

Ереван, Армения (27.06-29.06.2016)

Регуляторно-технические вопросы использования негеостационарных систем

Timur Kadyrov

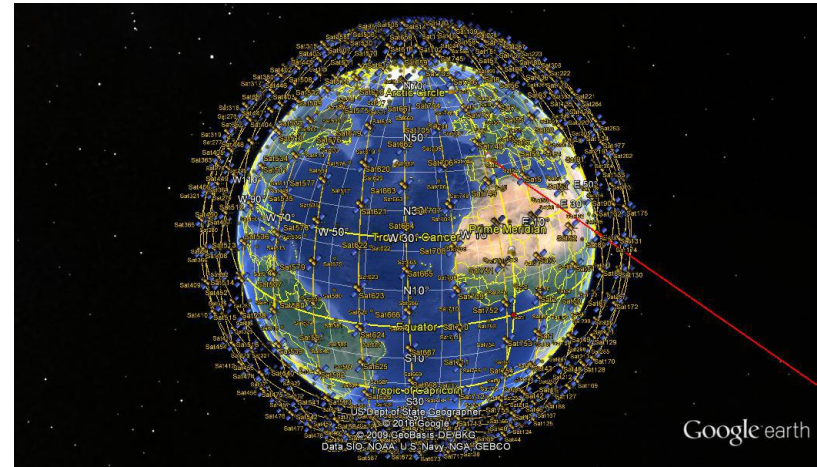
Radiocommunication Bureau, ITU



Committed to connecting the world

Новые системы НГСО

- Множество новых заявок в МСЭ
- Проблема совмещения между НГСО
- Облик системы может меняться в ходе проектирования – проблема определения допустимых изменений при представлении заявок в МСЭ
- Ожидается новый прорыв в исследованиях МСЭ-R сравнимый с 1997-2000 годами



Облик заявок на НГСО

- спутниковые системы с одним набором орбитальных характеристик и значением наклона
- спутниковые системы с различными наборами орбитальных характеристик и значениями наклона, с указанием, что различные наборы орбитальных плоскостей будут взаимоисключающими, т. е. спутники на этих наборах орбит не будут эксплуатироваться одновременно и только один из этих наборов орбитальных плоскостей и связанных с ними наклонов будет реализован и заявлен для регистрации в МСРЧ;
- спутниковые системы с различными наборами орбитальных характеристик и значениями наклона без четкого указания конфигурации спутниковой системы НГСО, которая будет в конечном счете заявлена и зарегистрирована в МСРЧ.

