; 172; 86], которые приводят к дестабилизации орбит малых тел и импульсам разномасштабных бомбардировок планет по [142; 155; 161; 181]. На Земле периодические вспышки импактов проявляются в виде масштабно, хронологически, пространственно и причинно-следственно связанных с возникновениями крупных ударных кратеров (новообразованиями кольцевых структур глубоководных морских и океанических котловин [123; 109; 23]), комплексов резких глобально-масштабных изменений среды [123; 142; 31], приводящих в том числе к массовым вымираниям (МВ) биоты различных интенсивностей [123; 142; 23; 162] (Рис.1). В истории планеты находят отражение циклы глобально-резких изменений в миллионы, десятки и сотни миллионов лет (Bertrand, 1892; Stille, 1944; Wilson, 1966) [7; 37; 72; 173; 76; 171; 172; 88; 6; 176] (Рис.2).

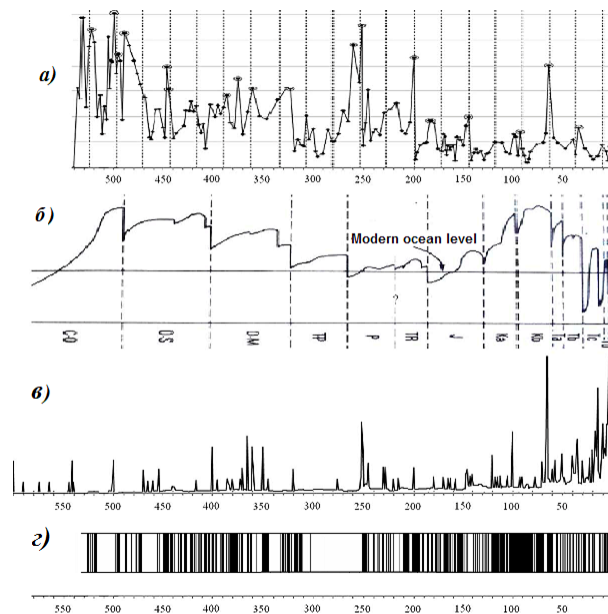


Рис.1. Хронологическая корреляция геологических процессов [45]:

а) кривая разнообразия биоты в фанерозое (Melott, Bambach, 2010);

б) эвстатические колебания уровня океана (Vail et al., 1977);

в) интенсивность импактных событий по материалам (Мухеева, <http://labmpg.sccc.ru/impact>);

г) магнитостратиграфическая шкала фанерозоя (Молостовский, 2006).

По амплитудам резких регрессий (падений уровня океана), зависимым от объемов новообразованных кратеров-котловин, и вызванных ими глобально-резких разномасштабных изменений среды и условий осадконакопления [45], в “геохронологических” (хроностратиграфических) периодических шкалах наиболее изученного фанерозойского эона (эонотемы) выделяются границы эр (эратем), периодов (систем), эпох (отделов и подотделов) и веков (ярусов). Разделы веков через миллионы лет являются минимально глобально-выраженными границами фанерозоя, отмеченными новообразованиями морских котловин-кратеров размерами до первых сотен километров. Века складываются в эпохи продолжительностями до первых десятков миллионов лет, границы между которыми характеризуются новообразованиями кольцевых глубоководных морских котловин диаметрами до нескольких сотен километров по [123; 109; 23; 136] и МВ [123; 105; 112; 2]. Из эпох сложены периоды по несколько десятков миллионов, а из периодов еще более масштабные эры в первые сотни миллионов лет (Рис.2). Границы эр (и соответственно приграничных периодов, эпох и веков) маркируются новообразованиями кольцевых структур океанских суперкотловин диаметрами более 4,8-14,0 тыс.км по материалам [54; 23; 28; 12; 78] и МВ максимальных масштабов - до 68-95% видов [77; 2].

Сокращение циклов. Установлено непрерывное повышение частот катастроф всех масштабов - закономерное сокращение продолжительностей относительно спокойных интервалов времени [5; 72; 76; 1; 180; 44; 3], имеющее вид геометрической регрессии по [1]. От палеозойской эры продолжительностью 375-270 млн.лет к мезозойской в 200-120 [124], затем к современной кайнозойской в 90-77 млн.лет по материалам [51; 43] (Рис.2б, 2в), эпох от 30-20 млн.лет в начале фанерозоя до 13,0-11,5 в настоящее время по [124; 3] - с уменьшением каждой последующей эпохи в среднем до 0,7 млн.лет [45] (Рис.2а), а также веков. При этом, исходя из закономерностей взаимосвязанных периодичностей, количественного соотношения эпох и веков по большинству различных шкал фанерозоя как 1/3 (29-32/87-96 [124]), а также дискуссионности эпохальной принадлежности около десятка приграничных веков [124], имеются основания предполагать триплетность границ

веков и эпох фанерозойского эона, проявленную в чередовании разделов эпох через каждые две межвековые границы минимальных масштабов.

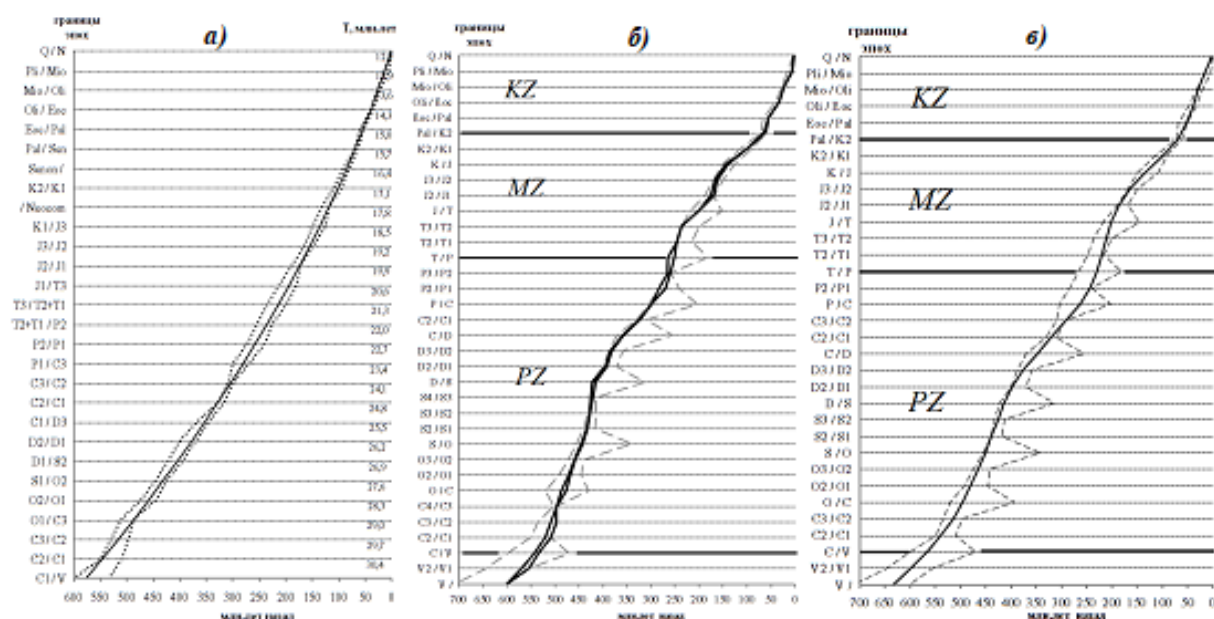


Рис.2. Геохронологические периодичности:

а) пример возможной арифметической регрессии (сплошная средняя линия) - периодичности с шагом 0,7 млн.лет (от 30,4 до 12,2 млн.лет) в «коридоре» максимальных и минимальных значений границ фанерозоя из 28 эпох по материалам [124] без учета (Holmes, 1937; Holmes, 1959);

б) современные ОСШ2015 и ОСШ2016 для фанерозоя в «коридоре» датировок из 32 эпох по материалам [124];

в) пример затухающей синусоиды с возрастанием частоты для фанерозоя из 30 эпох по материалам [124].

Согласованное сокращение периодичностей различных масштабов указывает на их общую обусловленность внешними к Солнечной системе причинами, связанными с параметрами орбиты Солнца по [5; 72; 1; 76; 162; 43]. Приуроченность границ эр к минимумам продолжительностей эпох (минимумам затухающей синусоиды (Рис.2в)), указывает на их связь с перигалактием эллиптической орбиты Солнца по [51; 40]): - длительности прошедших эр в 375-120 млн.лет по [124] совпадают с продолжительностью галактического года - оборотом Солнца вокруг центра Галактики за 300-150 млн.лет [51; 5; 72; 18; 88; 86; 84]. Сокращение продолжительностей эр соответствует предположительному сокращению галактических лет [5; 72; 1; 180; 44], возможно вследствие недостаточной скорости Солнца для движения по круговой орбите: - средние поперечные скорости (без учета радиальных составляющих) большинства звезд диска, до $R < 14-15$ кпк от центра, меньше на 10-30 км/с круговых (без радиальных составляющих) скоростей газа диска по [21] (Рис.3а). Данное наблюдение допускает выводы о возможном падении низкоскоростных звезд по спирали к Центру - со снижением высот их орбит и сокращением периодов вращений [1] (Рис.3б, 3в), аналогично установленному [122] вековому ускорению Луны. Например, по причине непрерывного роста гравитационного потенциала ядра Галактики за счет аккреции окружающей материи: - в Млечном пути имеются свидетельства столкновений и слияний с другими галактиками по [63; 154; 144; 36; 163; 145; 170]. Черные дыры (ЧД) из-за динамического трения всегда оседают к центру масс звездной системы, там связываются в двойные системы и сливаются в более крупные [65] (в настоящее время общее количество ЧД звездной массы в Галактике Млечный Путь оценивается более чем в 10^8 [120; 55]). С ростом размеров (масс) галактик растут круговые скорости звезд [156], или другими словами, снижается количество звезд и ЧД с низкими скоростями.

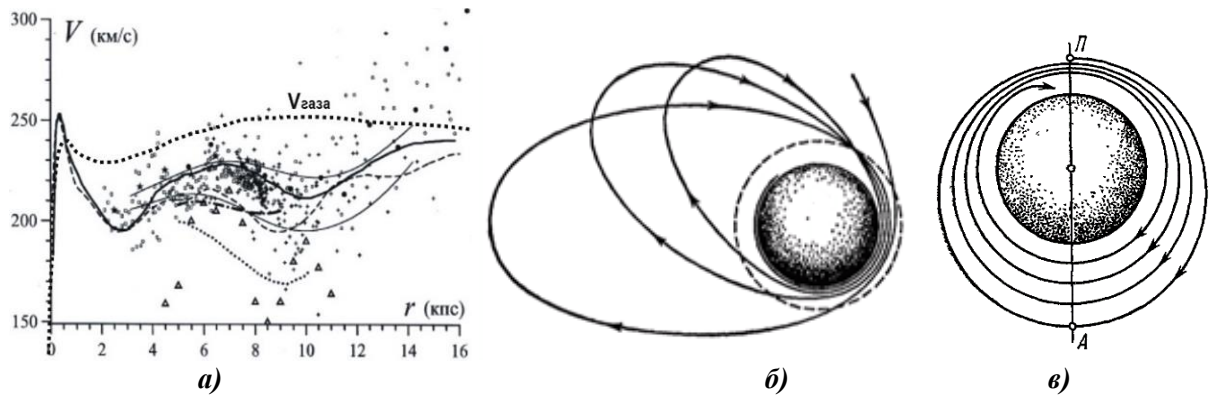


Рис.3. Скорости и возможные траектории космических объектов с низкими скоростями:
 а) средние кривые вращения, полученные разными авторами [62], где $V_{газа}$ - модельная кривая вращения газовой компоненты [80];
 б) пример затухающей эллиптической орбиты (тормозных эллипсов) [35];
 в) пример падения по спирали при торможении [35].

Возможная причина сокращения периодов. Само существование дисков спиральных галактик говорит о столкновительном характере среды, из которой они возникли [21; 189], и приводит к выводам о спиральных галактиках как взаимодействующих сталкивающихся [144; 145; 170; 108; 114] неправильных (которых часто объединяют со спиральными [65]), и затем относительно быстро, за первые миллиарды лет [170; 114; 55], с ускорением сливающихся [111] через дисковые фрагментарные, регулярные, сейфертовские, и затем линзовидные [189] в (или) более крупные эллиптические по [36; 21]. От слабо закрученных дисков к сильно закрученным по материалам [39], и далее по мере ускорения вращения к “аккреционным”, без возможности различения отдельных ветвей: диски линзовидных галактик обеднены газом [186; 65; 55] и не имеют заметных спиралей, в которых велик темп формирования звезд [55]. В то же время в эллиптических галактиках могут сохраняться следы тесного взаимодействия по [21], например, сам диск и быстрое вращение [65].

Такие галактики как наша, за последние 8 млрд.лет должны были испытать около шести слияний с другими галактиками [135; 22; 170; 114] - последнее столкновение Млечного пути с другой галактикой произошло предположительно ~0,3-2 млрд.лет назад по [63; 154; 144; 145; 170]. Признается неизбежность через ~4 млрд. лет столкновения и слияния за ~3 млрд. лет со спиральной галактикой М31 Андромеда [163; 114; 55], которая также ~0,9-2,1 млрд.лет назад поглотила соседнюю М32 [114]. В самой галактике Млечный путь периоды образования гало (богатого легкими элементами старого населения сферической составляющей) и формирования спирального диска (обедненного легкими элементами молодого населения плоской составляющей) отделены друг от друга огромным промежутком времени в ~1-5 млрд.лет [40; 36; 65]. За это время значительная часть газа могла покинуть систему в виде галактического ветра по [40].

Многочисленные наблюдения убеждают, что в ядре каждой обособленной галактики должен быть только один СМО массой $\geq 10^5 M_\odot$ по [139; 55], за исключением спиральных, содержащих два и более [26; 40; 107; 139; 140] (Рис.4). Выводы наблюдений позволяют рассматривать слияния галактик как слияния галактообразующих СМО [139; 140; 55], с эволюцией ядер от одиночных СМО через взаимодействующие и сливающиеся тесные двойные системы (ТДС) [65; 55] спиральных [26; 40; 107; 139; 140] снова в одиночные эллиптических. Отличие кривой вращения спиральных галактик от гиперболической кеплеровской для центральной массы (Рис.3а) и обрыв яркости вблизи центра также могут подтвердить дефицит массы в самом центре Галактики [40]. В таком случае из многочисленных кандидатов на роль галактообразующей взаимодействующей системы СМО Млечного Пути на оси бара, к примеру на $R \sim 0,1 \text{ кпк}$, могут претендовать облако Стрелец В2 (Sgr В2) диаметром 20-30 пк массой $\sim 3 \cdot 10^6 M_\odot$ [27], а на востоке -

предположительно взаимодействующее с Sgr B2 и антиподальное ему облако Sgr C2 по материалам [157] (Рис.4б, 4з, 4д). Еще один кандидат в СМО массой $10^5 M_\odot$, возможно связанный с облаком Sgr C, обнаружен на $R \sim 60$ пк от центра Млечного Пути [165]. Также нельзя исключать возможность обнаружения новых СМО на оси минибара в центральном парсеке (Рис.4в, 7в). Сам же радиоисточник Стрелец А* (Sgr A*) массой в $2,6-4,3 \cdot 10^6 M_\odot$ [69] не совпадает с плоскостью диска Галактики и осью бара [168; 27] (Рис.4в, 4з, 7в), поэтому может рассматриваться как взаимодействующий с галактообразующей двойной системой третий СМО.

