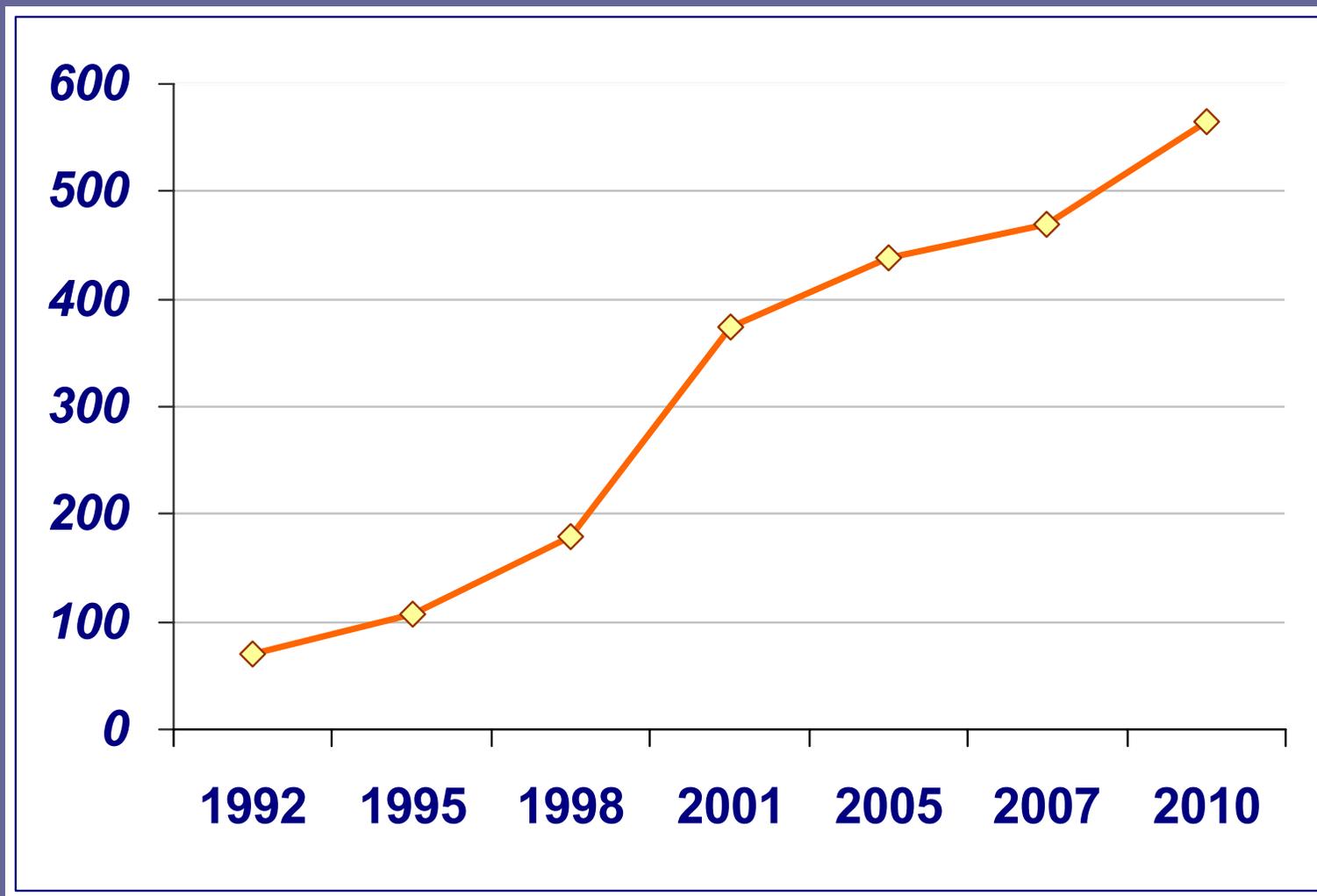


Сценарии совмещения негеостационарных спутниковых и наземных систем связи, расчет помех и выполнение норм ЭМС

Заместитель генерального
директора НПФ «ГЕЙЗЕР»
Желтоногов И.В.



