

Космос - 2023

Статистический сборник

2024 г.

Введение

Целью данного сборника статистических данных о космической активности в 2023 году является предоставление сравнительного анализа объема и направлений космической деятельности в мире.

Сборник является приложением к Дайджесту космических новостей МКК, поэтому некоторые позиции, хорошо известные читателю Дайджеста здесь не детализируются. Для полного и корректного понимания ситуации в космонавтике рекомендуется просмотреть выпуски Дайджеста космических новостей МКК №№ 604-639 (<http://ispolicy.ru/news/digest/>).

Также интересно сравнивать приведенные здесь данные с аналогичными данными Статистического сборника-2022 (<https://cloud.mail.ru/public/67P7/b3ghDtk1h>).

В сборнике в качестве исходных данных о космических запусках и аппаратах используется информация из известных баз данных Gunter's Space Page, Jonathan's Space Home Page и UCS Satellite Database [1-3].

Содержание

Введение	2
Контекст	3
Космическая деятельность в 2023 году	6
Финансирование космической деятельности	11
Вводные замечания	
Мировой космический рынок	
Финансирование космической деятельности в России	
Ракеты-носители и космодромы	17
Аварийные пуски	21
Орбитальная группировка	25
Цели космической деятельности	26
SpaceX как космическая держава	29
Заключение	31
Источники	31
О Московском Космическом Клубе (МКК)	32

Контекст

С 4 октября 1957 года до 1 января 2024 года в мире осуществлено **6170** запусков ракет-носителей (РН) суммарным стартовым весом **2 миллиона 110 тысяч 415 тонн**¹. На орбиту Земли и далее было выведено **17443** космических аппарата (КА) общей массой **35 тысяч 942 тонны**. Еще 407 пусков были неудачными. Суммарная стартовая масса аварийных РН составила **108 тысяч 231 тонну**.

На рис. 1 отображено изменение интенсивности успешных запусков РГ за время Космической эры. Здесь и далее успешным запуском является запуск полезной нагрузки (ПН) на орбиту Земли или далее, независимо от успеха работы ПН.



Рис. 1. Интенсивность успешных запусков космических РН

Сравнивая изменения интенсивности запусков в СССР/РФ с общемировой интенсивностью, можно выделить следующие характерные периоды развития космонавтики.

Этап 1. 1957–1966 гг. СССР и США быстро наращивают спутниковые группировки, активно осваивая новую сферу деятельности. Основные задачи первого этапа – испытания и отработка новых технологий, определение их возможностей.

Этап 2. 1967–1985 гг. В этот период характеры космической деятельности СССР и США расходятся. США, определив основные направления прикладного использования КА, пошли по пути увеличения срока их активного существования и повышения качественных характеристик. Реализуются большие космические проекты (Apollo, SkyLab, Space Shuttle), обеспечивающие важные результаты малым числом пусков. В СССР быстро увеличивается производство РН для частых запусков короткоживущих спутников, прежде всего военных (спутники серии «Космос»).

¹ В следствие многих причин приводимые данные по суммарным массам РН и КА не точны. По оценке автора, возможная погрешность чисел используемых баз данных составляет до +/- 10%.

Этап 3. 1986–1995 гг. Перестройка в СССР, возникновение и нарастание экономического кризиса; отказ от стремления к военному паритету с США, как следствие – резкое сокращение числа запусков в интересах Минобороны. В 1991 году место СССР занимает РФ², но на интенсивности запусков это не отразилось, продолжается снижение с той же скоростью.

Этап 4. 1996–2004 гг. Стабилизация числа запусков в РФ, прогресс обеспечивается ростом качества КА. Заметен спад пусковой активности США – более выгодно делать спутники, а пусковые услуги покупать у других стран.

Этап 5. 2005–2015 гг. Быстрый подъем мировой космической активности, обусловленный появлением новых акторов ("Частный космос" или "NewSpace"), а также быстрым ростом китайской космонавтики.

Этап 6. 2015 год–настоящее время. Ускорение роста мировой космической активности. Практически полный уход РФ с международного рынка космических запусков, и снижение частоты запусков, как следствие.

На рис. 2 - 5 более подробно показан период развития космонавтики в последние 13 лет с использованием различных индикаторов объема космической деятельности.

В качестве таких натуральных³ индикаторов используются:

- число успешных космических стартов;
- суммарная стартовая масса успешно запущенных РН;
- суммарная масса успешно запущенных КА.
- суммарная масса успешно запущенных КА.

Более подробно об индикаторах масштабов космической деятельности см. [4]. Внимательный просмотр и сравнение графиков рис.2-5 показывает разницу, определяемую выбором индикатора. Следует отметить, что чем больше выборка, тем менее заметна будет эта разница (закон больших чисел).

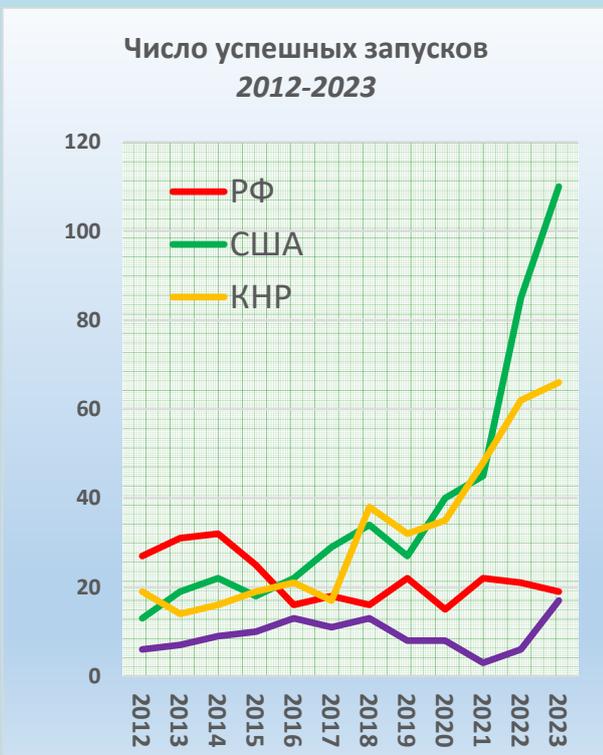


Рис. 2. Успешные старты РН



Рис. 3. Суммарная стартовая масса РН

² Далее во многих случаях для краткости периоды СССР и РФ объединены в один и обозначаются как "РФ" ("RU"). "СССР" используется в тех случаях, когда это имеет принципиальное значение.

³ Экономические индикаторы рассматриваются в разделе "Финансирование космической деятельности".

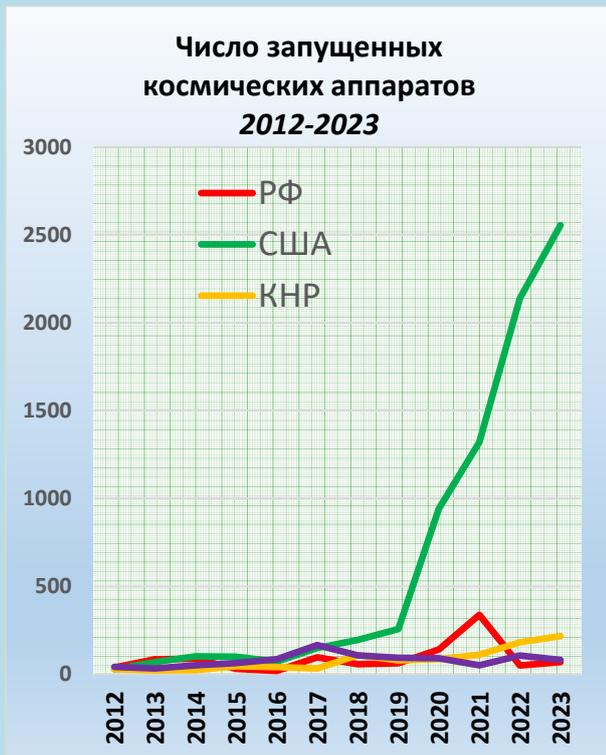


Рис. 4. Число запущенных КА



Рис. 5. Масса запущенных КА

Анализ интенсивности космической деятельности по любому из указанных индикаторов представляет интерес и может использоваться для получения ответов на соответствующие вопросы. Для получения общей объективной картины космической истории из этих четырех индикаторов лучше всего подходит индикатор "суммарная стартовая масса успешно запущенных РН" [4].

В частности, используя этот индикатор можно построить график эволюции космической деятельности в России на фоне мировой (рис. 6).