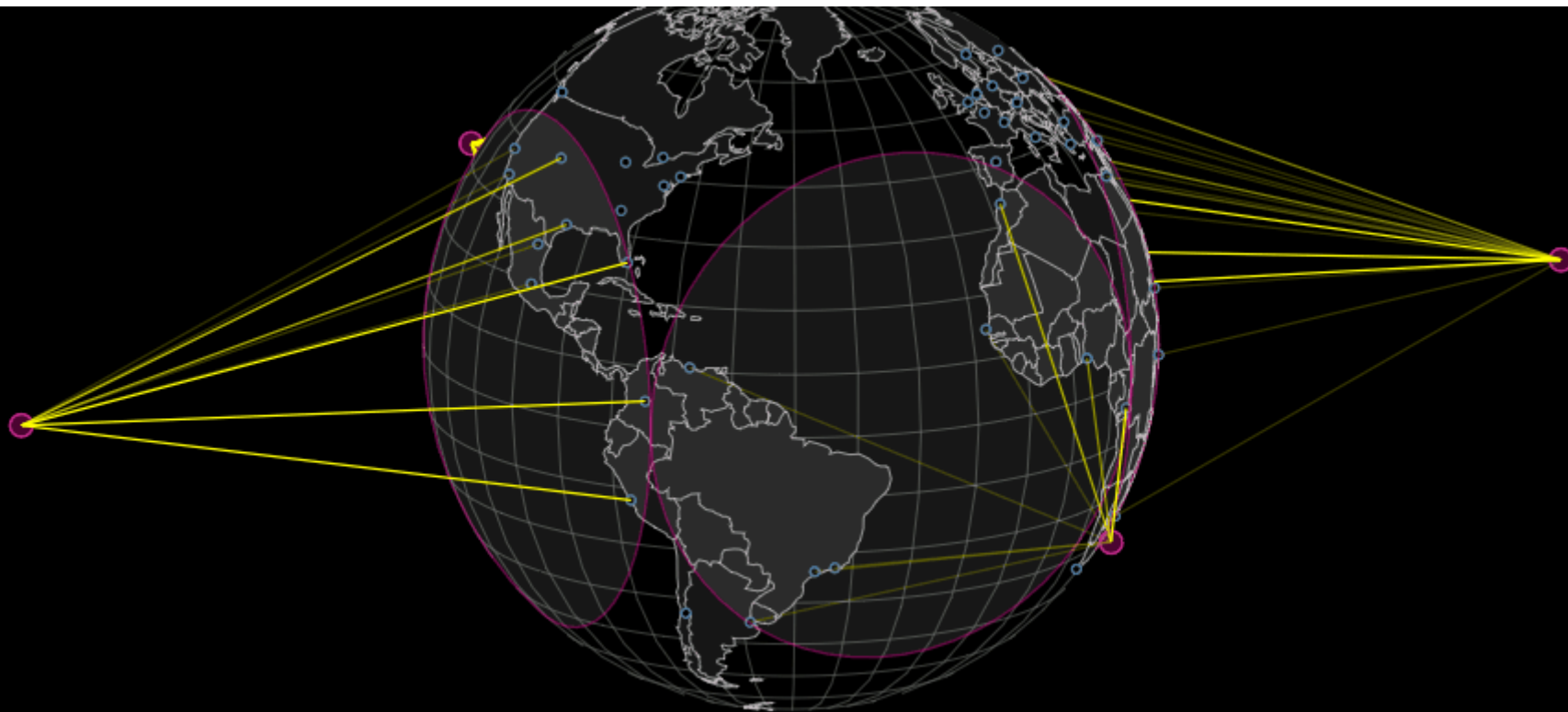
OneWeb

- 648 спутников, первые запуски 2018 год
- Высота орбиты 1200 км.
- Планируется использование малых спутников весом 120-200 кг
- Наклонение 87.9 градусов
- Первая реализованная система НГСС в Фиксированной спутниковой службе!

