


**Специальное конструкторское бюро ИКИ РАН (г. Таруса)  
Московский авиационный институт  
ГУДП КБ «Полёт» (г. Омск)**



**Семинар  
«СОВРЕМЕННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ И ТЕХНОЛОГИИ В  
КОСМИЧЕСКОМ ПРИБОРОСТРОЕНИИ»**

**АНАЛИЗ МИРОВОГО ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
МИКРОСПУТНИКОВ В КОСМИЧЕСКИХ  
ПРОГРАММАХ**

**М.Б. Добриян, В.Н. Ангаров, Г.А. Полтавец, Д.В. Подобедов, О.Ю. Седых, Л.Е. Лапотенто**

**Таруса 2003**

## КЛАССИФИКАЦИЯ КА ПО МАССОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

1. **пико** - до 1 кг;
2. **нано** - 1 - 10 кг;
3. **микро** - 10 - 100 кг;
4. **мини** - 100 - 500 кг;
5. **малые** - 500 – 1000 кг;
6. **большие** - свыше 1000 кг.

## Преимущества использования микроспутников

- Сравнительно низкая цена разработки и изготовления.
- Короткое время разработки и изготовления .
- Малая цена запуска единичного космического аппарата. Малые космические аппараты могут выводиться в качестве попутного груза на ракетах-носителях (РН) или в транспортных кораблях, доставляющих грузы на долговременные орбитальные станции.
- Низкая стоимость и простота наземных управляющих пунктов.
- Снижение риска больших финансовых потерь при гибели малого спутника в случае аварии РН на старте или неудачном выведении на рабочую орбиту.