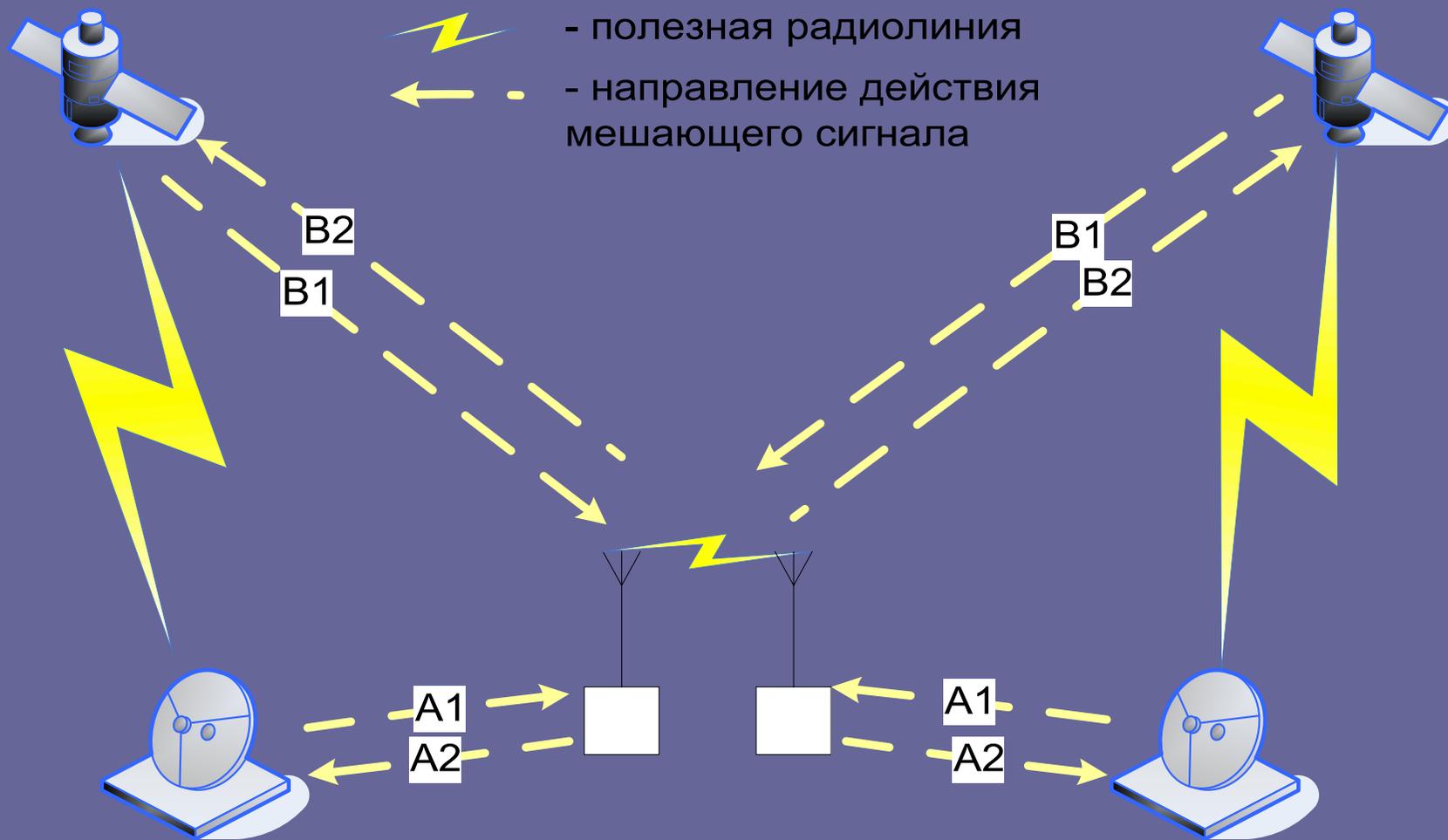
Тенденции развития НГСС





Сценарии совмещения НГСС со станциями наземных радиослужб

3



1. **Сценарий A1** – помехи от ЗС НГСС на НС

2. **Сценарий A2** – помехи НС на ЗС НГСС

3. **Сценарий B1** – помехи от КС НГСС на НС

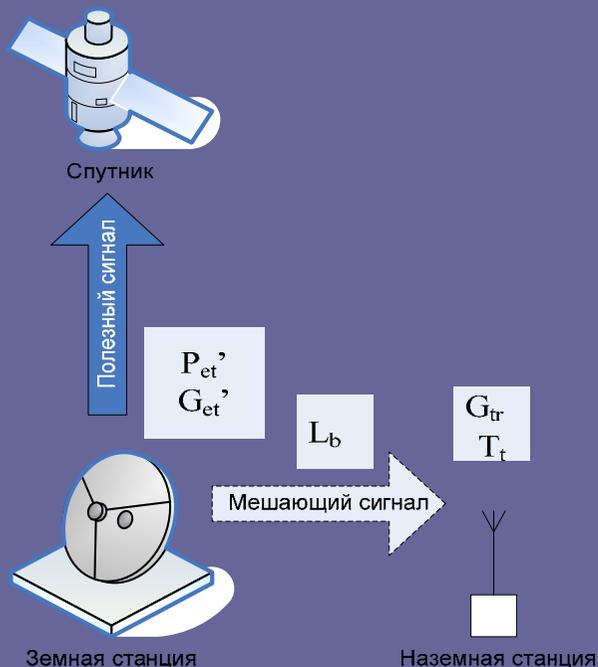
4. **Сценарий B2** – помехи НС на КС НГСС



Помехи от ЗС НГСС на НС (Сценарий А1)

4

Положения РР по координации для Сценария А1



Сценарий А1

$$I = P_{et}' + G_{et}' - L_b(t) + G_{tr}', \text{ дБ}$$

9.15 для специальной или типовой ЗС НГСС при ссылке на данное положение или п.9.11А в отношении наземных станций в ПЧ распределенных на равных правах космическим и наземным службам и если КЗ такой ЗС включает территорию другой страны (применяется для НГСС в ПСС, ФСС, ФСС (ФЛ ПСС))

9.17 для любой специальной ЗС или типовой ПЗС в ПЧ выше 100 МГц, распределенных на равных правах космическим и наземным службам в отношении НС, где КЗ ЗС включает территорию другой страны, за исключением координации по п.9.15 (применяется в большинстве случаев)

9.21 для любой станции службы, для которой требование о достижении соглашения с другими АС включено в примечание к ТРЧ согласно данному положению (применяется в особых случаях)



Помехи от НС на ЗС НГСС (Сценарий А2)