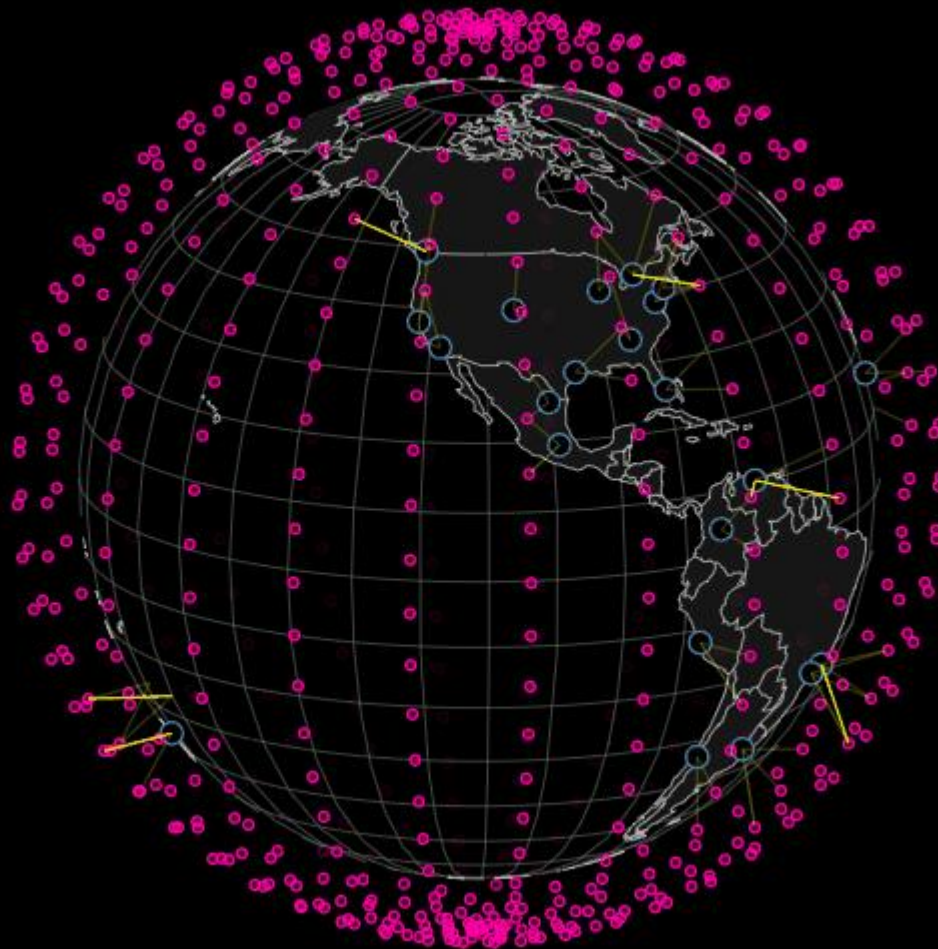
GSO Mitigation – Progressive Pitch



Сравнение ОЗВ и OneWeb



Сравнение ОЗВ и OneWeb



- 4000 спутников
- Высота орбиты 1100 км.
- Создание системы как средство массового построения спутников

Актуальные вопросы

- Определение возможности совмещения с существующими службами, переход от «условно благоприятного заключения»
- Степень возможной гибкости для запроса о координации спутниковой системы НГСО
- Координация между системами НГСО ФСС
- Ввод в действие частотных присвоений спутниковым системам НГСО