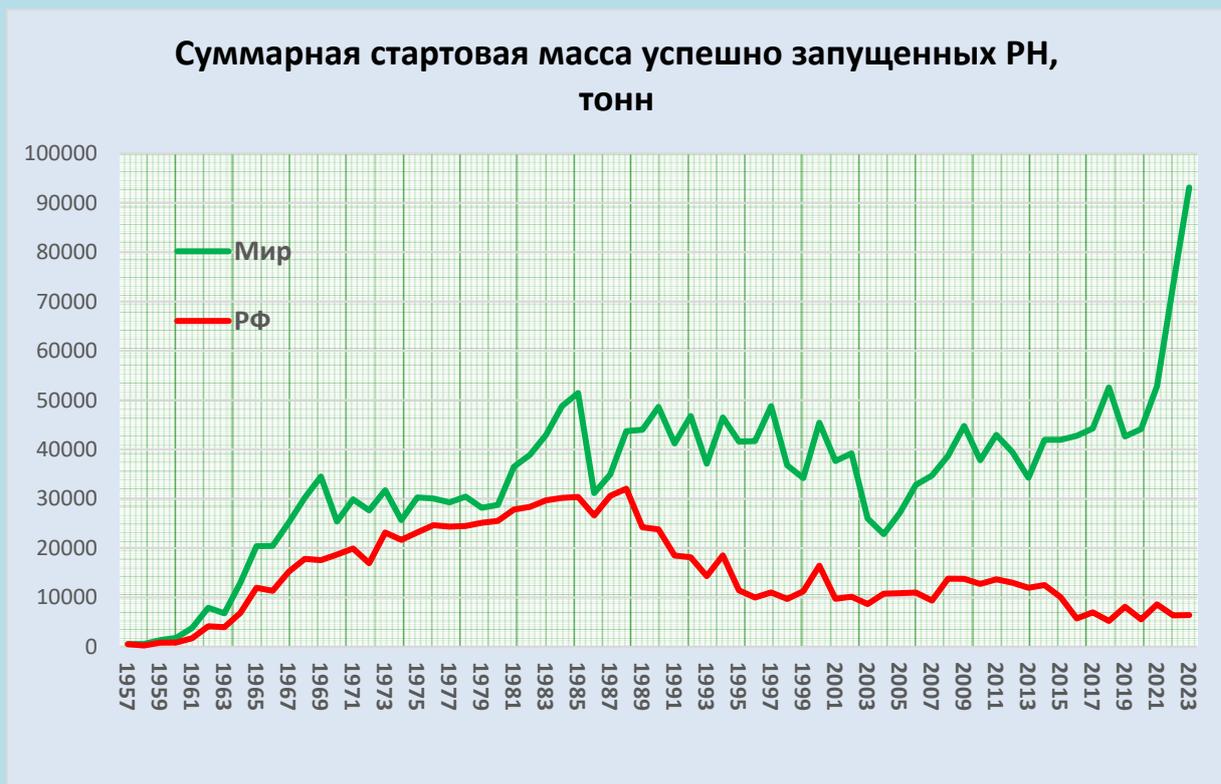


Рис. 6. Суммарная стартовая масса РН

Космическая деятельность в 2023 году

В 2023 году успешно запущено **212 РН**, которые вывели в космос **2923 КА 55** стран.

Основные характеристики результатов космической деятельности запускающих государств приведены в табл.1. Здесь и далее запускающим государством называются государства, продемонстрировавшие способность вывести КА на орбиту Земли (или далее) ракетой-носителем собственной разработки. Всего таких государств десять – СССР (РФ), США, Европа (ЕС), Япония, КНР, Индия, Израиль, Иран, Северная и Южная Кореи.

Таблица 1.

Основные характеристики космической деятельности в 2023 году

Страна	РН		КА		M ₀		M _{пн}		M _N	
	N	Δ	N _{КА}	Δ	тонн	Δ	тонн	Δ	N	Δ
Мир	212	33	2923	446	87815	19120	1440	368	21	-3
США	110	25	2555	416	59838	18250	1215	453	12	0
SpaceX	96	35	2524	506	57693	23332	1196	531	12	0
КНР	66	4	217	26	16254	109	118	-79	6	0
РФ	19	-2	69	19	6425	50	74	5	3	-3
Европа	3	-2	15	-32	1691	-1163	14	-19	0	0
Япония	2	2	3	3	578	578	4	4	0	0
Индия	7	3	52	0	2502	995	14	4	0	0
Израиль	1	1	1	1	31	31	0,26	0,26	0	0
Южная Корея	2	1	9	3	320	120	0,31	-1,4	0	0
КНДР	1	1	1	1	150	150	0,20	0,20	0	0
Иран	1	0	1	0	26	0	0,02	0,01	0	0

Обозначения таблицы 1:

N – количество успешно запущенных РН;

N_{КА} – количество КА, выведенных на орбиту;

M₀ – суммарная стартовая масса успешно запущенных РН;

M_{пн} – суммарная масса КА, выведенных на орбиту;

M_N – число космонавтов, выведенных на орбиту;

Δ – разница с 2022 годом.

Строка "SpaceX" носит справочный характер, ее цифры уже учтены в графе "США".

Некоторые расхождения в данных с аналогичной таблицей предыдущего статистического сборника связаны с изменением структуры базы данных (отказ от графы "Международные организации" и отнесение соответствующих цифр к странам регистрации международных организаций), внесения в 2023 г. дополнительных данных и некоторых коррекций старых данных, исправления ошибок).

На рис. 7 показано соотношение космической активности трех крупнейших запускающих государств.



Рис. 7. Соотношение ведущих стран

В табл.2 приведены данные по всем странам, запустившим свои КА в космос (самостоятельно либо с помощью РН запускающих государств).

Таблица 2.

Распределение запущенных КА по странам

№	Страна	Код	КА	Мпр, т	Мка, т
1	США	US	2246	50668	1144
2	Китай	CN	214	15594	117
3	Европа*	EU	264	10839	83
4	Россия	RU	66	6421	74
5	Великобритания	GB	156	2570	23
6	Индия	IN	8	1420	7,1
7	Германия	DE	8	987	7,0
8	Египет	EG	3	660	1,0
9	Япония	JP	10	657	4,7
10	Испания	ES	13	574	4,6
11	Греция	GR	3	549	3,4
12	Индонезия	ID	1	549	4,6
13	Саудовская Аравия	SA	1	549	4,5
14	Южная Корея	KR	13	480	0,5
15	Франция	FR	13	462	3,8
16	Сингапур	SG	9	436	1,2
17	Италия	IT	10	388	1,0
18	Турция	TR	10	257	0,85
19	Финляндия	FI	11	227	0,98
20	КНДР	KP	1	150	0,20
21	Австралия	AU	12	142	0,65

№	Страна	Код	КА	Мпр, т	Мка, т
22	Аргентина	AR	18	122	0,50
23	Таиланд	TH	2	81	0,46
24	Тайвань	TW	6	60	0,31
25	Канада	CA	18	56	0,23
26	Израиль	IL	7	54	0,39
27	ЮАР	ZA	1	45	0,18
28	Иран	IR	1	26	0,02
29	Бельгия	BE	1	18	0,10
30	Норвегия	NO	3	11	0,04
31	Люксембург	LU	4	10	0,04
32	Болгария	BG	4	9	0,03
33	Руанда	RW	4	9	0,04
34	Польша	PL	2	5	0,02
35	ОАЭ	AE	3	4	0,03
36	Швейцария	CH	4	4	0,02
37	Нидерланды	NL	1	4	0,01
38	Колумбия	CO	1	3	0,01
39	Швеция	SE	3	3	0,01
40	Дания	DK	1	3	0,01
41	Малайзия	MY	2	2	0,02
42	Венгрия	HU	2	2	0,01
43	Ирландия	IE	1	2	0,00
44	Австрия	AT	1	2	0,01
45	Бразилия	BR	1	2	0,01
46	Кения	KE	1	2	0,01
47	Джибути	DJ	1	1	0,01
48	Оман	OM	1	1	0,01
49	Эстония	EE	1	1	0,01
50	Ватикан	VA	1	1	0,003
51	Украина	UA	1	1	0,002
52	Кувейт	KW	1	1	0,002
53	Беларусь	BY	1	0,5	0,005
54	Румыния	RO	2	0,3	0,001
55	Монако	MC	1	0,3	0,001
56	Чехия	CZ	1	0,3	0,001

* - суммарно по европейским странам (без стран СНГ), справочно.

Обозначения:

КА - число КА, принадлежащих стране;

Мпр - приведенная стартовая масса РН [4], пришедшая на запуск КА страны;

Мка - суммарная КА, принадлежащих стране.

Спутники, принадлежащие международным организациям отнесены к странам их регистрации. Следует обратить внимание на то, что данные таблицы 2 имеют иное значение, чем схожие данные из таблицы 1. Таблица 1 описывает космическую активность запускающих государств безотносительно к тому, чью ПН они вывели в космос - национальную или

инострannую. Таблица 1 описывает космическую активность всех государств безотносительно к тому, чья РН использовалась.

На рис. 8 показан характер распределения суммарной приведенной стартовой массы РН по странам. График иллюстрирует сравнительный объем космической деятельности в разных странах мира по достигнутому результату, он не учитывает незавершенные работы, в частности НИОКР.

На этом графике и далее используются сокращенные названия (двухбуквенные коды) государств по ISO 3166⁴

https://www.nationsonline.org/oneworld/country_code_list.htm.

