

Физико-технический институт имени С.У. Умарова  
Академии наук Республики Таджикистан

На правах рукописи

УДК 523.6

Сафаров Абдулджалол Гафурович

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ АНОМАЛЬНОГО ХВОСТА  
КОМЕТ

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико – математических наук**

**по специальности 01.03.04 – планетные исследования**

ДУШАНБЕ – 2018

Работа выполнена в Ордена Трудового Красного Знамени Института астрофизики Академии наук Республики Таджикистан

Научный руководитель:	Ибодинов Хурсандкул Ибодинович, доктор физико – математических наук, член – корр. АН РТ, заведующий отделом «Физика комет и астероидов» Института астрофизики АН РТ
Официальные оппоненты:	Бабаджанов Пулат, доктор физико – математических наук, профессор, академик АН РТ, советник Президиума АН РТ  Атаи Адалят Абульфат – оглы, кандидат физико-математических наук, заведующий отделом «Планеты и малые небесные тела» Шемахинской астрофизической обсерватории им. Насреддина Туси Национальной Академии наук Азербайджана
Ведущая организация	Главная астрономическая обсерватория Национальной Академии наук Украины

Защита состоится «13» марта 2019 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного совета 6D.КOA – 031 в Физико – техническом институте им. С.У. Умарова Академии наук Республики Таджикистан по адресу 734063, г. Душанбе, проспект Айни, 299/1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Физико-технического института им. С.У. Умарова Академии наук Республики Таджикистан и на сайте [www.phti.tj](http://www.phti.tj)

Автореферат разослан «   »                      2019 года

Ученый секретарь  
диссертационного совета 6D.КOA – 031  
к.х.н.

А. Холов

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность работы.** Кометы крайне нестационарные объекты. Аномальный хвост кометы является относительно редким проявлением нестационарной активности ядра и в рамках механической теории кометных форм объясняется взрывным выбросом из ядра кометы крупных пылевых частиц (метеороидных) в сторону Солнца. Почему и как происходит такой выброс крупной пыли из ядра, не всегда ясно. В литературе имеются сведения об аномальном хвосте 80 комет. В диссертации эти сведения систематизированы и на их основе изучены закономерности и физические условия образования аномального хвоста у комет и предложены возможные механизмы этого явления. Комет с аномальным хвостом не много, и исследования условий образования таких хвостов представляет особую ценность.

**Цель исследования** заключается в определении скорости выброса пылевых частиц из ядер комет, выявлении закономерностей образования аномального хвоста комет, установлении взаимосвязи образования аномального хвоста с другими формами активности ядра комет, а также с метеороидными роями.

### **Постановки задач:**

1. Сбор и анализ данных об аномальном хвосте комет. Создать сводный каталог комет с аномальным хвостом.

2. Проверить достоверность информации об аномальном хвосте комет путём проектирования их наблюдаемой формы на плоскость орбиты кометы.

3. Определить скорость и время выброса пылевых частиц аномального хвоста из ядра комет и выявить возможные механизмы образования аномального хвоста комет.

4. Изучить взаимосвязь аномального хвоста с другими видами активности ядра комет.

### **Научная новизна работы:**

1. Создан каталог комет с аномальным хвостом (80 комет).

2. Определены скорости и моменты выброса частиц аномального хвоста из ядер 50 комет.

3. Определены механизмы столкновения, приливное воздействие Солнца и большая скорость дезинтеграции ядра комет.

4. Изучена взаимосвязь образования аномального хвоста и разрушения ядра комет.

5. Проведены статистические исследования условий образования аномальных хвостов комет.

6. Изучена взаимосвязь аномальных хвостов с метеороидными роями.

**Практическая значимость работы.** Аномальные хвосты комет представляют собой очень трудно наблюдаемое и редкое явление. Это явление, связано со структурой и составом ядра кометы и взаимодействием ядра с другими телами Солнечной системы. Исследование выброса вещества аномального хвоста имеет важное фундаментальное значение в понимании

природы, структуры и свойств ядра кометы и прикладное значение – выяснение условий образования метеороидных роев и их распределение в Солнечной системе.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Составлен каталог (80 комет) наблюдательных данных об аномальном хвосте комет.
2. По результатам перспективного проектирования изображения комет на плоскость их орбиты выяснено, что аномальные хвосты комет C/1883 V1, C/1927 E1, C/1929 Y1, C/1956 R1, C/1990 K1, C/2003 T4, C/2007 N3, C/2009 P1 и C/2011 L4 являются псевдоаномальными.
3. Выявлено, что максимальное число комет с аномальным хвостом приходится на область перигелия орбиты.
4. Выявлено, что большинства числа комет с аномальным хвостом наблюдается в интервале гелиоцентрических расстояний 0.7 а.е. и 0.9÷1.1 а.е. вблизи пояса астероидов и вблизи орбит планет Марса и Венеры и на геоцентрических расстояниях 0.5 а.е., 0.9÷1.1 а.е. и 1.3÷1.6 а.е. и наклонение орбиты  $15^\circ - 20^\circ$  и  $60^\circ - 75^\circ$ .
5. Определены количественные значения о времени и скорости выброса из ядра пылевых частиц аномального хвоста, позволяющие делать заключение о доминирующем механизме образования аномального хвоста комет.
6. Сформулировано заключение о том, что большие скорости выброса пылевых частиц аномального хвоста для комет C/1883 D1, C/1888 R1, D/1894 F1, C/1922 U1, C/1931 O1, C/1931 P1, C/1932 M1, C/1935 A1, C/1939 B1, C/1954 O1, C/1968 H1, C/1973 E1, C/1987 P1, C/1999 T2, C/1999 H1, C/2002 T7, C/2004 F4, C/2004 Q2, 7P/1869 G1, 19P/1918, 34P/1938 J1, 67P/1982 и 109P/1862 O1 связаны со столкновением ядер этих комет с другими телами Солнечной системы.
7. Установлено, что образование аномального хвоста у комет C/1744 X1, C/1910 A1, C/1796 P1, C/1823 Y1, C/1844 U1, C/1858 L1, C/1877 G1, C/1961 O1, C/1995 O1, C/2006 P1 и 109P/1862 O1 имеет синхронное происхождение.
8. Установлена связь образования аномального хвоста комет с делением их ядра в 31% случаев.
9. Выявлены 20 комет с аномальным хвостом, способные породить метеороидные рои.

**Личный вклад соискателя ученой степени**

Результаты, представленные в диссертации, получены при личном участии автора.

Автор непосредственно вычислил скорости выброса пылевых частиц аномального хвоста из ядер 50 комет и определил время их выброса.

Автору принадлежит проектирование хвостов 89 комет на плоскость их орбиты.

Автору принадлежит статистические исследования условий образования аномального хвоста комет и каталог комет с аномальным хвостом.

Автору принадлежит выявление преимущественного механизма образования аномального хвоста комет

В совместных публикациях, вычислениях, анализе и интерпретации результатов автору принадлежит равный с соавторами вклад.

Работа выполнена в Отделе физика комет и астероидов Института астрофизики АН Республики Таджикистан в соответствии с планами научно-исследовательских работ ГР №0106 ТД 349 и ГР № 0102 ТД 966.

**Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.** Основные положения, полученные результаты и выводы обсуждались и докладывались: на семинаре «Солнечная система» Института астрофизики АН РТ с 2006 по 2018 гг.; научно – теоретических конференциях профессорско – преподавательского состава и сотрудников ТГНУ, ТНУ с 2006 по 2018 гг.; на семинаре «Радиометеоры, метеоры и межпланетная составляющая: вблизи и на расстоянии» Украина, Харьков, 15 марта 2016 г.;

***на республиканских конференциях:***

Проблемы современной физики, г. Душанбе, ТГНУ, 9 декабря 2006 г. и 4 – 5 мая 2007 г.; Молодежь и современная наука, г. Душанбе, АН РТ, 17 мая 2007 г.; Состояние и перспективы астрономических исследований в Таджикистане, г. Душанбе, Институт астрофизики АН РТ, 22 – 23 ноябрь 2007 г.; Молодые учёные Таджикистана, г. Турсунзаде, 19 мая 2008 г.; Физика и динамика малых тел Солнечной системы, Институт астрофизики АН РТ, г. Душанбе, 3 – 4 декабря 2009 г.;

***на международных конференциях:***

The Solar System Bodies: from Optics to Geology, Ukraine, Kharkiv, may 26 – 29, 2008; Наука и современное образование: проблемы и перспективы, г. Душанбе, ТГНУ, 24-25 октября 2008 г.; IAU 263 Symposium, Icy Bodies of Solar System Brasilia, Rio De Janeiro, 3 – 14 august 2009; Современные проблемы физики, г. Душанбе, ФТИ им. С.У. Умарова АН РТ, 29 – 30 октября 2010 г.; Современные проблемы физики конденсированного состояния, г. Душанбе, ТНУ, 20 – 21 декабря 2012 г.; Физика конденсированного состояния, г. Душанбе, ФТИ имени С.У. Умарова АН РТ, 29 – 31 октября 2013 г.; Stardust ITN – Local training work shop: Collisions in the Solar system, Serbia, Belgrade, 11 – 13 february 2015; 40<sup>th</sup> COSPAR Scientific Assembly, Russia, Moscow, 2 – 9 august 2014; Современные проблемы астрофизики, г. Душанбе, Институт астрофизики АН РТ, 4 – 5 декабря 2014 г.; Роль молодых ученых в развитии науки, инноваций и технологий, г. Душанбе, АН РТ, 19 – 20 мая 2016 г. и 11 – 12 мая 2017 г.; VI Бредихинские чтения, РФ, г. Заволжск, 4 – 8 сентября 2017 г.; Околоземная астрономия –

2017, РФ, г. Краснодар, 2 – 6 октября 2017 г.; Актуальные проблемы современной физики, г. Душанбе, ТНУ, 18 апреля 2018 г.