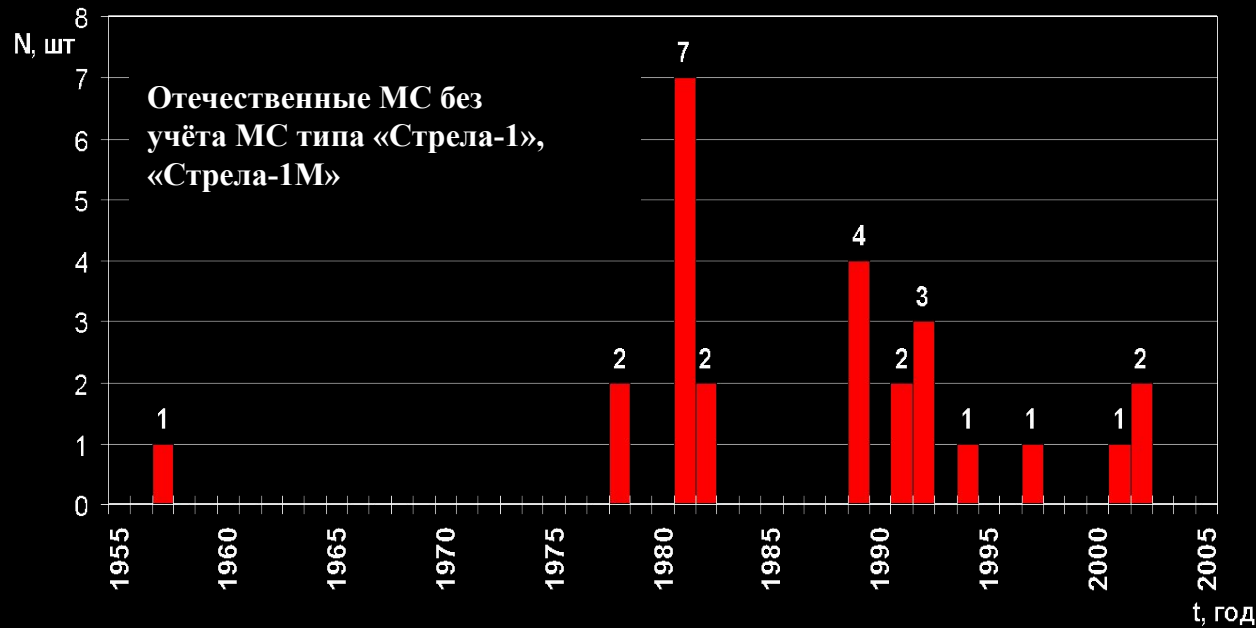
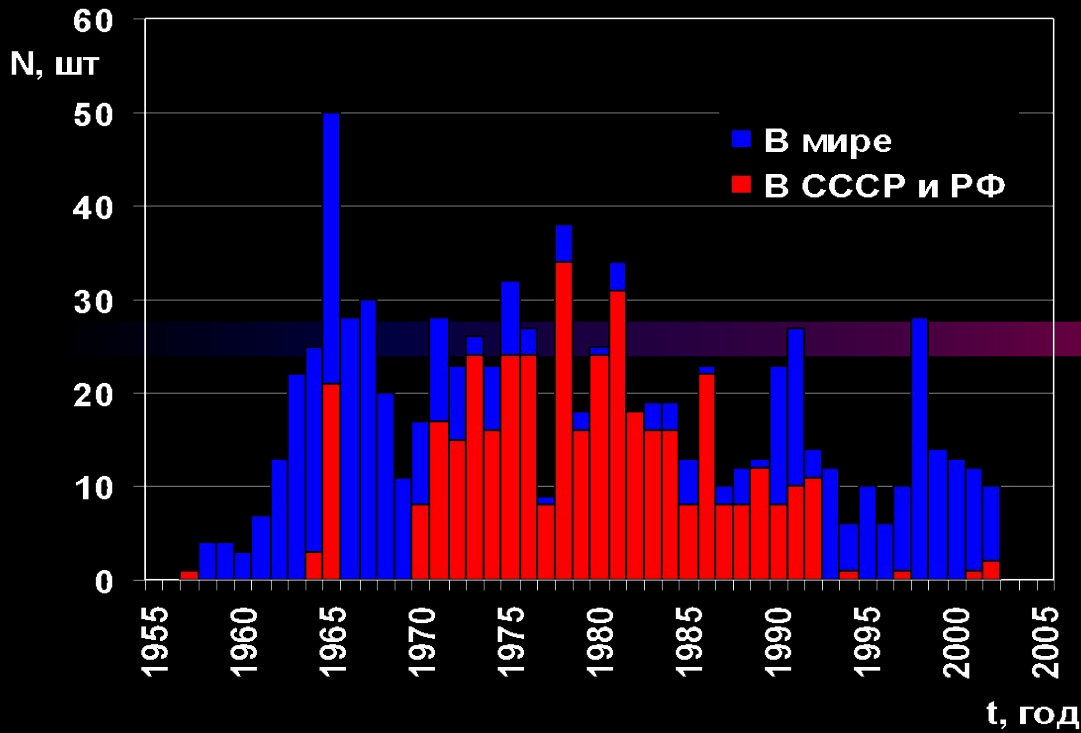
**В докладе приводятся результаты анализа микроспутников,  
выведенных на орбиты ИСЗ  
с 1957 по 2002 гг.**

**За указанный период на орбиту разными странами  
было запущено 832 микроспутника.**

**Из них 408 составляет число отечественных  
микроспутников.**

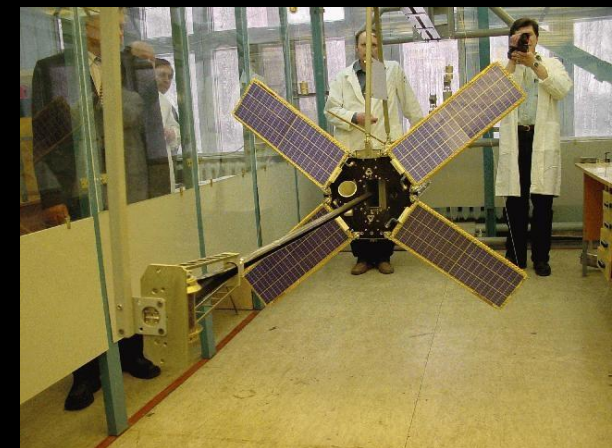
**В ходе проведённых исследований микроспутники  
систематизированы по параметрам орбит, государственной  
принадлежности, целевому назначению, по средствам  
выведения на орбиту.**