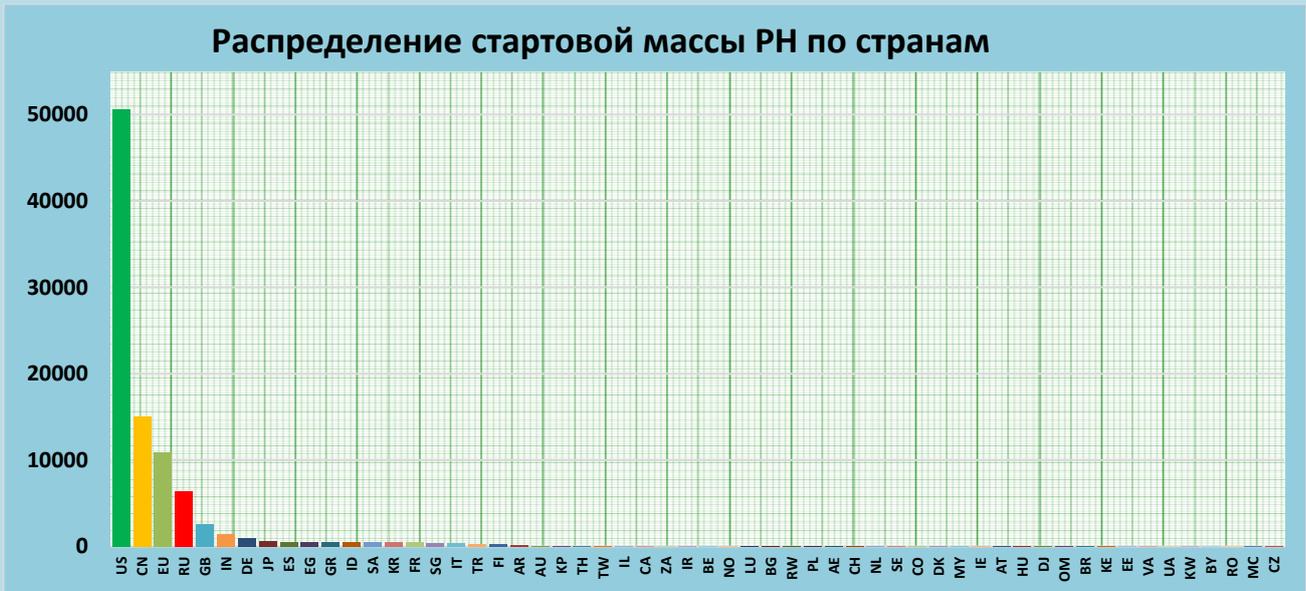


Рис. 8. Характер распределения приведенной суммарной стартовой массы РН по странам

В 2023 году свои первые спутники запустили Монако, Ватикан, Джибути, Оман и Ирландия. Краткое описание их первых спутников приведено в табл. 3.

Таким образом число стран, запустивших свои спутники, достигло 98. График роста числа "космических" стран представлен на рис.9.

⁴ Значения кодов для государств, запустивших свои спутники в 2023 году приведены в табл.2.

Таблица 3.

Первые спутники

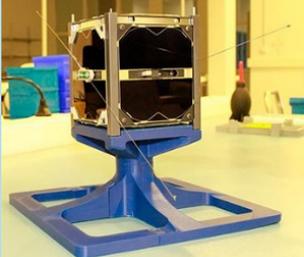
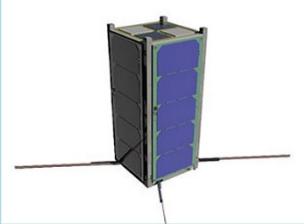
№	Страна	Дата запуска	Название КА	Вес КА, кг	Назначение	Общий вид
1	Монако	15.04.23	RoseyCubesat 1	1	Образование	
2	Ватикан	12.06.23	Spei Satelles	3	Технологии + религиозный	
3	Джибути	11.11.23	Djibouti 1A	1	Технологии	
4	Оман	11.11.23	Aman 1	5	ДЗЗ	
5	Ирландия	01.12.23	EIRSAT 1	2	Технологии	



Рис.9. Число стран, имеющие свои спутники

Ускорение роста числа космических государств в период 2011-2023 гг., отчетливо видимое на графике, объясняется широкой распространенностью наноспутников (кубсатов), которые дешевы, просты в конструировании и имеют высокий уровень гибкости - возможности для решения разных задач.

Финансирование космической деятельности

Вводные замечания

Статистических анализ финансирования космической деятельности затруднен тем, что различные аналитические исследования используют разные методики, часть информации закрыта из соображений военной и коммерческой тайны. Поэтому многие цифры анализа финансирования являются результатом экспертной оценки исследователей. Показателем достоверности таких цифр является их соответствие наблюдаемой картине космической деятельности, корреляция с данными из разных источников.

Еще одной проблемой описания финансирования космической деятельности является большая задержка по времени. В настоящем разделе используются данные не только за 2023 год, но и более ранние, так как данные за прошедший год появятся в открытом доступе много позже.

Основными источниками информации для данного раздела являются:

- законы о бюджете Российской Федерации;
- компания Euroconsult;
- компания BryceTech.

Мировой космический рынок

Для характеристики роли космической деятельности в мировой экономике используется понятие "Мировой космический рынок" (МКР) (Global Space Economy). Данные по объему мирового космического рынка за 2022 год приведены в табл. 4.

Таблица 4.

Характеристики мирового космического рынка

Источник	Объем, млрд \$	Доля государства	Доля в мировом рынке
BryceTech	384	24,1%	1,5%
Euroconsult	464	21,9%	1,9%

Таблица 4 также иллюстрирует величины различий между результатами исследований разных компаний.

Euroconsult описывает структуру мирового космического рынка в 2022 году как показано в табл.5 и табл.6.

Таблица 5.

Финансирование космической деятельности основными типами заказчика

Тип заказчика	Правительство, гражданский сектор	Правительство, военный сектор	Коммерческий	Некоммерческий
Объем, млрд \$	31	31	362	40

Таблица 6.

Распределение финансирования по сегментам космического рынка

Сегмент рынка	Объем, млрд \$
Производство	29
Запуски	10
Наземная инфраструктура	5
Управление КА	16
Сервисы	364

В Табл. 7 приведены данные по государственному финансированию космической деятельности в разных странах мира (Euroconsult). Показаны страны, в которых этот параметр превышает 10 млн\$. Строка "Европа" - сумма затрат государств Европы (без стран СНГ) и бюджета Евросоюза.

Таблица 7.

Финансирование космической деятельности в странах мира, млн\$

Год	2020	2021	2023	Год	2020	2021	2023
США	57691	54589	73200	Финляндия	70	69	79
Европа	13246	14170	15058	Дания	56	53	66
КНР	8852	10286	14152	Сингапур	35	28	66
Япония	3323	4214	4653	Азербайджан	78	78	63
Франция	4040	3972	3466	Венгрия	18	29	60
Россия	3580	3567	3408	Египет	90	104	55
Германия	2404	2377	2286	Пакистан	40	31	51
Италия	1088	1481	2111	Бразилия	61	58	47
Индия	2042	1863	1690	Катар	27	27	44
Великобритания	1061	1464	1448	Таиланд	94	68	42

Год	2020	2021	2023	Год	2020	2021	2023
Испания	445	399	757	Чили	<10	18	40
Канада	323	490	730	Греция	35	34	39
Ю.Корея	721	679	723	Казахстан	35	93	39
Австралия	290	324	631	Вьетнам	21	35	38
ОАЭ	148	113	342	Ирландия	38	30	34
Бельгия	292	331	335	Туркменистан	<10	<10	33
Саудовская Аравия	175	75	330	Боливия	26	28	29
Турция	315	315	329	Бангладеш	30	19	26
Швейцария	202	252	247	Беларусь	40	41	25
Аргентина	82	122	207	Оман	23	26	23
Нидерланды	166	167	203	Эфиопия	15	<10	23
Норвегия	164	191	191	Филиппины	57	<10	21
Люксембург	193	185	183	Ангола	30	32	20
Польша	91	73	169	Новая Зеландия	13	19	19
Швеция	141	130	153	Венесуэла	36	28	18
Иран	134	112	145	Малайзия	22	11	18
Португалия	45	59	142	Мексика	<10	<10	18
Израиль	164	98	130	Алжир	<10	24	15
Южная Африка	35	60	128	Колумбия	12	13	14
Австрия	84	87	96	Словакия	16	13	13
Нигерия	64	110	96	Марокко	11	12	12
Тайвань	50	71	95	Мьянма	23	12	11
Индонезия	303	189	92	Украина	24	21	<10
Румыния	58	64	86	Лаос	18	17	<10
Чехия	46	74	80	Тунис	11	<10	<10

На рис.10 показано соотношение государственного финансирования космической деятельности десяти ведущих стран в 2023 году. Для Европы этот параметр показан для еврозоны. Он определяется суммой национальных бюджетов этих стран и финансированием космической деятельности по линии Евросоюза.

На рис.11 показана доля государственного финансирования космической деятельности в общем бюджете - 2020 г.

