

Региональный семинар МСЭ для стран СНГ
«Перспективные космические технологии»

Г. Ереван, Республика Армения, 17-19 сентября 2014 года

Актуальные вопросы использования нано- пикоспутников

Тимур Кадыров
Бюро радиосвязи, МСЭ



Committed to connecting the world

Нано- пикоспутники

- Более 500 спутников создаются в настоящее время, в основном работающие в рамках любительской спутниковой службы или метеорологической спутниковой службе
- Высокий рост потенциально может создать сложности в использовании полос частот «традиционными» применениями
- Отсутствуют четкие определения или характеристики в Приложении 4 с тем чтобы различить системы НГСО от нано/пикоспутников
- ИК7/РГ7В исследует характеристики, потребности в спектре и услуги нано и пикоспутников

Нано- пикоспутники

- В 1970-х прогресс по сверхвысокой степени интеграции компонентов привел к встраиванию сложных функций в значительно ограниченные по массе, объему и мощности спутники
- Это в свое время привело к значительному удешевлению спутниковых программ как это видно на примере первых спутников OSCAR в любительской спутниковой службе



Разработчики

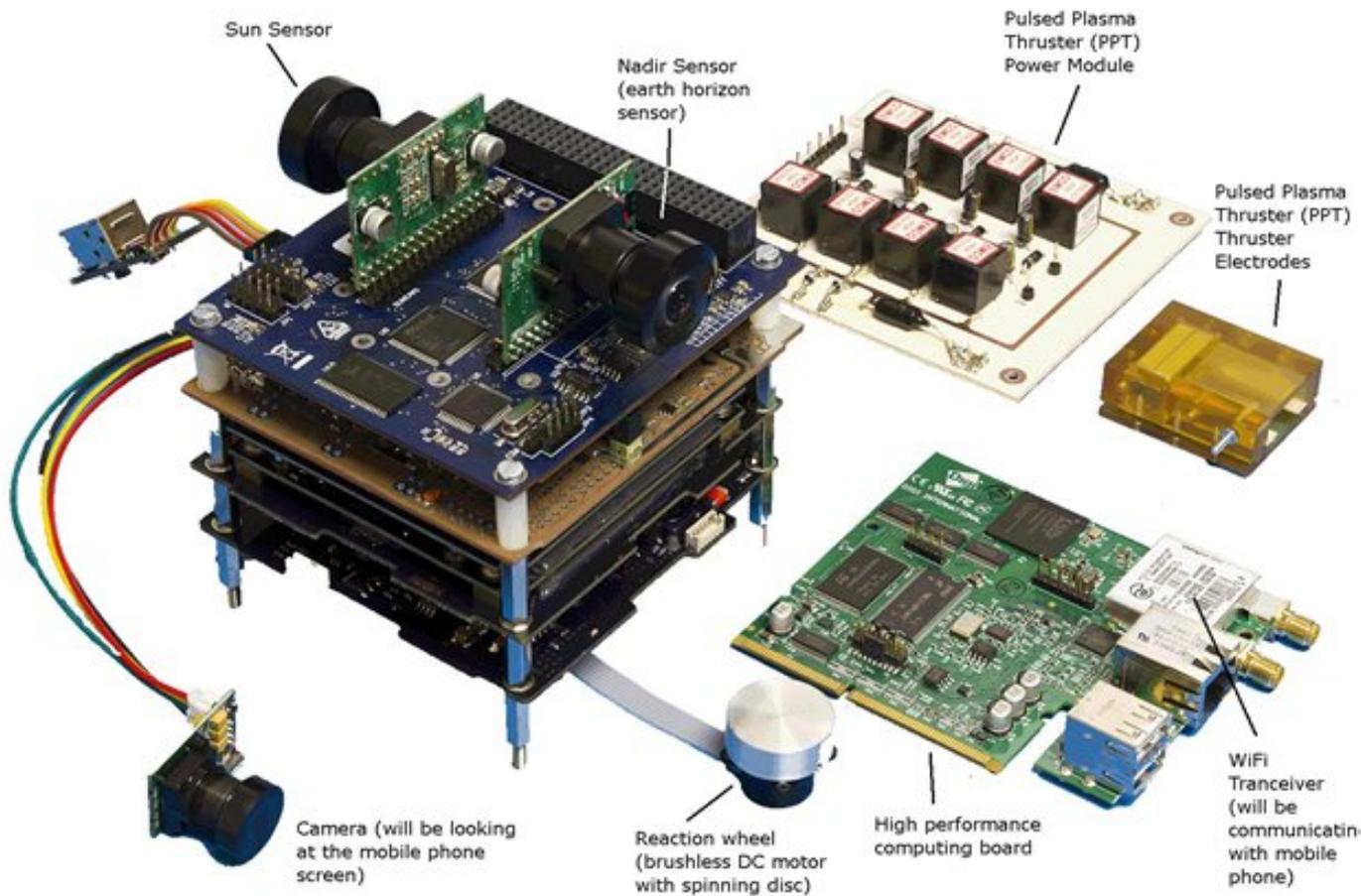
- Радиолюбители
 - Передача данных и сообщений
- Научные коллективы и студенты
 - Исследование Земли и астрономия
 - Биоэксперименты
 - Исследование атмосферных эффектов
- Коммерческие пользователи
 - Исследование материалов
 - Обкатка технологий