# Распределение количества запущенных микроспутников по годам запуска



# Накопленный опыт и возможности стран в применении МС

Дата запуска первого МС	Страна	Кол-во	МС	РН	Космодром
04.10.57	СССР	392	+	+	+
01.02.58	США	303	+	+	+
26.04.62	Великобритания	18	+	-	-
15.12.64	Италия	7	+	-	+
26.11.65	Франция	20	+	+	+
29.11.67	Австралия	4	+	+	+
17.05.68	ЕКА	3	+	-	-
08.11.69	Германия	12	+	-	-
11.02.70	Япония	17	+	+	+
15.11.74	Испания	1	+	-	-
24.10.78	Чехия	5	+	-	-
18.07.80	Индия	3	+	+	+
19.09.81	Китай	2	+	+	+
22.01.90	Аргентина	4	+	-	-
22.01.90	Бразилия	2	+	-	-
16.07.90	Пакистан	2	+	-	-
03.03.92	Россия	16	+	+	+
10.08.92	Ю.Корея	2	-	-	-



## Накопленный опыт и возможности стран в применении МС (продолжение)

Дата запуска первого МС	Страна	№, шт	МС	РН	Космодром
22.10.92	Канада	1	+	-	-
25.09.93	Португалия	2	+	-	-
24.01.95	Швеция	2	+	-	-
31.08.95	Чили	2	-	-	-
05.09.96	Мексика	1	+	-	-
10.07.98	Израиль	1	+	-	-
10.07.98	Таиланд	1	-	-	-
23.02.99	Дания	1	+	-	-
23.02.99	ЮАР	1	+	-	-
10.10.00	Саудовская Аравия	3	+	-	-
10.10.00	Малайзия	1	-	-	-
22.10.01	Бельгия	1	+	-	-
10.12.01	Марокко	1	-	-	-
28.11.02	Алжир	1	-	-	-

# Целевое назначение запущенных микроспутников

Целевое назначение	Кол-во, шт
Связь	535
Исследование околоземного пространства	90
Испытание новых технологий	73
Разведка	52
Навигация	29
Исследования геодезические	18
Дистанционное зондирование Земли	18
Исследование излучения Солнца	6
Образование	5
Исследование прохождения радиоволн	4
Наблюдение за станцией "Мир"	1
Исследования радиоизлучения Юпитера	1



## **Целевое назначение:**

### ***Получение качественных изображений земной поверхности***

DLR-Tubsat (1999 г., 45 кг)      Maroc-Tubsat (2001 г., 45 кг)

PROBA (2001 г., 94 кг)      Posat-1 (1993 г., 49,3 кг)

Kitsat-1 (1992 г., 48,6 кг)      Tsinghua-1 (2000 г., 50 кг)

Tiungsat-1 (2000 г., 55 кг)      Alsat-1 (2002 г., 90 кг)

### ***Передача данных, видео***

Система Orbcomm (1995 г., 45 кг)      РС-15 (1994 г., 70 кг)

Oscar-16,17,18,19 (1990 г., 13-16 кг)      Rubin-2 (2002 г., 14 кг)

Saudisat-1A, 1B, 1C (2000, 2002 гг., 10, 15 кг)

Kitsat-1,2 (1992, 1993 гг., 49 кг)

### ***Проведение научных экспериментов***

ПИОН-5,6 (1992 г., 50 кг)      МАК-1,2 (1991, 1992 гг., 16, 20 кг.)