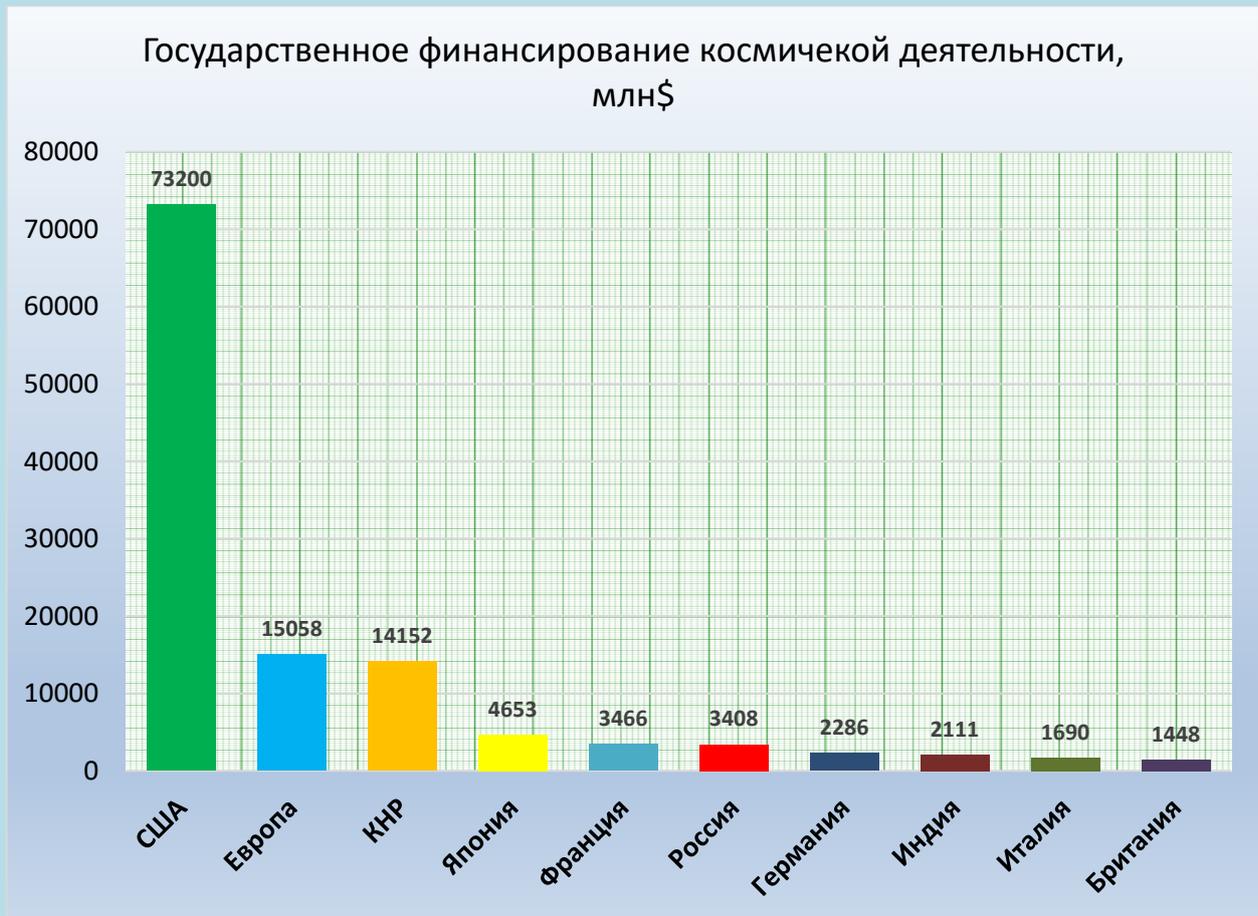


Рис.10. Государственное финансирование космической деятельности

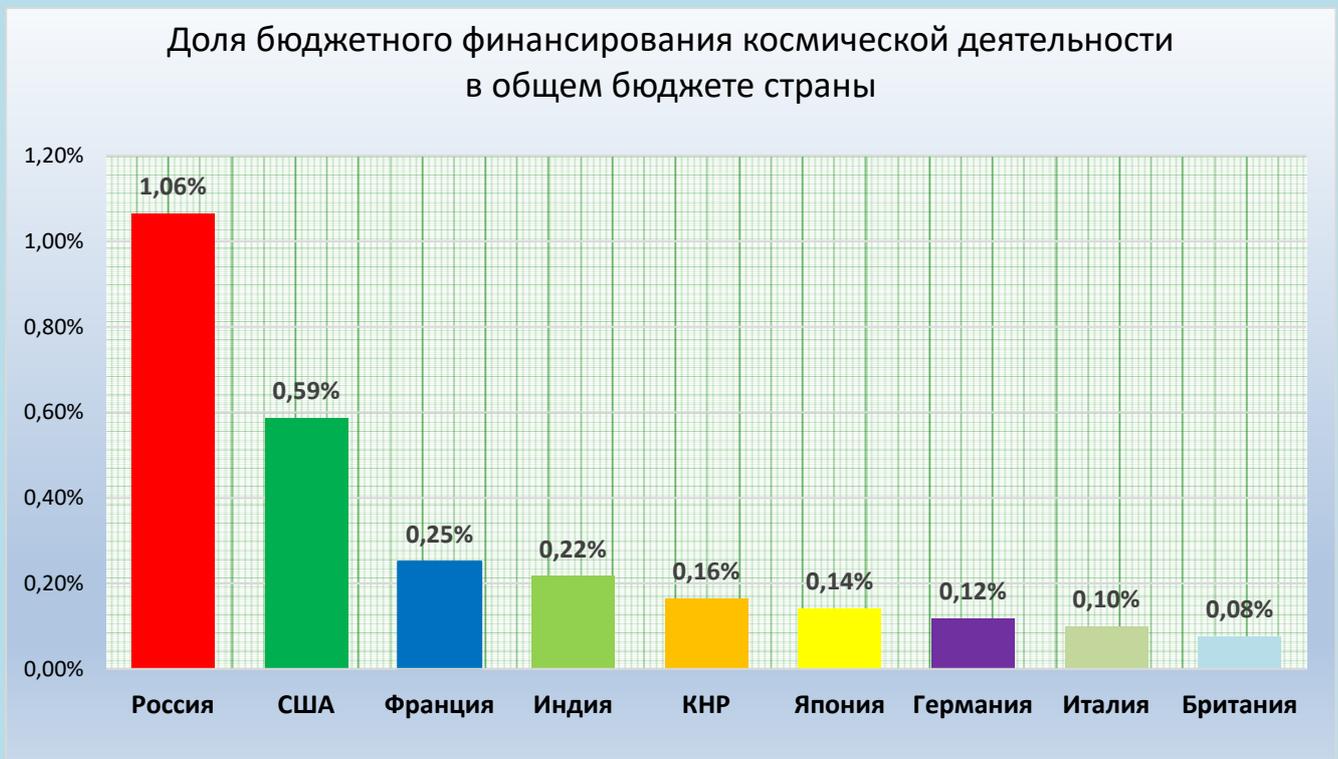


Рис.11. Доля государственного финансирования космической деятельности в общем бюджете

Финансирование космической деятельности в России

В Российской Федерации финансирование космической деятельности определяется Законами о федеральном бюджете. Эти законы принимаются в декабре и описывают финансирование не только на следующий год, но и еще на два следующих года, что дает возможность воспользоваться официальным прогнозом на три года вперед.

Основной объем финансирования космической деятельности дается в разделе "Государственная программа "Космическая деятельность России".

Кроме этого, ежегодно финансируется аренда космодрома "Байконур" (115 млн \$US) и некоторые относительно малые суммы расходов на космонавтику разбросаны по другим статьям бюджета.

Значительный объем финансирования проходит в рамках оборонного заказа и в Законе о бюджете не раскрывается. Косвенно его можно оценить, опираясь на сопоставление космической активности по различным целям деятельности, а также по данным зарубежных аналитиков.

Уровень финансирования космической деятельности начиная с 2018 года⁵ представлен в табл. 8.

Таблица 8.

Финансирование космической деятельности в России		
Год	Расходы бюджета, все (тыс. руб)	Расходы на Государственную программу "Космическая деятельность России" (тыс. руб)
2018	16 808 848 191,10	181 755 774,80
2019	18 489 460 896,30	195 149 920,10
2020	19 665 989 885,60	198 195 765,90
2021	21 520 068 140,50	203 882 583,10
2022	23 694 227 485,70	217 464 056,70
2023	29 055 564 299,50	257 459 067,10
2024	36 660 675 369,30	285 950 000,00
2025	34 382 810 355,80	271 910 000,00
2026	35 587 391 677,00	258 100 000,00

На рис.12 показана доля расходов на Государственную программу "Космическая деятельность России" в общих расходах бюджета РФ. Параметр "доля расходов" выбран для того, чтобы не зависеть от неопределенных величин инфляции и курса доллара.

⁵ В 2018 году несколько изменилась структура Законов о бюджете.



Рис.12. Доля государственного финансирования космической деятельности в России

Различие данных рис.12 с данными рис.11 объясняется тем, что во втором случае не учитываются затраты на космическую деятельность в интересах Минобороны РФ.

На рис. 13 показана линейная экстраполяция финансирования космической деятельности.

