



Федеральное государственное унитарное предприятие
Научно-исследовательский институт радио (НИИР)

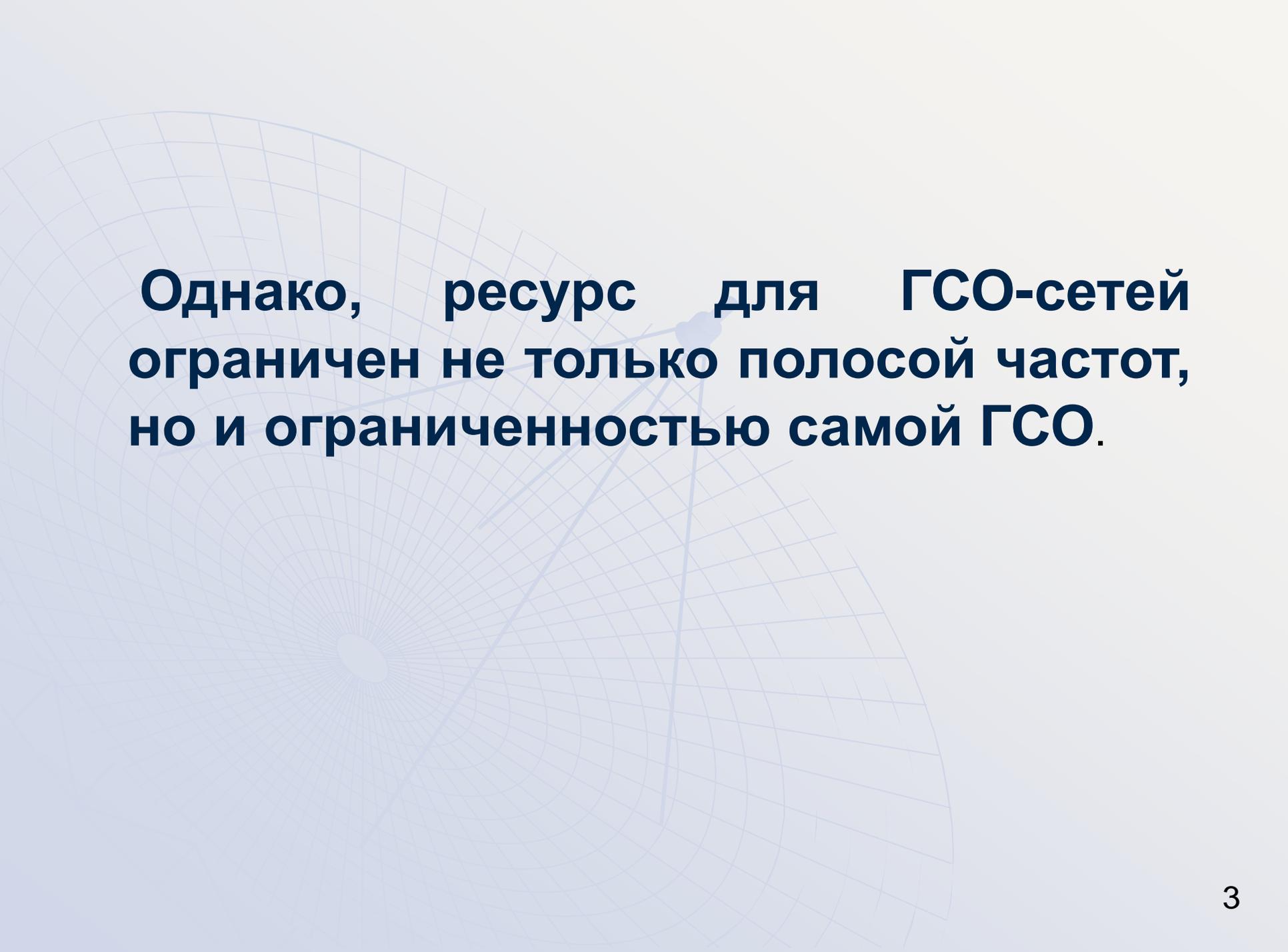
ОЦЕНКА ОРБИТАЛЬНО – ЧАСТОТНОГО РЕСУРСА, ЗАНИМАЕМОГО СЕТЯМИ ФСС Ка ДИАПАЗОНА

Главный научный сотрудник ФГУП НИИР
Кантор Лев Яковлевич

3-5 сентября 2012 г.
г. Алматы, Республика Казахстан

Известно, что сетям ФСС в Ka-диапазоне Регламентом радиосвязи предоставлена широкая полоса частот (например, в 1-ом Районе 18,1–21,2 ГГц для линии вниз, 27–31 ГГц для линии вверх).

Это позволяет создавать широкополосные многоканальные сети связи, конкурентоспособные с наземными волоконно-оптическими сетями, как по пропускной способности, так и по стоимости услуги.

The background features a light blue globe with a grid of latitude and longitude lines. A satellite dish is positioned on the right side of the globe, with a signal beam directed towards the center. The text is overlaid on the globe.

Однако, ресурс для ГСО-сетей ограничен не только полосой частот, но и ограниченностью самой ГСО.

Орбитально-частотный ресурс, занятый некоторой сетью ФСС-ГСО, может быть определен с помощью методики, описанной в документе 4А/61, Прил.7, Study 1.

Документ предлагает определять занятый системой ресурс по отношению к эталонной сети с учетом числа спутников N в системе по формуле:

$$R = \sum_{n=1}^N (\Delta F \cdot \Delta \varphi \cdot k \cdot s)_n \quad (\text{Герцхградус}).$$