5

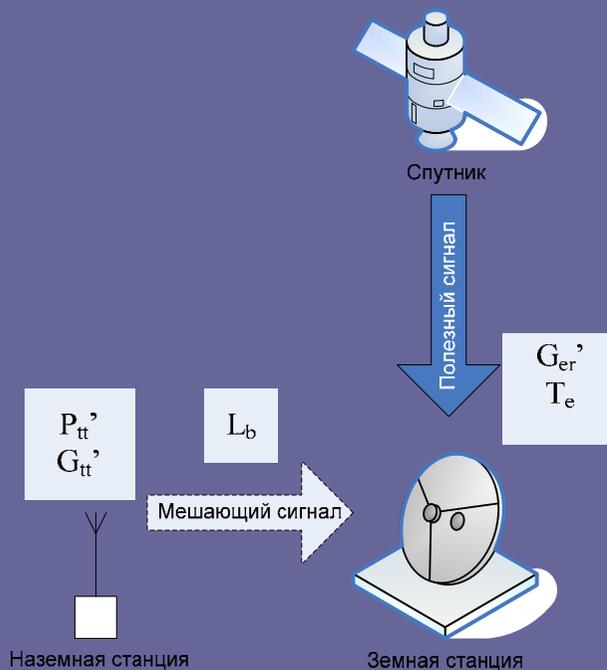
Положения РР по координации для Сценария А2

9.16 для передающей НС, необходимость координации для которой включена в ТРЧ, со ссылкой на данное положение или на п.9.11А, и которая расположена в пределах КЗ ЗС НГСС (применяется в ПЧ НГСС в ПСС, ФСС, ФСС (ФЛ ПСС))

9.18 для любой передающей НС в полосах частот, выше 100 МГц, распределенных на равных правах космическим и наземным службам, в пределах КЗ ЗС относительно данной ЗС, за исключением координации по п.п. 9.16 и 9.19 (применяется в большинстве случаев)

9.19 для любой передающей НС ... в полосе частот используемой на равной первичной основе совместно с РвСС, относительно типовых ЗС, попадающих в зону обслуживания КС РвСС

9.21 для любой станции службы, для которой требование о достижении соглашения с другими АС включено в примечание ТРЧ согласно данному положению (применяется в особых случаях)



Сценарий А2

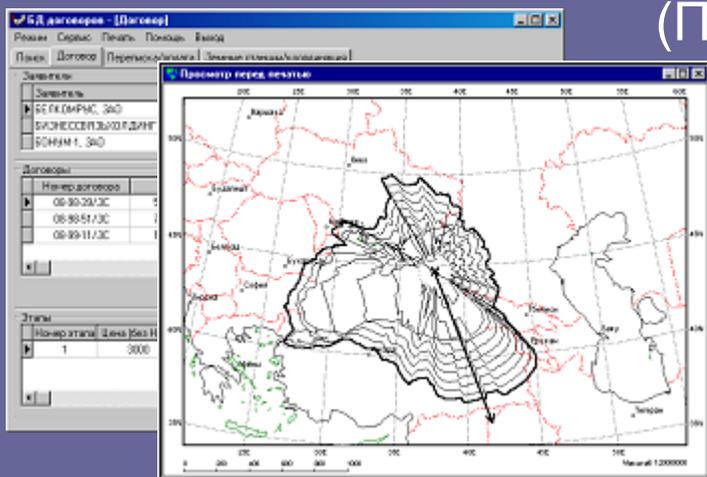
$$I = P_{tt}' + G_{tt}' - L_b(t) + G_{er}', \text{ дБ}$$



Методы оценки помехи между ЗС НГСС и НС

(Сценарии А1 и А2)

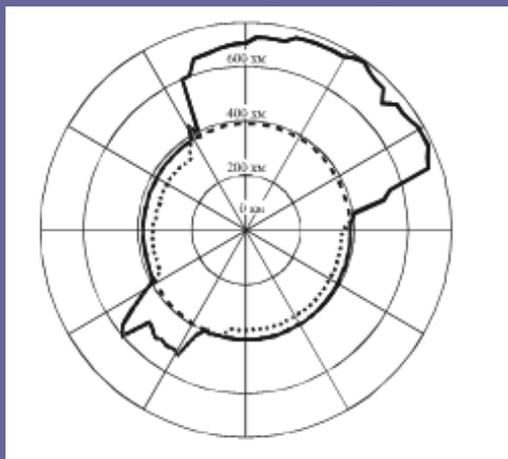
Метод оценки помех: Методы определения координационной зоны вокруг ЗС (Приложение 7 РР)



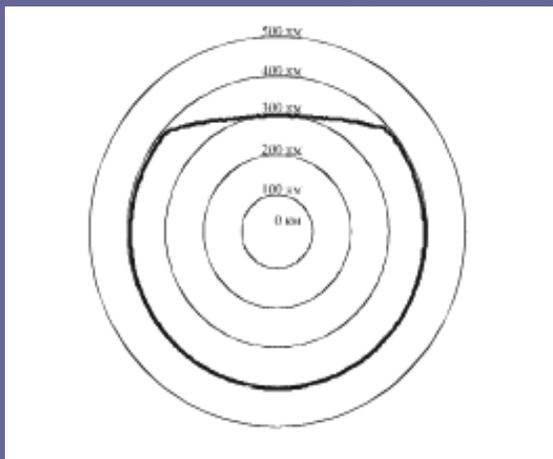
Основные особенности:

- контур всегда строится вокруг ЗС или ЗО ЗС
- изменение усиления антенны ЗС в направлении горизонта

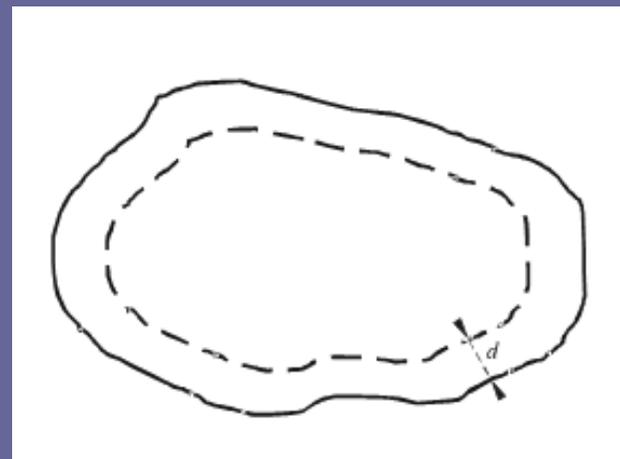
Примеры координационных контуров (КК) ЗС НГСС относительно НС



КК для ЗС НГСС с неследящей направленной антенной



КК для ЗС НГСС со следящей антенной

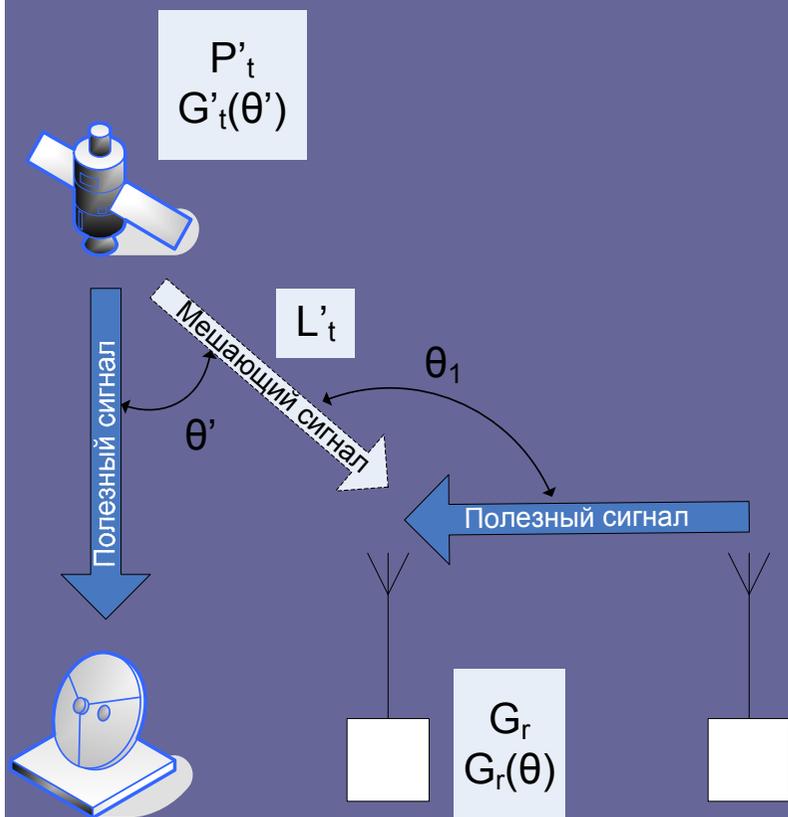


КК для типовой ЗС НГСС, работающей в ЗО (РвСС, ПСС и д.р.)



Помехи от КС НГСС на НС (Сценарий В1)

7



Сценарий В1

Положения РР по координации для Сценария В1

9.11 для КС РвСС в любой полосе, используемой совместно и на равной первичной основе с НС, и в тех случаях, когда РвСС не определяется планом, относительно наземных служб