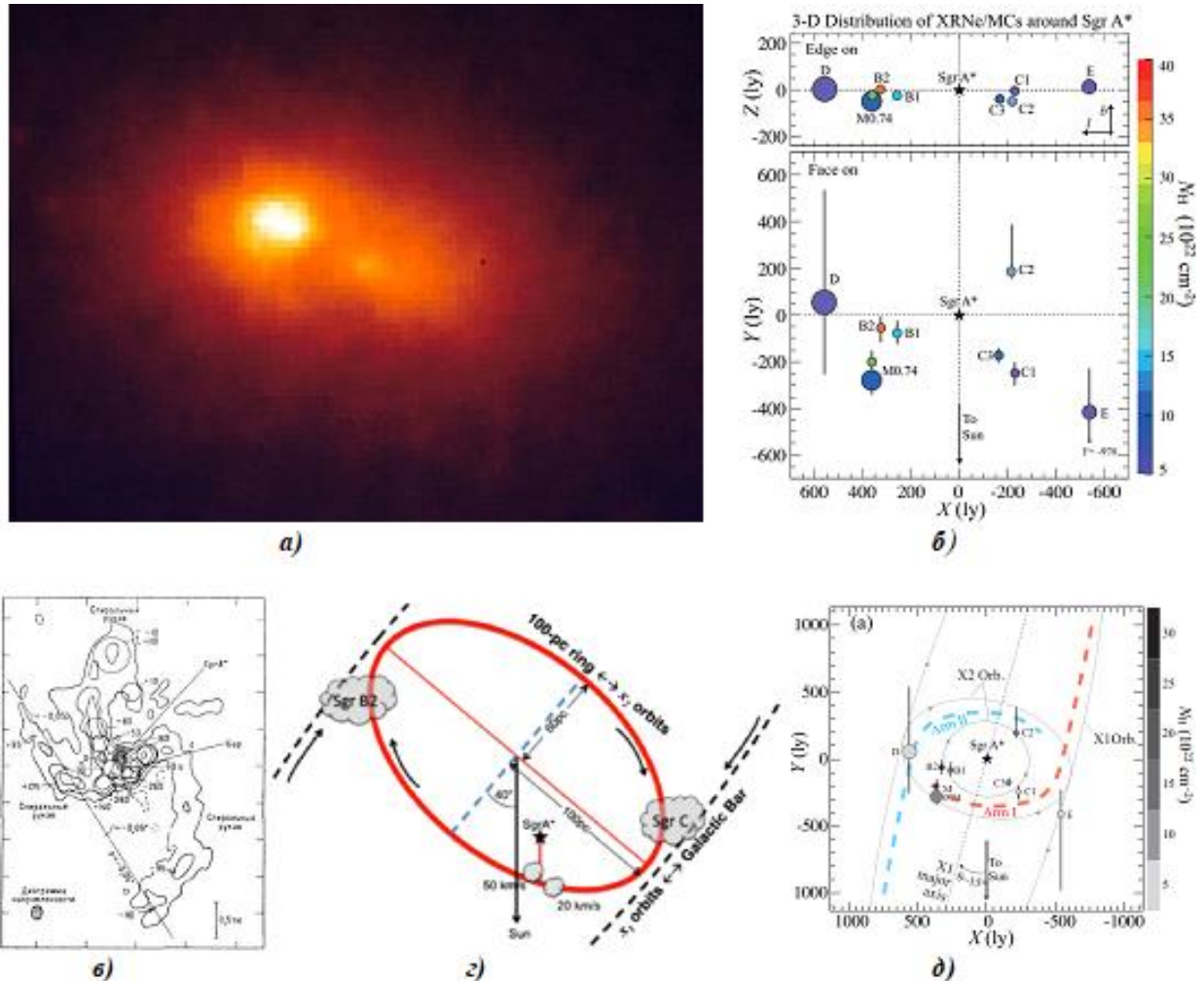


Рис.4. Сложные ядра спиральных галактик:

- а) двойное ядро галактики M31 Туманность Андромеды (ESA/Hubble, 1993);
- б) Галактический центр (Sgr A* принят за точку отсчета) [178];
- в) распределение интенсивности радиоизлучения от центра Галактики на волне 2 см [27];
- з) схема центральной области Галактики $R \sim 0,1 \text{ кпк}$ [157];
- д) схема бара в Галактическом Центре (за центр диска принят Sgr A*) [178].

Ядро спиральной галактики Млечный путь как взаимодействующей системы минимум из двух СМО массами до $10^6 M_\odot$ по [26; 40; 27], с ускорением падающих друг на друга по [198], подтверждает выводы о сложности ядер спиральных галактик [4] и необходимости привлечения дополнительной взаимодействующей галактики или СМО для объяснения спиральной структуры [131; 187; 148; 39; 40; 19]. Вывод о непрерывном повышении гравитационного потенциала ядра Млечного пути как сливающейся системы СМО, подтверждает неизбежность снижения высот орбит и сокращение периодов вращения относительно медленных звезд диска Галактики. Корреляция предположительно сокращающихся галактических лет с параметрами допустимо

спирально-эллиптической орбиты Солнца также может свидетельствовать о непрерывном сокращении интервалов времени между пересечениями Солнечной системой галактической плоскости (орбита Солнца не совпадает с плоскостью Галактики [51; 96]): - Усиление внешних воздействий на границах периодов (*систем*) связывают с прохождением Солнца через плоскость более плотного тонкого газо-пылевого диска по [171; 172; 96] толщиной ~ 70 пк-1 кпк [53; 38; 40; 56; 55].

При этом, в связи с отсутствием на границах эр и периодов (предположительно в перигалактии и при пересечениях орбитой Солнечной системы галактического диска) явных нарушений возможной эпохально-вековой триплетности, самые крупномасштабные разделы фанерозоя в работе рассмотрены лишь как усиления менее масштабных межэпохальных воздействий неоднородностями диска и перигалактия. Поэтому, исходя из закономерностей истории, следующая бомбардировка планеты не предполагается самой значительной: до перигалактия еще ~ 12 -22 млн.лет по [51; 43], и Солнце уже пересекло плоскость диска < 3 млн.лет назад [96; 161] - относительно недавняя граница неогена и квартера 1,0-2,6 млн.лет назад обозначила начала современных века, эпохи и заключительного периода кайнозойской эры. Следовательно, следующая глобальная межвековая граница через 0,75-1,5 млн.лет может быть вызвана относительно малозначительным импульсом бомбардировки, приводящим к образованию ударных кратеров размерами до первых сотен километров и не представляющим опасности для существования человечества как вида. Целью настоящей работы и является проверка межэпохальных галактических внешних воздействий на Солнечную систему как базовых в формировании крупномасштабных разделов фанерозойской истории, и следовательно триплетной структуры исторических границ.

II. Исходные данные.

В качестве причин внешних галактических воздействий на границах эпох и слагающих их веков, в связи с отсутствием других, установленных наблюдениями и сопоставимых по масштабам закономерно регулярных неоднородностей среды на траектории орбиты Солнца в плоскости многорукавной Спиральной структуры, предлагаются пересечения с самими Рукавами по [173; 130; 38; 40; 172; 27; 84; 2]. Спиральные ветви Галактики способны вносить возмущения не только плотности и гравитационного поля, но и систематической скорости звезд [40] до 10-15% [75] (*Рис.3а; Рис.5а*), что неизбежно приведет к дестабилизации недостаточно устойчивых орбит малых тел Солнечной системы и импульсам астероидных бомбардировок планет преимущественно земной группы по [155]. Спиральные рукава, как минимум за пределами радиуса коротации на концах бара $R \sim 3$ -5 кпк, могут вращаться с большей угловой скоростью, чем звезды диска по [80; 55]. Для подтверждения данного предположения Спиральная структура, исходя из проявленных в истории Земли учащающихся периодичностей разномасштабных импульсов импактов как результатов внешних воздействий, также должна быть симметрично-триплетной (шестирукавной) и вращаться с ускорением, а современный период обращения спиральной структуры должен соответствовать общей продолжительности последней пары геохронологических эпох в 26,0-23,5 млн.лет по [2; 45] (*Рис.2а*).

Согласно установленной дипольной симметричности дисков спиральных галактик [19], Млечный путь также может представлять из себя симметричную шестирукавную [191; 39; 146; 41] триплетную структуру из шести ветвей с различными свойствами: - 2-х оптических массивных рукавов со старыми звездами и 4-х газовых с молодыми [41], аналогичную строению галактики NGC4258 (M106) [191; 39] (*Рис.5б*). Двухрукавная спиральная структура из основных оптических массивных, бедных водородом рукавов по [191; 39], доминирует в толстом диске из старых звезд, а четырехрукавный спиральный узор (из второстепенных водородных рукавов - по [191; 39]) - в населении тонкого

водородного диска, включающем газ и молодые (обновленные - [99]) водородные звезды [146; 102; 41] (Рис.5в, Рис.6б).

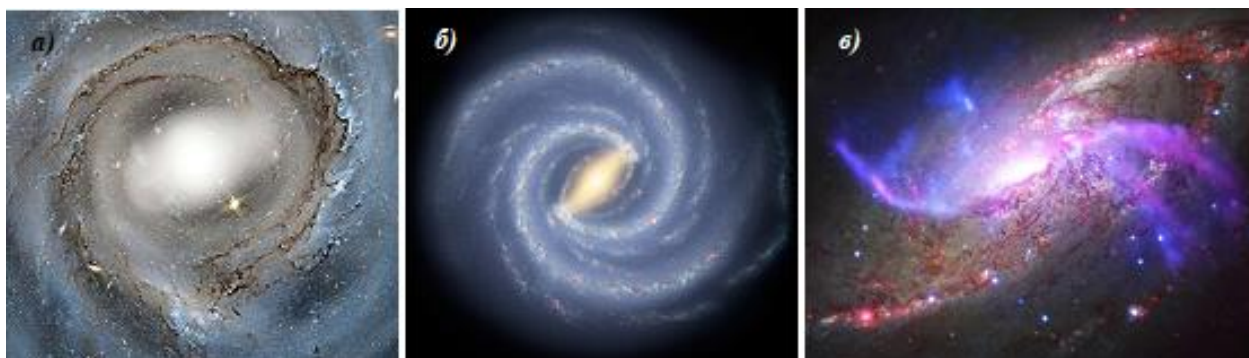


Рис.5. Структуры спиральных рукавов:

а) пример радиально направленных от центра спиральных возмущений диска в галактике NGC 4921 по материалам [137];

б) модель спиральных рукавов Млечного пути по данным радионаблюдений на радиолинии нейтрального водорода HI 21,1 см [102];

в) шестирукавная спиральная структура NGC4258 (M106) (<https://chandra.harvard.edu/photo/2014/m106/index.html>).

Сложность обнаружения (по данным радионаблюдений на линии нейтрального атомарного водорода HI 21,1 см) обедненного водородом оптического рукава Ориона даже в относительной близости от наблюдателя (Рис.5б), объясняет еще большую сложность обнаружения антиподального Ориону шестого, также безводородного рукава, запыленным Центром на противоположной стороне диска Млечного пути: - В окрестности Солнца выделяют три ветви: Стрельца, Ориона (Местного) и Персея [40]. Ветви Персея и Стрельца резко отличаются от Местного (обедненного водородом оптического - по [191]) рукава Ориона, в котором не устанавливается избытка ионизированного НII и нейтрального атомарного водорода HI по [40] - радио-картина спиральной структуры, т.е. распределение ионизированного водорода НII, нейтрального атомарного водорода HI и пульсаров, согласовывается с существованием ветвей Персея и Стрельца, но не обнаруживает Местного рукава Ориона [39; 40; 36]. В то же время имеются данные, что Местный рукав Ориона является главной спиральной структурой Галактики [98; 193; 39] и плотность областей интенсивного звездообразования в Местном рукаве как минимум сопоставима с плотностью других рукавов [98; 40; 197; 174]. Для сравнения - в галактике NGC4258 масса оптических ветвей (преимущественно из безводородных звезд SNI типа - авт.) в сто раз больше массы (из водородных SNII типа - авт.) эруптивных газовых [191; 39].

При этом, в отличие от архимедовых-паркеровских спиралей солнечных космических лучей (СКЛ) при равномерном вращении генератора выбросов [52] (Рис.6в), логарифмически-гиперболический вид спиральных ветвей ввиду отставания-«волочения» рукавов от вращения бара по [95] (Рис.5б, 6б), указывает на ядро как причину вращения спиральной структуры и подтверждает ускорение вращения ядра-генератора (и соответственно внешне твердотельно вращающихся бара и балджа) относительно самих рукавов. Напрямую ускорение вращения ядра следует из выводов о ядрах спиральных галактиках как сталкивающихся, и с ускорением сливающихся ТДС СМО по [26; 40; 27] (Рис.4).

Спиральная структура охватывает всю галактику от ее ядра до самой внешней части [166; 39; 19]. До последнего времени в предположении о стационарности системы считалось, что кинематика спиральной структуры определяется вращением бара, твердотельно вращающегося с угловой скоростью Ω_{bar} [19; 80]: - Спиральные рукава в

плоскости диска часто связаны с баром в одно целое [21], и возможно вращаются также твердотельно [19; 36; 21] в одном направлении в одной плоскости [21]. Поэтому очевидно, что угловая фазовая скорость спиральных волн Ω_p должна совпадать с угловой скоростью бара [39; 36; 80]. Указания на то, что он должен быть на внутреннем резонансе, коррелируют с результатами работы [153], из которых следует, что спиральная структура нашей Галактики должна возбуждаться в ее центральной части [95; 166; 153; 39; 19] и отличаться от скорости вращения звезд диска [39]. А радиус коротации (совпадений угловых скоростей вращения) газа в рукавах может располагаться на концах внешне твердотельно вращающегося бара $R \sim 3-5$ кпк [115; 194; 19; 41; 80]. В таком случае угловая скорость вращения спирального узора Ω_s может быть везде больше скорости вращения населения диска $\Omega(r)$, т.е. $\Omega(r) = V(r)/r < \Omega_s$ [80] для $R > 1$ кпк по [27].

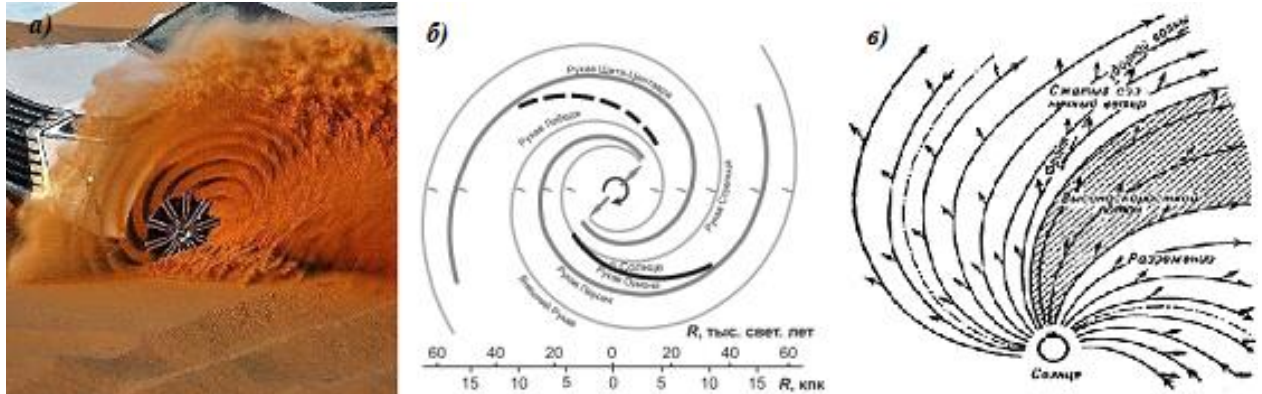


Рис.6. Примеры радиальных выбросов:

а) модель радиальных выбросов пыли из твердотельно вращающегося диска;

б) модель Спиральных рукавов Галактики [45];

в) структура сектора межпланетного магнитного поля [11].