**Публикации результатов диссертации.** По материалам диссертации опубликованы 29 научных статей. Из них 12 статей опубликованные в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка цитируемой литературы, содержащего 197 наименований. Общий объем диссертации 125 страниц, в том числе 16 рисунков и 15 таблиц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи работы, отражена научная новизна полученных результатов и перечислены основные положения, выносимые на защиту.

**Первая глава** посвящается аномальному хвосту комет.

**В первом параграфе** даются основные сведения механической теории образования аномального хвоста комет, о составе и структуре ядра комет. Также в этом параграфе приводятся основные формулы, применяемые для определения скорости выброса пылевых частиц аномального хвоста другими авторами.

**Во втором параграфе** приводятся сведения об аномальном хвосте восьмидесяти комет, которые наблюдались до 2016 года. Из 80 комет с аномальным хвостом 47 кометы движутся вокруг Солнца почти по параболическим орбитам, 31 кометы периодические и 2 кометы считаются исчезнувшим. Соотношение комет с расстоянием перигелия орбиты  $q < 1$  и  $q > 1$  составляет 52:28. Перигелийные расстояния их орбит расположены в интервале от 0.062 до 3.38 а.е. Соотношение орбит с прямым и обратным движениями равно 60:20.

**Третьей параграф** посвящен исследованию скоростей и моментов выброса пылевых частиц аномального хвоста комет другими авторами. Значение скоростей выброса получены другими авторами для комет C/1844 Y1, C/1910 A1, 73P/1930 J1, 109P/1862 O1 лежит в пределах от 0.08 до 3.6 км/с. Значение таких скоростей трудно объяснить выбросом пыли молекулами. В настоящее время известно, что ядро кометы состоит из конгломерата различных льдов и тугоплавких метеороидных частиц. Скорости извержения крупной пыли из ядра, превосходящие 1 км/с, значительно больше тепловых скоростей молекул при сублимации льдов ядра, и для обеспечения больших скоростей извержения пыли из ядра нужны другие механизмы.

**Четвертый параграф** посвящен механизмам образования аномального хвоста комет. Даются сведения о сублимации льдов ядра кометы. На небольших расстояниях от Солнца температура поверхности ядра кометы

определяется балансом падающей солнечной энергии и энергии, идущей на сублимацию. Поскольку в основном выброс пылевых частиц идет только с солнечной стороны, Джонс получил скорость выброса пылевых частиц на бесконечности в виде:

$$V_{\infty} = 20.3R_c^{1/2} m^{-1/6} \rho_d^{-1/3} r^{-1.038}, \quad (1)$$

где плотность частицы  $\rho_d$  в кг/м<sup>3</sup>, масса  $m$  в кг,  $r$  в а.е. и радиус ядра  $R_c$  в км.

В этом параграфе также даются механизмы распада ядра комет. Распад ядра часто случается у ярких и крупных комет. Иногда причиной распада ядра кометы является центробежная сила, появляющаяся в результате быстрого вращения ядра кометы. Распад ядра может, приводит к превращению кометы в метеороидный рой. Сейчас стало известно, что распад ядра кометы может произойти до и после перигелия орбиты. У некоторых комет распад ядра повторяется неоднократно. У другой группы комет, распад ядра происходит, в основном, за счет приливных и отливных сил Солнце и планет. Некоторые кометы испытывает незначительную фрагментацию ядра. Это происходит за счет образования газопылевых струй, аномального хвоста и пылевых галосов. Часть комет являются околосолнечными и за короткий промежуток времени полностью исчезают.

Наиболее приемлемой механизм разрушения ядра кометы является ударный механизм. При столкновении ядра кометы с метеороидом скорость разлёта фрагментов ядра будет значительно больше, и в атмосферу кометы должны поступать крупные пылевые частицы, которые сформируют у кометы аномальный хвост. При скорости соударения порядка 10 – 30 км/с максимальные скорости выброса метеороидных частиц из ядра кометы достигают 0.5 – 1.5 км/с. Большие скорости выброса пылевых частиц аномального хвоста из ядра кометы приводят к заключению, что аномальный хвост кометы мог образоваться в результате столкновения ядра кометы с метеороидом.

**В пятом параграфе** обоснуется составление каталога комет с аномальным хвостом. После 1965 года систематизации аномального хвоста комет не производилось. Мы считаем важным о создание каталога комет с аномальным хвостом. Требуется пересмотр всего имеющегося материала и объединения его в общий каталог.

**Вторая глава** посвящается проектирование наблюдаемой формы хвоста комет.

**В первом параграфе** даются методики наблюдении комет.

Наблюдения комет в астрономических обсерваториях Таджикистана проводятся различными телескопами. В настоящее время использование ПЗС - камеры позволяют, проводит наблюдение комет за короткий промежуток времени. Для получения цифровое изображений кометы используются специальные программы как “PRISM”, “Max Im Del.5” и “Camera.Control” на компьютере, экваториальные координаты комет рассчитывается с помощью программы “Astrometrica”, а элементы орбиты вычисляется с программой “Find.Orb.32”

**Во втором параграфе** приводится метод Моисеева. Определение типа хвоста кометы возможно после проектирования наблюдаемой формы хвоста на плоскость орбиты кометы. Видимые формы хвостов на небе могут не совпасть с действительным, так как Земля в момент наблюдения кометы может находиться в различных положениях по отношению к плоскости кометной орбиты. Истинность аномального хвоста устанавливается только после перспективного проектирования наблюдаемой формы хвоста на плоскость орбиты кометы, поэтому приводится методика перспективного проектирования Моисеева.

**В третьем параграфе** дается сведение о псевдоаномальных хвостах комет. Псевдоаномальные хвосты рассматриваются, как синхронные хвосты III типа, которые образовались задолго до прохождения кометы через перигелий. Несколько комет имели хвост, близкий по своему положению к аномальному хвосту. Видимая ось такого хвоста располагается под большим углом к продолженному радиус – вектору кометы, занимая положение, близкое к орбите кометы. Установлено, что у некоторых комет наблюдался псевдоаномальный хвост.

**В четвертом параграфе** дается методика определения скорости выброса пылевых частиц аномального хвоста и их связь с метеороидными роями. Образование аномальных хвостов происходит, от взрыва ядра кометы, следствием которого выбрасывается по направлению к Солнцу крупные пылевые частицы. Для определения скорости извержения частиц аномального хвоста из ядра кометы необходимы данные о кометоцентрических координатах  $\xi$ ,  $\eta$  частиц во время наблюдения  $t$ , время  $t_1$  выброса частиц из ядра и элементы орбиты кометы. При известных  $\xi$  и  $\eta$  частиц хвоста скорость их выброса из ядра легко определяется из соотношения:

$$V = \frac{\tau \sqrt{\xi^2 + \eta^2}}{t - t_1}, \quad (2)$$

где  $\tau \approx 1/k$ ,  $k$  – постоянная Гаусса.

Известно, что при выбросе крупных пылевых частиц и разрушении ядра комет образуются метеороидные рои. Если предполагать, что при образовании аномального хвоста комет образуются, хотя один метеороидный рой, есть вероятность существования новых метеороидных роев связанным с аномальным хвостом комет.

**Третья глава** посвящается скорости выброса пылевых частиц из ядра кометы.

**Первый параграф** посвящен определению скорости выброса пылевых частиц аномального хвоста комет. Для определения скорости нужно знать данные о кометоцентрических координат частицы конца хвоста. Наиболее важным для определения скорости выброса считается момент выброса пылевых частиц аномального хвоста из ядра кометы. Момент выброса можно определить из разницы истинных аномалий во время наблюдения и выброса.