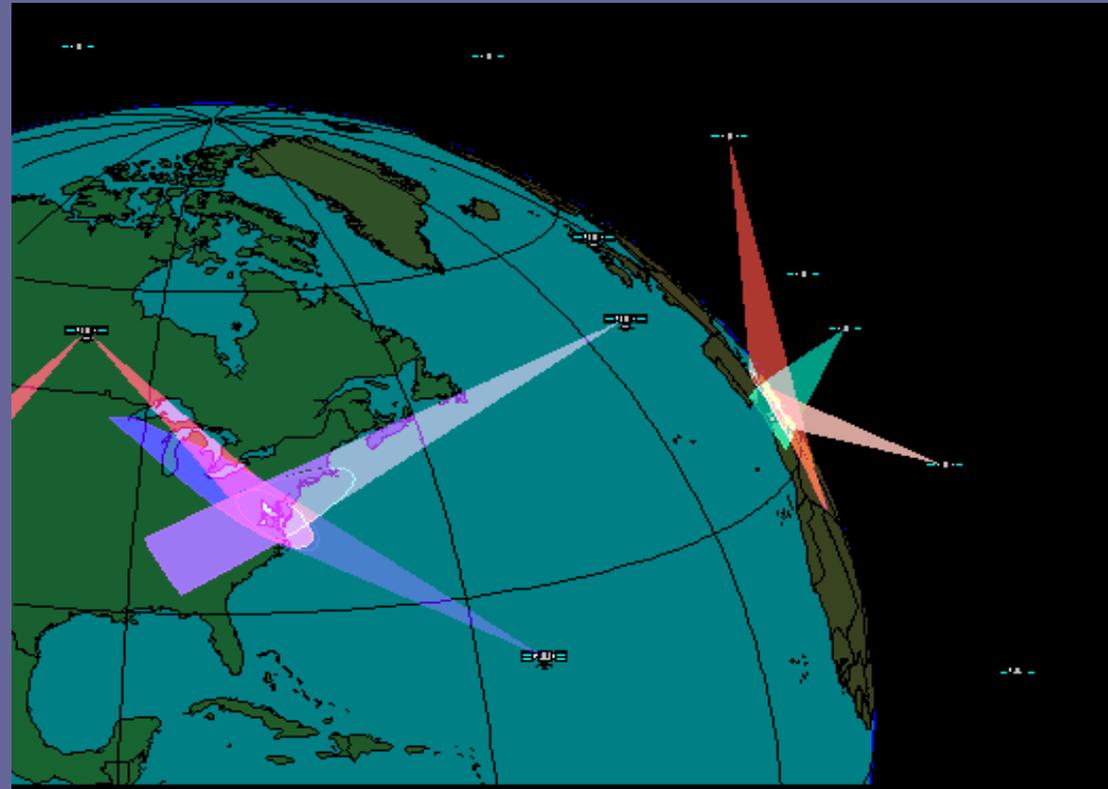
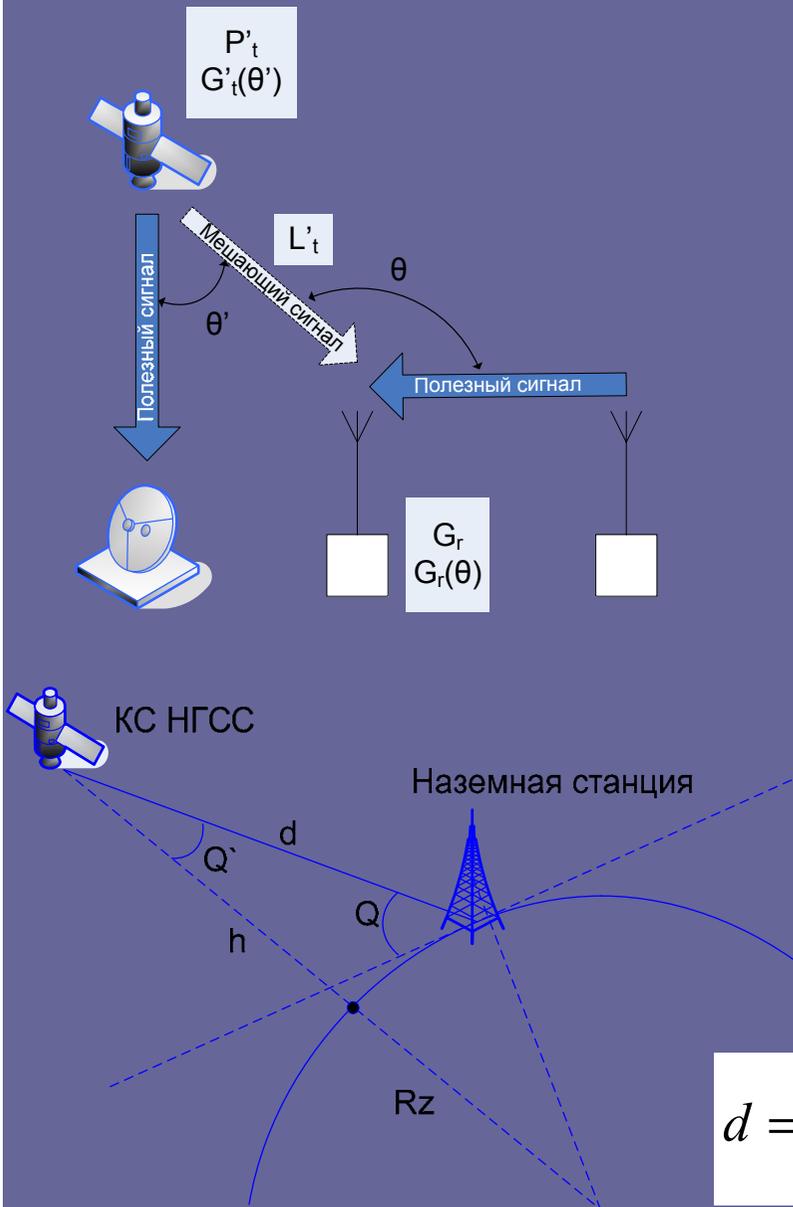
9.14 для передающей КС спутниковой сети, необходимость координации для которой указана в примечании к ТРЧ, со ссылкой на данное положение или на п. 9.11.А, в отношении НС в случае, когда превышает пороговая величина