Классификация

Категория	Масса, кг	Макс. мощность платформы, Вт	Типовая стоимость, USD	Макс. размеры, м	Срок разработки, г.	Орбита	Срок миссии, г.
Большие	> 1000	> 1000	100 – 500 М	3 – 10	3-10	GEO MEO LEO HEO	10-20
Малые	100 - 1000	1000	30 – 200 М	1 -5	2-5		5-10
Микро	10-100	150	10 – 150 М	0.5 – 1	1-3	LEO	2-6
Нано	1 – 10	20	100k – 10М	0.1 – 0.5	1-3		1-3
Пико	0.1-1	5	50k – 2М	0.02 – 0.1	1-3		1-3
Фемто	< 0.1	1	< 50 k	< 0.03	1		< 1

Подсистема	Большие/ малые спутники	Нано- пикоспутники (низкая компоновка)	Нано-пикоспутники (высокая интеграция)
Энергосистема	Система управления питанием, солнечные батареи, массив батарей	Фиксированные солнечные батареи, аккумуляторы Li-Pol, Li-Ion	Фиксированные солнечные батареи, аккумуляторы Li-Pol, Li-Ion
Поддержание ориентации/ двигательная установка	Есть	Нет	сжатый газ, импульсные плазмаускорители, маховики, магниторкеры (magnitorquers)
Термоконтроль	Радиаторы, металло-пленочные материалы	Спец. материалы не используются	Радиаторы, алюминиевый несущий корпус
Сенсоры ориентации	Сенсоры звезд, солнечные сенсоры, Магнитометры	GPS	GPS, магнитометры, солнечные сенсоры, надир-сенсоры
Сенсоры	Зеркала, мульти-спектральные камеры и много больше	CMOS камеры	CMOS камеры, спектрометры, счетчик Гейгера, ИК-датчики, уровень озона.