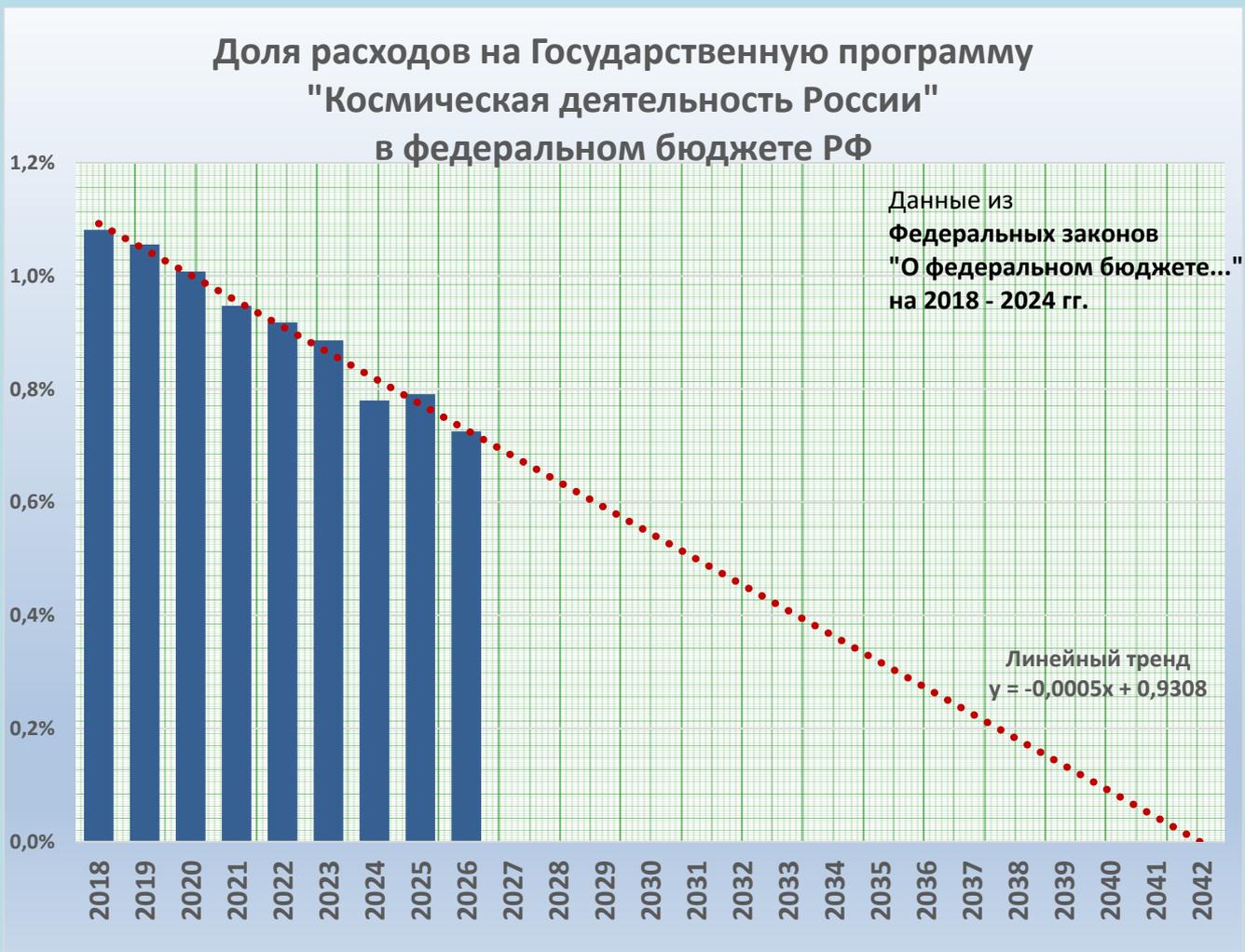


Рис.13. Экстраполяция финансирования космической деятельности в России

При рассмотрении графика на рис.13 необходимо учитывать следующие факторы.

1. В России практически отсутствует негосударственное финансирования космической деятельности.
2. На графике не отображено финансирование в рамках оборонного заказа.
3. Приведенная линейная экстраполяция является статистической абстракцией, построенной в предположении, что скорость изменения уровня финансирования останется постоянной в будущем.

Разумеется, через какое-то время прямая снижения финансирования изогнется и пойдет вверх. Надо понимать, что чем раньше это случится, тем меньше будут потери для космической отрасли России.

Ракеты-носители и космодромы

В 2023 году для космических запусков было использовано **223** РН, из которых пуски **11** РН были неудачными.

Количество и характеристики успешно использованных РН приведены в табл. 9.

Таблица 9

Ракеты-носители 2023 г.

№ п/п	Название	Код страны	Начало полетов	M0	m1	m2	m3	Класс РН	N
1	Ceres-1	CN	2020	33	400	270		Сверхлегкий	6
2	CZ-2C	CN	1982	233	3850	1400		Легкий	6
3	CZ-2C YZ-1S	CN	2018	233	2850	2000		Легкий	3
4	CZ-2D	CN	1992	232	3500	1300		Легкий	12
5	CZ-2D YZ-3	CN	2018	232				Легкий	1
6	CZ-2F/G	CN	2011	480	8400			Средний	2
7	CZ-2F/T	CN	2016	480	8400			Средний	1
8	CZ-3B/G2	CN	2007	459			5550	Средний	1
9	CZ-3B/G3	CN	2011	459	11500	6900	5500	Средний	4
10	CZ-3B/G3Z	CN	2013	459				Средний	1
11	CZ-4B	CN	1999	249	4200	2800	1500	Легкий	1
12	CZ-4C	CN	2007	250	4200	2800	1500	Легкий	6
13	CZ-5	CN	2017	879		15000	13000	Тяжелый	1
14	CZ-6	CN	2015	103	1500	1080		Легкий	1
15	CZ-6A	CN	2022	530	6000	4000		Средний	2
16	CZ-7	CN	2017	597	13500	5500	7000	Средний	1
17	CZ-7A	CN	2020	573	13500		6000	Средний	2
18	CZ-11	CN	2015	58	700	350		Легкий	1
19	CZ-11H	CN	2019	58	700	350		Легкий	1
20	Jielong-3	CN	2022	145		1500		Легкий	1
21	Kuaizhou-1A	CN	2017	30	400			Сверхлегкий	6
22	Lijian-1	CN	2022	135	2000	1650		Средний	1
23	Shian Quxian-1	CN	2019	31	300	260		Сверхлегкий	2
24	Tianlong-2	CN	2023	153	2000	1500		Средний	1
25	Zhuque-2	CN	2022	219	6000	4000		Средний	2
26	Ariane-5ECA+	EU	2020	777	21000	10200		Тяжелый	2
27	Vega	EU	2012	137	2300	1450		Легкий	1

№ п/п	Название	Код страны	Начало полетов	M0	m1	m2	m3	Класс РН	N
28	Shavit-2	IL	2007	31		300		Сверхлегкий	1
29	GSLV Mk.2	IN	2010	415			2500	Средний	1
30	GSLV Mk.3	IN	2017	645	10000		4000	Тяжелый	2
31	PSLV-CA	IN	2007	230	2100	1100		Легкий	2
32	PSLV-XL	IN	2008	316	3800	1750	1300	Легкий	1
33	SSLV	IN	2022	120	500	300		Легкий	1
34	Qased	IR	2020	26	40			Сверхлегкий	1
35	H-2A-202	JP	2001	289	10000		4100	Средний	2
36	Chollima-1	KP	2023	150*	1000	300		Легкий	1
37	GYUB-TV2	KR	2023	120*	700			Легкий	1
38	Nuri (KSLV-2)	KR	2021	200		1500		Средний	1
39	Proton-M	RU	2001	705	23000		6920	Тяжелый	2
40	Soyuz-2-1a	RU	2013	313	7400	4600		Средний	8
41	Soyuz-2-1b	RU	2008	313	8200	4900		Средний	7
42	Soyuz-2-1v	RU	2018	160	2800	1400		Легкий	2
43	Antares-230+	US	2019	290	8200			Средний	1
44	Atlas-5(501)	US	2010	340	8250	5945	3970	Средний	1
45	Atlas-5(551)	US	2006	573	18500	13550	8700	Средний	1
46	Delta-4H (upg.)	US	2012	733	28790		14220	Тяжелый	1
47	Electron KS	US	2018	13		100		Сверхлегкий	8
48	Falcon-9 v1.2	US	2018	549	22800		5300	Тяжелый	91
49	Falcon-Heavy	US	2018	1421	63800		26700	Сверхтяжелый	5
50	Firefly-Alpha	US	2021	54	1030		630	Легкий	2

* - нет данных, оценка.

Названия типов РН даны по [1] с некоторыми сокращениями.

M0 - стартовая масса РН;

m1 - номинальная масса ПН на низкой околоземной орбите;

m2 - номинальная масса ПН на солнечносинхронной орбите;

m3 - номинальная масса ПН на геопереходной орбите;

N - число запусков данной РН в 2023 году.

Класс РН - классификация по массе ПН, выводимой на низкую околоземную орбиту. Такая классификация широко используется, но является неустоявшейся и различна в РФ и США. Для целей настоящей работы использовалась комбинированная классификация, приведенная в табл. 10.

Таблица 10

Классификация по массе ПН

Класс	Диапазон масс ПН на НОО, тонн	
Сверхтяжёлый	≥ 50	
Тяжёлый	≥ 15	<50
Средний	≥ 5	<15
Лёгкий	≥ 0,5	<5
Сверхлегкий	<0,5	

Изменение границы между Средним и Тяжелым классами с 20 т на 15 т связано с тем, чтобы правильно определить некоторые версии РН Ariane-5 и Atlas-5, традиционно считающиеся тяжелыми РН, но формально попадающие в средние.