В этом случае общепринятая волновая гипотеза твердотельного вращения спиральной структуры [151; 149; 40; 19; 36; 21] вступает в давнее неразрешимое противоречие между быстро вращающимся газом бара с угловой скоростью $\Omega_{\text{bar}} \sim 70-40$ км/с/кпк и медленной круговой скоростью спиральных рукавов в $\Omega_{\text{sp}} \sim 40-10$ км/с/кпк по [95; 150; 39; 115; 194; 41; 81; 80], т.е. фактически дифференциальным вращением. В то же время очевидно, что возможны лишь два несовместимых варианта вращения спиральных рукавов - твердотельное либо дифференциальное [40; 36]. Помимо указанного противоречия, общепринятая волновая твердотельная гипотеза игнорирует наблюдательные данные о разнотипности спиральных рукавов и радиальных движениях материи в плоскости Спиральной структуры по [191; 39] (Рис.5в): - При возможных радиальных скоростях рукавов до 800 км/с [45] угловая скорость вращения спиральной структуры в целом может быть выше скорости вращения звезд [80; 55] многократно, даже при сопоставимости круговых скоростей газовых рукавов и звезд диска. Общепринятая гипотеза также оставляет открытым принципиальный вопрос теории спиральной структуры - о причинах возбуждения и механизме поддержании спирального узора [39; 19], который может решить дифференциальная гипотеза выбросов: - Если в центральной области имеется какой-либо постоянно действующий «генератор», способный «гнать» спиральные волны по галактическому диску (Рис.6а), то и проблемы «выживания» спирального узора не существовало бы [39]. С учетом перечисленного, общепринятая гипотеза твердотельных квазистационарных волн плотности вызывает ряд серьезных возражений [187; 196; 169; 39], и не может объяснить спиральную структуру в галактиках, подобных Млечному Пути [41; 128].

На основании изложенного имеет смысл вернуться к более ранней дифференциальной гипотезе: - За спиральную структуру Галактики могут быть

ответственны установленные в спиральных галактиках прямыми наблюдениями [191] (Рис.5в) радиальные выбросы из (*вращающегося с ускорением* - [95]) центра газов, продуктов взрывов или иной материи, групповая скорость которых направлена от центра к периферии по [131; 129; 166; 4; 177; 191; 39; 40; 93; 27; 19]. В дифференциальной гипотезе механизмом образования спиральной структуры предлагаются извержения газа массой до $10^8 M_{\odot}$ из ядра в плоскости вращения Галактики, которые обновляют спиральную структуру [4; 191; 39; 19] в соответствии с первостепенной ролью газа в формировании спиральной структуры [94]. Подобный механизм традиционно сравнивают с вращающейся поливальной установкой - спринклером [48], либо архимедовыми-паркеровскими спиралями выбросов звездного ветра СКЛ (Рис.6в). Также уместна аналогия с радиальными выбросами потоков плазмы в плоскости экваториального аккреционного диска из быстро вращающихся ядер BAL-квазаров по [192] с выбросами джетов вдоль оси вращающегося минибара в центральном парсеке Галактики (Рис.8в). Предлагаемая дифференциальная гипотеза дипольных, преимущественно радиально-направленных, взрывных выбросов газа и пыли в плоскости диска по [190; 39] более полно объясняет имеющиеся наблюдательные данные:

- спиральные возмущения поля скоростей звезд и газа диска, возбуждение и поддержание спиральной структуры в дифференциально вращающемся диске из звезд [40; 19] - как проявлений физических воздействий сверхскоростных потоков радиальных выбросов газов [191; 39; 19] по гиперболическим траекториям. Наблюдениями установлено, что взрывные ионизованные СКЛ могут двигаться поперек силовых (*спиральных* - авт.) линий под углом 50° от направления Земля-Солнце [42] (Рис.7в);

- градиент возрастов звезд поперек (*молодых цефеид к внутренней стороне*) спиральных рукавов [199; 39; 19; 36] при отсутствии продольных [190; 39] - как следствие зависимости звездообразования (*омоложения*) в рукавах от времени аккреции гигантами и сверхгигантами необходимой критической массы водорода в процессе прохождения через них сверхскоростных потоков плазмы повышенной плотности по [99]. Отсутствие подобного градиента в безводородных рукавах [39] может свидетельствовать именно о подобном механизме вспышек сверхновых в газовых;

- дипольную симметричность спиральных рукавов [166; 39; 19] - как антиподально направленных выбросов ионизованного газа из центральной области вдоль оси бара (оси магнитного диполя ТДС СМО). Возможный пример - джет минибара центрального парсека Галактики (Рис.8в);

- существование спиральных ветвей с разными характеристиками, образованных не только молодыми, но и старыми звездами диска [191; 39; 40; 19] - различием воздействий разнотипных выбросов, приводящих преимущественно к SNII или SNI типам вспышек;

- наличие двухрукавной галактической ударной волны (ГУВ) [19] - как следствие сверхзвуковой разницы скоростей сверхскоростных передовых выбросов по сравнению со средой диска за относительно медленными газовыми рукавами. Соответственно может наблюдаться отсутствие выраженной УВ перед относительно медленными газовыми рукавами;

- наличие узкой полосы ионизованных пыли и газа вдоль внутренней кромки спиральных ветвей [39; 40; 19] - как неотъемлемых продуктов взрывных выбросов сверхновых по [182; 22; 59; 10], из которых и могут формироваться сами рукава по [4]. К тому же космическая пыль и УВ сами являются катализаторами процесса «молекуляризации» водорода [40; 21; 80]. Одновременно расположение полосы пыли внутри бара на передней кромке, а в спиралях за пределами бара - на задней кромке рукавов [81], может указывать на влияние магнитного поля на ионизированную пыль до $R < 3-5$ кпк от центра, и отсутствие его влияния за пределами бара. Тяжелые ионизованные ядра отклоняются магнитным полем сильнее [82], и дополнительно ускоряются вращением диска Галактики по материалам (Arago, 1825; Babbage, Hershel, 1825) [74];

- отличие форм спиралей от архимедовых [95] - ускорением вращения бара и ядра как генератора выбросов;

- различие углов закрутки от 6° - 12° у относительно медленных водородных ветвей и до 20° - 25° у сверхскоростных оптических [40] - различными радиальными скоростями выбросов (потоков) с разными плотностями;

- обнаружение УВ по наличию и усилению синхротронного и гамма излучений по касательным к спирали направлениям по [40; 19] (т.е. по внешней кромке рукавов) - более высокой скоростью вращения спиральных рукавов относительно населений диска за пределами радиуса коротации по [80; 55]. В стационарной гипотезе скорость вращения рукавов принимается меньшей скорости вращения звезд диска, поэтому ГУВ вынужденно располагают на внутренней кромке спиральных ветвей по материалам [40; 19].

Отмечается, что лишь первые два наблюдения - данные о спиральной структуре поля скоростей звезд и градиенте возрастов звезд поперек рукавов, по существу считаются доказательствами волновой природы спиральных рукавов [40]. Таким образом, основанная на прямых наблюдениях аналогичных Млечному Пути спиральных галактик, гипотеза взрывных выбросов [4; 190; 39] не только устраняет твердотельно/дифференциальное противоречие на основании возможности внешне твердотельного, фактически дифференциального вращения Спиральных рукавов, но также уточняет и дополняет имеющиеся наблюдательные данные. При этом, в отличие от твердотельно-волновой гипотезы, которая дает возможность предсказать геометрию спирального узора по известным параметрам галактики [19], гипотеза выбросов позволяет решать более сложные обратные задачи - по внешнему виду спиральных структур и джетов рассчитывать параметры самих спиральных галактик и их ядер, в т.ч. квазаров.

Вывод: Предпочтительная по сравнению с общепринятой стационарной твердотельно-волновой, предлагаемая [191] дифференциальная гипотеза разнотипных выбросов из центра бара $R < 3\text{-}5 \text{ кпк}$ допускает возможность формирования в дифференциально вращающемся звездном диске непрерывно обновляемой, и также дифференциально, но с ускорением вращающейся триплетно-симметричной спиральной структуры с рукавами различных плотностей и радиальных скоростей. Одновременно взаимосвязь Спиральных рукавов, бара и овального вытянутого неосесимметричного балджа $R < 1,0 \text{ кпк}$ как единой структуры, генерируемой ТДС СМО $R \leq 0,1\text{-}0,2 \text{ кпк}$, свидетельствует, что вся структура в целом может иметь период вращения, соответствующий современному периоду вращения объектов балджа центральной области $0,2 < R < 1 \text{ кпк}$ в ~ 24 млн.лет по материалам [27]. Т.е. современный предположительный период вращения Спиральной структуры с двумя масштабными ГУВ достаточно точно соответствует зафиксированной в истории Земли общей продолжительности двух последних эпох общей продолжительностью в 26,0-23,5 млн.лет по [2; 45] (Рис.2).

III. Постановка задачи.

Несмотря на соответствие предложенной [191] модели Спиральной структуры современным наблюдениям и зафиксированным в истории Земли геохронологическим данным, обоснованность изложенной гипотезы приходится признать неполной. Любая гипотеза спиральной структуры Галактики недостаточна без объяснения принципиального вопроса об источнике возбуждения и поддержания спирального узора [39; 19], в рассматриваемом случае - механизма образования непрерывных и одновременных потоков взрывных выбросов ГКЛ с различными параметрами в течение последних минимум 600-700 миллионов лет (Рис.2). При этом параметры выбросов должны быть достаточными, чтобы динамические воздействия передовых экстремумов обедненных водородом выбросов образовывали широкую ГУВ на фронте движения в толстом (до $1,8 \text{ кпк}$ [40; 55]) обедненном водородом оптическом диске из старых безводородных звезд, проявленную в виде вспышек предположительно столкновительного SNI типа по [195], и

также имелась возможность аккреции концентрированных ГКЛ магнитными полями газовых сверхгигантов до критической массы и вспышек в виде водородных сверхновых SNII типа по [99; 39; 19] в относительно медленных газовых рукавах тонкого газового диска. Недостаточная изученность данных вопросов требует дополнительного рассмотрения.

IV. Теоретические основы.

Солнце, средняя звезда Галактики, излучает звездный ветер КЛ энергиями до 10^{23} эрг/с [42; 52]. Полной мощности излучения всех $\sim 10^{11}$ звезд Галактики в $10^{23} \cdot 10^{11} \sim 10^{34}$ эрг/с [42] недостаточно для предполагаемой интенсивности излучения Млечного пути $\sim 4 \cdot 10^{40} - 10^{41}$ эрг/с [42; 8]. По энергетическим соображениям подобная интенсивность может быть получена только от взрывов сверхновых [14; 25], с полным энерговыделением при вспышке до $6 \cdot 10^{51}$ эрг [42; 59]. В таком случае для обеспечения мощности КЛ в $\sim 10^{42}$ эрг/с достаточно небольшой доли энергии вспышек при частоте раз в 30-300 лет [14; 25; 59; 8]. В нашей Галактике вспышки сверхновых с коллапсом ядра в среднем происходят раз в 12-50 лет [57; 59; 55] - только в окрестностях Солнца на расстояниях до 3-5 кпк от Земли за последнюю тысячу лет наблюдались 3-5 вспышек сверхновых [57]. По другим данным, что в нашей Галактике за год формируется около дюжины новых звезд [70].

Количество контактов звезд, или столкновений SNI типа, зависит от плотности их распределения - сверхновые чаще всего образуются в центральных более плотных областях [195]. А сильная концентрация массы к центру - важное условие возможности существования спиральной структуры в дисковой галактике [39] - вблизи Солнца плотность звезд составляет $\sim 7 \cdot 10^{-2}$ $M_{\odot}/\text{пк}^3$, а в Центре $> 3 \cdot 10^7$ $M_{\odot}/\text{пк}^3$ [27]. Центральная область с массивным сфероидальным уплотнением звезд $R < 0,6-0,7$ кпк включает в себя звездный балдж массой $4 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{10} M_{\odot}$ [40; 36] (при полной массе диска Галактики в $7 \cdot 10^9 M_{\odot} - 1,5 \cdot 10^{12} M_{\odot}$ [39; 36]). Т.е. звездная плотность в центре Галактики в $10^4 - 10^9$ раз по [27], возможно даже в 10^{18} [36] раз выше, чем в галактических окрестностях Солнца. Соответственно в Центре может быть на порядки выше интенсивность вспышек сверхновых, и пропорционально выше объемы выброшенных взрывами сверхскоростных газов и пыли. В связи с затрудненностью подтверждения прямыми наблюдениями высокой частоты взрывов в центре из-за запыленности диска Млечного пути [40; 57], допустимо предположить, что частота вспышек сверхновых в центральной области сливающейся Галактики и выбросы КЛ могут на порядки превышать регистрируемую в настоящее время интенсивность ГКЛ из Центра. Впрочем, значительная запыленность Центра сама может указывать на высокую частоту взрывов [182; 22; 59; 10]. Одновременно высокие некруговые скорости и значительные отклонения в распределении газа от плоскости симметрии в балдже также свидетельствуют в пользу взрывов и высоких радиальных скоростей движений газа [40], достаточных для постоянного пополнения газового диска $R < 0,6-1,5$ кпк толщиной 150-200 пк и массой $\sim 6 \cdot 10^8 M_{\odot}$ по [26; 40; 27] с последующим истечением из него в виде джетов-рукавов. Наклон трехкилопарсекового диска до $22^\circ - 24^\circ$ [40; 178] и некруговые скорости газа до 100-200 км/с подтверждают, что диск формируется не из внешнего, более плотного газового кольца $R \sim 4-6$ кпк [40; 71], а непосредственно из центральной области.

ТДС СМО - магнитный диполь. Несмотря на ожидаемую высокую интенсивность выбросов КЛ из центральной области порядка 10^{40} эрг/с, наблюдаемые потоки ГКЛ почти на восемь порядков меньше, чем потоки СКЛ [61]. КЛ с энергией до $10^{11} - 10^{16}$ эВ практически изотропны [56], а установленная анизотропия ГКЛ СВЭ из Центра в диапазоне $10^{14} < E \leq 10^{18}$ эВ составляет $< 4,4\%$ [125; 24; 25] (Рис.8б). Отсутствие ярко выраженной анизотропии из Центра во всем диапазоне $10^{11} < E < 10^{20}$ эВ указывает на существование в Галактике магнитного механизма по [121; 127; 175; 106; 53; 56; 132] концентрации и канализации скоростных ионизованных ГКЛ с $V > V_{\text{круг}}$ из центра. Недостаточность в настоящее время выбросов-джетов избытка плазмы вдоль полярной

оси вращения диска Галактики (Рис.7а; 7г) оставляет возможным только одно направление выбросов ионизованных газов - вдоль оси бара в плоскости диска (Рис.7в). И единственными кандидатами на роль подобных выбросов в диске являются струйные потоки взрывных ионизованных плазмы (горячего газа), газа и пыли по [190; 39], проявленные в виде спиральных рукавов. Что в свою очередь указывает на ось выбросов (ось бара, ось балджа) как ось магнитного диполя ядра Млечного пути, а на трехкилопарсекое эллиптическое псевдокольцо (“трехкилопарсекое кольцо” [41]) (Рис.5б) как на магнитную плазменную корону. Вывод о наличии магнитного поля в нашей Галактике по [127; 106; 85; 167; 53; 132] подкрепляется как данными о существовании магнитного поля у вращающихся СМО [184], так и выводами о магнитном механизме формирования спиральных рукавов [129; 53; 94; 169; 39]. Например, в простейшей модели вращения диска галактики, при вращении даже не магнитных металлических дисков, в прилегающих полусферах возникает не только сила, совпадающая с направлением вращения диска, но также сила, направленная перпендикулярно плоскости диска вдоль полярной оси вращения, которые возрастают с ростом угловой скорости (Arago, 1825) [74].