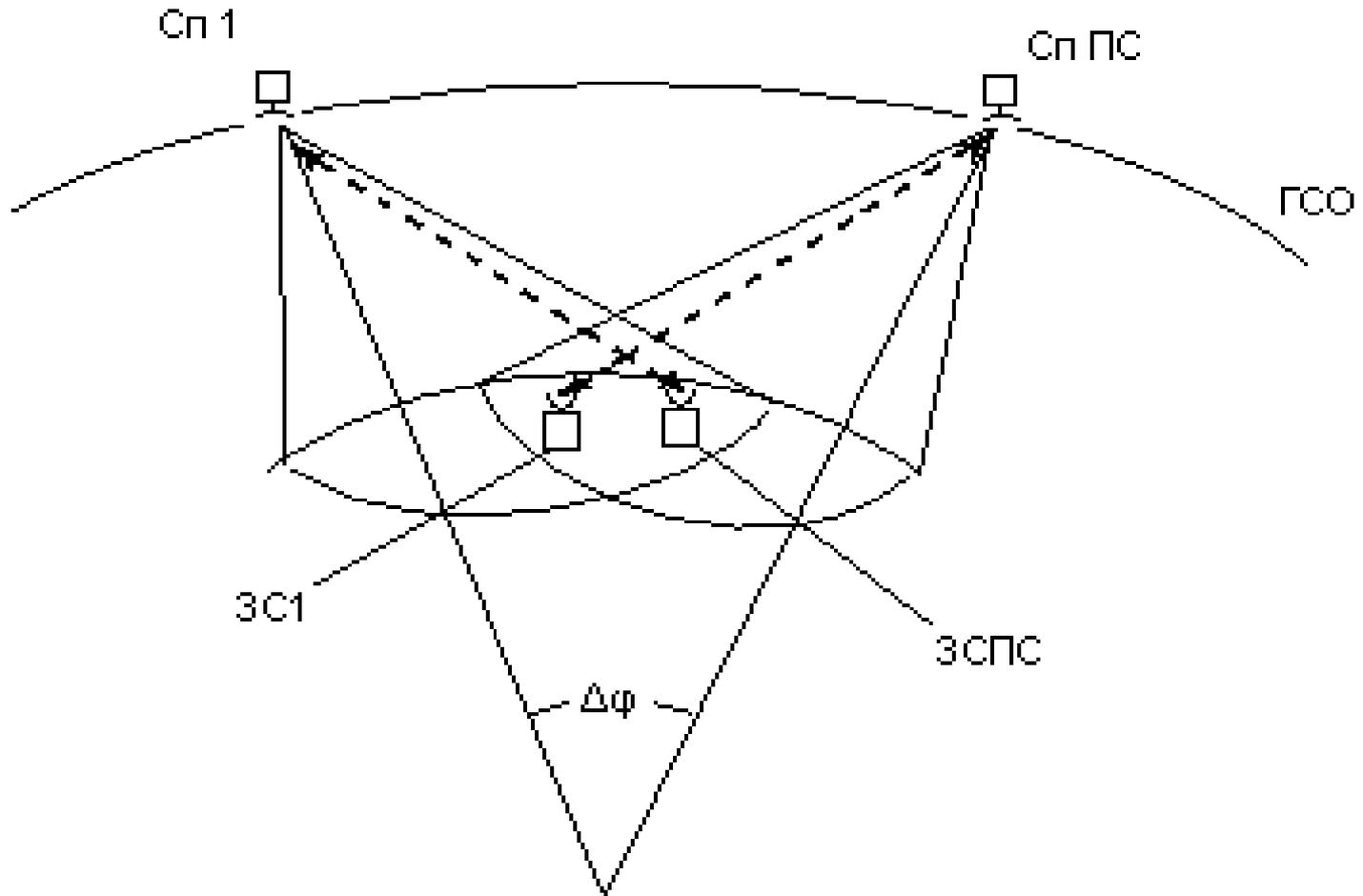


Рис. 1

SpПС – спутник пробной системы; Sp1 – спутник оцениваемой системы;
 ЗСПС – земная станция пробной системы; ЗС1 – оцениваемой системы.

Высокая направленность антенн в Ka-диапазоне облегчает создание сетей с узкими лучами спутника, что способствует уменьшению занятого сетью орбитально-частотного ресурса (коэффициент $s = S_c/S_s$), разумеется, в случае, если не заявлена сеть, покрывающая узкими лучами всю видимую поверхность Земли, как, к сожалению, поступает большинство заявителей.

Главной особенностью и недостатком Ka-диапазона является огромное затухание сигнала в осадках в сравнительно малые проценты времени.

Поэтому Ka-диапазон мало пригоден для многих задач связи и вещания, если предъявляются высокие требования к готовности линии связи.

Действительно, неготовность 0,005 (0.5%) означает потерю информации в течение 44 часов в течение года.

Сети Интернета для индивидуальных и малых коллективных (SOHO) пользователей способны преодолеть эту проблему как потому, что такие пользователи менее требовательны к постоянству качества канала связи, так и потому, что уже давно на наземных сетях такого назначения применяются средства адаптации к изменяющемуся качеству канала связи, а также является обычным снижением скорости передачи информации при перегрузке сети и при скачивании большого объема информации.

Большое ослабление сигналов в осадках, возникающее в сравнительно малые доли времени, требует применения адаптации параметров передаваемого сигнала к условиям распространения. Основных методов адаптации 3:

- 1) увеличение плотности потока мощности (ППМ) полезного сигнала (без изменения и скорости передачи и методов модуляции и кодирования);
- 2) снижение скорости передачи информации (без изменения PFD и методов модуляции/кодирования);
- 3) изменение метода модуляции/кодирования на более помехоустойчивый вариант.

Возможно также сочетание этих методов.

В первом случае, поскольку вероятность существенных ослаблений сигнала невелика (доли процента времени), то вероятность одновременного ослабления на территориально разнесенных станциях (полезной и подверженной помехе сетей) весьма мала, т.е. на станциях другой сети ослабление помехи в осадках не произойдет т.е. помеха увеличится на величину увеличения мощности.