В табл.11 приведено распределение использованных в 2023 году РН по классам.

Таблица 11

Распределение РН по классам

Класс РН	Сверхлегкий	Легкий	Средний	Тяжелый	Сверхтяжелый
КНР	14	33	18	1	
Европа		1		2	
Израиль	1				
Индия		4	1	2	
Иран	1				
КНДР		1			
Республика Корея		1	1		
Япония			2		
РФ		2	15	2	
США	8	2	3	92	5
Мир	24	44	40	99	5

На рис.14 показано распределение РН по классам графически. Бросается в глаза явное отклонение от нормального распределения числа РН тяжелого класса. Виновником "выброса" является компания SpaceX, запустившая в 2023 году 91 РН Falcon-9.



Рис. 14. Распределение РН по классам

В 2023 году для пусков космических РН использовалось 24 космодрома, в том числе - морские и воздушный старты. В табл.12 показана интенсивность использования космодромов (с учетом аварийных запусков).

Таблица 12

Использование космодромов

Космодром	Запускающая страна	Локация	Число стартов	Масса запущенных РН
Shahroud	Иран	Иран	2	76
@SCS (Borun Jiuzhou)	Китай	Морской старт	1	58
@YS (Bo Run Jiu Zhou)	Китай	Морской старт	2	173
Canaveral	США	США	71	43204
Jej	Республика Корея	Морской старт	1	170
Jiuquan	Китай	Китай	37	6443
Kodiak	США	США	1	60
Kourou	Европа	Французская Гвиана	3	1691
Naro	Республика Корея	Республика Корея	1	200
Nq RW12/30	США	Воздушный старт	1	26
Onenui	США	Новая Зеландия	7	88
Palmachim	Израиль	Израиль	1	31
Sŏhae	КНДР	КНДР	3	450
Sriharikota	Индия	Индия	7	2502
Starbase	США	США	2	10000
Taiyuan	Китай	Китай	9	1915
Tanegashima	Япония	Япония	3	1152
Vandenberg	США	США	31	16254
Wallops	США	США	3	315
Wenchang	Китай	Китай	4	2661
Xichang	Китай	Китай	14	4411
Байконур	РФ	Казахстан	9	3601
Восточный	РФ	РФ	3	939
Плесецк	РФ	РФ	7	1885

Аварийные пуски

Здесь аварийным пуском считается пуск РН, при котором не удалось вывести ПН на орбиту. То есть, случаи, когда ПН на орбиту выведена, но не в рабочем состоянии, аварийными запусками не считается. На рис. 15 показана история аварий в 21 веке.



Рис. 15. Аварийные запуски в период 2001-2023 гг., все страны

На графике не показаны 2 аварийных запуска Starship со стартовой массой по 5 000 тонн. Это на порядок больше, чем вся остальная суммарная масса аварийных РН.

Общий рост аварий формируется за счет новых легких РН (средняя стартовая масса на одну РН - 107 тонн). Более 80% РН, потерпевших аварию, никогда ранее не добиралось до орбиты.

Рост аварийности связан с тем, что большинство таких ракет создается фирмами-новичками в космосе. Часто для таких фирм выгоднее испытывать ракету "на лету", чем строить дорогие наземные стенды. Видимо, аналогичные соображения руководствовались и SpaceX с новыми сверхтяжелыми РН Starship (противоположности сходятся).

Основные классические РН, такие, как Ariane-5, Atlas-5, Falcon-9, Союз, продолжают летать безаварийно.

В табл.13 приведен перечень аварий, а в табл.14 - краткие данные о потерянных спутниках.

Таблица 13

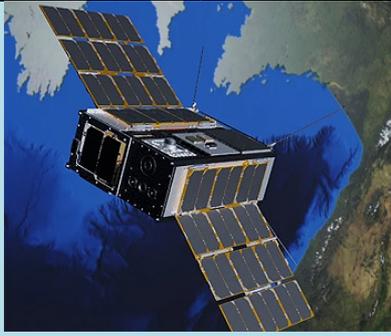
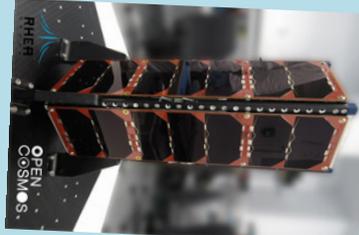
Аварии РН

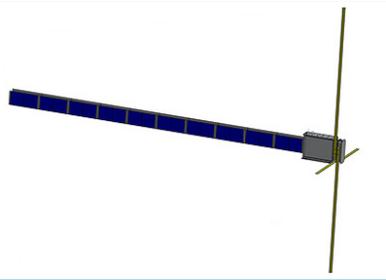
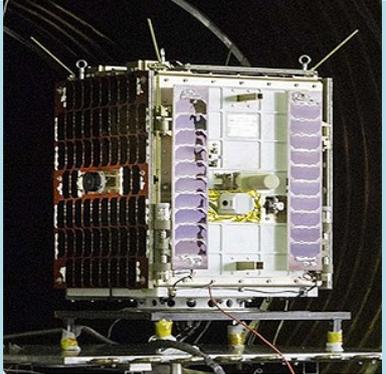
№	Дата старта	РН	Космодром	КА	Принадлежность		МРН	МКА
					РН	КА		
1	09.01.23	LauncherOne	Boeing 747	AMBER 1	США	Британия	26	12
						Британия		12
						Британия		12
						Британия		
						Британия		
						Британия		
						Британия		
						Оман		
	Польша							

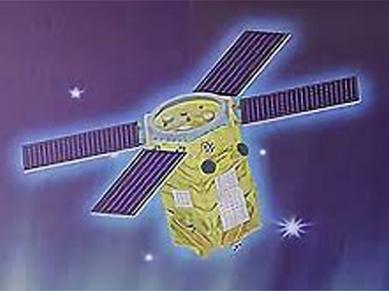
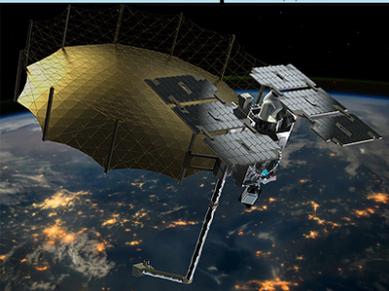
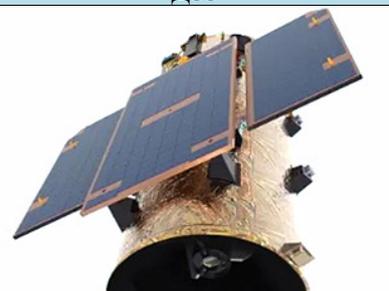
№	Дата старта	РН	Космодром	КА	Принадлежность		МРН	МКА
					РН	КА		
2	10.01.23	RS1	Kodiak	VariSat 1A	США	США	60	11
				VariSat 1B	США	США		11
3	04.03.23	Qaem-100	Shahroud	Nahid 1	Иран	Иран	50	50
4	06.03.23	H-3-22S	Tanegashima	ALOS 3	Япония	Япония	574	3000
5	23.03.23	Terran-1 (Block 1)	Canaveral	Good Luck, Have Fun	США	США	10	500
6	20.04.23	Starship B7/S24	BC OLP-1	Starship S24	США	США	5000	120000
7	30.05.23	Chollima-1	Söhae	Malligyong 1	КНДР	КНДР	100	300
8	23.08.23	Chollima-1	Söhae	Malligyong 1	КНДР	КНДР	100	300
9	19.09.23	Electron KS	Onenui	Capella 12	США	США	12,55	85
10	21.09.23	Ceres-1	Jiuquan	Jilin-1 Gaofen-04B	КНР	КНР	33	230
11	18.11.23	Starship B9/S25	BC OLP-1	Starship S25	США	США	5000	120000

Таблица 14

КА, потерянные при авариях РН

09.01.2023		LauncherOne
		
AMBER 1, Великобритания, 12 кг Связь	Prometheus 2, Великобритания, 12 кг, 2 шт Технологии	CIRCE, Великобритания, 12 кг, 2 шт Изучение ионосферы
		
DOVER, Великобритания, 5 кг Технологии	ForgeStar 0, Великобритания, 5 кг Технологии	AMAN, Оман, 5 кг. ДЗЗ
		
STORK, Польша, 5 кг ДЗЗ		

<p>10.01.2023</p>	<p>RS1</p>	 <p>VariSat 1, США, 11 кг, 2 шт Технологии</p>
<p>04.03.2023</p>	<p>Qaem-100</p>	 <p>Nahid 1, Иран, 50 кг. Связь</p>
<p>06.03.2023</p>	<p>H-3-22S</p>	 <p>ALOS 3, Япония, 3000 кг. ДЗЗ</p>
<p>23.03.23</p>	<p>Terran-1 (Block 1)</p>	 <p>Good Luck, Have Fun, США, 1500 кг Технологии</p>
<p>20.04.23</p>	<p>Starship B7/S24</p>	 <p>Starship, США, 120 т Испытания</p>

30.05.23	Chollima-1	 <p>Malligyong 1, КНДР Оптическая разведка</p>
23.08.23	Chollima-1	 <p>Malligyong 1, КНДР Оптическая разведка</p>
19.09.23	Electron KS	 <p>Capella 12, США, 85 кг ДЗЗ</p>
21.09.23	Ceres-1	 <p>Jilin-1 Gaofen, КНР, 43 кг ДЗЗ</p>
18.11.23	Starship B9/S25	 <p>Starship, США, 120 т Испытания</p>

Орбитальная группировка

Орбитальной группировкой называют КА, работающие на орбите Земли и объединенные по какому-либо признаку, например, по стране, по назначению, по компании-собственнику спутников.