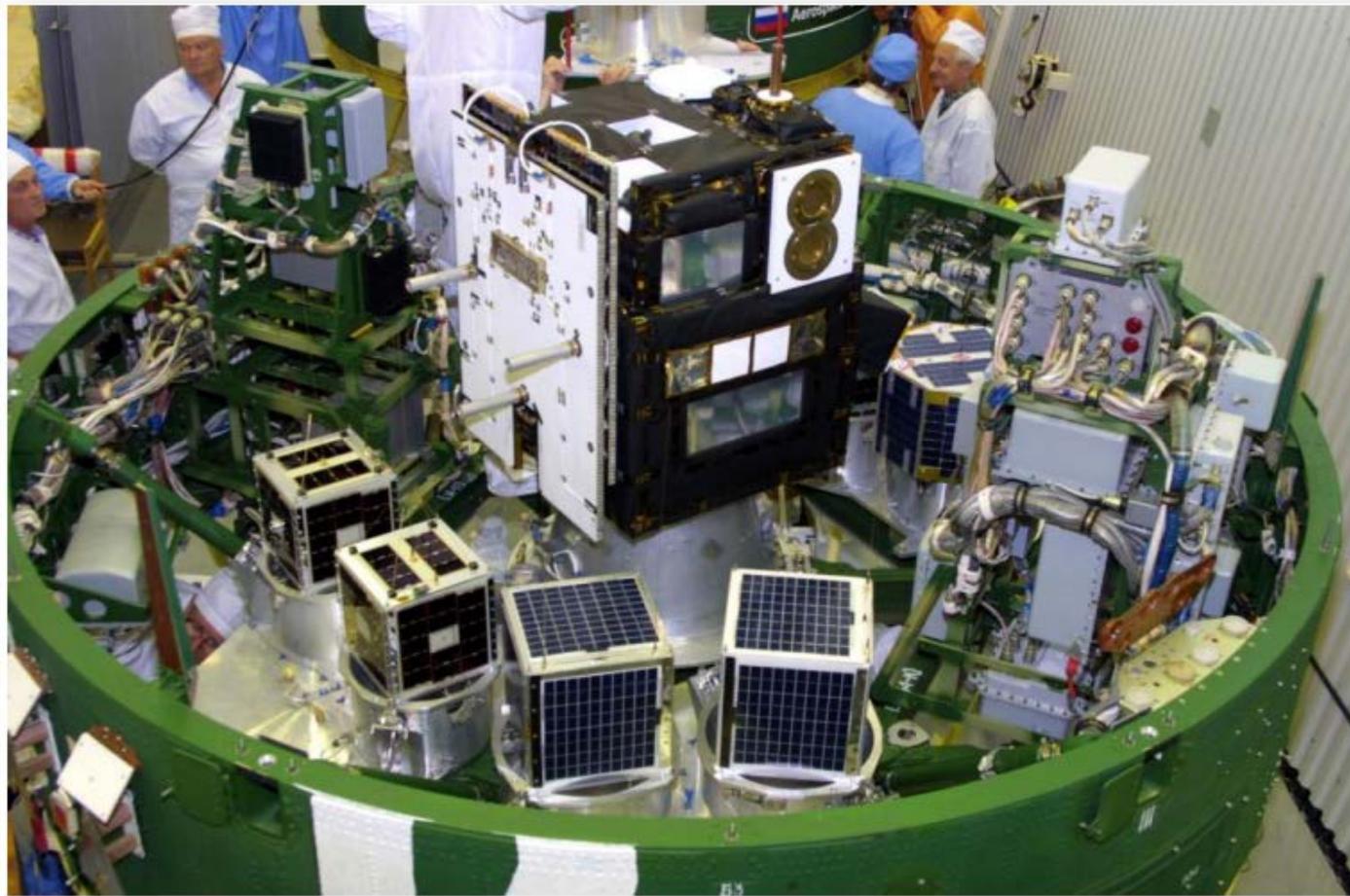
Source: STRaND, SNAP-1, SSTL

Запуски в 2000-2013 гг НАНОСПУТНИКОВ

Launch Vehicle	No. of Satellites	No. of Launches	Percentage of Satellites Launched
Kosmos-3M	50	6	20%
Dnepr-1	34	4	14%
Minotaur I	34	4	14%
PSLV	21	6	9%
H-2	18	5	7%
Space Shuttle	12	6	5%
Falcon 9	11	2	4%
Soyuz	9		4%
Delta II	8	3	3%
Long March	7	4	3%
Minotaur IV	8	1	3%
Vega	8	2	3%
Other	8	5	3%
Antares	4	1	2%
Atlas V	5	2	2%
Rokot-KM	6	1	2%
Falcon 1	2	1	1%
M-5 (2)	2	2	1%