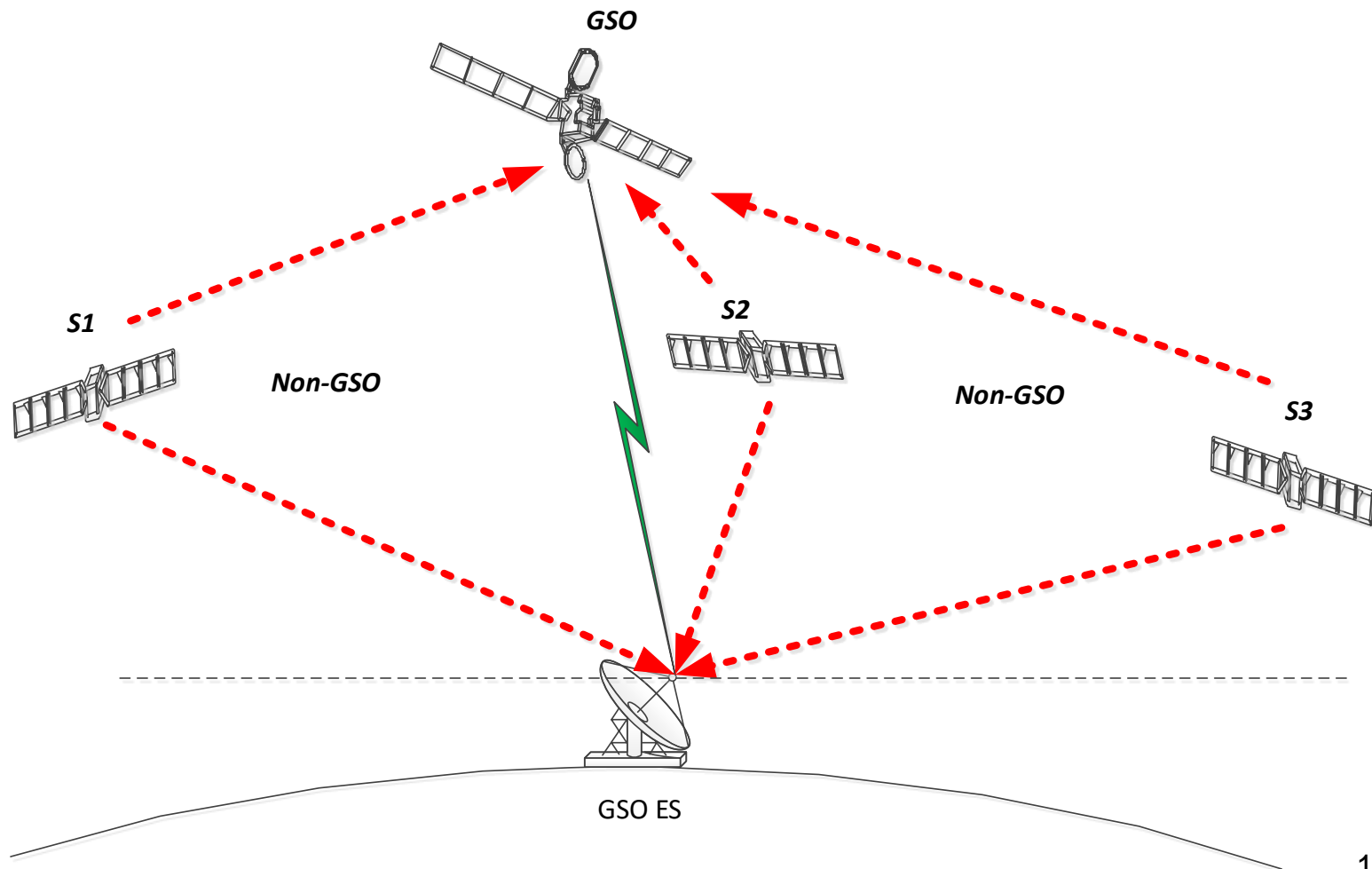
Распределения для систем на НГСО

Конференции	Распределения НГСС	Процедуры координации	Критерии и методологии оценки ЭМС
ВКР-92	ПСС (< 1 ГГц, 1-3 ГГц)	9.11А	п.22.2
	ССРО (ФЛ, 5 ГГц)	9.21	п.22.2, предел ППМ
ВКР-95	ПСС (< 1 ГГц, 1-3 ГГц)	9.11А	п.22.2
	ФЛ НГСС ПСС (5/7 ГГц, 11/14 ГГц, 15/19 ГГц)	9.11А	п.22.2 (за исключением диапазона 20/30 ГГц)
	ФСС (20/30 ГГц)		
ВКР-97	ФСС (11/14 ГГц, 20/30 ГГц)	9.12	Временные жесткие пределы ЭППМ п.22.2 (временно)
	ФСС (ФЛ ПСС, 5/7 ГГц, 20/30 ГГц)	9.11А	
	ФСС (ФЛ ПСС, 15)	9.11А	п.22.2, предел ППМ
ВКР-2000	РВСС (2.5 ГГц)		
	ФСС (11/14 ГГц, 20/30 ГГц)	9.12, п.22.2 не применяется	Жесткие пределы ЭППМ
	РНСС (1.1 ГГц, 1.2 ГГц, 5 ГГц)		Эксплуатационные пределы ЭППМ
ВКР-2003	ФСС (4/6 ГГц)	п.22.2 не применяется	Жесткие пределы ЭППМ
	РНСС (1.1 ГГц, 1.2 ГГц, 5 ГГц)	9.12, 9.12А, 9.13	

Процедуры Регламента радиосвязи по регулированию использования полос частот НГСО ФСС

Полосы частот ФСС		Пределы совмещения с ГСО не установлены	Процедуры координации	Применяются "жесткие пределы"
Земля-космос	космос-Земля			
	3400-4200 МГц			Ст. 22
5725-6725 МГц				Ст. 22
7250-7750 МГц		п. 22.2		
7900-8400 МГц		п. 22.2		
	10.7-12.95 ГГц		9.12	Ст.22
	11.2-11.45 ГГц		9.12	Ст.22
	11.7-12.75 ГГц		9.12	Ст.22
12.75-13.25 ГГц			9.12	Ст.22
13.75-14.0 ГГц			9.12	Ст.22
	17.8-18.6 ГГц		9.12	Ст.22
	18.6-18.8 ГГц	п. 22.2		
	18.8-19.3 ГГц		9.11А	
	19.3-19.7 ГГц	п. 22.2		
	19.7-20.2 ГГц		9.12	Ст.22
	20.2-21.2 ГГц	п. 22.2		
27.5-28.6 ГГц			9.12	Ст.22
28.6-29.1 ГГц			9.11А	
29.5-30.0 ГГц			9.12	Ст.22