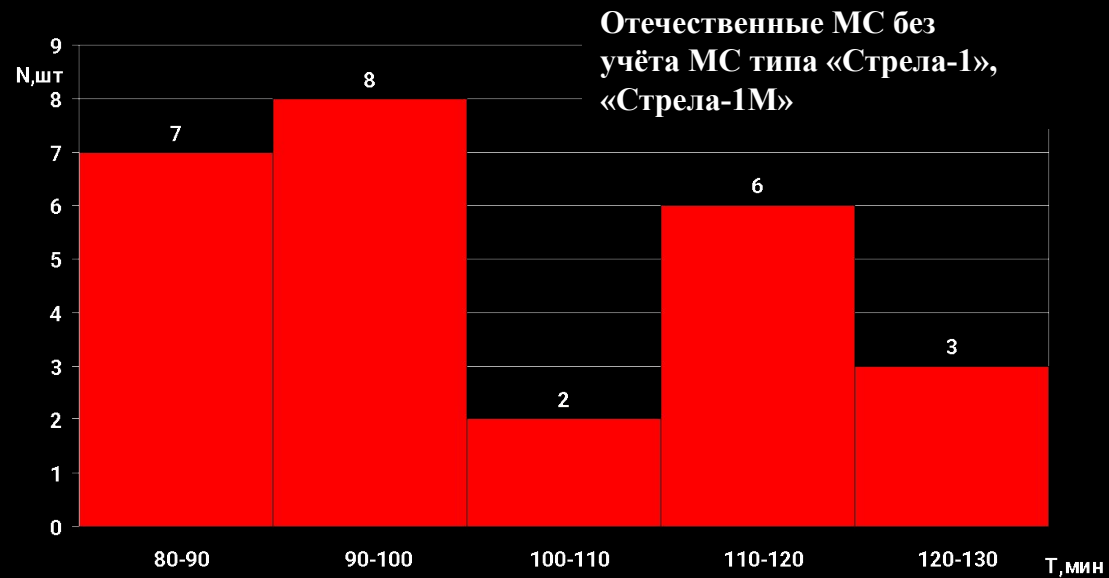
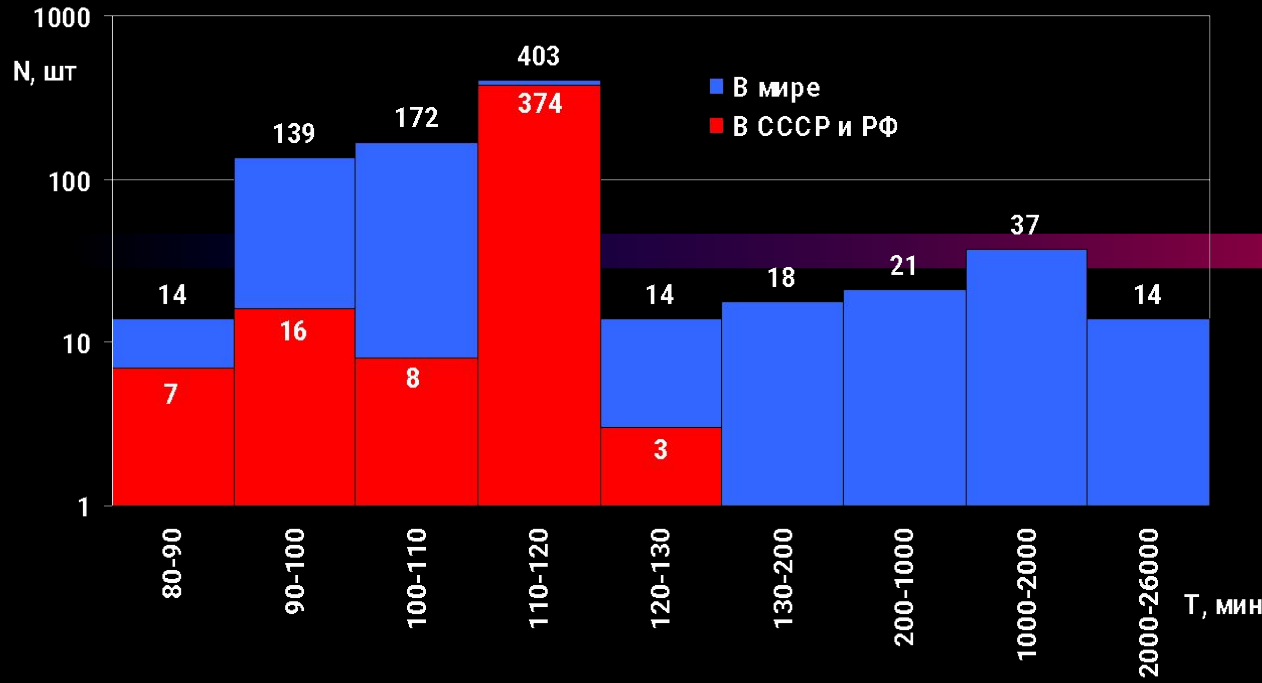
Qersted (1999 г., 60 кг)      Astrid 1, 2 (1995, 1998 гг., 28, 30 кг )