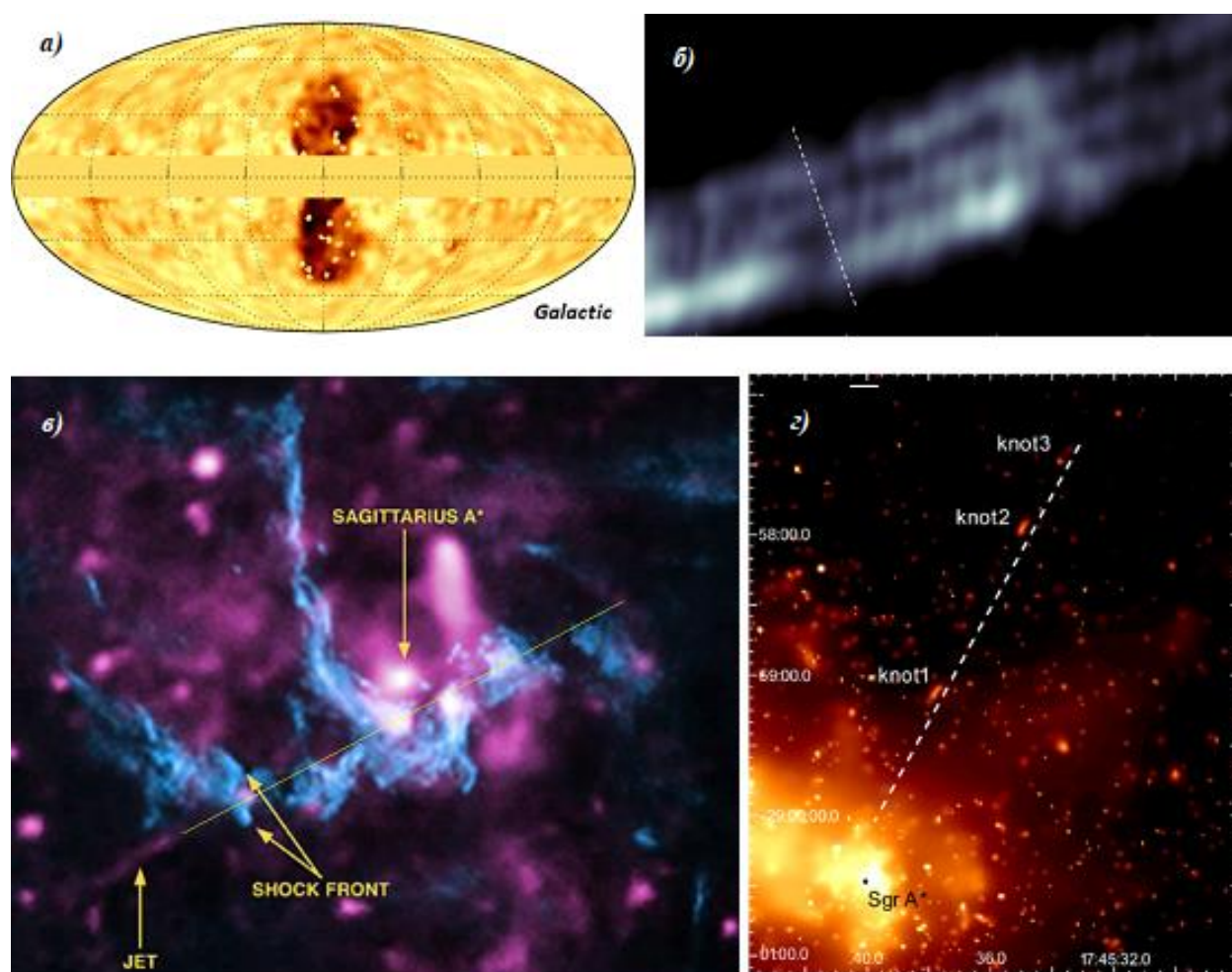


Рис.7. Примеры джетов - полярных и экваториального выбросов ГКЛ:

а) выброс полярного джета в Галактике по материалам [92];

б) выброс полярного спиралевидного многослойного джета квазара M87 [119; 66];

в) экваториальный выброс джета G359.944-0.052 вдоль оси бара в центре Млечного пути (<https://www.chandra.harvard.edu/photo/2013/sgra/>) [147];

г) узловая (струйная) структура из центра Галактики вблизи Sgr A* [141].

Возможность существования в центре Галактического диска вращающегося с ускорением магнитного диполя ТДС СМО, а также наличие концентрированного объема

сверхскоростных ионизованных ГКЛ в виде газового диска $R \sim 0,6-1,5 \text{ кпк}$ и псевдожукава $R \sim 3 \text{ кпк}$ не требуют, в отличие от полярных выбросов джетов вдоль оси вращения перпендикулярно плоскости диска, дополнительных механизмов типа (Blandford, Znajek, 1977; Blandford, Payne, 1982; Punsly, 2001) для выбросов ионизованных ГКЛ вдоль магнитной оси диполя ТДС. Например, BAL-квазары одновременно с выбросами спирально-закрученных, коллимированных полярных джетов ГКЛ вдоль оси вращения, продолжают выбрасывать джеты в плоскости диска по [192]. Спиральный вид вложенных разнотипных полярных выбросов КЛ (Рис.7б) отражает отношение скоростей обособленных экстремумов выбросов к скорости вращения самого ядра, аналогично опытам (Arago, 1825; Babbage, Hershel, 1825) [74], а также указывает на возможный механизм концентрации разнотипных ГКЛ с различными экстремумами на орбитах различной высоты в виде вложенных эллипсоидов вращения. Наличие выбросов полярных джетов в нашей Галактике (Рис.7а, 7з) также свидетельствует о наступившей сейфертовской стадии в эволюции спиральной Галактики, которая возможно продолжится еще до $\sim 100-200$ млн.лет по (Рис.2).

Экстремумы ГКЛ. Проверая по модели [102] диска Галактики (Рис.5б) гипотезу о Спиральных рукавах как проявлениях воздействий на звезды радиальных выбросов из вращающейся центральной области [190; 39], можно приблизительно оценить скорости радиальных расширений ветвей-спиралей для упрощенно архимедового равномерного вращения спиральной структуры с периодом в ~ 24 млн.лет: Стрельца и Внешнего рукава - в $350-520 \text{ км/с}$, Персея и Щита-Центавра - в $450-550 \text{ км/с}$, Местного-Ориона и симметричного ему Антипода - в $600-800 \text{ км/с}$ [45]. Круговые скорости выбросов могут составлять от 240 км/с (Рис.3а) до $770-1280 \text{ км/с}$ на $R \sim 3-5 \text{ кпк}$ при твердотельном вращении бара (скорость V_R от R до центра быстро растет до $R \sim 3-5 \text{ кпк}$, а затем остается почти неизменной вплоть до $30-50 \text{ кпк}$ от центра [40]). Отсюда диапазоны экстремумов выбросов в плоскости диска могут составить $425-1380$, $510-1390$ и $645-1510 \text{ км/с}$ с направлений $l_g \sim 290^\circ-340^\circ$.

Диапазоны расчетных скоростей соответствуют скоростям звездного ветра Паркера в $100-1000 \text{ км/с}$ и наблюдаемым скоростям СКЛ в $250-2000 \text{ км/с}$ по [60; 79; 52; 33; 61]. Сами расчетные экстремумы ГКЛ коррелируют с экстремумами скоростей звездного ветра СКЛ: спокойным интенсивностью $2,4-3,9 \cdot 10^8 \text{ частиц/см}^2/\text{с}$ ($n \sim 5-15/\text{см}^3$) в $250-500 \text{ км/с}$, с высокоскоростным квазистационарным интенсивностью до $2,7 \cdot 10^8 \text{ частиц/см}^2/\text{с}$ ($n \sim 2-5/\text{см}^3$) в $500-1000 \text{ км/с}$, и с высокоскоростным спорадическим плотностью около $10^2 \text{ частиц/см}^2/\text{с}$ в $700-2000 \text{ км/с}$ ($n \sim 10^{-4}-10^{-5}/\text{см}^3$) [60; 79; 52; 33; 47; 61]. Дополнительно можно отметить, что диапазоны скоростей взрывных выбросов сверхновых и звездного ветра соответствуют предполагаемым экстремумам частиц лабораторных взрывных выбросов в 10^2-10^3 км/с по [46]. Перечисленное может указывать на универсальность экстремумов взрывных выбросов различных масштабов, и позволяет выдвинуть предположение о различных типах спиральных потоков по материалам [40] (Рис.5в, 6б) как разнотипных экстремумах концентрированных взрывных выбросов сверхновых.

Рукава SNI и SNIИ типов. Закономерно, что именно с самым высокоскоростным экстремумом звездного ветра СКЛ связана ударная волна (УВ) в Солнечной системе [100; 52; 61]. По аналогии с УВ СКЛ, сверхскоростные потоки Ориона и его Антипода на внешних границах неизбежно будут порождать галактические ударные волны (ГУВ) за счет сверхзвуковой разницы скоростей движений ($> 130 \text{ км/с}$) за относительно медленными рукавами - в межзвездной среде скорость звука обычно $1-10 \text{ км/с}$ по [40; 56]. Чем больше относительная скорость межзвездного газа и спиральных рукавов, тем мощнее галактическая ударная волна и тем сильнее сжат в ней газ - интенсивнее процесс звездообразования [40]. ГУВ могут привести к столкновениям-слияниям звезд [188; 158] и вспышкам SNI типа [195] безводородных сверхновых звезд [21] - обычно уже входящих в составы двойных звезд (ТДС) [158].

В свою очередь, относительно медленные и тонкие газовые рукава обозначены водородными вспышками SNII типа, характерными для (газовых - авт.) рукавов спиральных галактик [21], они не встречаются в эллиптических галактиках со звездообразованием преимущественно ударного SNI типа. Сверхновые SNII типа связаны с молодыми массивными звездами массами 8-50 $M_{\odot}$ [21], эволюционирующими в течение миллионов лет до красных гигантов с протяженными, преимущественно водородными или гелиевыми оболочками [21], радиусами до $5 \cdot 10^3$ и более радиусов Солнца [87; 21]. В работе [99] выдвигалась гипотеза омоложения горячих звезд высокой светимости путем аккреции межзвездного вещества на звезду с мощным магнитным полем, в которой интенсивность аккреции кратно зависит от мощности и направления магнитного поля звезды [20].

Объем выброшенного в диск газа оценивается от $\sim 1 M_{\odot}/\text{год}$ [4] до 10% от массы самого диска [9] - $< 7 \cdot 10^8 M_{\odot}$ - $1,5 \cdot 10^{11} M_{\odot}$ по материалам [190; 39; 36], и большая его часть сосредоточена в газовых рукавах толщиной до 0,3 кпк и шириной до > 1 кпк [38] (Рис.5б). Плотность газа в рукавах достигает 2-300 $\text{п}/\text{см}^3$ при среднем значении диска 0,2 $\text{п}/\text{см}^3$ [40]. Отсюда интенсивность непрерывного в течение < 5 млн.лет потока протонов при предполагаемых скоростях рукавов в 425-1510 км/с может составить 10^8 - 10^{10} $\text{п}/\text{см}^2/\text{с}$ с $E \sim 10^{11}$ - 10^{14} эВ/с. Принимая максимально возможный размер красного сверхгиганта за размер магнитного поля звезды, для аккреции-аккумуляции плазмы с суммарной кинетической энергией, равной энергии взрыва (коллапса слоя ионизованной водородной плазмы сверхновой SNII типа) до 10^{56} - 10^{62} эВ (10^{49} - 10^{51} эрг, 10^{38} - 10^{44} Дж) [16; 42; 59], супергиганту допустимым сечением магнитного поля $> 3,8 \cdot 10^{29} \text{см}^2$ понадобится $< 10^5$ - 10^7 лет. Общее время прохождения двух последовательных газовых рукавов через объекты диска может составить < 9 млн.лет по (Рис.5б), что соответствует времени эволюции (омоложения по [99]) красных гигантов и сверхгигантов $\sim 10^6$ - 10^7 млн.лет по [36]. В таком случае в газовых относительно медленных рукавах, в отличие от сверхскоростных рукавов с ГУВ, максимум вспышек должен наблюдаться ближе к внутреннему краю газового рукава перед полосой пыли: - Расположение молодых звезд НII-области на внутренней кромке газовой спиральной ветви НII подтверждается наблюдениями [39; 40]. Можно отметить, что в стационарной модели спиральной структуры, при разнице круговых скоростей звезд и потоков газа всего в 20-30 км/с, интенсивности потоков газа без учета радиальных составляющих будет недостаточно для аккреции критических объемов водорода звездами SNII типа.

Вывод: Гипотеза взрывных выбросов из Центра [191], дополненная магнитными механизмами концентрации и последующей канализации ионизованных выбросов сверхновых вдоль магнитной оси ТДС ядра (из разноскоростных вложенных эллипсоидов вращения), достаточно обоснована наблюдениями и объединяет большинство гипотез происхождения спиральной структуры Галактики: взаимодействия галактик или СМО [199; 151], магнитную [129], взрывных выбросов - истечения из центра [131; 4; 129; 40; 93] в единую взаимосвязанную взаимодополняющую систему, согласующуюся с современными наблюдательными данными и теоретическими выводами об эволюции звезд, включая гипотезы природы вспышек сверхновых SNI и SNII типов [195; 99].

Изложенная гипотеза дифференциально с ускорением вращающихся спиральных рукавов может быть подтверждена наличием анизотропий ГКЛ с расчетных направлений, а также следов периодических импульсов выпадений ионизированной (электропроводящей) космической пыли в истории Земли.

V. Проверка гипотезы.

Анизотропии ГКЛ СВЭ. В настоящее время Солнечная система находится в межрукавном разреженном пространстве ($> 5 \cdot 10^{-3} \text{п}/\text{см}^3$ в области Солнца [40]) у внутреннего края рукава Ориона за полосой пыли (Рис.7б). После пересечения 1-3 млн.лет назад Галактической плоскости [96], Солнце движется на расстоянии в 20-28 пк к северу

от диска [96; 133], и продолжает отдаляться от него [96] с допустимой скоростью 175-275 км/с по [138] под углом до $2-9^\circ$ к диску по материалам [96; 138; 133]. По другим данным, Солнце может двигаться под углом 12° к северу относительно межзвездного газа, либо под углом в 22° к северу относительно ближайших звезд [34].

КЛ СВЭ галактического происхождения [13] должны прилетать преимущественно по направлениям от ее центра или от галактической плоскости [82], в рассматриваемой гипотезе выбросов - от плоскостей вращения межзвездного газа Спиральных рукавов или центрального газового диска $R < 0,6-1,5$ кпк (наклоненного к галактической плоскости до $22^\circ-24^\circ$ по [40; 178]). При этом плоскость спиральных рукавов не совпадает с галактической плоскостью до $7-8^\circ$ [38; 179], по другим данным, плоскость магнитного поля диска (спиральных рукавов – авт.) Галактики отклоняется от экватора на $20^\circ-50^\circ$ [85]. С учетом перечисленных отклонений, в полосе шириной не менее $-24^\circ < b < 24^\circ$ галактических координат можно предположить наличие не менее трех обособленных экстремумов ГКЛ СВЭ из центра - с направлений $30^\circ > l > 5^\circ$, $340^\circ > l > 290^\circ$ и $270^\circ > l > 180^\circ$ (Рис.8а). Согласно гипотезе, помимо постоянной анизотропии не ионизированных частиц возможными энергиями до $\sim 10^{17}$ эВ радиальных выбросов сверхновых из центра с направления $l_{cp} \sim 18^\circ$, должна наблюдаться межрукавная фоновая анизотропия ионизированных частиц гиперболических ГКЛ максимальных $E > 10^{17}$ эВ с направления $\sim l_{cp} 310^\circ$, и также нельзя исключить анизотропию $\sim l_{cp} 225^\circ$ - падающих обратно к центру ГКЛ с эллиптическими орбитами прошедшего рукава Ориона.