Таблица 1. Скорости выброса пылевых частиц аномального хвоста комет

Комета	T	t	t <sub>1</sub>	V, км/с	V <sub>A</sub> , км/с	r, a.e.		
C/1823 Y1	09.93-12.1823	22.01.1824	-	1.36	-	-		
			-	1.48	-	-		
C/1844 Y1	14.2-12.1844	11.01.1845	15.23-11.1844	1.50	1.55	0.83		
		12.01.1845	08.11.1844	0.29	0.48	0.86		
		13.01.1845		0.16	0.38	0.88		
		14.01.1845		-	0.98	0.91		
		15.01.1845	02.12.1844	-	0.84	0.93		
		17.01.1845		-	0.12	0.97		
		29.01.1845		-	0.53	1.22		
		30.01.1845		-	0.66	1.24		
		31.01.1845	-	0.73	1.26			
C/1851 U1	01.29-10.1851	22.10.1851	24.08.1851	-	0.14	0.73		
		23.10.1851		-	0.18	0.75		
		24.10.1851		-	0.19	0.77		
		25.10.1851		-	0.28	0.79		
C/1877 G1	27.30-04.1877	05.04.1877	27.03.1877	-	0.20	0.96		
		15.05.1877	30.03.1877	-	0.48	1.07		
C/1882 R1	17.72-09.1882	16.10.1882	14.29-05.1882	-	1.56	1.01		
C/1883 D1	19.4-02.1883	28.02.1883	23.01.1883	-	0.28	0.81		
		02.03.1883	19.01.1883	-	4.45	0.84		
C/1885 X2	03.78-05.1886	01.05.1886	21.71-04.1886	-	0.02	0.48		
C/1888 R1	31.66-05.1889	03.07.1889	26.04.1888	-	2.16	3.61		
C/1892 E1	07.15-04.1892	02.04.1892	08.03.1892	-	2.62	1.05		
D/1894 F1	09.93-0 2.1894	27.02.1894	08.02.1894	-	0.05	1.22		
		28.02.1894		-	0.06	1.24		
		29.02.1894		-	0.06	1.25		
C/1910 A1	17.58-01.1910	26.01.1910	18.64-01.1910	0.08	0.92	0.40		
			18.4-01.1910	0.10				
			17.88-01.1910	0.11				
		27.01.1910	06.58-01.1910	0.85	0.67	0.43		
				0.21				
				0.56				
				-				
				0.8			0.52	0.45
				0.7			0.44	0.48
30.01.1910	0.51	0.44	0.51					
31.01.1910	-	0.34	0.54					
C/1921 E1	10.45-05.1921	12.05.1921	01.05.1921	-	0.31	1.01		
C/1922 U1	26.5-10.1922	06.11.1923	26.12.1921	-	0.90	3.93		
C/1925 V1	07.26-12.1925	10.12.1925	20.26-09.1925	-	0.21	0.76		
C/1930 D1	15.9-01.1930	24.02.1930	12.5-12.1929	-	0.02	1.26		

Продолжение таблицы 1

Комета	T	t	t <sub>1</sub>	V, км/с	V <sub>A</sub> , км/с	r, а.е.
C/1931 O1	11.06.1931	31.07.1931	15.06.1931*	-	1.10	1.33
		12.08.1931		-	1.10	1.45
C/1931 P1	25.08.1931	17.10.1931	23.08.1931*	-	3.35	1.15
		18.10.1931		-	3.48	1.48
C/1932 M1	24.09.1932	27.06.1932	23.06.1932	-	0.83	2.03
C/1935 A1	26.46-02.1935	19.02.1935	12.02.1935	-	0.69	0.82
C/1939 B1	6.85-02.1939	12.01.1940	28.01.1940	-	0.74	0.74
C/1954 O1	01.93-06.1954	02.08.1954	15.28-04.1954	-	0.21	1.31
		6.9-08.1954		-	0.13	1.37
		7.9-08.1954		-	0.25	1.37
C/1961 O1	17.49-07.1961	25.07.1961	04.51-04.1961*	-	1.72	0.39
		26.07.1961		-	1.75	0.43
C/1962 C1	01.66-04.1962	10.04.1962	10.10.1961*	-	0.32	0.42
		12.04.1962		-	0.81	0.49
		13.04.1962		-	0.88	0.53
		14.04.1962		-	0.43	0.55
		16.04.1962		-	0.25	0.62
		17.04.1962		-	0.23	0.64
		18.04.1962		-	0.21	0.67
		19.04.1962		-	0.21	0.70
		20.04.1962		-	0.23	0.73
		21.04.1962	04.51-04.1961*	-	0.25	0.76
		22.04.1962		-	0.33	0.78
		23.04.1962		-	0.23	0.81
		24.04.1962		-	0.31	0.84
		25.02.1963		-	0.04	0.83
C/1963 A1	21.47-03.1963	10.05.1963	10.35-01.1963	-	1.00	1.18
		25.05.1963		-	0.64	1.42
		30.05.1963		-	0.74	1.49
		16.07.1963		-	0.23	1.74
		21.07.1963		-	0.24	1.86
		27.07.1963		-	0.16	1.90
		C/1968 H1		16.27-05.1968	24.07.1968	03.05.1968
C/1969 T1	21.26-12.1969	26.12.1969	08.11.1969	-	0.003	0.49
C/1973 E1	28.4-12.1973	27.85-12.1973	27.82-12.1973	0.85	-	-
		28.99-12.1973	27.84-12.1973	1.0	-	-
		30.09-12.1973	26.74-12.1973	0.9	-	-
		30.95-12.1973	25.84-12.1973	1.0	-	-
		12.01.1974	20.4-11.1973	-	1.75	0.54
		14.01.1974		-	2.74	0.61
		16.01.1974		-	2.45	0.65
		17.01.1974		-	2.56	0.69
20.01.1974	-	1.88		0.76		

Продолжение таблицы 1

Комета	T	t	t <sub>1</sub>	V, км/с	V <sub>A</sub> , км/с	r, а.е.
C/1973 E1	28.4-12.1973	23.01.1974	20.4-11.1973	-	0.67	0.83
		26.01.1974		-	0.53	0.91
		09.02.1974		-	0.53	1.21
		13.02.1974		-	1.31	1.29
		23.02.1974		-	0.59	1.47
		24.02.1974		-	1.93	1.51
		25.02.1974		-	1.67	1.52
		26.02.1974		-	1.05	1.60
C/1975 V2	21.1-12.1975	03.01.1975	10.12.1975	-	0.02	0.58
C/1980 O1	22.44- 06.1980	14.08.1980	06.05.1980	-	0.24	1.23
		15.08.1980		-	0.26	1.24
		17.08.1980		-	0.44	1.29
		19.08.1980		-	0.81	1.31
		29.08.1980	21.8-04.1980	-	2.16	1.47
		03.09.1980		-	2.23	1.57
		04.09.1980		-	1.89	1.59
		06.09.1980		-	1.09	1.61
		07.09.1980		-	1.02	1.63
C/1984 N1	12.13-08- 1984	29.08.1984	03.46-07.1984	-	1.04	0.55
		03.51-09.1984		-	1.04	0.68
		09.05-09.1984		-	0.73	0.81
		10.01-09.1984		-	0.27	0.83
		13.11-09.1984		-	0.50	0.90
		20.48-09.1984		-	0.62	1.04
		21.39-09.1984		-	0.36	1.06
		25.32-09.1984		-	0.18	1.14
		27.38-09.1984		-	0.05	1.18
C/1987 P1	7.27-11.1987	08.01.1988	01.16-09.1987	-	1.61	1.38
		09.01.1988		-	1.63	1.39
		10.01.1988		-	1.39	1.41
		17.01.1988		-	1.27	1.49
		18.01.1988		-	1.31	1.51
		19.01.1988		-	1.17	1.52
C/1995 O1	01.04.1997	08.02.1997	15.12.1996	0.16-0.7	-	-
		18.02.1997	15.12.1996	0.14-0.64	-	-
		07.03.1997	08.01.1997	0.15-0.65	-	-
		05.10.1997	01.04.1996 (11.03.1997)	-	0.41	2.93
		03.01.1988		0.17	0.21	3.95
		26.02.1988		-	0.51	4.51
		22.03.1998	24.06.1996	-	0.04	4.75
		02.04.1998		-	0.05	4.86
		25.04.1998		-	0.19	5.08
C/1999 T2	24.46- 11.2000	24.04.1999	24.05.1998	-	0.20	6.08