### ***Образовательная программа***

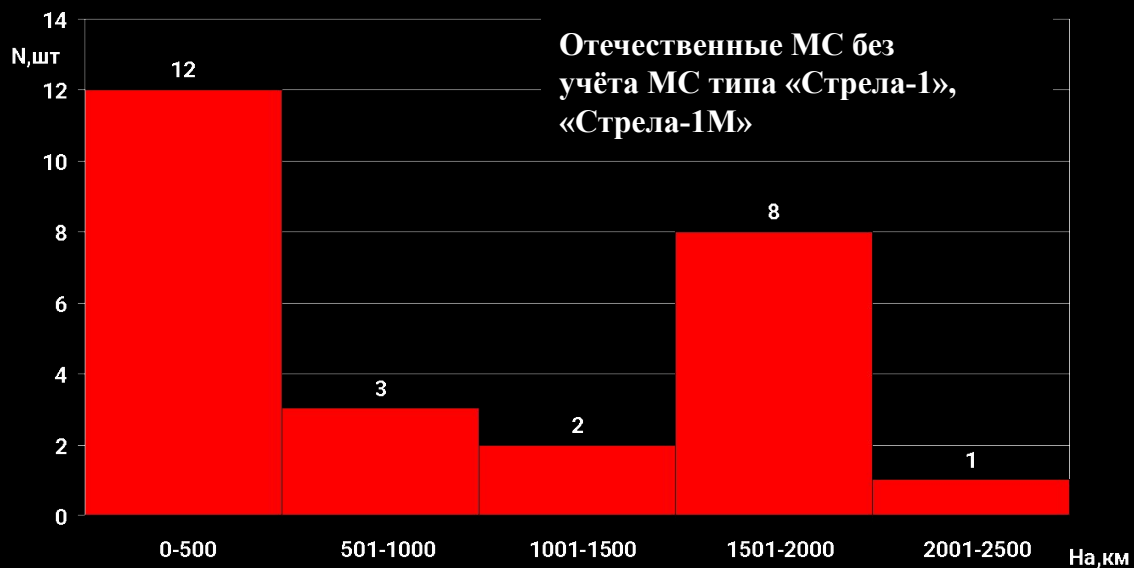
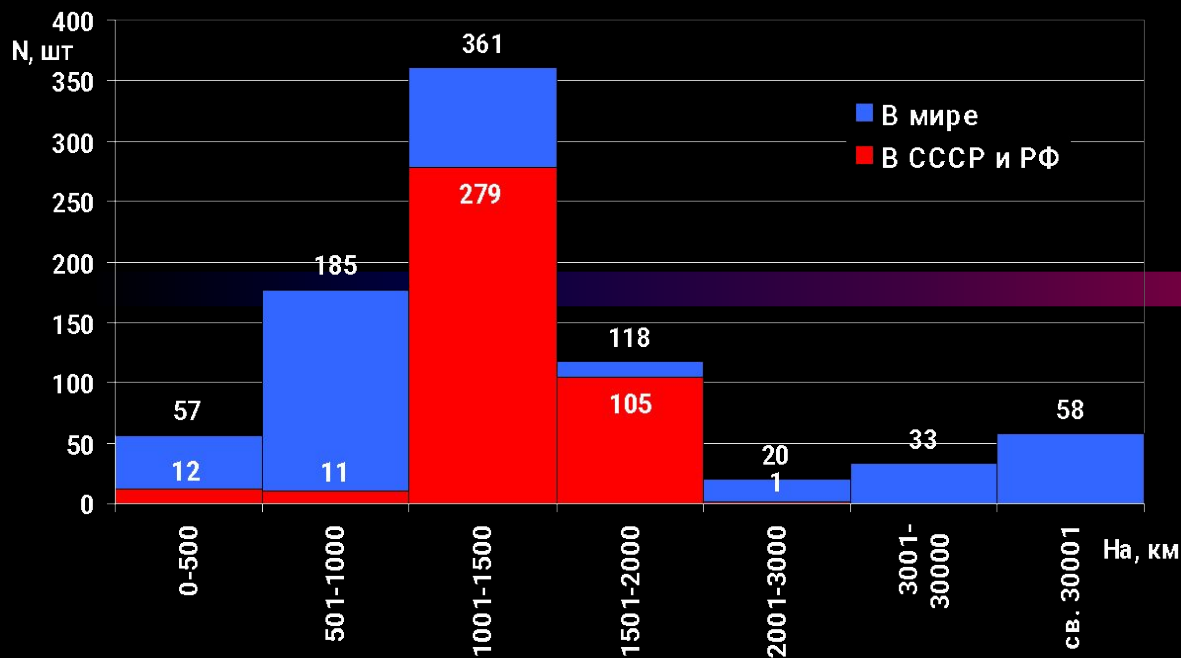
Starshine 1,2,3 (1999, 2001 гг., 39, 40, 80 кг)