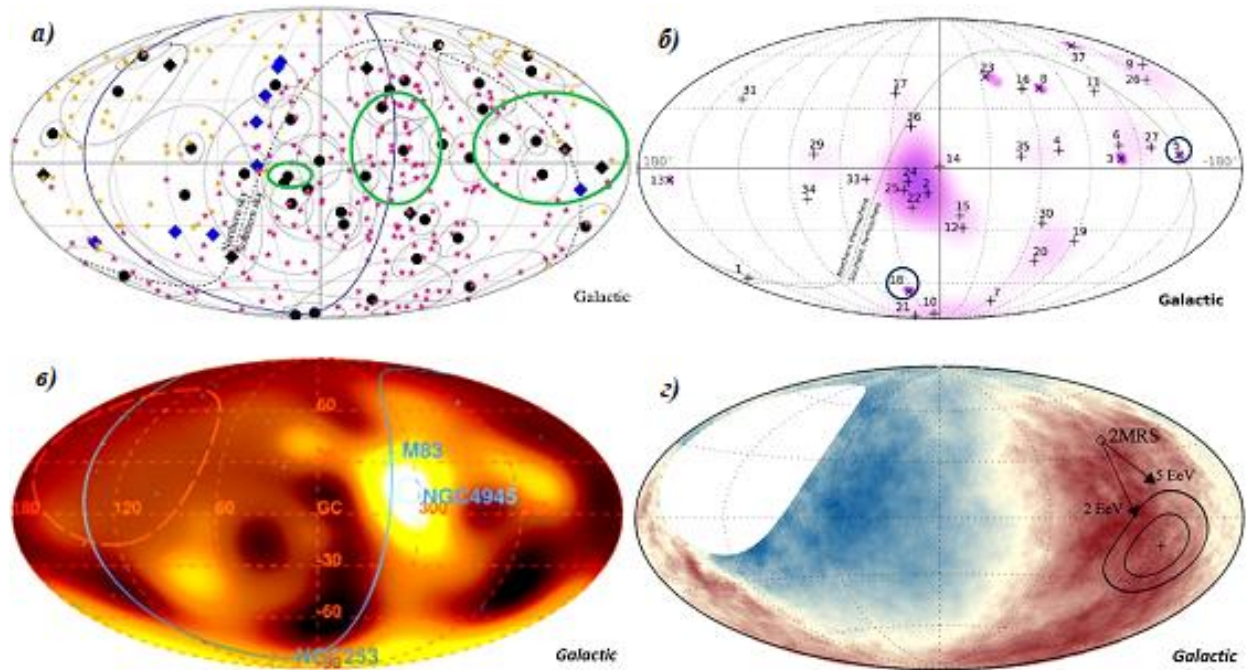


Рис.8. Анизотропии ГКЛ СВЭ:

а) координаты направлений КЛ СВЭ [91], зеленые эллипсы - направления вероятных аномалий ГКЛ;

б) анизотропия 4,4% из Центра ГКЛ $10^{17} \text{ эВ} < E < 10^{18} \text{ эВ}$ по данным [125; 90; 185];

в) анизотропия $10^1\%$ [25] ГКЛ $E \geq 60 \cdot 10^{18} \text{ эВ}$ с $l_g 310^\circ b_g 15^\circ$ [116];

г) анизотропия 6,5% ГКЛ $E \geq 8 \cdot 10^{18} \text{ эВ}$ с $l_g 233^\circ b_g 13^\circ$ [185].

Предположение подтверждается имеющимися данными о существовании анизотропий КЛ СВЭ максимальных интенсивностей именно с указанных направлений:

- до 4,4% для частиц $10^{14} < E < 10^{18} \text{ эВ}$ с направления $\sim l_g 15^\circ b_g -10^\circ$ по [125; 90] (Рис.8б), соответствующих направлению прилета по радиальным траекториям из центра не ионизированных ГКЛ, близкими к пределу $E \sim 10^{17} \text{ эВ}$ остатков взрывов сверхновых [8];

- в десятки процентов [25] частиц $E > 39 \cdot 10^{18} \text{ эВ}$ с направления $l_g 310^\circ b_g 15^\circ$ [116] (Рис.8в), что соответствует ионизированным ГКЛ с гиперболическими траекториями. Дополнительно отмечается резкое уменьшение общего потока частиц после $5 \cdot 10^{19} \text{ эВ}$ [59] и смещение анизотропии к северу при дальнейшем повышении энергии КЛ [116];

- до 6,5% для частиц $E \sim 8 \cdot 10^{18} \text{ эВ}$ с направления $l_g 233^\circ b_g -13^\circ$ [185] (Рис.8г). Данная аномалия соответствует расчетной анизотропии частиц с эллиптическими траекториями, максимальные энергии которых, с разрывом в интервале $< 4-8 \text{ ЭэВ}$ [89], превышают энергии не ионизированных КЛ из центра. Аномалия также согласуется с отклонением спиральных рукавов к югу от плоскости диска по [179] (Рис.11б).

Таким образом, расчетные направления и возможные пределы энергий максимальных анизотропий частиц ГКЛ подтверждаются наблюдениями, также подтверждается различие энергий между не ионизированными радиальными ГКЛ $E < 10^{18} \text{ эВ}$ и ионизированными $E > 10^{18} \text{ эВ}$, между ускоренными магнитным полем $> 10^{19} \text{ эВ}$ гиперболических и $E > 10^{18} \text{ эВ}$ эллиптических. Кроме перечисленного, смещение анизотропий $E > 39 \cdot 10^{18} \text{ эВ}$ к северу может отражать возможные колебания плоскости газового диска $\sim R < 0,6-1,5 \text{ кпк}$ [40; 178] и магнитного поля рукавов в пределах $20^\circ-50^\circ$ [85]. Для завершения предварительной проверки остается подтвердить периодичность импульсов выпадений ионизированной космической пыли в истории.

Космическая пыль. Космическая пыль - неотъемлемая часть выбросов сверхновых [59; 10] и спиральных рукавов [94]. Наличие пыли тесно связано с наличием и степенью развития спиральной структуры [53] и составляет $< 0,001\%$ от массы Галактического диска по [53; 55], или $\leq 10^4-10^7 M_\odot$ по материалам [39; 36]. Сосредоточена в узких [40], в 2-3 раза уже самого звездного рукава, полосах с внутренней стороны [19]. Периодические прохождения концентрированных пылевых масс через Солнечную систему в течение $< 2-5$ млн.лет могли оставить следы в осадконакоплении на Земле. В таком случае повышенные концентрации космической пыли хронологически должны наблюдаться после первопричины возникновения геохронологических границ – кратковременных глобальных регрессий (вследствие масштабных импульсов импактов под влиянием ГУВ и УВ близких вспышек сверхновых – в самих пылевых полосах уже отсутствует звездообразование по [19]). Т.е. на начальной стадии трансгрессии (постепенном повышении уровня океана с распространением морской биоты) и возобновлении эксплозивного вулканизма с выбросами пыли преимущественно силикатного или смешанного состава, аналогично наблюдаемым современным условиям. Дополнительно должно соблюдаться следующее условие: в соответствии с законом сохранения импульса предельные массы (и размеры) космических частиц должны различаться в разном скоростных рукавах обратно пропорционально скорости, и быть сопоставимы с предельными размерами (сверхскоростных [46]) частиц пыли $< 50(500) \text{ мкм}$ лабораторных взрывных выбросов по [73].

Исследователями отмечается приуроченность глобально-изохронных горизонтов (проводящей - авт.) космической пыли, обогащенной сферическими микрометеоритами магнетитового или высокоуглеродистого состава [117; 113; 31], к периодическим геохронологическим границам [17; 31] седиментационных циклов [152; 31]. Практически идеальная сферическая форма с концентрическим внутренним строением (Рис.9) считается определяющим критерием космогенности материала [30]. Микроферы, обнаруженные на геохронологических границах Р/Т, К2/К1, Р/К, К1/К2 Т/Р, С3/С2 в различных регионах планеты, включая современные возрастом до 12,9 тыс.лет, по внешнему облику близки между собой [17; 30; 32], и отличаются от импактных тектитов и вулканических выбросов по форме и составу [117]. Соответствие прослоев космической пыли рассматриваемой гипотезе также подтверждается ионизируемостью космических частиц всего слоя и недостатком силикатных непроводящих: - Силикатные микрометеориты встречаются (в изученных приграничных разрезах - авт.) в ископаемом виде реже, чем железистые микрометеориты [31; 68].

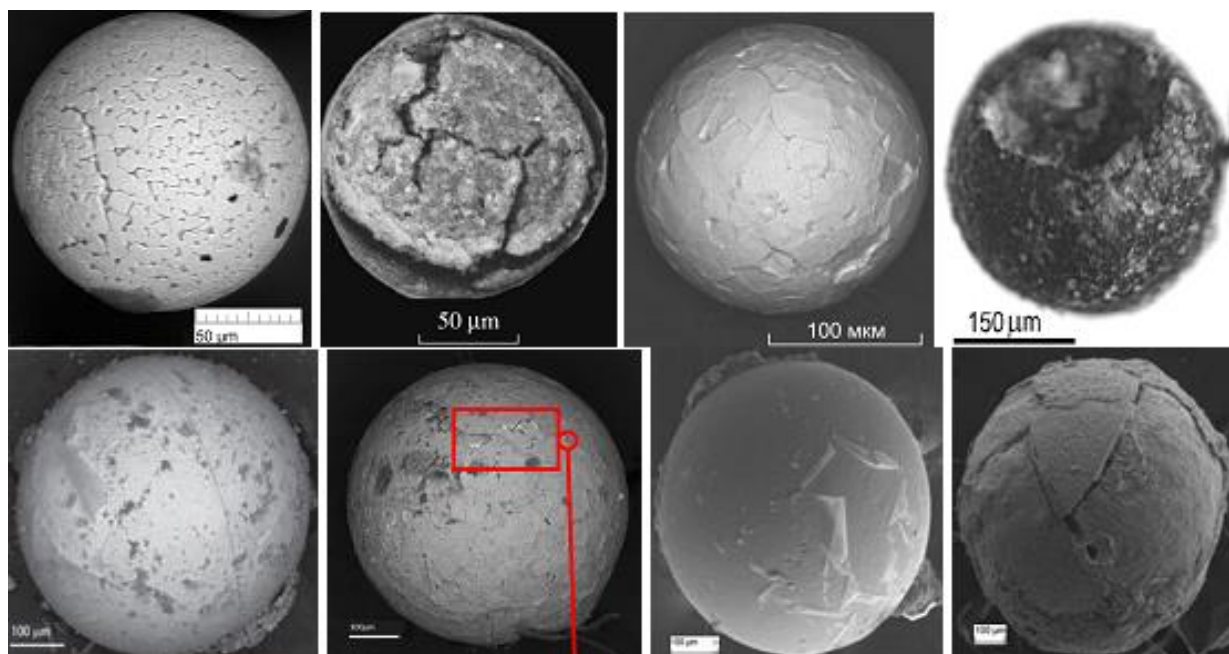


Рис.9. Электропроводящие микросферы в составе ионизируемой космической пыли:
- верхний ряд: межэпохальные, вкл. современные, размерами <250мкм [17; 32; 117; 83; 68];
- нижний ряд: межвековые, размерами <1000 мкм [67; 15].

Космические микрометеорные пылевые аномальные события [113; 31], связанные с выпадением на Землю большого количества малоразмерных космических частиц, предлагается рассматривать как самостоятельный процесс - отдельно от импактных бомбардировок, зафиксированных ударными кратерами [31] и микротектитами смешанного состава. Находки (ионизируемых - авт.) микрометеоритов в исследованных разрезах отмечаются после МВ [32] (хронологически связанных с моментами регрессий - авт.) и тяготеют к концу регрессивного или началу трансгрессивного циклов [32; 31]. Например, на рубеже Т/Р накопление слоя с микросферами продолжалось почти 2 млн.лет после момента регрессии [32] - импульса бомбардировки. Относительно недавние, наблюдаемые примерно на одном стратиграфическом уровне, горизонты космических магнетитовых и высокоуглеродистых микросфер возрастом ~12,9 тыс.лет [117; 31] предположительно маркируют завершение прохождения полосы пыли спирального рукава Ориона через Солнечную систему через <2,6 млн.лет после ГУВ - межэпохальной границы Q/N. Временной интервал <2-2,6 млн.лет соответствует предположительному времени прохождения сверхскоростных безводородных относительно узких рукавов с ГУВ и указывает, что в более широких относительно медленных рукавах на межвековых границах длительность накопления медленной относительно крупноразмерной пыли может составить до 4-5 млн.лет.

Подтверждается и соответствие масс (размеров) частиц выбросов закону сохранения импульса: размеры микросфер наиболее изученных межэпохальных границ эр, периодов и эпох Р/К, К₂/К₁, Т/Р, С₃/С₂ (включая Q/N), не различаются между собой и составляют <150-250 мкм [17; 117; 17; 30; 32; 31; 15; 68] – в то же время ископаемые железистые микросферы менее изученных границ веков достигают размеров 1000мкм [15; 67] (Рис.9), с возможными экстремумами <600 и <1000 мкм по [15; 67].

Вывод: Результаты предварительной проверки подтверждают существование максимальных анизотропий КЛ СВЭ с расчетных направлений, сами расчетные энергии КЛ СВЭ аномалий согласуются с наблюдаемыми, периодические поступления космической проводящей пыли коррелируют с геохронологическими границами, а также размеры (массы) частиц пыли разноскоростных рукавов соответствуют закону сохранения импульса и сопоставимы с максимальными размерами предположительно

сверхскоростных частиц лабораторных взрывных выбросов. Таким образом, рассмотренная в работе взрывомагнитная дифференциальная гипотеза образования шестирукавной триплетной спиральной структуры, и следовательно сама Спиральная структура как первопричина возникновений триплетных геохронологических разделов в истории Земли, находят предварительное подтверждение.

VI. Заключение.

Дополнительная независимая проверка изложенной гипотезы фактически уже ведется в ходе исследований приграничных горизонтов проводящей космической пыли. Условность стратиграфических границ и несовершенство основанных на них современных геохронологических шкал [37; 1; 2; 64; 29; 3] (Рис.2) заставляет искать новые пути периодизации истории на основе циклических геологических процессов, и ведет к пересмотру существующих шкал [37; 1] уже на основе закономерно-периодичных галактических процессов [1]. В связи дискуссионностью ударной природы образований кольцевых котловин глубоководных кольцевых морей и океанов [123; 109; 110], и соответственно причин возникновения хронологически связанных с ними глобальных регрессий - границ истории, именно периодические импульсы выпадений на Землю проводящей космической пыли в свою очередь отвечают требованиям закономерной периодичности, глобальности и изохронности, как маркеры закономерно-регулярных прохождений спиральных рукавов через Солнечную систему. Установленные закономерности галактической орбиты Солнца [51; 1] в плоскости закономерно вращающейся спиральной структуры Галактики могут позволить, на основании имеющихся датировок приграничных горизонтов космической пыли, уже сейчас рассчитать датировки всех геохронологических границ фанерозоя минимум до 600-700 млн.лет назад (Рис.2), как правильной регулярной досейфертовской стадии эволюции сливающейся галактики Млечный путь. Построение единой научно-обоснованной глобальной шкалы абсолютного геологического времени позволит синхронизировать и сопоставить накопленные геологические данные с недоступной в прошлом точностью.