Продолжение таблицы 1

Комета	T	t	t <sub>1</sub>	V, км/с	V <sub>A</sub> , км/с	r, а.е.
C/1999 S4	18.28-07.2000	26.9-07.2000	17.75-07.2000*	0.026	0.003	0.76
		27.9-07.2000		-	0.003	0.76
C/1999 H1	11.17-07.1999	09.08.1999	14.02-06.1999	-	3.23	0.92
		12.08.1999		-	1.64	0.96
		13.08.1999		-	1.66	0.97
		19.08.1999		-	0.80	1.05
		22.08.1999		-	1.94	1.08
C/2002 T7	23.04.2004	25.04.2004	01.04.2004	-	1.55	0.61
		05.05.2004	-	-	2.14	0.66
		15.05.2004	04.06-04.2004	-	0.43	0.77
		20.05.2004	28.2-03.2004	-	0.50	0.84
C/2004 Q2	24.83-01.2005	13.12.2004	30.09.2004	-	2.09	1.47
		14.12.2004		-	2.26	1.59
		15.12.2004		-	2.30	1.61
C/2004 F4	17.09-04.2004	02.05.2004	01.04.2004	-	0.90	0.55
C/2011 A2	01,6.01.2011	11,54.1.2011	29.06.2009	-	0.016	1.75
2P/1924	31.93-10.1924	05.10.1924	21.07.1924*	-	0.08	0.73
6P/1950	06.37-06.1950	14.07.1950	21.06.1950*	-	0.12	1.44
		18.07.1950		-	0.29	1.46
7P/1869 G1	30.44-06.1869	11.05.1869	25.04.1869**	-	1.22	1.13
7P/1933	18.79-05.1933	23.05.1933	01.05.1933**	-	0.79	1.11
10P/1930	05.78-10.1930	18.11.1930	23.09.1930	-	0.07	1.41
19P/1918	01.49-11.1918	31.08.1918	29.07.1918	-	0.27	1.69
		09.11.1994	-	0.65	-	2.1
		19-24.09.2001	-	1.1	-	-
26P/1927	10.24-05.1927	01.06.1927	23.04.1927	-	0.005	0.99
34D/1938 J1	18.48-06.1938	06.05.1938	28.04.1938	-	0.19	1.32
		10.05.1938		-	0.16	1.29
35P/1939	09.46-08.1939	20.10.1939	09.46-08.1939	-	0.025	1.51
67P/1982	12.09-11.1982	24.12.1982	12.6-10.1982**	-	0.15	1.43
73P/1930 J1	14.19-06.1930	24.05.1930	01.05.1930	-	0.08	1.07
		27.05.1930	-	-	0.51	1.08
	07.92-06.2006	07.05.2006	-	1.70	-	-
		08.05.2006	-	1.84	-	-
		11.05.2006	-	0.2-0.5	-	-
		12.05.2006	-	0.1-0.5	-	-
13.05.2006	-	0.1-0.5	-	-		
81P/1997	24.09.1998	12.02.1997	-	0.14	-	-

Окончание таблицы 1

Комета	T	t	$t_1$	V, км/с	$V_A$ , км/с	r, а.е.
96P/1986 J1	23.19-04.1986	13.45-05.1986	30.81- 03.1986*	-	0.56	0.68
		26.92-05.1986		-	0.025	0.98
		7.99-06.1986		-	0.023	1.11
		25.29-06.1986		-	0.414	1.51
		26.28-06.1986		-	0.70	1.53
		30.94-06.1986		-	0.50	1.60
		3.93-07.1986		-	0.47	1.65
109P/1862 O1	23.42-08.1862	30.07.1862	-	0.59	-	-
			01.06.1862	3.10	-	-
			11.5-05.1862	1.20	-	-
			02.07.1862	3.60	-	-
	11.05.1862	1.80	-	-		
12.32-12.1992	21.11.1992	-	1.10	-	1.02	

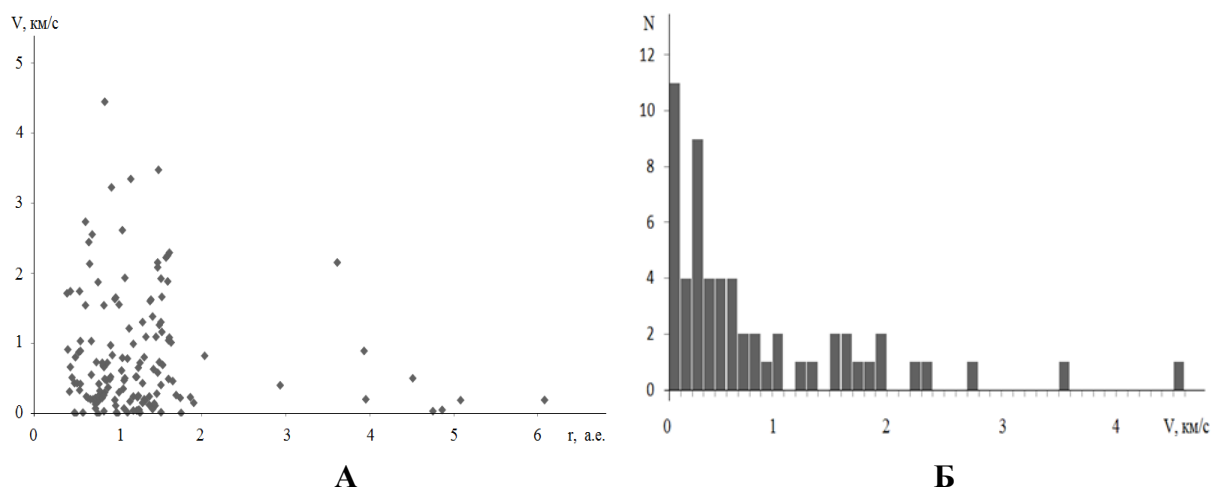
На основе этих данных можно определить скорости выброса пылевых частиц аномального хвоста комет. Результаты наших расчётов скорости выброса и определение времени из ядра частиц аномального хвоста 50 комет представлены в таблице 1. В таблице 1 приведены обозначение комет, момент  $T$  прохождения точку перигелия орбиты, время  $t$  наблюдения аномального хвоста, время  $t_1$  выброса, скорость  $V$  выброса полученных другими авторами и скорость  $V_A$  выброса частиц аномального хвоста из ядра кометы полученной нами на гелиоцентрическом расстоянии  $r$ .

Для некоторых комет за время образования аномального хвоста мы принимали время крупной вспышки блеска кометы из работ Питтиха, Андриенко и Ващенко и Татум и др. Эти случаи отмечены звёздочкой в 4-ом столбце. Для нескольких комет за момент образования аномального хвоста принято время разрушения ядра Боехнхардта, Ибадинова и Буриева и Ликандро и др. В таблице они отмечены двумя звёздочками.

Из данных таблицы 1 следует, что скорость выброса пылевых частиц аномального хвоста большинства комет, соответствует условиям столкновения ядра с метеороидами. Если предполагать, что при образовании аномального хвоста порождается хотя бы один метеороидный рой, то существует вероятность образования новых метеороидных роев, связанных с аномальными хвостами комет.

Из рис. 1А следует, что наиболее вероятным гелиоцентрическим расстоянием наблюдения аномального хвоста комет является расстояние от 0.5 до 1.6 а.е. Это может быть связано с условиями видимости комет. Скорости выброса метеороидных частиц лежат в пределах от 0.003 до 4.5 км/с.

Из рис. 1Б видно, что у большинства комет скорость выброса лежит в пределах  $0 \leq V \leq 0.4$  км/с. Кометы имеют очень широкий спектр физических характеристик, химического состава и структуры ядра. Такой состав ядра кометы сильно на характеристики их активности. В перигелии орбиты температура поверхности ядра, покрытого пылью, достигает 370 К, а если поверхность состоит из чистого льда, то максимальная температура составляет 203 К. При таких температурах суммирующие молекулы могут обеспечить скорости выброса пыли до 0.4 км/с.



**Рисунок 1.** Зависимость скорости  $V$  выброса пылевых частиц аномального хвоста от гелиоцентрического расстояния  $r$  (А) и распределение числа  $N$  комет по скоростям  $V$  выброса частиц аномального хвоста (Б).

Для других комет скорость выброса очень велика. Такие скорости, в основном, образуются в результате столкновения ядра комет с метеороидом. У большинства комет, ядро которых подвергалось распаду, скорость выброса высока, и у них наблюдались другие виды активности ядра. Именно те кометы, у которых скорость выброса пылевых частиц из ядра высока, имеют связь с метеороидными роями.