Колибри-2000 (2002 г., 21 кг)      Можаяец (2002 г., 90 кг)

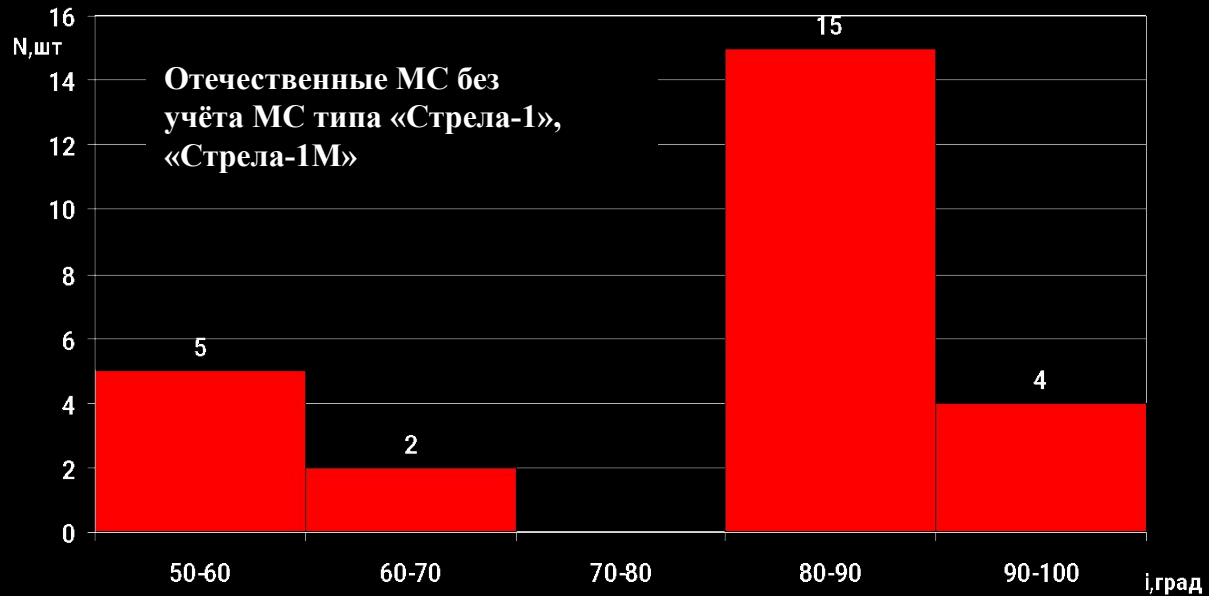
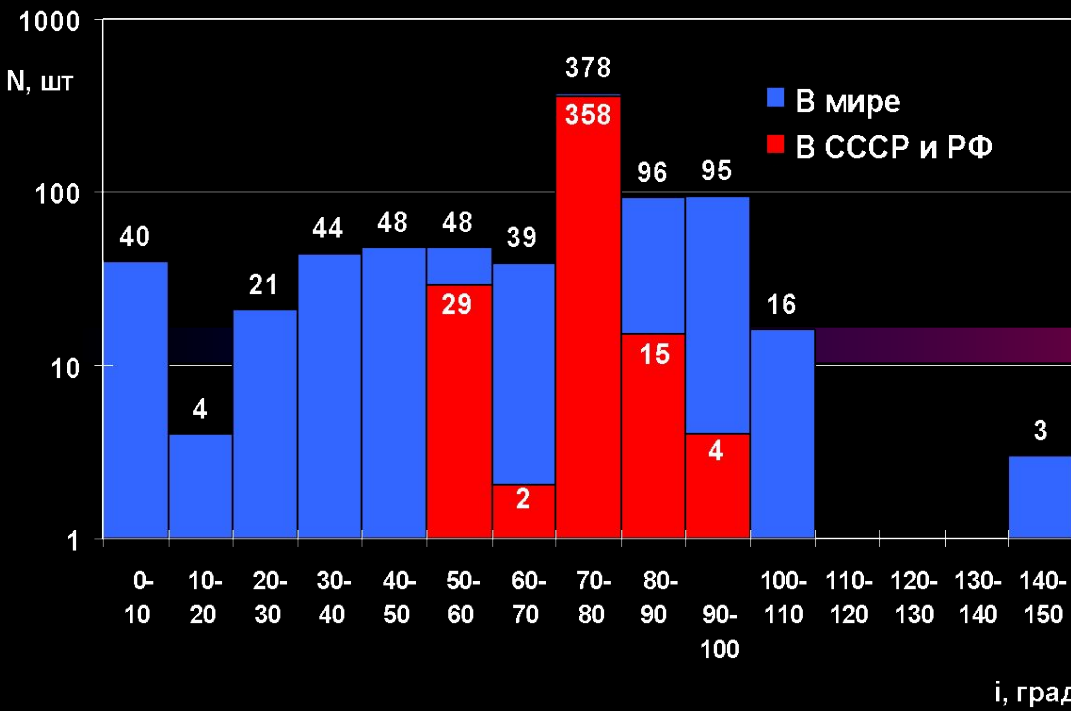
# Распределение количества запущенных микроспутников по периодам обращения