В отличие от числа запусков или числа запущенных КА получить данные о составе и численности орбитальных группировок достаточно сложно - собственники спутников не спешат сообщать о прекращении их работы, часто не сообщают об этом вообще.

В настоящей работе для описания состояния спутниковой группировки используются данные Union of Concerned Scientists (UCS) [3]. UCS учитывает спутники всех стран, которые маневрируют и/или подают сигналы. Для этого UCS интегрирует данные независимых наблюдателей и официальные данные. UCS не учитывает аппараты пилотируемых программ и межпланетные станции.

На рис. 16 показана численность орбитальных группировок трех ведущих в космонавтке стран по состоянию на 01.05.2023 года (по последнему отчету UCS), а на рис.17 - динамика изменения численности орбитальной группировки всех стран мира с 2005 года.



Рис. 16. Состояние орбитальных группировок



Рис.17. Динамика изменения численности орбитальной группировки всех стран мира

Цели космической деятельности

Для чего запускались космические аппараты в рассматриваемый период? Для ответа на этот вопрос введем категорию целей космической деятельности.

На рис. 18 представлена общая структура задач космической деятельности.



Рис. 18. Структура задач космической деятельности

09.11.2023

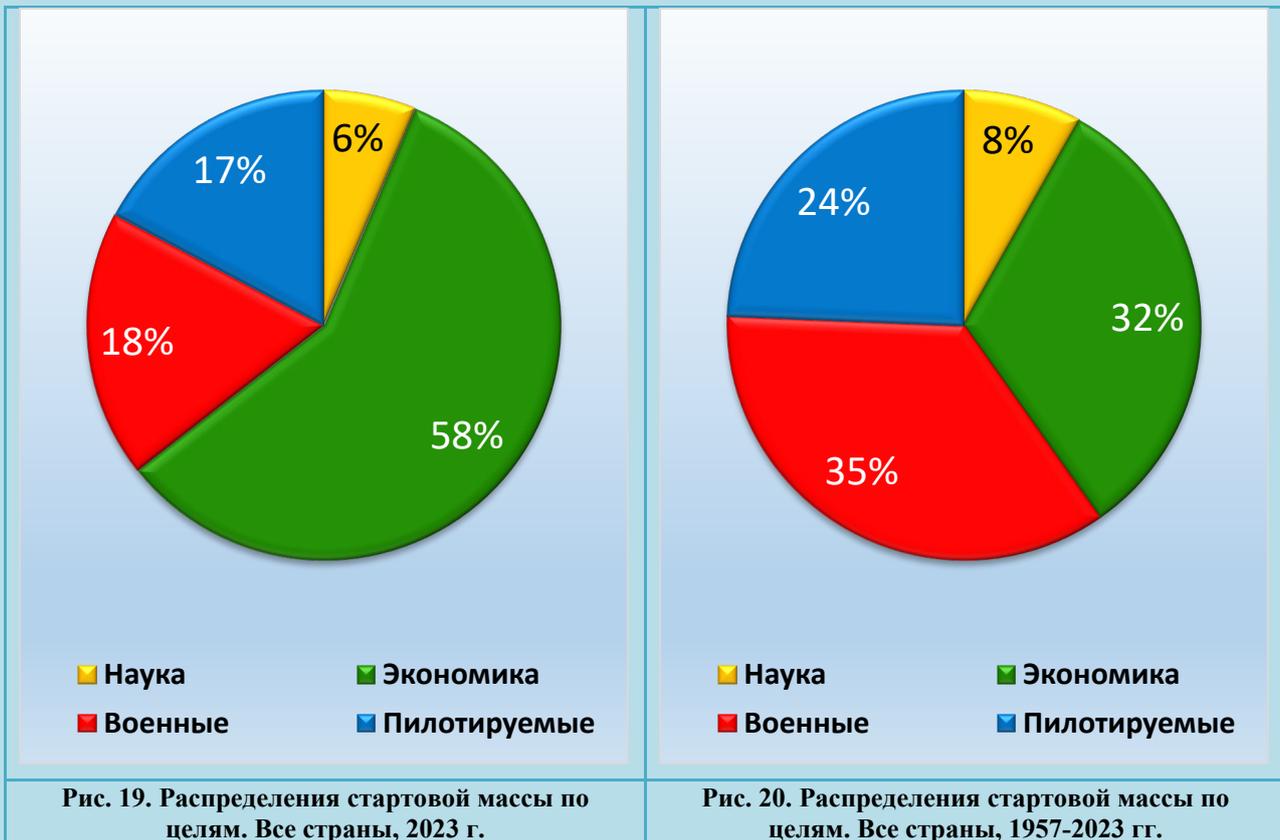
Для целей статистического анализа упростим эту структуру до линейной. С точки зрения решаемых задач все космические аппараты можно разделить на пять категорий.

1. **Экономические.** Связь, дистанционное зондирование Земли, навигация. То есть, те направления, на которых можно получить прибыль (хотя в реальности это не всегда получается, но цель всегда - прибыль).
2. **Оборонные.** То, что заказывают военные ведомства. Это в первую очередь те же задачи, что и в категории "экономические", плюс некоторые специфические, например, система предупреждения о ракетном нападении, радиотехническая разведка, инспекция космических аппаратов.
3. **Научные.** Исследования Луны и планет, космические телескопы, изучение Земли, Солнца, характеристик космического пространства. Медико-биологические исследования.
4. **Пилотируемая программа.** Полеты человека в космос, строительство космических станций, доставка грузов на станции. В рамках пилотируемых программ могут решаться задачи всех остальных категорий.
5. **Технология.** Изучение работы техники в космосе, тестирование узлов, агрегатов и конструктивных материалов.

Иногда один КА работает по более, чем одной целевой категории. Для целей настоящей статистики в таких случаях выбирается наиболее весомая категория. Существует также понятие "двойное назначение", когда аппаратура КА может использоваться как в военных, так и в гражданских целях. В этом случае категория цели выбирается на основании характера заказчика – военного или гражданского. В КНР данные о назначении КА часто не публикуются или маскируются. В этих случаях приходится прибегать к экспертной оценке.

На следующих графиках для наглядности категории "Научные" и "Технология" объединены в одну и обозначены "Наука".

На рис. 19 показано распределения использования суммарной стартовой массы РН всего мира по указанным категориям целей. Следует не забывать, что показанное распределение относится только к 2023 году и не корректно отражает цели космической деятельности в целом. Для получения адекватного распределения суммарной стартовой массы РН по целям надо взять более протяженный период времени. Такое распределения для всего периода Космической эры показано на рис.20.



На рис. 21 показано распределения использования суммарной стартовой массы РН по целям для всего мира и тройки ведущих космических государств.