**Во втором параграфе** приводится связь образования аномального хвоста с синхронами пылевых хвостов комет. Изучены условия выброса из ядра частиц синхроны пылевого хвоста кометы C/2006 P1 по наблюдениям кометы 18.41 – 22.51 января 2007 года. Оказалось, что частицы синхронны пылевого хвоста были выброшены из ядра этой кометы 4.28 – 7.6 января 2007 года, т. е. до прохождения кометой точки перигелия орбиты. Синхроны пылевого хвоста, наблюдаемые 18.41 – 22.51 января 2007 года, оказались хвостом II типа по классификации Бредихина.

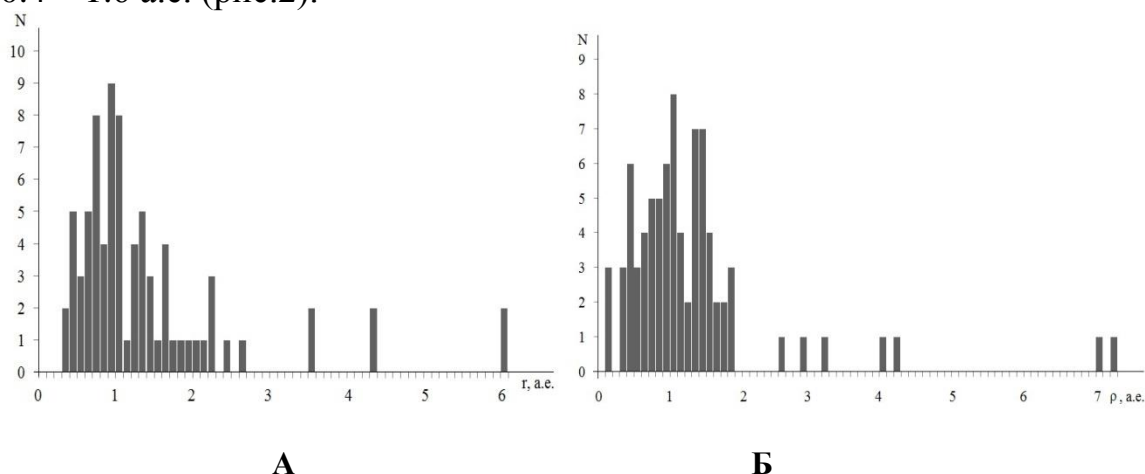
Выявлено, что аномальный хвост комет C/1744 X1, C/1910 A1, C/1796 P1, C/1823 Y1, C/1844 U1, C/1858 L1, C/1877 G1, C/1961 O1, C/1995 O1, C/2006 P1 и 109P/1862 O1 является действительным и образовался в результате синхронного выброса пылевых частиц из ядер комет.

**В третьем параграфе** изучено столкновение ядра кометы с другими телами Солнечной Системы. Ядро кометы состоит из конгломерата разных

химических элементов в виде льда и тугоплавких метеороидных частиц. Средняя пространственная плотность межпланетного вещества составляет  $10^{-22}$  г/см<sup>3</sup>. Это вещество в основном пополняется за счет комет. Комета во время движения по своей орбите сталкивается с метеороидами. Если орбита кометы пересекает метеороидный рой, то ядро бомбардируется метеороидами. При столкновении ядра кометы с другим космическим телом идёт одновременный выброс вещества из ядра, в том числе пылевые частицы. Из значений скоростей выброса пылевых частиц из ядра комет таблицы 1 следует, что для комет C/1823 Y1, C/1844 U1, C/1883 D1, C/1888 R1, C/1910 A1, C/1922 U1, C/1931 O1, C/1931 P1, C/1932 M1, C/1935 A1, C/1939 B1, C/1954 O1, C/1963 A1, C/1968 H1, C/1973 E1, C/1987 P1, C/1995 O1, C/1999 T2, C/1999 H1, C/2002 T7, C/2004 F4, 7P/1869 G1, 19P/1918, 34P/1938 J1, 67P/1982 и 109P/1862 O1 причиной образования аномального хвоста является столкновение ядра этих комет с другими телами Солнечной системы. Наиболее вероятное столкновение могло произойти с кометой C/1999 S4. Орбита этой кометы пересекала орбиту десяти астероидов и одну комету. У кометы C/1954 O1 неоднократно произошла вспышка блеска, а комета C/1955 O1 является одной из активных комет. У кометы C/1995 O1 помимо хвостов разных типов также наблюдались пылевые джеты на расстоянии более 3 а.е. от Солнца. Все это свидетельства о столкновении ядра комет с другим космическим телом.

**Четвертая глава** посвящается закономерности образования аномального хвоста.

**В первом параграфе** приводится каталог комет с аномальным хвостом. Каталог включает в себе 80 комет. На базе каталога изучена зависимость появления аномального хвоста от некоторых параметров орбиты кометы. Установлено, что вероятность регистрации из Земли образования аномального хвоста комет высока на гелио и геоцентрических расстояниях 0.4 – 1.6 а.е. (рис.2).

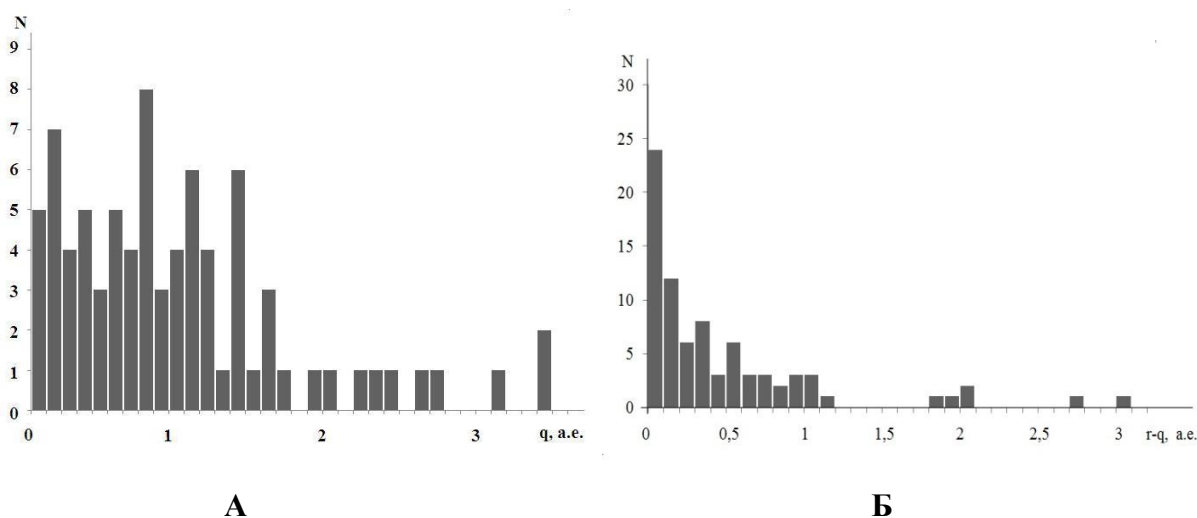


**Рисунок 2.** Зависимость числа комет  $N$  с аномальным хвостом от гелиоцентрического расстояния  $r$  (А) и от геоцентрического расстояния  $\rho$  (Б)

Максимальное число комет с аномальным хвостом наблюдается на гелиоцентрическом расстоянии 0.7 и от 0.9 до 1.1 а.е. (рис. 2 А), также на

геоцентрических расстояниях  $0.5$ ,  $0.9 \div 1.1$  и  $1.3 \div 1.5$  а.е. (рис. 2 Б). Образование аномального хвоста у комет происходит и на больших расстояниях от Солнца, между орбитами Марса и Юпитера (рис. 2-3). Также наблюдается отдельные пики в районе орбиты Венеры и Марса.

Причиной образования аномального хвоста может быть столкновение метеороидов с ядрами комет и разрушение ядра комет под действием возмущения Юпитера. Выявлено, что максимальное число аномального хвоста комет приходится на район перигелия орбиты ( $r - q \approx 0$ ) (рис. 3 Б). Это можно объяснить воздействием притяжения Солнца, большим притоком солнечной лучевой энергии на ядро кометы и большой скоростью сублимации льдов ядра.



**Рисунок 3.** Зависимость числа комет  $N$  с аномальным хвостом от расстояния перигелия орбиты  $q$  (А) и от  $r - q$  (Б)

Была исследована зависимость длины аномального хвоста от абсолютной звёздной величины кометы. Оказалось, что длина аномального хвоста большинства комет составляет  $10^{-4}$  и  $10^{-3}$  а.е., их абсолютная звёздная величина лежит в пределах от  $-2^m.2$  до  $13^m$ . Максимум яркости таких комет находится в пределах от  $4^m$  до  $8^m$ . Максимальная длина аномального хвоста равно  $0.065$  а.е.