Земля (как космический объект – авт.) хранит накопленную за миллиарды лет информацию, пригодную также и для решения многих космологических проблем [1]. Например, подтверждение триплетности геохронологических границ (триплетности спиральной структуры), и следовательно гипотезы о галактообразующем ядре спиральной Галактики как ТДС СМО, в свою очередь приведет к выводу о Sgr A* как ядре третьей галактики, захваченной уже в процессе слияния двух протогалактик Млечного Пути. Возможно, в составе галактики Sgr dSph ~0,3-2 млрд.лет назад по [63; 154; 144; 145; 170]. На что с одной стороны могут указывать недостаточные размеры (1,8-10пк [69]) аккреционного облака Sgr A* для СМО подобной массы, отсутствие видимой кинематической связи Sgr A* с плоскостью диска Галактики, осью бара, спиральной структурой Галактики, в т.ч. джетами миниспирали, а также дискуссионность кинематической взаимосвязи с взаимодействующими СМО на орбитах R~0,1кпк (попытки связать Sgr A* с Sgr B2-C в единую систему в одной плоскости приводят к смещению Sgr B2 и Sgr C с оси бара либо сдвигу Sgr A* по [157]) (Рис.4г). С другой стороны - наличие пространственная и динамическая взаимосвязь Sgr A* с объектами, движущимися по орбитам в отличной от Галактической полярной плоскости по материалам [63; 154; 144; 145; 170]: центр миниспирали и компактный радиоисточник образуют двойную систему [40], на Sgr A* падает Северная миниспираль Northern Arm (Sgr A West), которая через IRS 8 продолжается в Западную арку (Western arc), и далее можно продолжить траекторию через Северное пылевое облако (Northern Dust Cloud) в Центральное галактическое кольцо (Galactic Center Bubble) по материалам [126; 134] (Рис.10б).

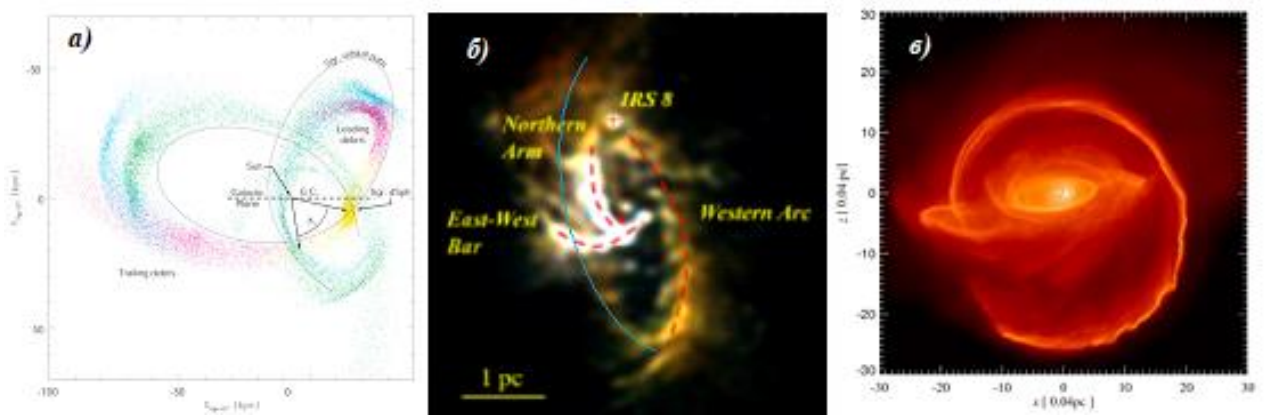


Рис.10. Примеры возможных столкновений-слияний массивных объектов:
 а) модель следов движения Sgr dSph [144];
 б) компоненты окооядерного кольца и Sgr A West показаны пунктирными линиями [143; 134], сплошным синим - дополнение автора;
 в) модель столкновения двух молекулярных облаков [118].

Предположение о Sgr A* как третьем СМО ядра Галактики могло бы объяснить наблюдаемый недостаток массы остатков поглощаемой галактики Sgr dSph до расчетных $10^{11}M_{\odot}$ по материалам [170], а также очевидное гравитационное воздействие на орбиты взаимодействующих между собой СМО массами до $10^6M_{\odot}$ на $R \leq 100$ пк [157] (Рис.11а), включая колебания плоскости центрального газового диска от галактической плоскости до 24° , плоскости магнитного поля (Спиральных рукавов – авт.) до 50° , проявленные в изгибе диска Млечного пути (Рис.11). Последние могут трактоваться как колебания звезд относительно плоскости диска [51] с периодом - ~ 26 -37 млн.лет [96].

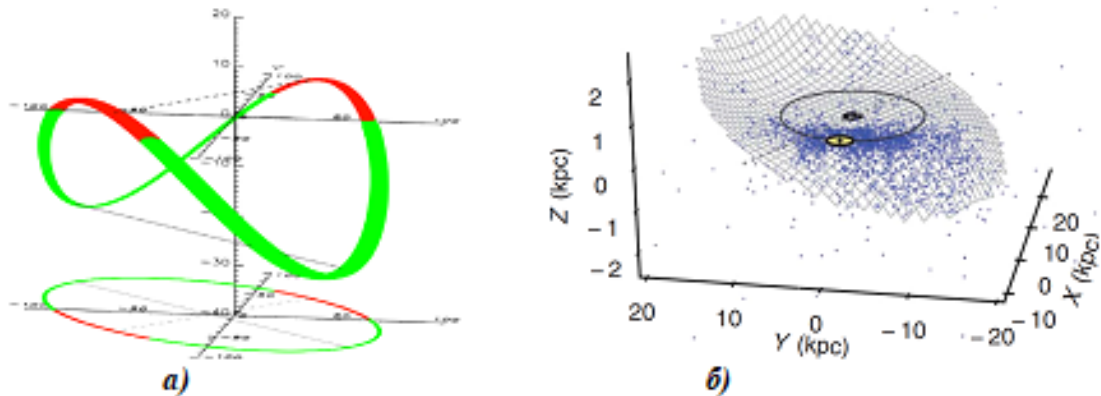


Рис.11. Изгибы орбит СМО и диска (магнитного поля) Галактики:
 а) изгиб центрального диска $R \sim 100$ пк [157];
 б) изгиб диска Млечного Пути по [179].

Другим, не менее важным следствием работы, является вывод о частицах ГКЛ СВЭ как ускоренных вращением магнитного поля Галактики взрывных сверхскоростных частицах проводящей пыли. Ранее уже отмечалось, что ГКЛ СВЭ не лучи, а частицы [13], предположение о возможной взаимосвязи ускорений ядер КЛ СВЭ и частиц космической пыли сверхновых выдвигалось в работах [183; 58; 59; 49]. И для этого имеются достаточные основания: рассматриваемые частицы КЛ СВЭ могут достигать поверхности Земли с огромным запасом энергии - глубины ШАЛ (широких атмосферных ливней) КЛ СВЭ $> 10^{20}$ эВ в океане достигают десятков метров [50]. Очевидно, что КЛ с энергиями > 48 Дж не могут быть излучением или протонами массами $\sim 1,67 \cdot 10^{-24}$ г, максимально возможные энергии которых могут достигать $< 5 \cdot 10^{14}$ эВ [8; 25]. С ростом энергий первичных частиц

КЛ СВЭ от левой границы спектра до его излома к энергии после излома происходит увеличение их средней массы [13]. Уже при $E \sim 3 \cdot 10^{17}$ эВ по данным установок Fly's Eye [97] и ШАЛ МГУ, наблюдается обогащение КЛ тяжелыми ядрами, обусловленное изломом в спектре КЛ при $E \sim (3-5) \cdot 10^{15}$ эВ [56; 25] (Рис.12а). А с $\sim 5 \cdot 10^{18}$ эВ (с $\sim 8 \cdot 10^{17}$ эВ [56]) уже новая популяция (ионизированных - авт.) КЛ СВЭ начинает доминировать над предыдущей (не ионизируемой - авт.) компонентой по [103; 25] (Рис.12а). Что согласуется с различием максимальных энергий $\leq 1 \cdot 10^{18}$ эВ ГКЛ из центра и $> 8 \cdot 10^{18}$ эВ ускоренных вращением магнитного поля КЛ с направлений $\sim 1G310^\circ$ и $\sim 1G225^\circ$.

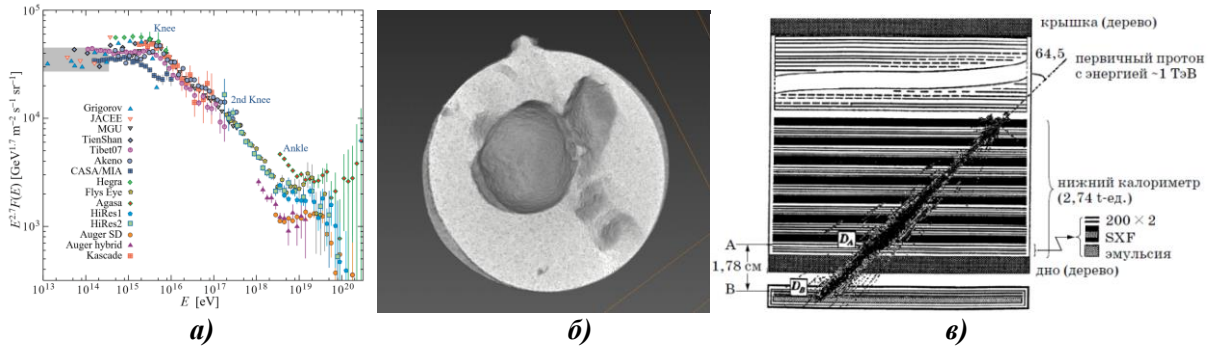


Рис.12. Энергии ГКЛ и последствия столкновений с мишенями:

- а) дифференциальный энергетический спектр КЛ [104];
- б) томографическое изображение магнетитовой микросферы диаметром 200 мкм (отверстия в шарике могли быть вызваны высокоэнергетичными частицами при полете шарика) [83];
- в) прохождение через установку RANJOB первичного протона с (предположительной – авт.) энергией около 1 ТэВ (RANJOB Collaboration et al., 2001) [42].

Энергии ГКЛ СВЭ $> 3 \cdot 10^{20}$ эВ спиральных рукавов с установленных направлений, при допустимых скоростях движений частиц в $\sim 425-1510$ км/с, соответствуют кинетическим энергиям микрочастиц железа и углерода размерами $> 0,1-100$ мкм. Расчетные размеры совпадают с размерами современной космической (межэпохальной ионизируемой - авт.) пыли размерами от 0,2-100 мкм из глубоководных отложений со дна океана Тихого океана, ледников Гренландии и Антарктиды, стратосферы, и современных водоемов [164; 159; 160; 101; 17; 17; 83] - до 200-250 мкм ионизированной космической пыли на границах эпох [117; 68]. Постоянная анизотропия непроводящих частиц $E < 1 \cdot 10^{18}$ эВ с направления центра соответствует равномерно рассеянным в осадочных породах космическим немагнитным силикатным частицам, а анизотропии $E > 5 \cdot 10^{18} - 3 \cdot 10^{20}$ эВ с расчетных направлений движений ГКЛ спиральных рукавов - относительно кратковременным импульсам выпадений концентрированных, ускоренных магнитным полем проводящих железистых и углеродных частиц с периодичностью геохронологических границ.

Данный вывод о тождественности КЛ СВЭ и сверхскоростных частиц пыли может быть подтвержден экспериментально - как повторными прямыми измерениями возможных скоростей взрывных выбросов по материалам [46], не исключая вызова искусственного ШАЛ над наземной обсерваторией, так и воссозданием условий проникания частиц-ударников ГКЛ СВЭ в различные мишени (Рис.12б; 12в). Подтверждение природы ГКЛ СВЭ как электропроводящих частиц пыли с экстремумами скоростей $\leq 10^3$ км/с может предоставить исследователям дополнительный инструмент для определения координат активных ядер галактик путем сопоставления отдельных аномалий КЛ СВЭ с источниками, видимыми в оптическом и других диапазонах излучений с известными скоростями. Уточнение направлений движений и траекторий орбит Млечного пути, а также ближайших галактик с активными ядрами Местной группы, может позволить в прямом смысле физически расширить пределы наших знаний об окружающей Вселенной.

Список литературы:

1. *Авдеев А.Б.* К проблеме галактической геохронологии // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1973. №2. с.1-8.
2. *Алексеев А.С.* Массовые вымирания в фанерозое. Автореф. дисс. докт. геол.-минер. наук. - Москва, 1998.
3. *Алексеев А.С.* Международная стратиграфическая шкала и ее современный статус // Геология и геофизика. 2015. т.56, №4. с.671-681.
4. *Амбарцумян В.А.* Проблемы эволюции Вселенной. - Ереван: Изд-во АН Арм.ССР, 1968. 236с.
5. *Балуховский Н.Ф.* Геологические циклы // Природа. 1963. №2. с.54-59.
6. *Баренбаум А.А., Ясаманов Н.А.* Тектонические циклы Вилсона, Бертрана и Штилле как следствие бомбардировок Земли галактическими кометами / Эволюция тектонических процессов в истории Земли. Материалы XXXVII Тектон. совещ. - Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2004, с.38-41.
7. *Белоусов В.В.* Общая геотектоника. - М.-Л.: Госгеолиздат, 1948. 599с.
8. *Бережко Е.Г.* Введение в физику космоса. - Якутск, 2014. 206с.
9. *Бочкарев Н.Г.* Основы физики межзвездной среды. - М.: Изд-во МГУ, 1991. 352с.
10. *Бочкарев Н.Г., Воициникова Н.В., Гиндилис Л.М.* Астрономические аспекты исследования КП / Проблемы изучения космической пыли на Земле (К программе исследования) - Дубна, 2014. с.12-13.
11. *Вайсберг О.Л.* Секторная структура межпланетная / Физика космоса: Маленькая энциклопедия. - М.: Сов. энциклопедия, 1986. с.611-612.
12. *Гаврилов А.А.* Классификация структур центрального типа Земли. II. СЦТ деструктивной направленности тектогенеза // Исследовано в России. 2011. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2002/181.pdf>.
13. *Гинзбург В.Л.* Астрофизика космических лучей (история и общий обзор) // УФН, 1996, Т.166, №2, с.169-183.
14. *Гинзбург В.Л., Сыроватский С.И.* Происхождение космических лучей. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. 384с.
15. *Глухов М.С.* Магнетитовые микросферы в мезозойских отложениях Каспия / Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий. - Уфа: Институт геологии УНЦ РАН, 2013. с.143-147.
16. *Горбачук В.Г.* Новые звезды / Физика космоса: Маленькая энциклопедия - М.: Сов. энциклопедия, 1986. с.445-448.
17. *Грачев А.Ф., Корчагин О.А., Цельмович В.А., Колманн Х.А.* Космическая пыль и микрометеориты в переходном слое глины на границе мела и палеогена в разрезе Гамс (Восточные Альпы): морфология и химический состав // Физика Земли. 2008. №7. с.42-57.
18. *Ефимов А.А., Заколдаев Ю.А., Шпитальная А.А.* Астрономические основания абсолютной геохронологии / Проблемы исследования Вселенной - М.-Л., 1985, вып.10. с.185-201.
19. *Ефремов Ю.Н., Корчагин В.И., Марочник Л.С., Сучков А.А.* Современные представления о природе спиральной структуры галактик // УФН, 1989. Т.157, вып.4. с.599-629.
20. *Ефремов Ю.Н., Чернин А.Д.* Крупномасштабное звездообразование в галактиках // УФН, Т.173, №1, 2003. с.3-25.
21. *Засов А.В., Постнов К.А.* Общая астрофизика. - Фрязино: Век 2. 2011. 576с.
22. *Засов А.В., Сильченко О.К.* Диски галактик и их эволюция // УФН 2010 Т.180, №4. с.434-439.
23. *Зейлик Б.С.* О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах (ударно-взрывная тектоника) - М.: ВИЭМС. 1978. 56с.
24. *Иванов А.А., Красильников А.Д., Правдин М.И.* Поиск анизотропии направлений прихода космических лучей сверхвысоких энергий сверхвысоких энергий с применением