9.21 для любой станции службы, для которой требование о достижении соглашения с другими АС включено в примечание к ТРЧ согласно данному положению (применяется в особых случаях)

$$I = P_{et}' + G_{et}' - L_b(t) + G_{tr}', \text{ дБ}$$



Метод оценки помехи от КС НГСС на НС (Сценарий В1)



$$pfd = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{P'_t \cdot G'_t(\theta')}{4 \cdot \pi d^2} \right], \text{дБ}(Вт / м^2) / В$$

$$d = \frac{(h + R_z) \cdot \cos(\theta + \theta')}{\cos(\theta)}, \text{км}$$

$$\theta' = \arcsin \frac{R_z \cdot \cos(\theta)}{h + R_z}, \text{град}$$



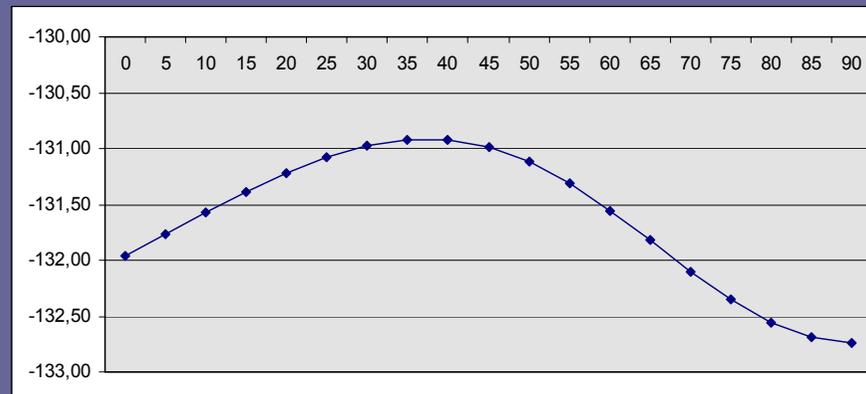
Пример одиночных пределов pfd для КС НГСС (Статья 21 РР)

Полоса частот	Служба	Предел pfd, при угле прихода (δ) над горизонтальной плоскостью, дБ(Вт/м ²) в 1 МГц		
		0°-5°	5°-25°	25°-90°
3 400-4 200 МГц	ФСС (НГСО)	$-138 - Y^{a, b}$	$-138 - Y + (12 + Y)(\delta - 5)/20^{a, b}$	-126^b
10,7-11,7 ГГц	ФСС (НГСО) ^d	-126	$-126 + 0,5(\delta - 5)$	-116

а) п. 21.16.15 РР Величина Y определяется как $Y = 0$ при $\max(Nn, Ns) \leq 2$; $Y = 5 \log(\max(Nn, Ns))$ при $\max(Nn, Ns) > 2$, где Nn и Ns – это максимальное количество космических станций в системе ФСС, осуществляющих одновременные передачи на одной и той же частоте в Северном полушарии и в Южном полушарии соответственно...

б) п. 21.16.16 РР Применимость этих пределов может потребовать пересмотра какой-либо будущей компетентной конференцией, если количество введенных в действие негеостационарных систем, работающих на одних и тех же частотах одновременно в одном и том же полушарии, станет больше пяти (ВКР-03).

Q, deg.	d, km	Q', deg.	L(Q), dB	Gs(Q'), dB	PFD, dBW/m/MHz
0	24661	14,49	158,83	10,00	-131,96
10	23580	14,26	158,44	10,00	-131,57
20	22578	13,59	158,07	9,97	-131,22
90	19100	0,00	156,61	7,00	-132,74