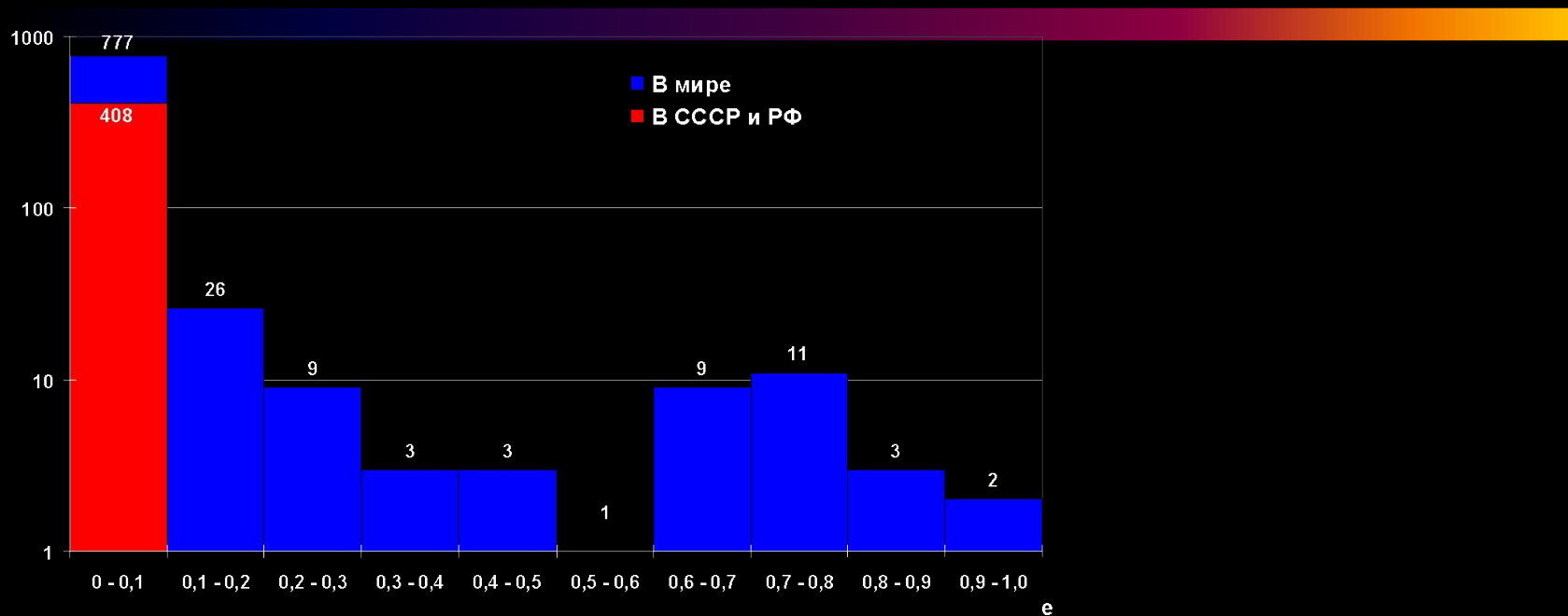
# Распределение количества запущенных микроспутников по высотам апогеев орбит