Что такое ЭППМ



Эквивалентная плотность потока мощности



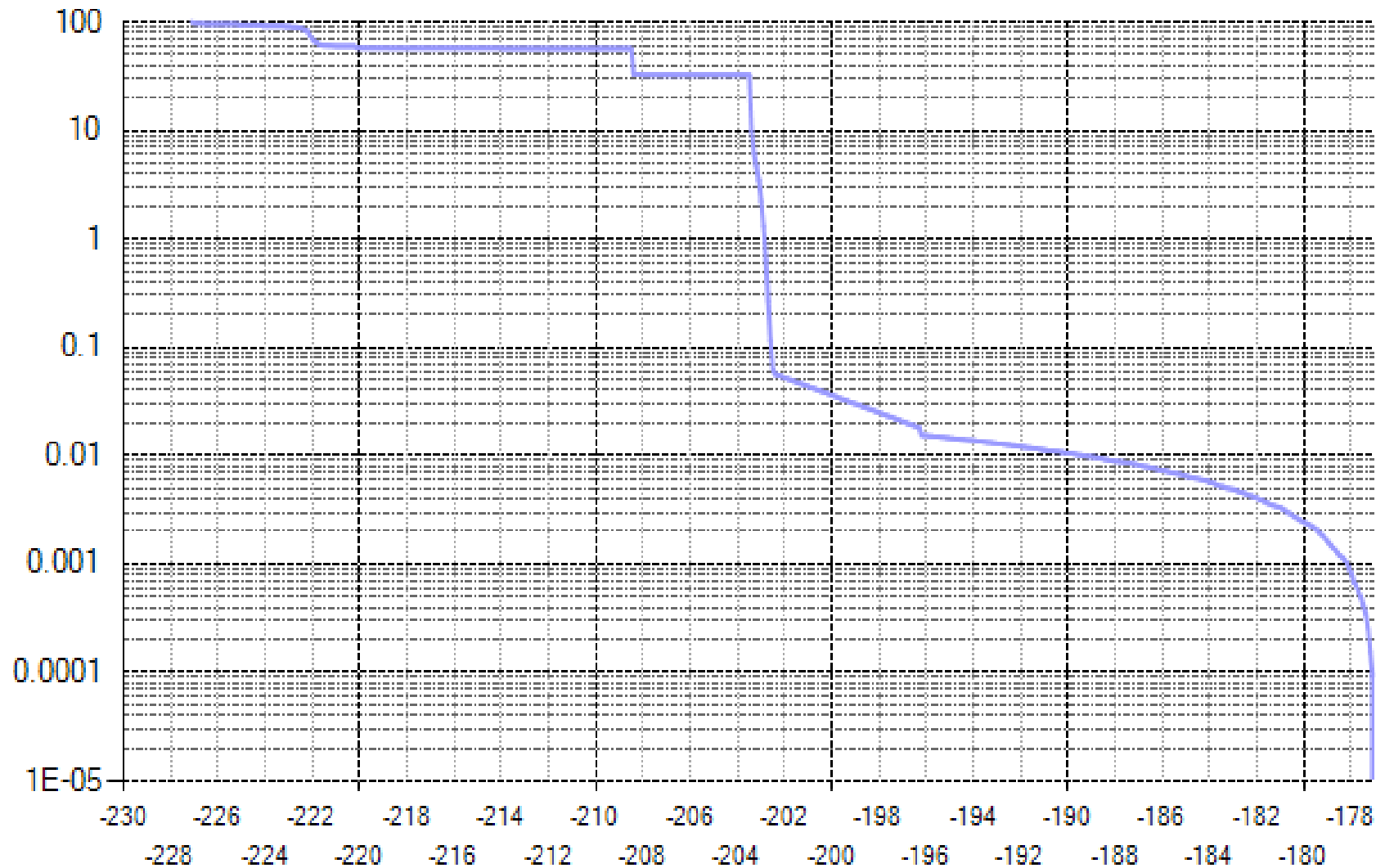
$$\text{ЭППМ} = 10 \cdot \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_t(\theta_i)}{4 \cdot \pi d_i^2} \cdot \frac{G_r(\phi_i)}{G_{r,\max}} \right]$$

Эквивалентная плотность потока мощности определяется как сумма плотностей потоков мощности, создаваемых на входе приемной станции ГСО всеми передающими станциями негеостационарной спутниковой системы, с учетом внеосевой избирательности эталонной приемной антенны.