- вэйвлета Марра на экваториальной сфере // Письма в ЖЭТФ, Т.78, вып.11, 2003. с.1207-1211.
25. Калмыков Н.Н., Куликов Г.В., Роганова Т.М. Галактические космические лучи. НИИЯФ МГУ. Солнечно-земная физика 2006. Сервер "СиЗиФ" <http://www.kosmofizika.ru/abmn/kalmikov/cosrays.htm>.
26. Кардашев Н.С. Феноменологическая модель ядра Галактики // Итоги науки и техники. Серия Астрономия, Т.24. - М. 1983. с.183-204.
27. Кардашев Н.С. Галактический центр / Физическая энциклопедия, Т.1. - М.: Советская энциклопедия, 1988. с.390-392.
28. Кац Я.Г., Полетаев А.И., Сулиди-Кондратьев Е.Д. Кольцевые структуры лика планеты. - М.: Знание, 1989. 48с.
29. Корень Т.Н. Международная стратиграфическая шкала докембрия и фанерозоя: принципы построения и современное состояние. - Санкт-Петербург: Издательство ВСЕГЕИ, 2009. 40с.
30. Корчагин О.А. Присутствие металлических микросфер и микрочастиц в раннем сеномане Крыма - "космическое пылевое событие" // ДАН 2010 Т.431, №6. с.783-787.
31. Корчагин О.А. Ископаемые микрометеориты, микротектиты и микрокрититы: методика исследований, классификация и импакт-стратиграфическая шкала / Стратиграфия в начале XXI века - тенденции и новые идеи. Очерки по региональной геологии России. - М: Геолкарт-ГЕОС, 2013, вып.6. с.112-142.
32. Корчагин О.А., Цельмович В.А., Поспелов И.И., Бянь Ц. Космические магнетитовые микросферы и металлические частицы вблизи границы пермь-триас в точке глобального стратотипа границы (слой 27, Мэйшань, Китай) // ДАН, 2010, Т.432, №2. с.1-7.
33. Кривошук А.А., Репнев А.И. Воздействие космических энергетических частиц на атмосферу Земли (обзор) // Геомагнетизм и аэрономия, 2012, Т.52, №6. с.723-754.
34. Курт В.Г. Движение Солнца / Физика космоса. Маленькая энциклопедия. - М.: Сов. энциклопедия, 1986. с.237-238.
35. Левантовский В.И. Механика космического полета в элементарном изложении. - М.: Наука, 1980. 512 с.
36. Локтин А.В., Марсаков В.А. Лекции по звездной астрономии. Учебно-научная монография - Ростов-на-Дону, ФГОУ ВПО "Южный федеральный университет", 2009. 280с.
37. Лунгерсгаузен Г.Ф. Периодические изменения климата и великие оледенения Земли // Сов. геология, 1957. вып.59, с.88-115.
38. Марочник Л.С. Исключительно ли положение Солнечной системы в Галактике? // Природа №6, 1982. с.24-30.
39. Марочник Л.С., Сучков А.А. Проблема спиральной структуры галактик // УФН. Т.112, вып.2, 1974. с.275-308.
40. Марочник Л.С., Сучков А.А. Галактика - М.: Наука, 1984. 392с.
41. Мельник А.М. Кинематика внешних псевдоколец и спиральная структура Галактики. Автореферат диссертации на соискание ученой степени д.ф.-м.н. Москва - 2011.
42. Мурзин В.С. Астрофизика космических лучей: Учебное пособие для вузов. - М.: Университетская книга; онос, 2007. 488с.
43. Нестеров И.И. Земля, Солнечная система и галактики // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. №2. 2014. с.116-123.
44. Нечаев В.П. О галактическом влиянии на Землю в последние семьсот миллионов лет // Вестник ДВО РАН. 2004. №2. с.102-112.
45. Нигматзянов Р.С. Галактическая первопричина границ в истории Земли // Отечественная геология, 2015, №3. с.70-83.

46. Нигматзянов Р.С. "Аномальность" сверхглубокого проникания ударников // SCI-ARTICLE.RU №40. 2016. с.216-228. <http://sci-article.ru/stat.php?i=1482307295>.
47. Никольская К.И. Стационарный солнечный ветер - феномен Солнца как звезды / Солнечная и солнечно-земная физика. - Санкт-Петербург, Пулковское, 2012. с.461-464.
48. Панасюк М.И. Странники Вселенной или эхо Большого взрыва. - Фрязино: Век 2. 2005. 272с.
49. Панасюк М.И., Подорожный Д.М., Свешикова Л.Г. Тайна происхождения галактических космических лучей // ВМУ. Серия 3. Физика, астрономия. 2012. № 6. с.25-30.
50. Панасюк М.И., Хренов Б.А. Космические лучи предельно высоких энергий: перспективы исследования с помощью детекторов космического базирования / ВМУ. Серия 3. Физика. Астрономия. 2010. №4. с.33-39.
51. Паренаго П.П. О гравитационном потенциале Галактики // Астрономический журнал. 1952. Т.29. №3. с.245-287.
52. Петрукович А.А., Дмитриев А.В., Струминский А.Б. Система солнечно-земных связей / Солнечно-земные связи и космическая погода // Плазменная гелифизика. - М.: Физматлит, 2008. Т.2. с.176-193.
53. Пикельнер С.Б. Межзвездная поляризация света // УФН 1956. Т. LVIII, вып.2. с.285-320.
54. Погребницкий Ю.Е. Геодинамическая система Северного Ледовитого океана и ее структурная эволюция // Советская геология, 1976, № 12. с.3-22.
55. Попов С. Вселенная. Краткий путеводитель по пространству и времени: от Солнечной системы до самых далеких галактик и от Большого взрыва до будущего Вселенной. - М.: Альпина нон-фикшн, 2018. 400с.
56. Постнов К.А., Засов А.В. Курс общей астрофизики. - М.: Физический факультет МГУ, 2005. 192с.
57. Псковский Ю.П. Новые и сверхновые звезды - М: Наука, 1985. 208с.
58. Птускин В.С. Протонно-ядерная компонента космических лучей в Галактике. Общие вопросы. Химический и изотопный состав / Астрофизика космических лучей - М: Наука, 1984. с.43-88.
59. Птускин В.С. Происхождение космических лучей // УФН, 2010, Т.180, №9. с.1000-1004.
60. Пудовкин М. И. Солнечный ветер // СОЖ, №12, 1996. с.87-94.
61. Райченко Л.В., Мельник Г.В. Космические источники ионизации земной атмосферы (обзор) // Геофизический журнал № 3, Т.39, 2017. с.40-63.
62. Расторгуев А.С., Заболотских М.В., Дамбис А.К. Кинематика населений Галактики. - М.: ГАИШ МГУ, 2010. 51с.
63. Решетников В.П. Взаимодействующие галактики // Природа, №6, 2000. с.13-21.
64. Рублев А.Г. Шкала геологического времени фанерозоя / Дополнения к стратиграфическому кодексу России. Ответственный редактор А.И. Жамойда. – Санкт-Петербург: издательство ВСЕГЕИ, 2000. С. 84-94.
65. Сильченко О.К. Происхождение и эволюция галактик - Фрязино: Век 2, 2017. 224с.
66. Собьянин Д.Н. Джет в джете в галактике М87 / Фундаментальные и прикладные космические исследования. - Москва, ИКИ РАН. 2018. с.128-132.
67. Сунгатуллин Р.Х., Сунгатуллина Г.М., Глухов М.С. и др. Возможности использования космических микросфер при корреляции нефтегазоносных отложений / Нефтяное хозяйство №2, 2015. с.16-19.
68. Сунгатуллин Р.Х., Сунгатуллина Г.М., Закиров М.И. и др. Микросферы космического происхождения в каменноугольных отложениях разреза Усолка, Предуральский прогиб // Геология и геофизика, 2017, т.58, №1. с.74-85.

69. Сурдин В.Г. Галактический центр / Физика Космоса. - М.: Сов. энциклопедия, 1986. с.197-199.
70. Сурдин В.Г. Как рождаются звезды? // Природа. 2000. №3. с.58-59.
71. Сучков А.А. Галактика // Физика космоса: маленькая энциклопедия. - М.: Сов. энциклопедия, 1986. с.62-75.
72. Тамразян Г.П. Некоторые главнейшие планетарные тектонические закономерности и их причинные связи // Изв. ВУЗ, Геология и разведка, 1967, №11. с.3-17.
73. Ушеренко С.М. Особенности взаимодействия потока микрочастиц с металлами и создание процесса объемного упрочнения инструментальных материалов: Дис. ... д-ра техн. наук. - Минск, 1998.
74. Фарадей М. Избранные работы по электричеству. - М.-Л.: ГОНТИ, 1939. 304с.
75. Фридман А.М. Предсказание и открытие новых структур в спиральных галактиках // УФН, Т.177. №2. 2007. с.121-147.
76. Хаин В.Е. Общая геотектоника. - М.: Недра, 1973. 512с.
77. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 448с.
78. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. - М.: Книжный дом "Университет", 2005. 559с.
79. Хвиюзова Т.А. Солнечные источники и типы потоков солнечного ветра / Физика околоземного космического пространства. Т.2 - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. 2000.
80. Хоперсков С.А. Эволюция дисковых галактик: исследование иерархии структур. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Москва. 2013.
81. Хоперсков С.А., Хоперсков А.В., Еремин М.А., Бутенко М.А. Полигональные структуры в газовом диске: численные эксперименты // Письма в астрономический журнал, 2011, т.37, №8, с.614-627.
82. Хренов Б.А., Панасюк М.И. Посланники космоса: дальнего или ближнего? Космические лучи ультравысокой энергии // Природа, №2, 2006, с.17-25.
83. Цельмович В.А., Корчагин О.А., Некрасов А.Н., Старченко С.В. Диагностика происхождения магнитных микросфер / Палеомагнетизм и магнетизм горных пород. Материалы международного семинара по проблемам палеомагнетизма и магнетизма горных пород. - Санкт-Петербург, 2010. с.165-171.
84. Чуйкова Н.А., Семенов К.В. Зависимость частоты инверсий геомагнитного поля от положений Солнечной системы в Галактике / Труды ГАИШ. Т.65. - М.: Изд-во МГУ. 1996. с.136-145.
85. Шайн Г.А. Ориентация общего магнитного поля Галактики в окрестностях Солнца относительно галактического экватора // Астр. журн. 34, N1, 1957. с.3-7.
86. Шпитальная А.А., Ефимов А.А., Заколдаев Ю.А. О воздействии внешних космических факторов на Солнечную систему / Развитие классических методов исследования в естествознании - Санкт-Петербург: НИИРК. 1994. с.366-372.
87. Юнгельсон Л.Р. Красные гиганты и сверхгиганты / Физика космоса. - М.: Сов. энциклопедия. 1986. с.331-332.
88. Ясаманов Н.А. Галактический год и периодичность геологических событий // ДАН 1993. Т.328, №3. с.373-375.
89. Aab A. et al. (Pierre Auger Collaboration) Large-scale Cosmic-Ray Anisotropies above 4 EeV Measured by the Pierre Auger Observatory // The Astrophysical Journal, 868:4 (12pp), 2018.
90. Aartsen M.G. et al. (IceCube Collaboration) Observation of High-Energy Astrophysical Neutrinos in Three Years of IceCube Data // Phys. Rev. Lett. 113, 101101. 2014.
91. Aartsen M.G. et al. (IceCube, Pierre Auger, Telescope Array) Search for correlations between the arrival directions of IceCube neutrino events and ultrahigh-energy cosmic rays

- detected by the Pierre Auger Observatory and the Telescope Array // *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, Vol.2016, 2016, №1. p.p.37-64.
92. *Ackermann M., Albert A., Atwood W.B. et al.* The spectrum and morphology of the Fermi bubbles // *The Astrophysical Journal*. 2014. 793. №1. 64.
 93. *Arp H.* The Persistent Problem of Spiral Galaxies // *IEEE Transactions on Plasma Science*, vol.14, no.6, 1986. p.p.748-762.
 94. *Baade W.* Evolution of stars and galaxies. - Cambridge, MA: Harvard Univ. Press. 1963. 321p.
 95. *Babcock H.W.* Spectrographic Observations of the Rotation of the Andromeda Nebula // *PASP* 50, 174-75. 1938.
 96. *Bahcall J.N., Bahcall S.* The sun's motion perpendicular to the galactic plane // *Nature*. 1985. 316. 706-708.
 97. *Bird D.J., Corbato S.C., Dai H.Y. et al.* Evidence for correlated changes in the spectrum and composition of cosmic rays at extremely high energies // *Phys. Rev. Lett.* 1993. 71, 3401.
 98. *Bok B.J., Bok P.F.* The Milky Way. - Harvard, 1941. 204p.
 99. *Bondi H., Hoyle F.* On the mechanism of accretion by stars // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.104, Issue 5, 1944. p.p.273-282.
 100. *Bothmer V., Schwenn R.* The interplanetary and solar causes of major geomagnetic storms // *Journal of geomagnetism and geoelectricity*, 1995, 47 (11). p.p.1127-1132.
 101. *Brownlee D.E.* Cosmic dust: Collection and research // *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 1985. V.13. P.147-173.
 102. *Churchwell E., Babler B.L., Meade M.R. et al.* The Spitzer/GLIMPSE Surveys: A New View of the Milky Way // *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol.121, No. 877 (March 2009), pp.213-230.
 103. *Cocconi G.* About the most energetic cosmic rays // *Astropart. Phys.*, Vol.4, pp.281-283, 1996.
 104. *Cronin J.W.* Cosmic rays: the most energetic particles in the universe / *More Things in Heaven and Earth*. 1999. 278-290.
 105. *Cuvier G.* Discours sur les revolutions de la surface du globe et sur les changemens qu'elles ont produits dans le regne animal. - Paris; Amsterdam: G. Dufour et E. d'Ocagne, 1828.
 106. *Davis L., Greenstein J.L.* The Polarization of Starlight by Aligned Dust Grains // *Astroph. Journ.* 114, 206 (1951).
 107. *Deane R.P., Paragi Z., Jarvis M.J. et al.* A close-pair binary in a distant triple supermassive black hole system // *Nature* 511, 57-60. 2014.
 108. *Dierickx M., Blecha L., Loeb A.* Signatures of the M31-M32 Galactic Collision // *The Astrophysical Journal Letters*, Volume 788, Issue 2, article id. L38, 6 pp. 2014.
 109. *Dietz R.S.* Point d'impact des asteroides comme origin des bassins oceaniques: une hypothese / *La Topographie et la Geologie des profondeurs oceaniques. Colloques internationaux du Centre national de la recherche scientifique.* - Paris, 1959. p.p.265-275.
 110. *Dietz R.S.* Continent and Ocean Basin Evolution by Spreading of the Sea Floor // *Nature*. 1961. 190 (4779): 854-857.
 111. *D'Orazio D.J., Haiman Z., Schiminovich D.* Relativistic boost as the cause of periodicity in a massive black-hole binary candidate // *Nature* 525, 351-353. 2015.
 112. *D'Orbigny A.* Geologie appliquee aux arts et a l'agriculture, comprenant l'ensemble des revolution du globe. - Paris: A. Gente, 1851. 534p.
 113. *Dredge I., Parmell J., Lindgren P., Bowden S.* Elevated flux of cosmic spherules (micrometeorites) in Ordovician rocks of the Durness Groupe, NW Scotland // *Scottish J. Geol.* 2010. Vol.46. P.7-16.
 114. *D'Souza R., Bell E.* The Andromeda galaxy's most important merger about 2 billion years ago as M32's likely progenitor // *Nature Astronomy* vol.2, p.737-743. 2018.