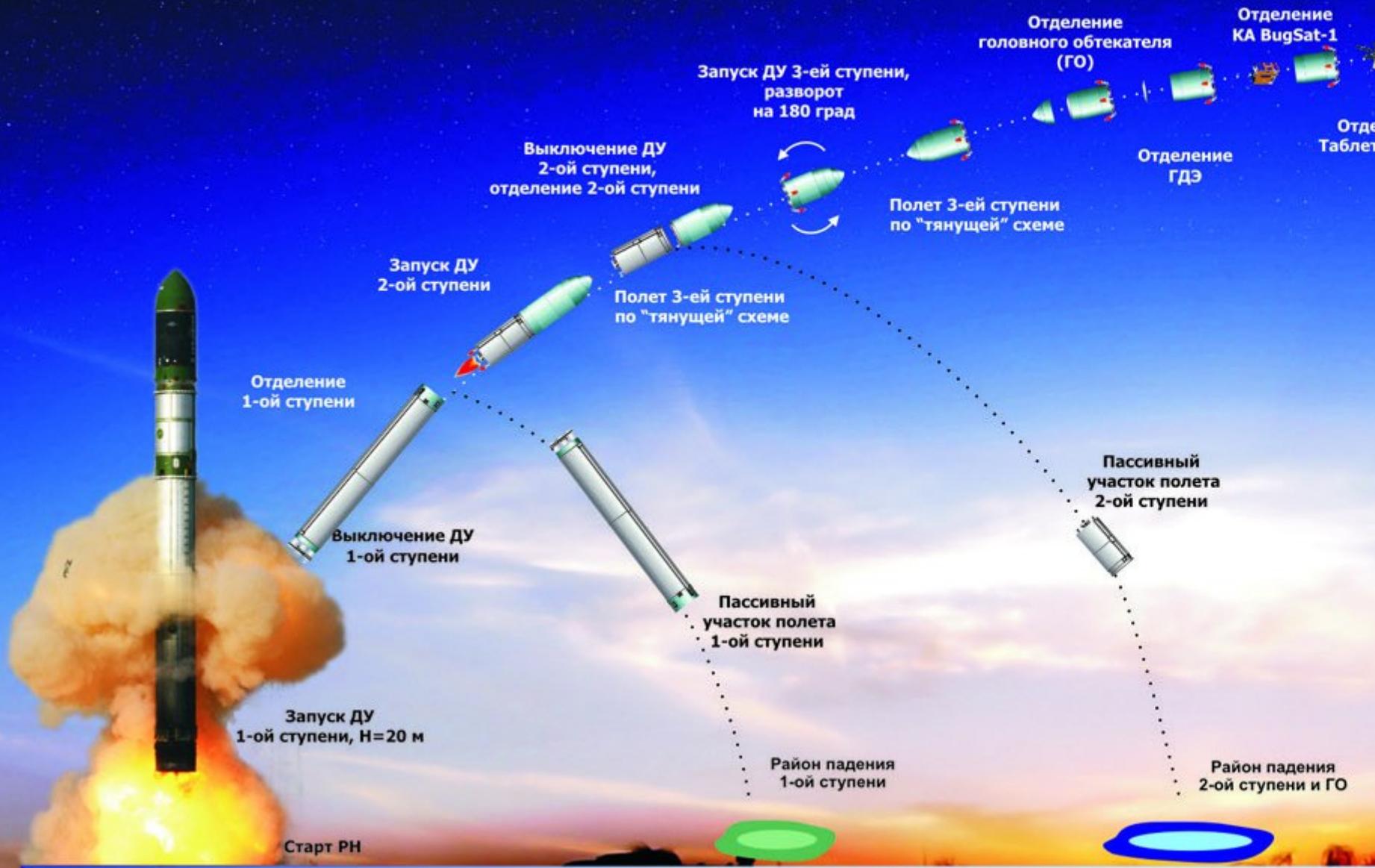
Источник: SpaceWorks, Nano/Microsatellite Market Assessment, 2014