**Во втором параграфе** изложена связь образования аномального хвоста с делением ядра кометы. В настоящее время известно, что более чем у 100 комет произошло разрушение ядра. Число кометы с аномальным хвостом – 80. Логично была ожидать, что при разрушении ядра должен образоваться аномальный хвост или наоборот. В настоящее время только у 25 комет в одном появлении наблюдались аномальный хвост и деление ядра кометы. Регистрация аномального хвоста из Земли иногда затруднена небольшим размером этого хвоста, условиями проектирования и слабой его яркости. Для успешной регистрации аномального хвоста комет необходимы светосильные крупные телескопы или телескопы, находящиеся в космическом пространстве. Максимальное число распада комет находится вблизи



плоскости эклиптики. Скорость распада кометных ядер невелика и лежит в интервале от нескольких метров в секунду до десятков м/с. После образования аномального хвоста и разрушение ядра кометы вдоль орбиты кометы должен формироваться метеороидный рой.

**В третьем параграфе** рассматривается связь образования аномального хвоста комет с метеороидными роями. Из 80 комет, имеющие аномальный хвост, 24 кометы связаны с метеорными потоками. Выявлены 20 периодических и долгопериодических комет, у которых наблюдалась значительная активность ядра, на основе этого можно предположить их связь с метеороидными роями, что способная порождать метеороидными роями, не пересекающими орбиту Земли. Определено минимальное время образования замыкания метеороидного роя для комет 6P/d'Arrest, 10P/Tempel 2, 19P/Borrelly, 34D/Gale, 67P/Чурюмов – Герасименко и D/1894 F1.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Основные научные результаты:** создан каталог аномальных хвостов комет. Каталог включает в себя 80 комет. Некоторые из этих комет являются короткопериодическими. Выявлено, что у комет C/1888 V1, C/1927 E1, C/1929 Y1, C/1956 R1, C/1990 K1, C/2003 T4, C/2007 N3, C/2009 P1 и C/2011 L4 аномальный хвост является ложным, т.е. псевдоаномальным хвостом (*Известия АН РТ, отд. физ.-мат.хим.геол. и тех. наук. 2015. №4 (161). С. 47-56.*).

Определены время и скорость выброса пылевых частиц аномальных хвостов из ядер комет. Выявлено, что у комет C/1883 D1, C/1888 R1, C/1892 E1, D/1894 F1, C/1922 U1, C/1931 O1, C/1931 P1, C/1932 M1, C/1935 A1, C/1939 B1, C/1954 O1, C/1968 H1, C/1968 T1, C/1973 E1, C/1987 P1, C/1999 T2, C/1999 H1, C/1999 S4, C/1999 T2, C/2002 T7, C/2004 Q2, 7P/1869 G1, 19P/1918, 26P/1927 F1, 34P/1938 J1, 73P/1930, 96P/1986 J1 и 109P/1862 O1 причиной образования аномального хвоста является столкновение их ядра с другими телами Солнечной системы. Скорости выброса пыли из ядра комет C/1851 U1, C/1885 X2, C/1921 E1, C/1930 D1, C/1975 V2, 2P/1924, 6P/1950, 7P/1933, 10P/1930 и 35P/1939 O1 можно, объяснить сублимацией льдов ядра и выносом пыли молекулами (*Вестник ТГНУ. 2007. №3/35. С. 88-90; ДАН РТ. 2012. Т.55. №3. С. 207-211; ДАН РТ. 2015. Т. 58. №11.С.983-989; Экологический Вестник научных центров ЧЭС. 2017. №4. Вып. 2. С.124-134.*).

Выявлено, что причиной образования аномального хвоста у комет C/1577 V1, C/1596 N1, C/1680 V1, C/1796 P1, C/1844 U1, C/1851 U1, C/1885 X2, C/1921 E1, C/1925 V1, C/1930 D1, C/1939 B1, C/1961 O1, C/1988 P1, C/1975 V2, C/2000 WM1, C/2010 X1, C/2013 V5, 2P/Encke (1924, 1937, 1941, 1950), 7P/1933, 35P/1939 O1 и 37P/1942 L1 являются приливное воздействия Солнца (планет) и большая скорость сублимация ядра кометы (*ДАН РТ. 2015. Т. 58. №11. С. 983-989; Экологический Вестник научных центров ЧЭС. 2017. №4. Вып. 2. С. 124-134.*).

Выявлено, что у комет C/1744 X1, C/1796 P1, C/1823 Y1, C/1858 L1, C/1877 G1, C/1910 A1, C/1961 O1, C/1962 C1, C/2004 F4, за счет синхронного выброса произошел фрагментация ядра (ДАН РТ. 2015. Т. 58. №11. С. 983-989; Экологический Вестник научных центров ЧЭС. 2017. №4. Вып. 2. С. 124-134).

Выявлено, что у комет C/1823 Y1, C/1882 R1, C/1883 D1, C/1888 R1, C/1892 E1, D/1894 F1, C/1932 M1, C/1935 A1, C/1954 O1, C/1968 H1, C/1969 T1, C/1973 E1, C/1995 O1, C/1999 S4, C/2004 Q2, 6P/1976, 7P/1869 G1, 10P/1930, 19P/1918, 26P/1927 F1, 67P/1982, 73P/1930 J1, 96P/1986 J1, 109P/1862 O1 и 213P/2011 в одном появлении наблюдались и аномальный хвост и разрушение ядра. Разрушение ядра в 70% этих комет произошло в результате столкновения ядра кометы с метеороидом (ДАН РТ. 2015. Т. 58. №11. С. 983-989; Экологический Вестник научных центров ЧЭС. 2017. №4. Вып. 2. С. 124-134).

Выявлено, что образование аномальных хвостов у комет C/1744 X1, C/1910 A1, C/1796 P1, C/1823 Y1, C/1844 U1, C/1858 L1, C/1877 G1, C/1961 O1, C/1995 O1, C/2006 P1 и 109P/1862 O1 имеет синхронное происхождение (Экологический Вестник научных центров ЧЭС. 2017. №4. Вып. 2. С.124-134).

Выявлено, что максимальное число комет с аномальным хвостом приходится на область перигелия орбиты ( $r - q \approx 0$ ). Наиболее вероятными причинами образования такого хвоста комет здесь являются приливное воздействие Солнца и большая скорость дезинтеграции ядра комет (ДАН РТ. 2008. Т.51. №10. С.730-734; ДАН РТ, 2012, Т.55. №3.С.207-211; ДАН РТ. 2015.Т. 58. №11.С.983-989).

Отмечены пики числа комет с аномальным хвостом в интервале гелиоцентрических расстояний 0.7 а.е. и 0.9÷1.1 а.е. вблизи пояса астероидов и вблизи орбит планет Марса и Венеры и на геоцентрических расстояниях 0.5 а.е., 0.9÷1.1 а.е. и 1.3÷1.6 а.е. и наклонение орбиты до  $15^\circ - 20^\circ$  и  $60^\circ - 75^\circ$  (ДАН РТ. 2008. Т.51. №10. С.730-734; Astronomy and Astrophysical Transaction. 2012. P. 289-292; Известия АН РТ, отд. физ.-мат.хим.геол. и тех. наук. 2015. №4 (161). С. 47-56; Экологический Вестник научных центров ЧЭС. 2017. №4. Вып. 2. С.124-134).

Установлено, что длина аномального хвоста большинства комет составляет  $10^{-4}$  и  $10^{-3}$  а.е. Оказалось, что количество наблюдаемых аномальных хвостов комет не зависит от площади поверхности ядра или конгломерата твердых составляющих, с чем связана абсолютная яркость кометы (Известия АН РТ, отд. физ.- мат. хим. геол. и тех. наук. 2015. №4 (161). С.47-56.).

Выявлено, что наибольшее число распадов ядра комет происходит вблизи плоскости эклиптики из-за столкновений с метеороидными телами. Скорость распада кометных ядер невелика и она лежит в интервале от нескольких метров в секунду до десятков м/с. Зарегистрированное количество распадов комет увеличилось благодаря применению космических

телескопов. После образования аномального хвоста и разрушения ядра кометы всегда вдоль орбиты остаются пылевые частицы и осколки каменистого ядра, которые в дальнейшем образуют метеороидные рои (ДАН РТ. 2015. Т. 58. №11. С.983-989; Экологический Вестник научных центров ЧЭС. 2017. №4. Вып. 2. С.124-134; Вестник ТНУ, серия естественных наук. 2017. № 1/2. С.111-115).