115. Englmaier P., Gerhard O. Gas dynamics and large-scale morphology of the Milky Way galaxy // MNRAS Vol.304, Issue 3, 1999. p.512-534.
116. Fargion D., Lucentini P.G., Khlopov M.Yu. Where are the Ultra High Energy Cosmic Ray (UHECR) originated? / XII Multifrequency Behaviour of High Energy Cosmic Sources Workshop, 2018.
117. Firestone R.B., West A., Kennett J.P. et al. Evidence for an extraterrestrial impact 12,900 years ago that contributed to the megafaunal extinctions and the Younger Dryas cooling. // PNAS October 9, 2007. 104 (41).
118. Genzel R., Eisenhauer F., Gillessen S. The Galactic Center massive black hole and nuclear star cluster // Reviews of Modern Physics. 2010. 82. №4. 3121.
119. Hada K. The Structure and Propagation of the Misaligned Jet M87 // Galaxies, 2017, 5(1), 2.
120. Hailey Ch.J., Mori K., Bauer F.E. et al. A density cusp of quiescent X-ray binaries in the central parsec of the Galaxy // Nature vol.556, p.70-73. 2018.
121. Hall J.S. Observations of the Polarized Light from Stars // Science, Vol.109, Issue 2825, 1949. pp. 166-167.
122. Halley E. Emendationes ac Notae in vetustas Albatenii Observationes Astronomicas cum restitutione Tabularum Lunisolarium ejusdem Authoris // Philosophical Transactions of the Royal Society, 1693, Vol.17, p.p.913-921.
123. Halley E. Some Considerations about the Cause of the Universal Deluge 1694 / Philosophical Transactions of the Royal Society, London, Vol.33, (1724). p.p.118-123.
124. Harland W.B., Cox A.V., Llewellyn P.G. et al. A Geologic Time Scale. - Cambridge University Press, 1982, 131pp.
125. Hayashida N., Nagano M., Nishikawa D. et al. (AGASA Collaboration) The anisotropy of cosmic ray arrival directions around 10^{18} eV // Astropart. Phys., Vol.10, pp.303-311, 1999.
126. Herrnstein R.M.H., Ho P.T.P. The Nature of the Molecular Environment within 5 pc of the Galactic Center // Astroph. Journ., 620, 287-30, 31. 2005.
127. Hiltner W.A. On the Presence of Polarization in the Continuous Radiation of Stars // The Astrophysical Journal. 109, (1949). p.471.
128. Honig Z.N., Reid M.J. Characteristics of spiral arms in late-type galaxies // Astrophys. J. 800, 53. 2015.
129. Hoyle F. On the structure of disk-shaped extragalactic nebulae // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 105, 1945. p.p.287-319, 345-380.
130. Innanen K.A., Patrick A.T., Duley W.W. The interaction of the spiral density wave and the Sun's galactic orbit // Astrophysics and Space Science. 1978. 57. №2. 511-515.
131. Jeans J.H. Astronomy and Cosmogony. 2-nd ed. - Cambridge: The Univ. Press. 1929.
132. Johnson M.D. Resolved magnetic-field structure and variability near the event horizon of Sagittarius A* // Science, 2015: Vol.350, Issue 6265, pp.1242-1245.
133. Joshi Y.C. Displacement of the Sun from the Galactic Plane // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol.378, Issue 2, 2007, p.p.768-776
134. Karlsson R. Studies of molecular clouds at the Galactic centre. - Stockholm 2016. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:903189/FULLTEXT02.pdf>.
135. Kazantzidis S., Zentner A.R., Kravtsov A.V. et al. Cold dark matter substructure and galactic disks. II. Dynamical effects of hierarchical satellite accretion // The Astrophysical Journal 2009, Vol.700 (2), p.p.1896-1920.
136. Kennett J.P. Marine Geology. - Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall; 1982. 813p.
137. Kenney J.D.P., Abramson A., Bravo-Alfaro H. Hubble Space Telescope and HI Imaging of Strong Ram Pressure Stripping in the Coma Spiral NGC 4921: Dense Cloud Decoupling and Evidence for Magnetic Binding in the ISM // The Astronomical Journal, Vol.150, N2. 2015. p.p.1-12.

138. Kerr F.J., Lynden-Bell D. Review of galactic constants // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 221, 1023-1038. 1986.
139. Kharb P., Lal D.V., Merritt D. A candidate sub-parsec binary black hole in the Seyfert galaxy NGC 7674 // Nature Astronomy vol.1, p.727–733. 2017.
140. Koss M.J., Blecha L., Bernhard Ph. et al. A population of luminous accreting black holes with hidden mergers // Nature. 2018. Vol.563, p.214-216.
141. Koyama K. Diffuse X-ray sky in the Galactic center / Publ. Astron. Soc. Japan. 2018. 70 (1), R1 (1-50).
142. Laplace P.S. 1835. OEuvres Completes De Laplace: Exposition Du Systeme Du Monde. 6. Ed., 1835. 1848. (French Edition).
143. Lau R.M., Herter T.L., Morris M.R. et al. SOFIA/FORCAST Imaging of the Circumnuclear Ring at the Galactic Center // The Astrophysical Journal, Vol.775, Number 1. 2013.
144. Law D.R., Johnston K.V., Majewski S.R. A Two Micron All-Sky Survey view of the Sagittarius dwarf galaxy. IV. Modeling the Sagittarius tidal tails // Astrophys. J. 619, 807-823. 2005.
145. Law D.R., Majewski S.R. The Sagittarius dwarf galaxy: a model for evolution in a triaxial Milky Way halo // Astrophys. J. 714, 229-254. 2010.
146. Lepine J.R.D., Mishurov Y.N., Dedikov S.Y. A new model for the spiral structure of the galaxy: superposition of 2- and 4-armed patterns. Astrophys // Astrophysical Journal, 546:234-247, 2001.
147. Li Z., Morris M.R., Baganoff F.K. Evidence for A parsec-scale jet from the galactic center black hole: interaction with local gas // The Astrophysical Journal. 2013. 779. №2. 154.
148. Lin C.C., Bertin G. Galactic Dynamics and Gravitational Plasmas // Adv. Appl. Mech, 1984. V.24. p.155-187.
149. Lin C.C., Shu F.H. On the spiral structure of disk galaxies // ApJ 1964. Vol.140. P.646-655.
150. Lin C.C., Yuan C., Shu F.H. On the structure of disk galaxies. III. Comparison with observations // ApJ 1969. Vol. 155. P.721-746.
151. Lindblad B. On the possibility of a quasi-stationary spiral structure in galaxies // Stockholms observatoriums annaler, V.22, no 5. 1963.
152. Lu J.R., Ghez A.M., Hornstein S.D. et al. Galactic Center Youth: Orbits and Origins of the Young Stars in the Central Parsec / J. Phys.: Conf. Ser., 54, 279. 2006.
153. Marochnik L.S., Mishurov Yu.N., Suchkov A.A. On the spiral structure of our Galaxy // Astrophys. and Space Sci.,1972, V.19, N2, p.285-292.
154. Martinez-Delgado D., Gomez-Flechoso M.A., Aparicio A., Carrera R. Tracing out the Northern Tidal Stream of the Sagittarius Dwarf Spheroidal Galaxy // The Astrophysical Journal, 601:242-259, 2004.
155. Melosh H.J. Impact cratering: a geologic process. - Oxford University Press (1988). 256p.
156. Meurer G.R., Obreschkow D., Wong O.I. et al. Cosmic clocks: A Tight Radius - Velocity Relationship for HI-Selected Galaxies // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol.476, Issue 2, 2018, p.p.1624-1636.
157. Molinari S., Bally J., Noriega-Crespo A. et al. A 100-parsec elliptical and twisted ring of cold and dense molecular clouds revealed by Herschel around the Galactic Center // The Astrophysical Journal Letters, 2011. Vol.735, Number 2.
158. Molnar L.A., Van Noord D.M., Kinemuchi K. et al. Prediction of a Red Nova Outburst in KIC 9832227 // The Astrophysical Journal 2017. Vol.840 №1. 1-19.
159. Murray J. On the distribution of volcanic debris over the floor of ocean // Proceedings of the Royal Society. Edinburgh, 1876. Vol.9. P.247-261.

160. Murray J., Renard A. F. Report on Deep-Sea Deposits Based on the Specimens Collected during the Voyage of H.M. S. Challenger in the Years 1872 to 1876. V.3. - Edinburg, 1891.
161. Napier W.M. Evidence for cometary bombardment episodes // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2006. 366, 3 (1 March). 977-982.
162. Napier W.M., Clube V.M. Theory of terrestrial catastrophism // Nature. 1979. Vol.282. p.p.455-459.
163. Nichols M., Bland-Hawthorn J. The Smith Cloud: high-velocity accretion and dark-matter confinement // Astrophysical Journal 707. 2009. 1642-1649.
164. Nordenskjold A.E. On the cosmic dust which falls on the surface of the Earth with the atmospheric precipitation // Philosophical magazine, 1874. Vol.48. P.546.
165. Oka T., Mizuno R., Miura K., Takekawa Sh. Signature of an intermediate-mass black hole in the central molecular zone of our galaxy // The Astrophysical Journal Letters, 2016, Vol.816, №1.
166. Oort J.H. Spiral structure / The Distribution and Motion of Interstellar Matter in Galaxies (ed. L. Woltjer). W. A. Benjamin, New York, 1962. pp.234-245.
167. Oort J.H. The Galaxy / IAU Symposium 20, 1-9. 1964.
168. Oort J.H., Rougoor G.W. The position of the galactic centre // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 1960. Vol.121. 171.
169. Piddington J.H. The Density-Wave Theory of Galactic Spirals // Astrophysical Journal, Vol.179, pp.755-770. 1973.
170. Purcell C.W., James S. Bullock, Erik J. Tollerud et al. The Sagittarius impact as an architect of spirality and outer rings in the Milky Way // Nature vol.477, pages301-303. 2011.
171. Rampino M.R., Stothers R.B. Terrestrial mass extinction, cometary impacts and the Sun's motion perpendicular to the galactic plane // Nature 1984. V.308. P.607-616.
172. Raup P.M., Sepkoski J.J. Periodicity of extinctions in geological past // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1984. V.81. №3. P.801-805.
173. Reeves H. Symposium on the Origin of the Solar System. – Nice, 1972. p.376.
174. Reid M.J., Menten K.M., Brunthaler A. et al. Trigonometric parallaxes of high mass star forming regions: The structure and kinematics of the Milky Way // Astrophys. J. 783, 130. 2014.
175. Richtmeier R.D., Teller M. On the origin of cosmic rays // Physical Review. 1949. V.75. P.1729-1731.
176. Rohde R.A., Muller R.A. Cycles in fossil diversity // Nature. 2005. 434, 7030. 208-210.
177. Rudnicki K. Additional evidence for the cataclysmic origin of spiral structure in galaxies / IAU Symposium No.38, 1970. p.435-436.
178. Ryu S.G. X-ray Study on the Activity History of Sagittarius A* by Three-dimensional View of the Galactic Center. - Kyoto, 2013, p.113.
179. Skowron D.M., Skowron J., Mroz P., Udalski A. et al. A three-dimensional map of the Milky Way using classical Cepheid variable stars // Science 365 (6452), 478-482. 2019.
180. Steiner J., Grillmair E. Possible galactic causes for periodic and episodic glaciations // Geol. Soc. America Bull. 1973, 84, 1003-1018.
181. Stothers R.B. The period dichotomy in terrestrial impact crater ages // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2006. 365, 1. 178-180.
182. Sugerman B.E.K., Ercolano B., Barlow M.J. et al. Massive-star supernovae as major dust factories // Science 2006. 313 (5784), 196-200.
183. Tarafdar S.P., Apparao K.M.V. Elemental abundance enhancement in cosmic rays and their relation to interstellar depletion // Astrophysics and Space Science, 77 (2). 1981. 521-527.

184. *The Event Horizon Telescope Collaboration*. First M87 Event Horizon Telescope Results. VIII. Magnetic Field Structure near The Event Horizon // *The Astrophysical Journal Letters*, Vol.910, Number 1, 2021.
185. *The Pierre Auger Collaboration*. Observation of a Large-scale Anisotropy in the Arrival Directions of Cosmic Rays above 8×10^{18} eV // *Science*, vol. 357, 2017. p.p.1266-1270.
186. *Tinsley B.M., Larson R.B.* Stellar population explosions in proto-elliptical galaxies // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 1979-02-01. 186. 503-517.
187. *Toomre A.* Group Velocity of Spiral Waves in Galactic Disks // *Astrophysical Journal*, vol.158, 1969. p.899.
188. *Tylenda R., Hajduk M., Kaminski T. et al.* V1309 Scorpii: merger of a contact binary // *Astronomy and Astrophysics*. - EDP Sciences, 2011. Vol.528.
189. *Ueda J., Iono D., Yun M.S. et al.* Cold Molecular Gas in Merger Remnants: I. Formation of Molecular Gas Disks. 2014. <https://arxiv.org/abs/1407.6873>.
190. *Van Der Kruit P.C.* Attempt to Explain the Motions of the Gas in the Central Region of the Galaxy by Explosive Events in its Nucleus // *Astronomy and Astrophysics*. 13, 405. 1971.
191. *Van Der Kruit P.C., Oort J.H., Mathewson D.S.* The Radio Emission of NGC 4258 and the Possible Origin of Spiral Structure // *Astronomy and Astrophysics*, Vol.21, p.169. 1972.
192. *Wang J., Jiang P., Zhou H. et al.* XMM-Newton observations of broad absorption line quasars with polar outflows // *The Astrophysical Journal*, 676: L97-L100, 2008.
193. *Weaver H.* Some Characteristics of Interstellar Gas in the Galaxy / *IAU Symposium No.38, The Spiral Structure of Our Galaxy*, Dordrecht, D. Reidel, 1970. p.126.
194. *Weiner B.J., Sellwood J.A.* The Properties of the Galactic Bar Implied by Gas Kinematics in the Inner Milky Way // *The Astrophysical Journal*, Vol.524, Issue 1, 1999. pp.112-128.
195. *Whipple F.L.* Supernovae and Stellar Collisions // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol.25, N3 1939, pp.118-125.
196. *Wright M.C., Warner P.J., Baldwin J.E.* High resolution observations of neutral hydrogen in M33 - I. The hydrogen distribution // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol.155, p.p.337-356. 1972.
197. *Xu Y., Li J.J., Reid M.J. et al.* On the nature of the local spiral arm of the Milky Way // *The Astrophysical Journal*, 769, 15. 2013.
198. *Yan C.-S., Lu Y., Dai X., Yu Q.* A probable milli-parsec supermassive binary black hole in the nearest quasar MRK231 // *The Astrophysical Journal*, 2015, 809, 117.
199. *Zwicky F.* *Morphological astronomy* - Berlin: Springer, 1957. 299pp.