Пример ограничения ЭППМ на линии вниз в Статье 22 для защиты ГСО ФСС от помех со стороны НГСО ФСС

<i>Полоса частот (ГГц)</i>	<i>ЭППМ↓ дБ(Вт/м²)</i>	<i>Процент времени, в течение которого уровень ЭППМ↓ не может превышать</i>	<i>Эталонная ширина полосы (кГц)</i>	<i>Диаметр эталонной антенны и эталонные ДНА</i>
<i>10,7-11,7 во всех Районах; 11,7-12,2 в Районе 2; 12,2-12,5 в Районе 3 и 12,5-12,75 в Районах 1 и 3</i>	<i>-175,4</i>	<i>0</i>	<i>40</i>	<i>60 см Рекомендация МСЭ-Р S.1428</i>
	<i>-174</i>	<i>90</i>		
	<i>-170,8</i>	<i>99</i>		
	<i>-165,3</i>	<i>99,73</i>		
	<i>-160,4</i>	<i>99,991</i>		
	<i>-160</i>	<i>99,997</i>		
	<i>-160</i>	<i>100</i>		
	<i>-181,9</i>	<i>0</i>		
<i>-178,4</i>	<i>99,5</i>			
<i>-173,4</i>	<i>99,74</i>			
<i>-173</i>	<i>99,857</i>			
<i>-164</i>	<i>99,954</i>			
<i>-161,6</i>	<i>99,984</i>			
<i>-161,4</i>	<i>99,991</i>			
<i>-160,8</i>	<i>99,997</i>			
<i>-160,5</i>	<i>99,997</i>			
<i>-160</i>	<i>99,9993</i>			
<i>-160</i>	<i>100</i>			

Оценка ЭПМ



Экзаменация по Статье 22

- Резолюция **85 (ВКР-03)** требует, чтобы Бюро проверяло частотные присвоения:
 - спутниковым системам НГСО ФСС на соответствие пределам э.п.п.м., содержащимся в Таблицах **22-1А, 22-1В, 22-1С, 22-1D, 22-1Е, 22-2** и **22-3** Статьи **22** РР;
 - на необходимость координации по п. **9.7А** и **9.7В** РР между системами НГСО ФСС и большими земными станциями ГСО ФСС
- Программное обеспечение для проверки э.п.п.м. в настоящее время находится в стадии разработки:
 - Бюро выдает условное благоприятное заключение в соответствии с п. **9.35** на основании обязательства заявляющей администрации соблюдать пределы э.п.п.м., определенные в Статье 22, в соответствии с п. 2 раздела *решает* Резолюции **85 (ВКР-03)**

Разработка программного обеспечения

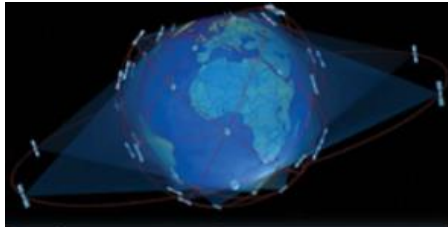
- Разработаны две реализации расчета ЭППМ компаниями Transfinite Ltd и Agenium в соответствии первоначальными контрактами в 2010 году и 2016 году на основе Рекомендации МСЭ-R S.1503.
- Циркулярное письмо CR/405 от 3 июня 2016 года информирует о готовности программного обеспечения разработанного в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R S.1503-2 для тестирования
- <http://www.itu.int/en/ITU-R/space/Pages/epfd.aspx>
- Охватывает следующие типы систем:

Тип	Форма орбиты	Экваториальная	Повторяющаяся	Местоположения ЗС	Процедура тестирования, основанная на
A	Круговая	Нет	Да	Типовое (по плотности)	Skybridge
B	Круговая	Нет	Нет	Типовое (по плотности)	Boeing
C	Круговая	Да	Нет данных	Типовое (по плотности)	O3b
D	Эллиптическая	Нет	Нет	Типовое (по плотности)	USCSID
E	Эллиптическая	Нет	Да	Типовое (по плотности)	-
F	Полярная с ограниченным покрытием	Нет	Да	Конкретное (точное местоположение)	CANPOL