Выявлены 20 периодических и долгопериодических комет, у которых наблюдалась значительная активность ядра, на основе чего можно предположить их связь с метеороидными роями, не пересекающими орбиту Земли. Из 80 комет, имеющих аномальный хвост, выявлены 24 кометы, которые связаны с метеорными потоками (*Advances in Space Research*. 2015. V.56. P.187-189; *Радиотехника*. 2016. Вып. 184. С.46-49; *Вестник ТНУ, серия естественных наук*. 2017. № 1/2. С.111-115).

Определено минимальное время образования замыкания метеороидного роя для комет 6P/d'Arrest, 10P/Tempel 2, 19P/Borrelly, 34D/Gale, 67P/Чурюмов – Герасименко и D/1894 F1. Наиболее быстро метеороидный рой образуется у комет 19P/Borrelly, 34D/Gale, 67P/ Чурюмов – Герасименко, 6P/d'Arrest, 10P/Tempel 2 и D/1894 F1. Время образования метеороидного роя зависит от скорости выброса пылевых частиц из ядра кометы (*Вестник ТНУ, серия естественных наук*. 2017. № 1/2. С.111-115).

**Рекомендации по практическому использованию результатов:** результаты работы имеют важное фундаментальное значение в физике комет и метеоров и помогут выяснить закономерности и механизмы нестационарной активности ядер комет и генетической связи комет с другими малыми телами солнечной системы. Результаты работы имеют важное значение в исследованиях распределения метеороидных роев в Солнечной системе.

**Основные результаты диссертации отражены в следующих публикациях:**

**Статьи, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан:**

1. Ибадинов, Х.И. Аномальный хвост кометы С/2002 Т 7 / Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров** // Вестник ТГНУ. – 2007. – №3/35. – С. 88-90.
2. Ибадинов, Х.И. Общие закономерности деления ядра и образования аномального хвоста комет / Х.И. Ибадинов, А.М. Буриев, **А.Г. Сафаров** // ДАН РТ. – 2008. – Т.51. – №10. – С. 730-734.
3. Ibadinov, K.I. Some active processes in cometary nuclei: Nucleus splitting and anti - tail formation / K.I. Ibadinov, A.M. Buriev, **A.G. Safarov** // *Icy Bodies of Solar System*. – Cambridge University Press. – London. – 2009. – P. 289-292.
4. Ибадинов, Х.И. Исследование скорости извержения крупной пыли из ядра комет по наблюдениям их аномального хвоста / Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров** // ДАН РТ. – 2012. –Т.55. – №3. – С. 207-211.

5. Ibadinov, K.I. Nonstationary activity of comets nuclei / K.I. Ibadinov, A.M. Buriev, **A.G. Safarov** // Astronomy and Astrophysical Transaction. – 2012. – P. 289-292.
6. Ibadinov, K.I. Active processes in Cometary nucleus and new meteoroid swarms / K.I. Ibadinov, A.M. Buriev, **A.G. Safarov**, A.A. Rahmonov // Advances in Space Research. – 2015. – V. 56. – P. 187-189.
7. Ибадинов, Х.И. Некоторые закономерности образования аномального хвоста комет / Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров** // Известия АН РТ, отд. физ.-мат.хим.геол. и тех. наук. – 2015. – №4 (161). – С. 47-56.
8. Ибадинов, Х.И. Скорости выброса метеороидных частиц из ядер комет / Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров** // ДАН РТ. – 2015. –Т. 58. – №11. – С. 983-989.
9. Ибадинов, Х.И. Возможные метеороидные рои долгопериодических и новых комет / Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров**, А.М. Буриев, А.А. Рахмонов // Радиотехника. – 2016. – Вып. 184. – С. 46-49.
10. Ибадинов, Х.И. Связь метеороидных роёв с образованием аномального хвоста комет / Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров** // Вестник ТНУ, серия естественных наук. – 2017. – № 1/2. – С. 111-115.
11. Рахмонов, А.А. Эволюция ядер комет на основе результатов лабораторного моделирования и космических исследований / А.А.Рахмонов, Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров** // Вестник ТНУ, серия естественных наук. – 2017. – №1/3. – С. 149-154.
12. **Сафаров, А.Г.** Условия образования аномального хвоста комет / А.Г. Сафаров // Экологический Вестник научных центров ЧЭС. – 2017. – №4. – Вып. 2. – С. 124-134.

*Статьи, опубликованы в материалах конференций:*

1. **Сафаров, А.Г.** Об аномальном хвосте комет / А.Г. Сафаров // Чавонон ва чакони андеша. – Душанбе: Ирфон. – 2006. – С. 126-134.
2. **Сафаров, А.Г.** Исследование аномального хвоста комета С/1931 О1 Нагата / А.Г. Сафаров, Х.И. Ибадинов // Молодежь и современная наука. – Душанбе: Дониш. – 2007. – С. 3-5.
3. **Сафаров, А.Г.** Аномальный хвост кометы С/1999 Н1 / А.Г. Сафаров, Х.И. Ибадинов // Молодежь и современная наука. – Душанбе: Дониш. – 2008. – С. 112-115
4. Ибадинов, Х.И. Условия образования аномального хвоста комет С/1931 О1 (Нагат), С/1932 М1 (Ньюмен) и С/1987 Р1 (Бредфилд) / Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров** // Чавонон ва чакони андеша. – Душанбе. – 2010. – С. 223-227
5. Ибадинов, Х.И. Исследование аномального хвоста кометы С/1995 О1 / Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров**, Ш.С. Бобоев // Материалы национальной конференции «современные проблемы физики конденсированного состояния», посвященной 70 – летию заслуженного деятеля науки и техники РТ, д.ф. –м.н., профессора Бобоева Т.Б. 20 – 21 декабря 2012 г. – Душанбе. – 2012. – С. 89-91.

6. Ибадинов, Х.И. Активные процессы в ядрах комет и новые метеороидные рои / Х.И. Ибадинов, А.М. Буриев, **А.Г. Сафаров** // Материалы международной конференции «физики конденсированного состояния», посвященной 85 – летию академика А.А. Адхамова. – Душанбе: Дониш. – 2013. – С. 132-135.
7. **Сафаров, А.Г.** Исследование активности комет С1995 О1 (Хейли-Бопп) / А.Г. Сафаров, А.М. Буриев, Х.И. Ибадинов, Ш.С. Бобоев, Ф.Х. Ашуров // Сборник статей и тезисов республиканской научно-практической конференции «Роль молодёжи в решение важнейших проблем в процессе глобализации» 19-21 мая 2014 г. – Душанбе: Дониш. – 2014. – С. 72-75.
8. **Сафаров, А.Г.** Связь метеороидных роев с делением ядра и образования аномального хвоста комет / А.Г. Сафаров, А.М. Буриев, Х.И. Ибадинов, А.А. Рахмонов // Там же, см. 7. – Душанбе: Дониш. – 2014. – С. 76-86.
9. **Сафаров, А.Г.** Муайян намудани вакти ихроҷи ҷангҷаҳои думи кометаи С/2006 Р1 / А.Г. Сафаров, А.М. Буриев, Ш.С. Бобоев, Д. Аюбов, Х.И. Ибадинов // Там же, см. 7. – Душанбе: Дониш. – 2014. – С. 87-91.
10. Буриев, А.М. Метеороидные рои короткопериодических комет семейства Юпитера / А.М. Буриев, **А.Г. Сафаров**, Х.И. Ибадинов, А.А. Рахмонов // Там же, см. 7. – Душанбе: Дониш. – 2014. – С. 92-98.
11. **Сафаров, А.Г.** Таҳқиқи алоқамандии равандҳои ғайри кометаи 19Р/Борреллӣ бо хурӯҷи Офтоб / А.Г. Сафаров, А.М. Буриев, Х.И. Ибадинов, Ч.Х. Хайтов, Х.Г. Асоев, Ч.К. Исмоилов // Там же, см. 7. – Душанбе: Дониш. – 2014. – С. 99-103.
12. Ибадинов, Х.И. Выброс метеороидных частиц из ядра кометы в результате столкновения с метеороидами / Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров** // Материалы республиканской научно-практической конференции «Проблемы современной физики», посвященной 75 – летию профессора Хуршеда Абдулло – заде. – Худжанд: Нури маърифат. – 2015. – С.22-29.
13. Ибадинов, Х.И. Выброс метеороидных частиц из ядер кометы в результате столкновения с метеороидами и новые метеороидные рои / Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров** // Сборник статей и тезисов республиканской научно-практической конференции «Роль молодёжи в развитии отечественной науки», 22 мая 2015 г. – Душанбе: Дониш. – 2015. – С. 64-76.
14. **Сафаров, А.Г.** Аномальный хвост кометы С/2004 Q2 / А.Г. Сафаров, Д. Аюбов, Ш.С. Бобоев // Материалы второе республиканской научно-теоретической конференции, посвященной 25 – летию государственной независимости РТ, 17 – 18 мая 2016 г. – Душанбе. – 2016. – С. 248-249.
15. Ибадинов, Х.И. Связь метеороидных роёв с образованием аномального хвоста комет / Х.И. Ибадинов, **А.Г. Сафаров** // Там же, см. 14. – Душанбе: Дониш. – 2016. – С. 246-248.
16. **Сафаров, А.Г.** Определение эффективного ускорение пылевых частиц синхроны хвоста кометы С/2006 Р1 / А.Г. Сафаров, Х.И. Ибадинов, Ш.С. Бобоев, Д.К. Аюбов // Материалы международной конференции

«Актуальные проблемы современной физики» посвященной 80-летию памяти Заслуженного деятеля науки и техники Таджикистана, доктора физико-математических наук, профессора Нарзиева Бозора Нарзиевича. 18 апреля 2018 г. – Душанбе. – 2018. – С. 231-233.