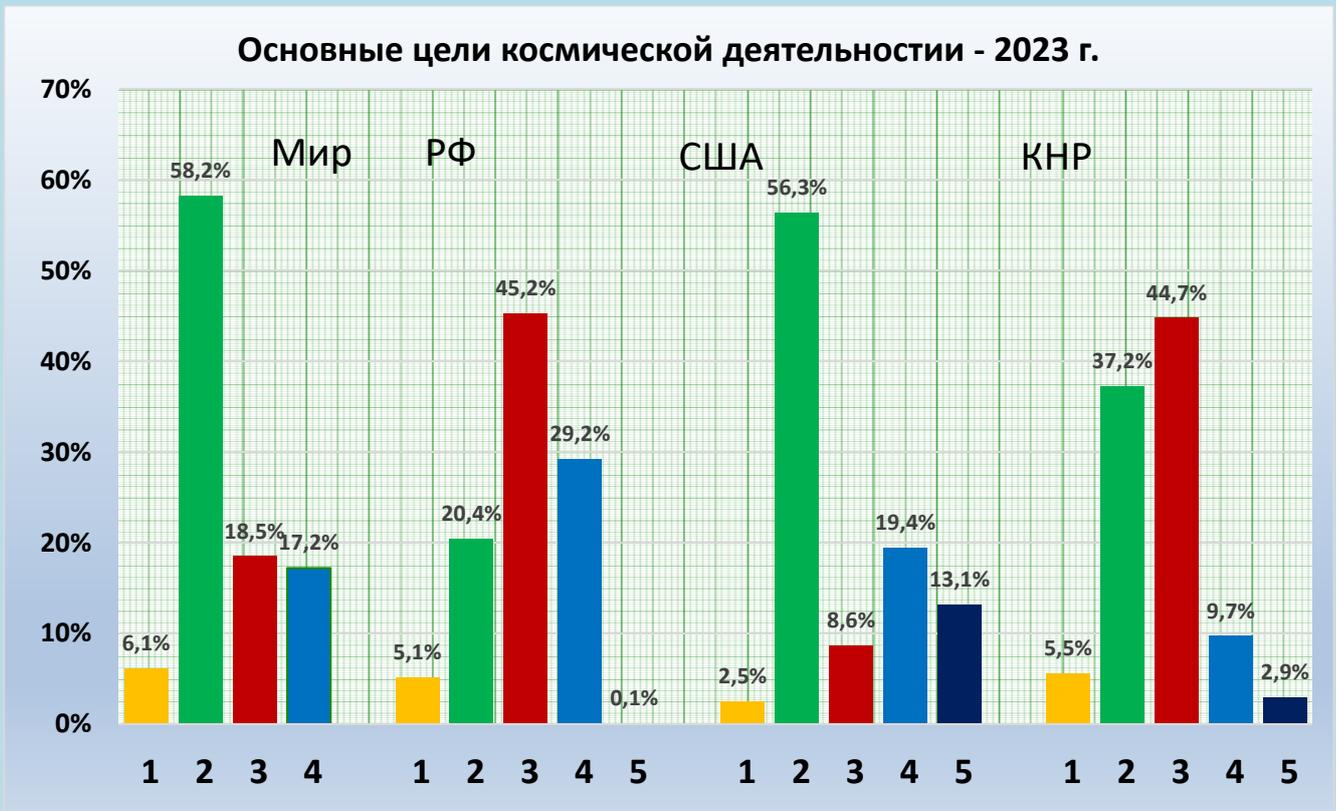


Рис. 21. Распределения использования суммарной стартовой массы РН по целям
 1 - Наука и технологии, 2 - Экономика, 3 - Военные, 4 - Пилотируемые,
 5 - Иностранные заказчики.

Для запускающих стран цели запусков КА могут быть классифицированы по типу заказчика – внутреннему и зарубежному. Запуск космических аппаратов в интересах других

государств может быть как коммерческим, так и некоммерческим. Последнее характерно для совместных научных программ, в этом случае заказчик часто рассчитывается бартером, например, результатами исследований. На рис.22 показана история запусков РН в интересах других государств в СССР-РФ.



Рис.22. История запусков в интересах других государств в РФ

SpaceX как космическая держава

SpaceX (Space Exploration Technologies Corporation) – небольшая американская компания. SpaceX была создана в 2002 году, осуществила свой первый успешный космический запуск в 2008 году и всего через 10 лет заняла лидирующую позицию в сфере космической деятельности не только среди предприятий, но и среди космических государств. Сравнение SpaceX и России по части космической деятельности приведено в табл. 15.

Таблица 15.

Параметр	SpaceX	Россия	SpX/РФ
Число запущенных РН	96	19	5
Число запущенных КА	2523	68	37
Суммарная масса ПН, т	665	74	9
Суммарная стартовая масса РН, т	67 693	6 425	11
Число занятых*	12 000	170 500	0,07
Производительность труда:			
- по числу запущенных РН, шт/чел	0,008	0,0001	72
- по числу запущенных КА, шт/чел	0,21	0,00040	527
- по суммарной массе ПН, т/чел	0,055	0,00043	128
- по суммарной стартовой массе, т/чел	5,64	0,038	150

* - SpaceX по состоянию на апрель 2022 года;

- только Роскосмос по состоянию на 31 декабря 2022 года (кроме Роскосмоса есть еще военные организации и институты РАН).

Хроника роста космической активности SpaceX на фоне ведущих космических стран показана на рис.23 и 24.



Рис.23. Сравнение числа успешных запусков

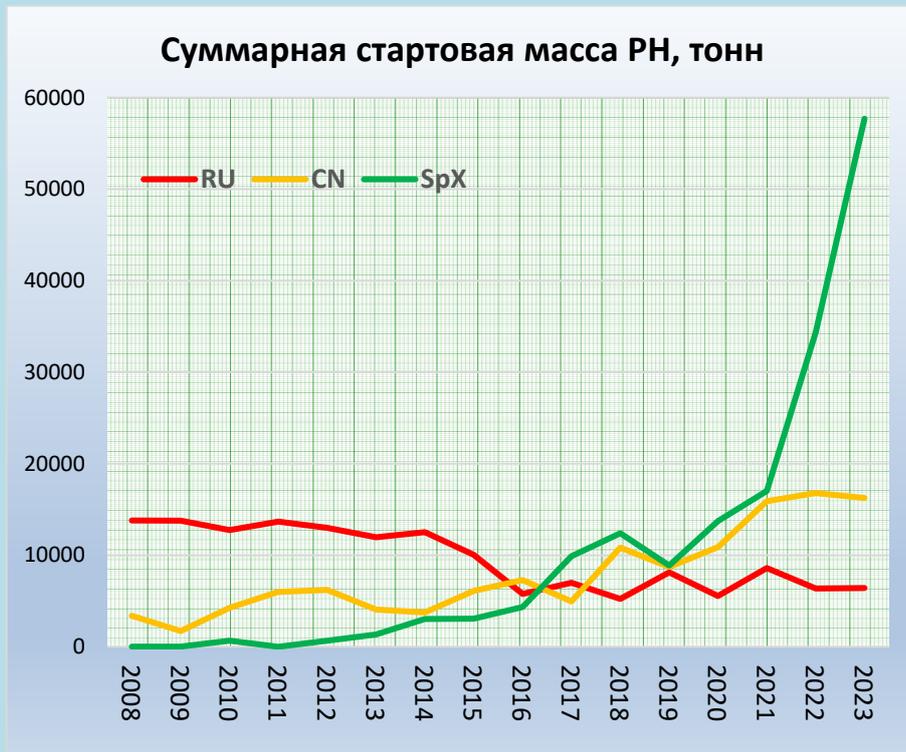


Рис.24. Сравнение суммарной стартовой массы запущенных РН

Таким образом, по объему космической деятельности, а также по скорости роста, SpaceX опережает все остальные космические державы.

Заключение

При обработке столь большого массива данных из многих источников неизбежны ошибки разного рода. Автор будет благодарен читателям, такие ошибки обнаружившие и о них мне сообщившим.

Источники

1. Gunter's Space Page. <https://space.skyrocket.de/index.html>
2. Jonathan's Space Home Page. <https://planet4589.org/space/index.html>
3. UCS Satellite Database. <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>
4. И. Моисеев. Космическая политика России. 2008 год. \Вопрос сопоставления масштабов космической деятельности в разных странах. <https://cloud.mail.ru/public/41fW/c719jnbUG>
5. И. Моисеев. Итоги 60 лет космической эры. Независимая газета, 08.02.2017. <http://path-2.interstellar-flight.ru/vp/1-publ/im-17-01.pdf>
6. И. Моисеев. Космос. Статистический сборник. 2022 год. <https://cloud.mail.ru/public/67P7/b3ghDtk1h>
7. И. Моисеев. Космический рынок: структура и тенденции. Евразийский финансово-экономический вестник, #1(6) 2019
8. Brycetech <https://brycetech.com/>
9. Euroconsult <https://www.euroconsult-ec.com/>

И.Моисеев, 20.02.2024

i_mois@mail.ru

https://t.me/iv_mois

О Московском Космическом Клубе (МКК)

Цель МКК

Содействие развитию отечественной и мировой космонавтики путем объединения возможностей и усилий людей и организаций, заинтересованных в развитии космонавтики, распространение знаний о космической деятельности в общественной среде.

Задачи МКК

1. Выявлять и обсуждать наиболее острые проблемы современной космонавтики и космической политики.
2. Рассматривать идеи и предложения, способствующие развитию космонавтики.
3. Вырабатывать обращения, предложения, инициативы и другие подобные документы, добиваться внимания к ним соответствующих органов государственного управления и гражданского общества.
4. Участвовать в работах по практической реализации принятых решений.
5. Содействовать формированию космического мировоззрения и развитию космического образования.
6. Занимать активную позицию в вопросах информирования общества о задачах, достижениях и проблемах российской космонавтики.

Дайджест космических новостей

Начиная с 2006 г. МКК и ИКП с периодичностью 3 раза в месяц выпускают Дайджест космических новостей.

Цель дайджеста МКК - дать декадный абрис космических работ на планете, в основном по направлениям, связанным с интересами Клуба. Отбор новостей проводится по критериям «серьезно + интересно + занимательно» с учетом интересов и пожеланий членов МКК.



Архив дайджестов и сопутствующие материалы:

<https://cloud.mail.ru/public/3PMB/iN1Wosjw1>

<http://ispolicy.ru/news/digest/>

Основные направления работ МКК

1. Оценка и прогнозирование потребностей в космической технике и технологиях.
2. Анализ экономических аспектов космонавтики.
3. Формирование и мониторинг информационных потоков в области космонавтики.
4. Разработка правовых проблем космической деятельности.
5. Изучение истории космонавтики и связанных с нею областей науки и техники.
6. Изучение тенденций развития космической науки и промышленности.
7. Исследования в области космического образования и культуры.

Для реализации проектов МКК создаются рабочие группы, приглашаются наиболее квалифицированные и авторитетные специалисты.

МКК активно сотрудничает с СМИ.

Члены МКК участвуют в работе экспертных советов при Правительстве РФ, Совете Федерации, Военно-промышленной комиссии.

Контакты МКК:

105187. г. Москва, ул. Щербаковская, д.50

Тел.: +7-915-122-8320, +7-926-500-4992

e-mail: asdorogov@mail.ru