Разработка программного обеспечения

- Также проводится оценка в отношении последних систем таких как STEAM, MCSAT LEO.

orbit					
orb_id	nbr_sat_pl	inclin_ang	apog	perig	
1	43	87.9	1200	1200	
2	43	87.9	1200	1200	
3	43	87.9	1200	1200	
4	43	87.9	1200	1200	
5	43	87.9	1200	1200	
6	43	87.9	1200	1200	
7	43	87.9	1200	1200	
8	43	87.9	1200	1200	
9	43	87.9	1200	1200	
10	43	87.9	1200	1200	
11	43	87.9	1200	1200	
12	43	87.9	1200	1200	
13	43	87.9	1200	1200	
14	43	87.9	1200	1200	
15	43	87.9	1200	1200	
16	43	87.9	1200	1200	



Equivalent Power Flux Density Limits Validation

Support Forum

English (United States) ▾

 Login  Register

Tuesday, June 28, 2016

EPFD Forum

EPFD Forum

Introduction

This forum provides support for Equivalent Power Flux Density Limits Validation Tool Package released in June2016 for testing, see also <http://www.itu.int/ITU-R/go/space-epfd/en>

It contains FAQs as well as exchanges and sharing of experience by users in the form of posted messages.

Authorization

If you want to post on this forum, you need to sign in or register a new user account.

You can sign-in using your TIES account. If you login for the first time using your TIES account you will have a read-only access to the forum. To post the messages please wait for the authorization email received in your TIES account email box.

If you don't have TIES account please register a new account to get access to this forum.

Still have a problem accessing forum? Please send a message to epfd-support@itu.int

results						
epfd_type	freq_used	dish_size	gain_pattern	reference_band width	number_timeste ps	pass
U	14000.02		ITU-R S.672, Ls - 20	0.04	41361476	True
D	17800.02	1	ITU-R S.1428	0.04	475779443	True
D	17800.02	2	ITU-R S.1428	0.04	1912094744	True
D	17800.02	5	ITU-R S.1428	0.04	11783686934	True
D	17800.5	1	ITU-R S.1428	1	475779443	True
D	17800.5	2	ITU-R S.1428	1	1912156716	True
D	17800.5	5	ITU-R S.1428	1	11784145241	True
D	19700.02	0.7	ITU-R S.1428	0.04	285479778	True
D	19700.02	0.9	ITU-R S.1428	0.04	471683683	True
D	19700.02	2.5	ITU-R S.1428	0.04	3641482137	True
D	19700.02	5	ITU-R S.1428	0.04	14757585502	True
D	19700.5	0.7	ITU-R S.1428	1	285503665	True
D	19700.5	0.9	ITU-R S.1428	1	471714380	True
D	19700.5	2.5	ITU-R S.1428	1	3641567449	True
D	19700.5	5	ITU-R S.1428	1	14757931243	True
I	17800.02		ITU-R S.672, Ls - 20	0.04	26763	True

Разработка программного обеспечения

- ВКР-15 рассмотрела вопрос разработки ПО и приняла решение (док. ВКР-15/416):
*В тех случаях, когда надлежащее моделирование определенных негеостационарных спутниковых систем ФСС с помощью программного обеспечения будет невозможно, будет по-прежнему применяться **Резолюция 85** (ВКР-03) – до тех пор, пока МСЭ-R не согласует обновление Рекомендации МСЭ-R S.1503, предусматривающее усовершенствованный порядок моделирования этих систем НГСО, и пока не будет внедрено программное обеспечение для проверки э.п.п.м. Это не исключает возможности проведения Бюро проверки тех систем НГСО ФСС, которые могут быть смоделированы при помощи существующей версии этого программного обеспечения.*
- РГ4А может продолжить работу по обновлению Рекомендации S. 1503