17. Сафаров, А.Г. Образования аномального хвоста с делением ядер комет / А.Г. Сафаров, Х.И. Ибадинов, А.М. Буриев // Там же, см. 16. – Душанбе. – 2018. – С. 235-237.

## АННОТАЦИЯ

**Ба диссертатсияи Сафаров Абдулчалол Гафурович дар мавзӯи «Таҳқиқоти шароити ташаккули думи аномалии кометаҳо», барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои физикаю математика, аз рӯи ихтисоси 01.03.04 – таҳқиқоти сайёраҳо**

Думи аномалии кометаҳо ҳодисаи басо нодир ва душвор мушоҳида шаванда аст. Ташаккули думи аномалӣ дар чорчубаи назарияи механики шакли кометаҳо ҳамчун ихроҷи чангҳои калон (метеороидӣ) аз ҳастаи комета ба самти Офтоб дар натиҷаи таркиши сатҳи ҳастаи комета ҳисобида мешавад. Сабаби чунин ихроҷ аз ҳаста на ҳама вақт маълум аст. Ин ҳодиса бо сохтор ва таркиби ҳастаи комета ва таъсири дигар ҷирмҳои Системаи офтобӣ ба ҳаста алоқаманд аст.

Оид ба думи аномалии 80 комета маълумот мавҷуд аст. Дар диссертатсия ин маълумотҳо таснифбандӣ шудаанд, дар асоси онҳо қонуниятҳо ва шароитҳои физикии ташаккули думи аномалӣ дар кометаҳо омӯхта шудааст ва механизмҳои эҳтимолии ин ҳодиса пешниҳод шудаанд. Натиҷаҳои кор дорои арзишҳои бунёдӣ дар физикаи кометаҳо ва метеороҳо буда, имконият медиҳанд, ки қонуниятҳо ва механизмҳои нооромии ғайриҷарағонии ҳастаи кометаҳо ва алоқаи генетикии кометаҳоро бо дигар ҷирмҳои хурди Системаи офтобӣ ошкор гардад.

Ҳадаф ва вазифаҳои кори диссертатсионӣ дар муайян намудани суръати ихроҷи чангҳо аз ҳастаи кометаҳо, таҳқиқи қонуниятҳои ташаккули думи аномалии кометаҳо, омӯзиши алоқамандии ташаккули думи аномалӣ бо дигар шаклҳои ғайриҷарағонии ҳастаи кометаҳо, инчунин бо селҳои метеороидӣ мебошад. Таҳқиқи ихроҷи чангҳои думи аномалӣ дорои арзиши бунёдӣ дар фаҳмиши табиат, сохтор ва таркиби ҳастаи комета ва арзиши амалӣ – ошкор намоии шароити ташаккули селҳои метеороидӣ ва тақсмоти онҳо дар Системаи офтобӣ мебошад. Кометаҳои дорои думи аномалӣ дошта бисёр нестанд ва таҳқиқи шароити ташаккули чунин дум арзиши махсус дорад.

Аз рӯи маводҳои диссертатсия 29 мақолаҳои илмӣ нашр шудааст. Дувоздаҳ мақола дар маҷалаҳои тақризии, ки ҚОА-и назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон тавсия медиҳад, нашр гаштаанд.

Диссертатсия аз муқаддима, чаҳор фасл, хулоса, феҳристи адабиётҳои истифодашуда, ки 197 номгӯйиро дар бар мегирад, иборат

аст. Диссертатсия аз 125 саҳифа, аз он ҷумла 16 расм ва 15 ҷадвал иборат аст.

**Калид калимаҳо:** комета, ҳаста, думи аномалӣ, каталог, ихроҷи ҷангҳо, синхрона, бархӯрд, сели метеороидӣ.

## АННОТАЦИЯ

**диссертации Сафарова Абдулджалола Гафуровича на тему «Исследование условия образования аномального хвоста комет», представленной на соискание ученые степени кандидата физико-математических наук, по специальности 01.03.04 – планетные исследования**

Аномальные хвосты комет представляют собой очень трудно наблюдаемое и редкое явление. Образование аномального хвоста кометы в рамках механической теории кометных форм объясняется взрывным выбросом из ядра кометы крупных частиц (метеороидных) в сторону Солнца. Почему и как происходит такой выброс крупной пыли из ядра, не всегда ясно. Это явление, видимо, связано со структурой и составом ядра кометы и взаимодействием ядра с другими телами Солнечной системы.

Имеются сведения об аномальном хвосте 80 комет. В диссертации эти сведения систематизированы и на их основе изучены закономерности и физические условия образования аномального хвоста комет и предложены возможные механизмы этого явления. Результаты работы имеют важное фундаментальное значение в физике комет и метеоров и помогут выяснить закономерности и механизмы нестационарной активности ядер комет и генетической связи комет с другими малыми телами Солнечной системы.

Цель и задачи диссертации заключается в определении скорости выброса пылевых частиц из ядер комет, в исследовании закономерностей образования аномального хвоста комет, изучении взаимосвязи образования аномального хвоста с другими формами активности ядра комет, а также с метеороидными роями. Исследование выброса вещества аномального хвоста имеет важное фундаментальное значение в понимании природы, структуры и свойств ядра кометы и прикладное значение – выяснение условий образования метеороидных роев и их распределение в Солнечной системе. Комет с аномальными хвостами не много, и исследования условий образования таких хвостов представляет особую ценность.

По материалам диссертации опубликованы 29 научные статьи. Из них 12 статьей опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка цитируемой литературы, содержащей 197 наименований. Общий объем диссертации составляет 125 страниц, в том числе 16 рисунков и 15 таблицы.

**Ключевые слова:** комета, ядро, аномальный хвост, каталог, выброс пылевых частиц, синхрона, столкновение, метеороидный рой.

## ANNOTATION

**thesis Safarov Abduljalol Gafurovich on the theme "Investigation of the condition of formation of the anomalous tail of comets", submitted for the degree of candidate of physical and mathematical sciences, specialty 01.03.04 - planetary research**

The anomalous tails of comets are very difficult to observe and rare. The formation of the anomalous tail of a comet within the framework of the mechanical theory of cometary forms is explained by the explosive ejection from the comet nucleus of large particles (meteoroid) towards the Sun. Why and how there is such a release of large dust from the nuclei is not always clear. This phenomenon, apparently, is related to the structure and composition of the comet's nucleus and the interaction of the nucleus with other bodies of the Solar System.

There are data on the anomalous tail of 80 comets. In the thesis, these data are systematized and on their basis the laws and physical conditions for the formation of the anomalous tail of comets are studied and possible mechanisms of this phenomenon are proposed. The results of the work are of great fundamental importance in the physics of comets and meteors and will help to elucidate the laws and mechanisms of the nonstationary activity of comet nuclei and the genetic connection of comets with other small bodies of the Solar system.

The purpose and objectives of the thesis is to determine the nuclei of ejection of dust particles from comet nuclei, to study the patterns of formation of the anomalous tail of comets, to study the relationship between the formation of the anomalous tail and other forms of activity of the comet nucleus, as well as meteoroid swarms. The study of the release of the substance of the anomalous tail is of fundamental importance in understanding the nature, structure and properties of the comet's nucleus and the applied value-elucidation of the conditions for the formation of meteoroid swarms and their distribution in the Solar system. Comets with anomalous tails are not many, and studies of the conditions for the formation of such tails are of particular value.

The materials of the thesis published 29 scientific articles. Of these, 12 articles were published in peer – reviewed journals recommended by the Higher Attestation Commission of the Republic of Tajikistan.

The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion and a list of cited literature containing 197 titles. The total volume of the thesis is 125 pages, including 16 figures and 25 tables.

**Keywords:** comet, nuclei, anomalous tail, catalog, dust particle ejection, synchronic, collision, meteoroid swarm.