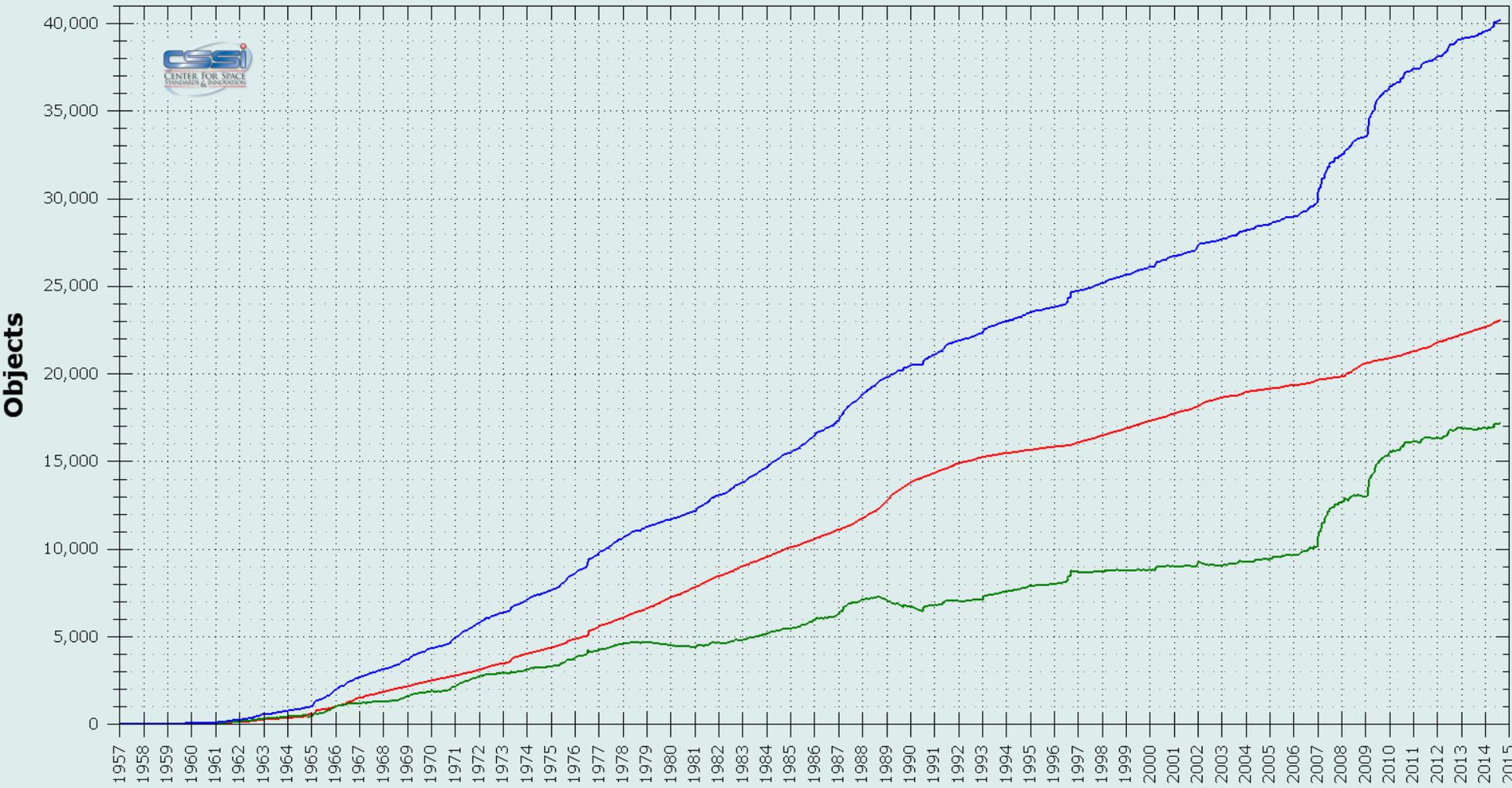


Компоновка платформы
РН «Днепр»
спутниками

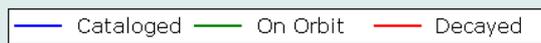


Схема выведения группы

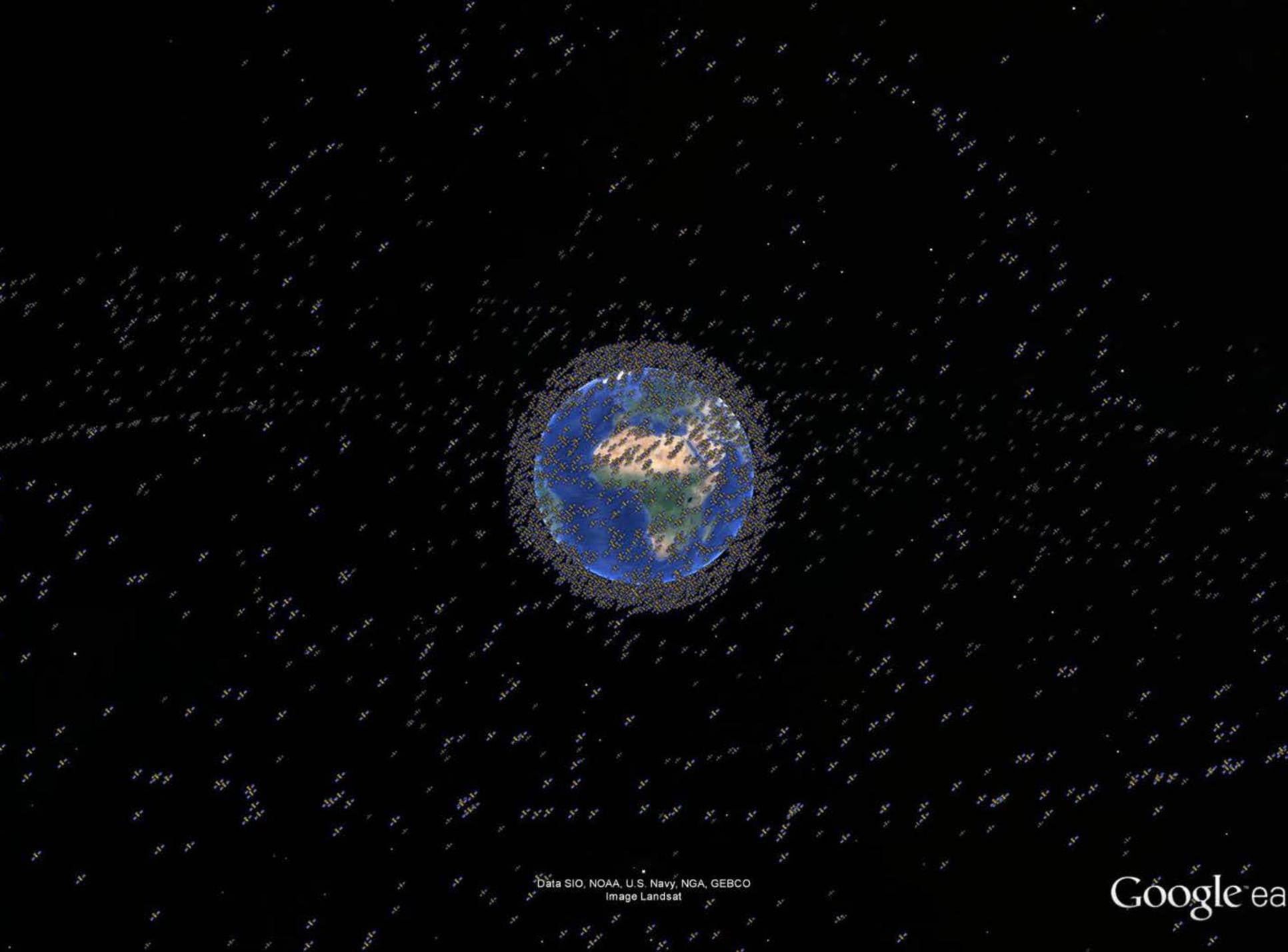




Date



Source: Celestrak, <http://celestrak.com/satcat/growth.png>
Date: 2014 Aug 27



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image Landsat

Google ea

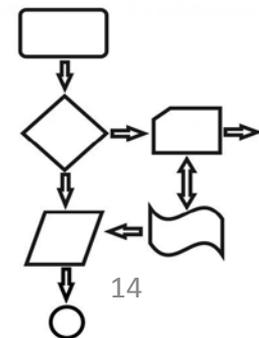
Регуляторная ситуация

- **11.2** О любом частотном присвоении передающей станции и связанным с нею приемным станциям, за исключением указанных в пп. **11.13** и **11.14**, должно быть заявлено Бюро...
- **11.14** Частотные присвоения судовым станциям и подвижным станциям других служб, станциям любительской службы, земным станциям любительской спутниковой службы и частотные присвоения радиовещательным станциям в ВЧ полосах между 5900 кГц и 26 100 кГц, распределенных радиовещательной службе, к которой применяется Статья **12**, не должны заявляться в соответствии с настоящей Статьей.
- Спутниковая радиолюбительская служба подлежит заявлению