# Распределение количества запущенных микроспутников по углам наклонений плоскостей орбит



# Распределение количества запущенных микроспутников по эксцентриситетам орбит



Все отечественные МС выводились на почти круговые орбиты ( $e < 0,1$ ).

## Микроспутники, выведенные на специальные типы орбит



**Геосинхронные орбиты - 3 МС (Syncom-1, Syncom-2, ERS-1).**

**Геостационарные орбиты - 33 МС, из которых большая часть (27 спутников) относилась к американской программе военной связи (IDCSP-1 – IDSCP -27).**

**Солнечно-синхронные орбиты - 50 МС. Большинство из них (41 МС) выводились на орбиту такого типа, начиная с 1990 года.**

**Около полярные орбиты - 46 МС, большинство из которых являются связными, в том числе военные спутники связи США.**

## В качестве РН могут применяться конверсионные МБР

- РН «Рокот» (РС-18)

(16.12.94) «Радио-РОСТО» (Россия);

- РН «Днепр» (РС-20)

(26.09.00) «Megsat-1», «Unisat-1» (Италия),  
«Saudisat-1A», «Saudisat-1B» (Сауд. Аравия),  
«Tiungsat» (Малайзия);

(20.12.02) «Unisat-2» (Италия),  
«Latinsat-A», «Latinsat-B» (Аргентина),  
«Saudisat-1C» (Сауд. Аравия),  
«Rubin-2» (Германия).



**В качестве средств выведения применялись  
орбитальные станции и транспортные КА**

<b>Название КА</b>	<b>Страна</b>	<b>Кол-во, шт</b>
<b>Салют 7</b>	<b>СССР</b>	<b>2</b>
<b>Space Shuttle</b>	<b>США</b>	<b>16</b>
<b>Прогресс М36</b>	<b>РФ</b>	<b>1</b>
<b>ОК «Мир»</b>	<b>РФ</b>	<b>3</b>
<b>Прогресс М1-7</b>	<b>РФ</b>	<b>1</b>



## **Бортовые системы определения координат и ориентации МС:**

### *Звёздный датчики*

PROBA (2001 г., 94 кг)

Maroc-Tubsat (2001 г., 45 кг)

DLR-Tubsat (1999 г., 45 кг)

### *Приёмники сигналов системы GPS*

Tsinghua-1 (2000 г., 50 кг)

Tiungsat-1 (2000 г., 55 кг)

Sunsat (1999 г., 64 кг)

PROBA (2001 г., 94 кг)

## **Бортовые системы стабилизации и ориентации МС:**

### *Лазерные гироскопические устройства и микромаховики*

DLR-Tubsat (точность  $0,02^0$ ) (1999 г., 45 кг)

PROBA (точность  $10''$  в течение 10 с) (2001 г., 94 кг)

Maroc-Tubsat (2001 г., 45 кг)

1. За 45 лет запущено 832 МС, из которых 408 отечественных. МС уже используется 31 страной, а также странами ЕКА.

2. До сих пор основным назначением была связь, но в последнее время спектр решаемых задач значительно расширился и эта тенденция прослеживается в дальнейшем. При этом решаются как исследовательские, так и прикладные задачи.

3. МС освоен весьма широкий спектр орбит по периодам обращения, высотам апогеев, углам **наклонения плоскостей и относительным эксцентриситетам** орбит. В том числе, геостационарные, солнечно-синхронные и полярные.

4. Учитывая малый вес МС (10-100 кг) их можно выводить на заданные орбиты различными способами:

- попутно с другими спутниками;
- внутри космических аппаратов;
- по несколько штук одновременно.

Все эти способы уже использовались и предполагается их применение в будущем.

5. В настоящее время определилось место МС в космонавтике и их роль в решении различных задач, которые подчёркивают важность развития и перспективность данного направления в РКТ.