Соответственно увеличится занятая дуга орбиты, так как для соблюдения допустимой величины помехи понадобится дополнительное ослабление помехи за счет избирательности антенны ЗС.

Величину необходимого увеличения углового разноса между сетями Ка-диапазона из-за адаптации можно оценить на следующем примере. Примем типичные параметры сети на линии вниз (см. напр., док. ETSI TR 102 376 V1.1.1) для двух взаимодействующих одинаковых сетей ФСС:

- диаметр антенны земной станции 0,75 м,
- частота 18 ГГц,
- усиление антенны 41,5 дБ,
- добротность станции $G/T = 16,5$
- отношение сигнала к шуму при ограниченном ослаблении (т.е. в большом проценте времени) $C/N=10,5$ дБ,
- критерий допустимой единичной помехи между сетями ФСС $I/N = 6\%$ ($-12,2$ дБ).

Необходимая при этом ППМ полезного сигнала

$ППМ_d = -188$ дБ(Вт/м.кв/Гц),

допустимая ППМ помехи $ППM_{id} = -210,7$ дБ(Вт/м.кв/Гц),

усиление антенны на соответствующем участке ДН определяется соотношением: $G = 29 - 25 \log \Delta\varphi$,

и для ослабления сигнала помехи до указанного уровня на 22,7дБ необходимый угловой разнос составит $\Delta\varphi = 2,56^\circ$.

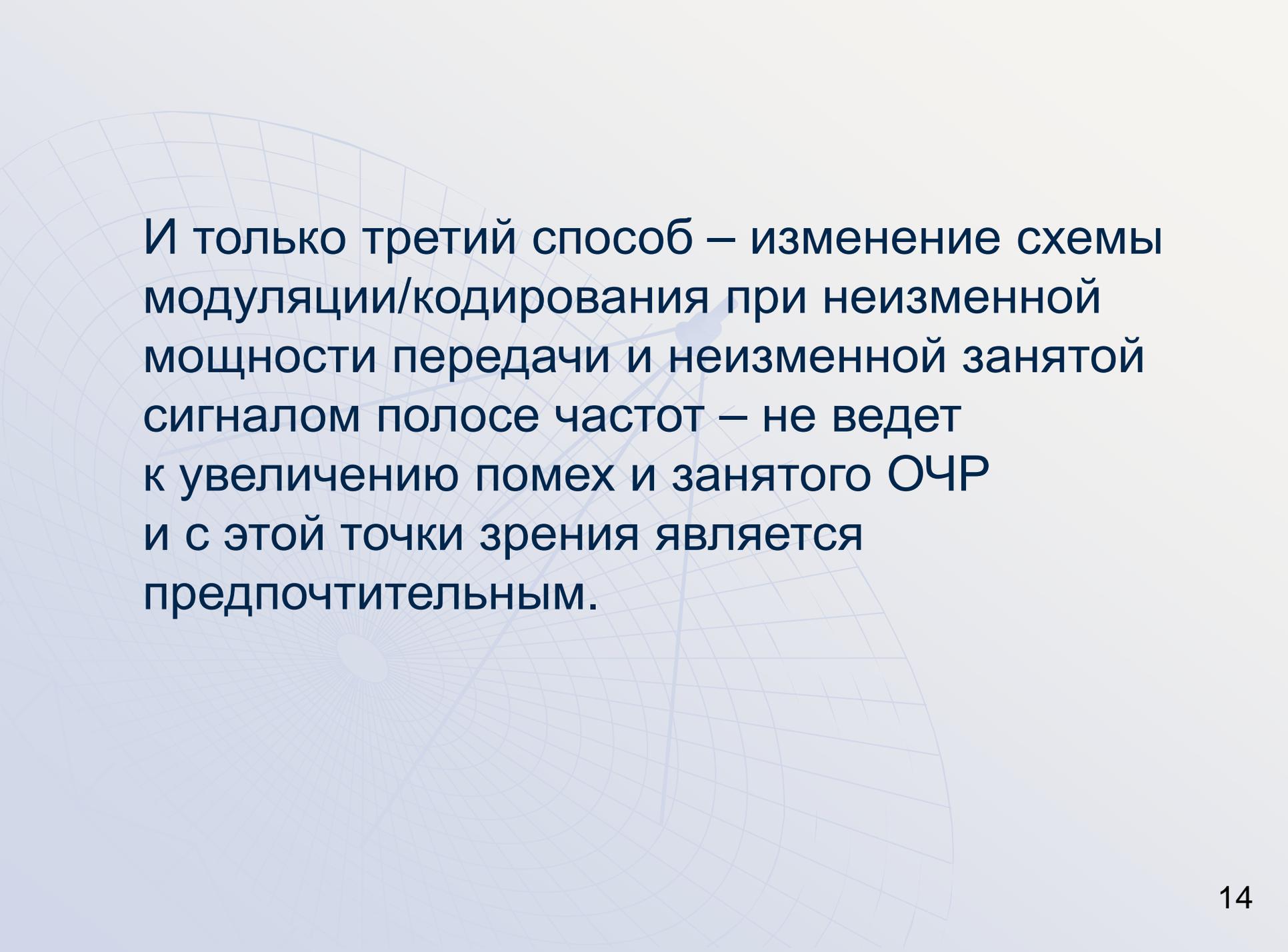
Если для компенсации увеличенного ослабления сигнала в осадках ППМ спутника будет увеличена, например, на 8 дБ, то необходимый угловой разнос спутников составит $5,34^\circ$, т.е. занятая сетью дуга орбиты и соответственно занятый ресурс увеличатся вдвое.