Процедуры

- Предварительная публикация
- Нотификация
- Процедуры координации не применяются
 - Система на НГСО
 - Полосы частот любительской спутниковой или метеорологической службы
 - VHF, UHF, S-диапазон
- Процедура «доброй воли», подача замечаний на предварительную публикацию API/V
- Срок от представления API до публикации нотификации – минимум 2 года



Публикации

Предварительная публикация сетей на НГСО с 2008 года

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
НГСС (Люб.)	5	7	8	14	26	24
НГСС (ВСЕ)	36	38	41	51	62	55
НГСС (искл. люб.)	31	31	33	37	36	31

Публикации

Нотификация сетей на НГСО с 2008 года

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
НГСС (Люб.)	2	7	4	1	6	13
НГСС (ВСЕ)	15	37	23	38	41	39
НГСС (искл. Люб.)	13	30	19	37	35	26

Публикация и запуски в 2013 году



Проблемы разработчика

- Слабое знание процедур и положений регламента

5.282 В полосах 435–438 МГц, 1260–1270 МГц, 2400–2450 МГц, 3400–3410 МГц (только в Районах 2 и 3) и в полосе 5650–5670 МГц может работать любительская спутниковая служба, при условии что она не будет причинять вредных помех другим службам, работающим в соответствии с Таблицей (см. п 5.43). Администрации, разрешающие такое использование, должны обеспечить в соответствии с положениями п. 25.11 немедленное устранение любых вредных помех, вызываемых излучениями любой станции любительской спутниковой службы. Использование полос 1260–1270 МГц и 5650–5670 МГц любительской спутниковой службой ограничивается направлением Земля-космос.

- Нет опыта взаимодействия с МСЭ
- Нет взаимодействия с администрацией
 - Случаи непосредственного обращения разработчика в адрес МСЭ

Проблемы разработчика

- В случае радиолобительской службы, на стадии API точные частоты могут быть неизвестны
- Планируемые параметры орбиты могут быть отличны от реализованных
 - Зависят от носителя и первичной нагрузки
 - Нет системы поддержания и стабилизации аппарата на орбите



DELTA ARIANE TSYKLON ZENIT SS18/Dnepr COSMOS ATHENA SOYUZ ATLAS

Регуляторные проблемы

- Отсутствие возможности задание гибких параметров орбиты при заявлении
- К моменту публикации нотификации спутник может быть уже запущен и отслужить свой срок
- Мотивирование разработчиков по заявлению спутниковых сетей и земных станций



Нано- пикоспутники

- Предварительная повестка ВКР-18
- Резолюция 757 (ВКР-12)

– *решает предложить ВКР-18:*

рассмотреть вопрос о том, требуются ли изменения к регламентарным процедурам заявления спутниковых сетей, чтобы содействовать развертыванию и эксплуатации нано- и пикоспутников, и принять соответствующие меры

- *Предлагает поручить МСЭ-Р:*

изучить процедуры заявления космических сетей и рассмотреть возможные изменения, чтобы дать возможность развертывать и эксплуатировать нано- и пикоспутники, принимая во внимание короткий цикл разработки, короткий срок службы и уникальные орбитальные характеристики, Директор Бюро представит ВКР-15 отчет по результатам этих исследований.

Новые процедуры?

- Упрощение заявительного процесса
 - Учитывая ограниченный период действия
 - Необходимость подачи только API
- Меры по идентификации спутника как нано- пикоспутника
 - Масса как заявляемый параметр
- Только в отношении радиоловительской спутниковой службы



Спасибо

- Вопросы?

timur.kadyrov@itu.int