Степень возможной гибкости для запроса о координации спутниковый системы НГСО

- Вопрос был поднят в Отчете Директора (раздел 3.2.2.4.1, док. Пересм. 1 ВКР15/4 (Доп. 2).
- *ограничить степень возможной гибкости для запроса о координации спутниковый системы НГСО следующими системами:*
 - i) спутниковые системы с одним (или несколькими) набором(ами) орбитальных характеристик и значением(ями) наклона со всеми частотными присвоениями, которые будут работать одновременно; и*
 - ii) спутниковые системы с несколькими наборами орбитальных характеристик и значениями наклона, но с четким указанием, что различные поднаборы орбитальных характеристик будут взаимоисключающими; другими словами, частотные присвоения спутниковой системе будут использоваться с одним поднабором орбитальных параметров, который должен определяться не позднее, чем на этапе заявления и регистрации спутниковой системы.*
- **Решение ВКР-15 (Док. ВКР-15/505(416))**
 - *ВКР-15 поддержала это предложение Директора и рекомендовала РРК разработать соответствующее правило процедуры.*

Координация между системами НГСО ФСС

- Вопрос был поднят в Отчете Директора (раздел 3.2.2.4.3, док. Пересм. 1 ВКР15/4 (Доп. 2).
- *рассмотреть вопрос о новом процессе координации, который будет включать проведение регулярных многосторонних собраний с участием соответствующих сторон с учетом этапов разработки той или иной группировки, которые аналогичны консультационным собраниям*
- **Решение ВКР-15 (Док. ВКР-15/505)**
 - *ВКР 15 признала, что заявляющие администрации могут прийти к взаимному соглашению относительно организации многосторонних собраний по координации для систем НГСО ФСС и могут пожелать обратиться за помощью к Бюро в рамках существующих процедур.*
 - *МСЭ R может проводить дальнейшие исследования по вопросу о координации систем НГСО ФСС в полосах, подпадающих под действие раздела II Статьи 9 РР, и в рамках пункта 7 повестки дня ВКР 19 могут быть представлены любые изменения к процедурам, если таковые потребуются*

Ввод в действие частотных присвоений спутниковым системам НГСО

- Вопрос был поднят в Отчете Директора (раздел 3.2.2.4.4, док. Пересм. 1 ВКР15/4 (Доп. 2).
- *Согласно практике Бюро, достаточно одного спутника*
- *Возможный подход к вводу в действие спутниковой сети НГСО может состоять, в поэтапном подходе, с учетом этапов, основанных на развертывании либо одного спутника, либо того или иного процента от общего количества спутников в конце семилетнего срока*
- **Решение ВКР-15 (Док. ВКР-15/504 (354))**
 - *ВКР-15 не смогла прийти к выводу по вопросу, поднятому БР, однако она **признала отсутствие** конкретных положений в Регламенте радиосвязи.*
 - *ВКР-15 предлагает МСЭ-Р изучить в рамках постоянного пункта 7 повестки дня ВКР возможность разработки регламентарных положений, требующих дополнительных целевых ориентиров, помимо тех, которые предусмотрены в рамках пп. 11.25 и 11.44 РР. В этом исследовании могли бы быть также рассмотрены последствия применения таких целевых ориентиров для систем НГСО ФСС/ПСС, введенных в действие после ВКР-15.*

Вопросы НГСО ФСС в повестке ВКР-19

Пункт 1.6 новое распределения НГСО ФСС

- 37,5–39,5 ГГц (космос-Земля)
- 39,5–42,5 ГГц (космос-Земля)
- 47,2–50,2 ГГц (Земля-космос)
- 50,4–51,4 ГГц (Земля-космос)

Пункт 9.1.9 новое распределения НГСО ФСС

- 51,4–52,4 ГГц (Земля-космос)



Пункт 9.1.3 повестки ВКР-19

- Полосы частот С-диапазона традиционно использовались высокоэллиптическими системами НГСО ФСС
- Условия по защите существующих служб могут отличаться для систем использующих круговые орбиты
- Предлагается исследовать возможный пересмотр существующих условий использования НГСО ФСС
 - **Статья 21** для полосы частот 3700-4200 МГц (к-3)
 - **Статья 22** для полос частот 3700-4200 МГц (к-3) и 5925-6425 МГц (3-к)
- Разработку условий использования НГСО ФСС в полосах частот 4500-4800 МГц (к-3) и 6725-7025 МГц (3-к)
 - **Статья 22**
 - Другие положения по защите наземных служб
 - защита фидерных линий ПСС в полосе частот 6700-7025 МГц