Изложенная проблема относится только к линии вниз, где станции взаимовлияющих систем могут быть разнесены, оставаясь в зоне действия возможной помехи.

Увеличение мощности на линии вверх на время ослабления сигнала в осадках обычно не вызовет увеличения помех из-за высокой корреляции ослабления сигнала в направлении на соседние спутники.

Отметим, что возрастание помехи на непродолжительное время, по действующим Рекомендациям МСЭ-R, для сетей ФСС на ГСО не допускается, т.е. критерий допустимой помехи должен соблюдаться 100% времени.

Второй способ адаптации – уменьшение скорости передачи при неизменной схеме модуляции/кодирования – приведет к сокращению полосы радиочастотного сигнала и соответствующему увеличению спектральной ППМ. Эффект увеличения помехи и занятого ресурса будет иметь место так же, как в первом случае.



И только третий способ – изменение схемы модуляции/кодирования при неизменной мощности передачи и неизменной занятой сигналом полосе частот – не ведет к увеличению помех и занятого ОЧР и с этой точки зрения является предпочтительным.

В заключение представляется важным отметить, что проблема координации новых заявок в Ka-диапазоне нисколько не меньше, чем в давно освоенных полосах C и Ku, несмотря на то, что реально действующих систем в Ka-диапазоне не так много, поскольку уже поданные на координацию заявки занимают всю ГСО и при этом заявляются глобальные зоны покрытия.

Представляется очевидным, что в Ka-диапазоне, как и в других полосах частот, придется принимать непопулярные меры по увеличению критерия допустимой помехи, по ограничению разнообразия технических параметров и т.п.



Спасибо за внимание!

Данный презентационный материал является собственностью ФГУП НИИР.
Все компоненты презентации: общий дизайн и содержание защищены законом об авторских правах Российской Федерации и прочими законами, регулирующими права интеллектуальной собственности.
За исключением случаев, когда имеется письменное разрешение от ФГУП НИИР, никакая часть данного материала не может быть скопирована или использована иным способом.