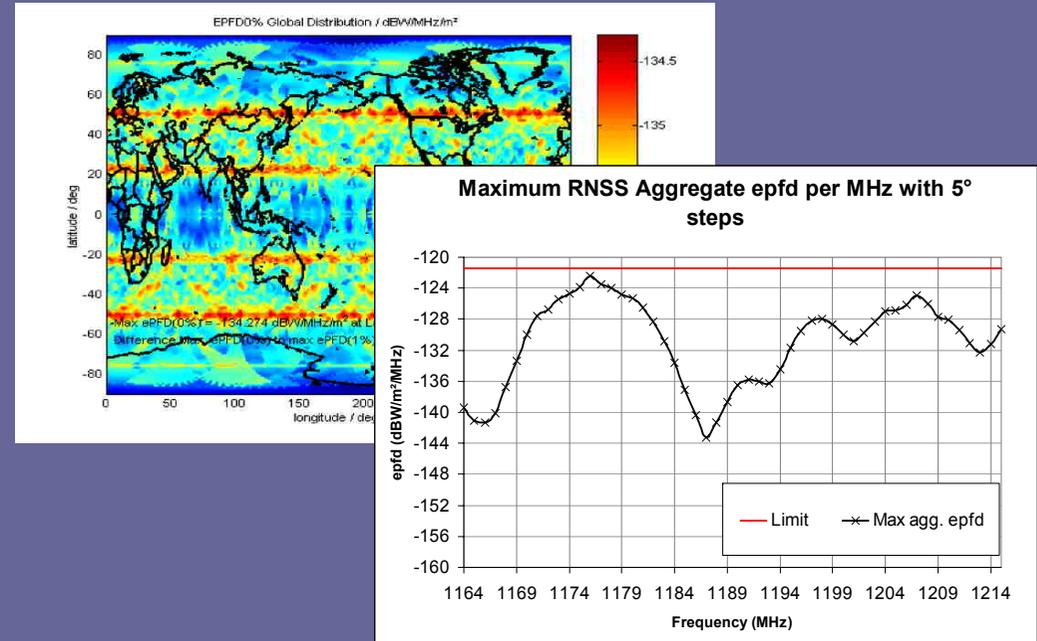
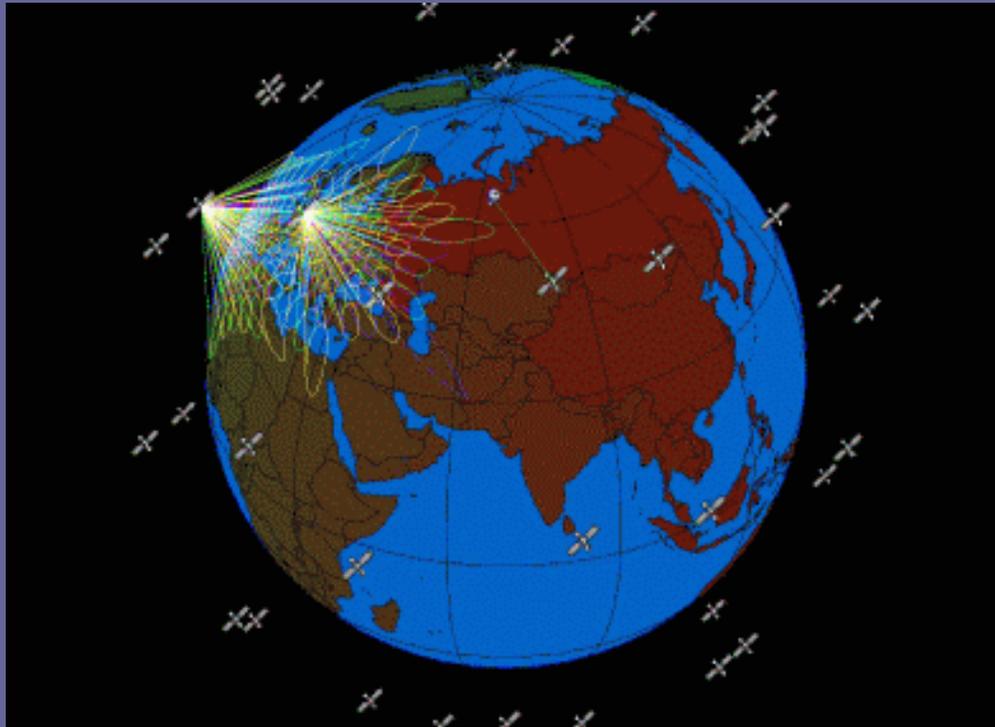
Примеры критериев защиты НС от КС НГСС (Рекомендации МСЭ-R)

10

Службы, полосы частот	Критерий ЭМС	Источник
НГСО ПСС→ФС, 1-3 ГГц	Для аналоговых систем ФС значения pf_d от спутника НГСО системы ПСС не должны превышать уровней, определенных в Рек. М.1141-2 для различных углов места. Для цифровых систем ФС частичное ухудшение показателя качества FDP для эталонной полосы 1 МГц при действии помех от спутника НГСО системы ПСС не должно превышать 25%. Расчет FDP содержится в Рекомендации МС-R F.1108.	Рек. М.1141-2
НГСО любой службы →ФС	Отношение помехи к шуму на входе приемника ФС не должно быть выше чем -6 дБ или -10 дБ в зависимости от типа системы в течение не более чем 20% времени	Рек. F.758-4
НГСО ФСС → ФС, 10,7-12,75 ГГц	Для краткосрочной помехи отношение помехи к шуму не должно превышать +20 дБ; Для долгосрочной помехи FDP не должно превышать 10%. Расчет FDP содержится в Рекомендации МС-R F.1108.	Рек F.1494
НГСО ФСС → ФС, 17,7-19,3 ГГц	Отношение помехи к шуму на входе приемника ФС не должно быть выше чем : -10 дБ в течение не более чем 20% времени; +14 дБ в течение не более чем 0,01% времени; +18 дБ в течение не более чем 0,0003% времени.	Рек. F.1495
и др.		

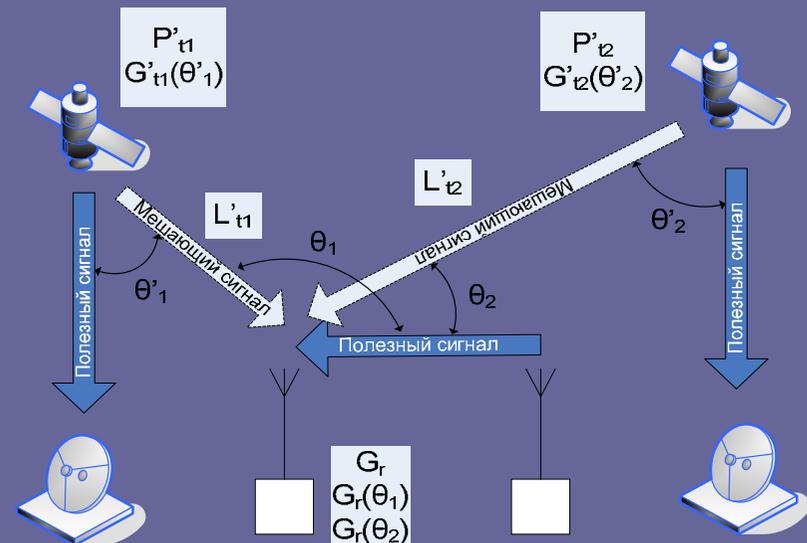


Метод оценки помехи от КС НГСС на НС (Сценарий В1)



Пример 1: 5.443В полос 5030-5150 МГц
 предел рfd от всех КА НГСС РНСС:
 -124.5 дБВт/м2 в 150 кГц

Пример 2: Рез.609: 1164-1215 МГц epfd от
 всех сетей РНСС: -121.5 дБВт/м2 в 1 МГц

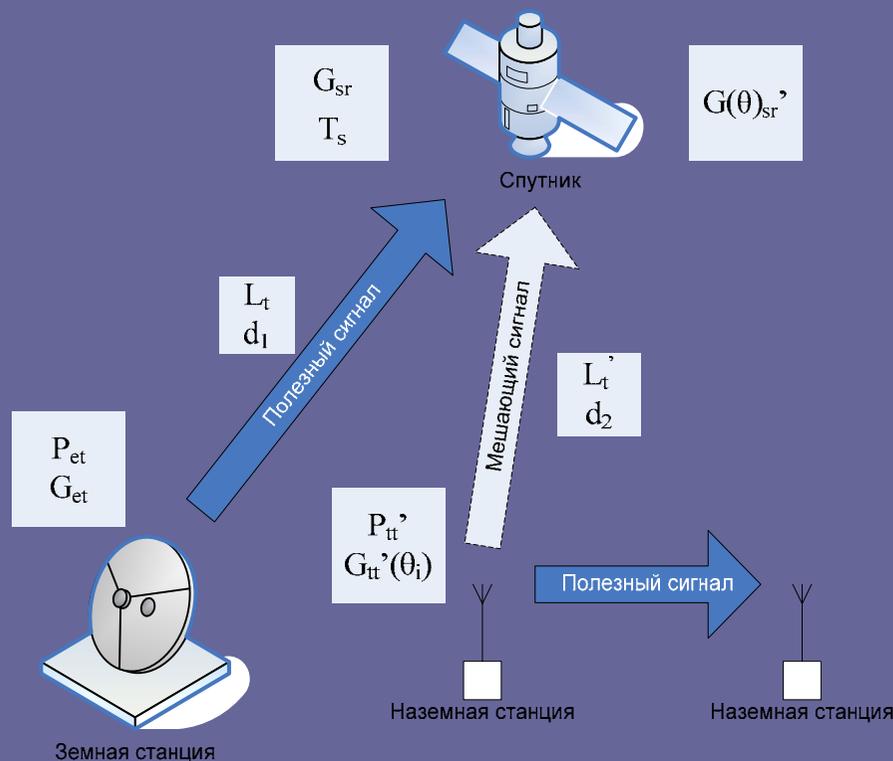


$$epfd = 10 \cdot \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{N_a} \frac{P_{ti} \cdot G_{ti}(\theta_i)}{4\pi d_i^2} \cdot \frac{G_r(\theta_i)}{G_r} \right], \text{ дБ}(Вт/м^2)/В$$



Помехи от НС на КС НГСС (Сценарий В2)

12



Сценарий В2

Положения РР по координации для Сценария В2

9.21 для любой станции службы, для которой требование о достижении соглашения с другими АС включено в примечание к ТРЧ согласно данному положению

Ограничения излучений НС (Статья 21 РР и др. положения РР):

21.3 Максимальная э.и.и.м. станции ФС или ПС не должна превышать +55 дБВт.

21.5 Мощность, подводимая передатчиком к антенне станции ФС или ПС, не должна превышать +13 дБВт в полосах между 1 и 10 ГГц или +10 дБВт в полосах выше 10 ГГц, за исключением указанного в п. 21.5А.

21.5А для защиты ССИЗ(пассивная) и СКИ (пассивная) в полосе 18,6-18,8 ГГц: мощность каждой ВЧ несущей на входе каждой антенны станции ФС в полосе 18,6-18,8 ГГц не должна превышать -3 дБВт и др.

$$I_{up} = P_{tt'} + G_{tt'}(\theta_i) - L_t' + G(\theta)_{sr'}, \text{ дБ}$$



Дополнительные условия совмещения НС и станций НГСС

13

Пример дополнительных условий совмещения НС и космических служб (включая НГСС)

рекомендуемые пределы нежелательных излучений в полосах:

1 350–1 400 МГц	ФС, ПС, РЛС
1 427–1 429 МГц	СКЭ (Земля-космос), ПС (за искл. ВПС) ФС
1 429–1 452 МГц	ПС, ФС
30,0–31,0 ГГц	ФСС (Земля-космос)

обязательные пределы нежелательных излучений в полосах :

22,55–23,55 ГГц	Межспутниковая служба
31–31,3 ГГц	ФС (за исключением НАPS)
49,7–50,2 и 50,4–50,9 ГГц	ФСС (Земля-космос)
51,4–52,6 ГГц	ФС

консультационные пределы нежелательных излучений в полосах :

137–138, 387–390 и 400,15–401 МГц	ПСС (космос-Земля)
620–790 МГц и 21,4-22 ГГц	РВСС
1 525–1 559 МГц	ПСС (космос-Земля) (только НГСО системы)
1 559–1 610 ГГц	РНСС (космос-Земля) (кроме ГЛОНАСС)



Вопросы?

Спасибо за внимание !

ООО «Научно-производственная фирма «Гейзер»

Россия, 105118, Москва, ул. Вольная, д. 13

Тел.:(495) 784-63-30,

факс:(495) 784-63-29

e-mail: npf@geyser.ru