



Регламентарные нормы МСЭ, касающиеся спутниковых сетей диапазона Ka

Йорн Кристенсен, Ph.D.

AsiaSat

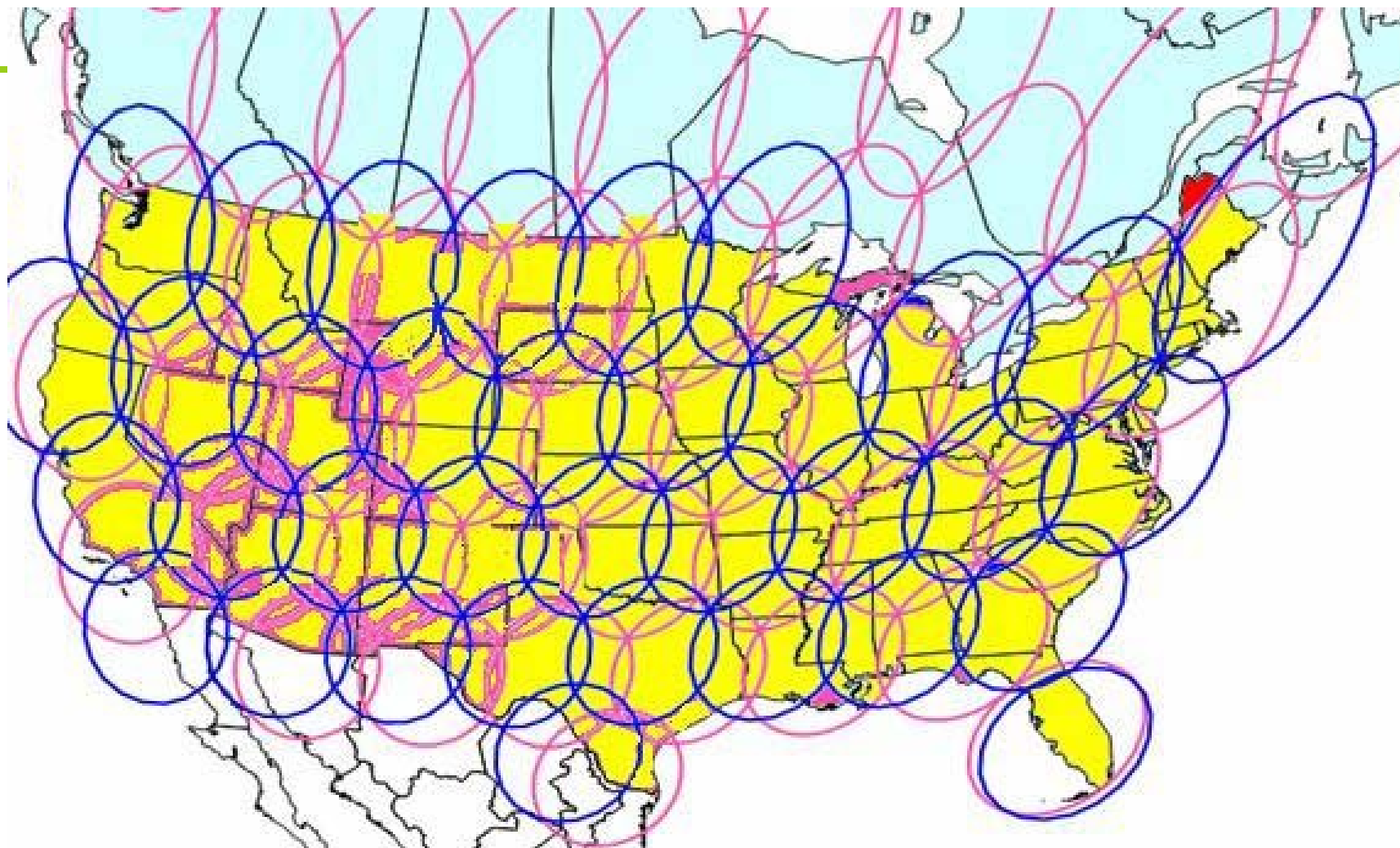
Алматы, 5–7 сентября 2012 года

Распределения диапазона Ка

- Диапазон Ка не определен в Регламенте радиосвязи.
- Диапазоном Ка считается диапазон частот от 17,3 ГГц до 31 ГГц.
- В диапазоне Ка имеются спутники ГСО и НГСО.
- Диапазон Ка совместно используется многими различными службами.
- Многие службы, имеющие распределение, испытывают трудности при совместном использовании частот.
- Например, наземные и спутниковые службы, применяющие повсеместно распространенные терминалы, испытывают трудности при совместном использовании частот.
- Решение о том, каким службам оказывать предпочтение на своей территории, принимается администрацией.

Спутники с высокой пропускной способностью

- Имеются не только в диапазоне Ка
- Они характеризуются:
 - множеством небольших лучей (вплоть до 200) с большим усилением;
 - тем, что большое усиление небольших точечных лучей позволяет использовать на конце линии относительно небольшие пользовательские терминалы;
 - возможностью многократного повторного использования частот.
- Благодаря высокому коэффициенту повторного использования частот (до 20) итоговая пропускная способность спутника составляет порядка сотен гигабит в секунду (Гбит/с).



Точечные лучи спутников Anik F2 и WildBlue (WB-1)

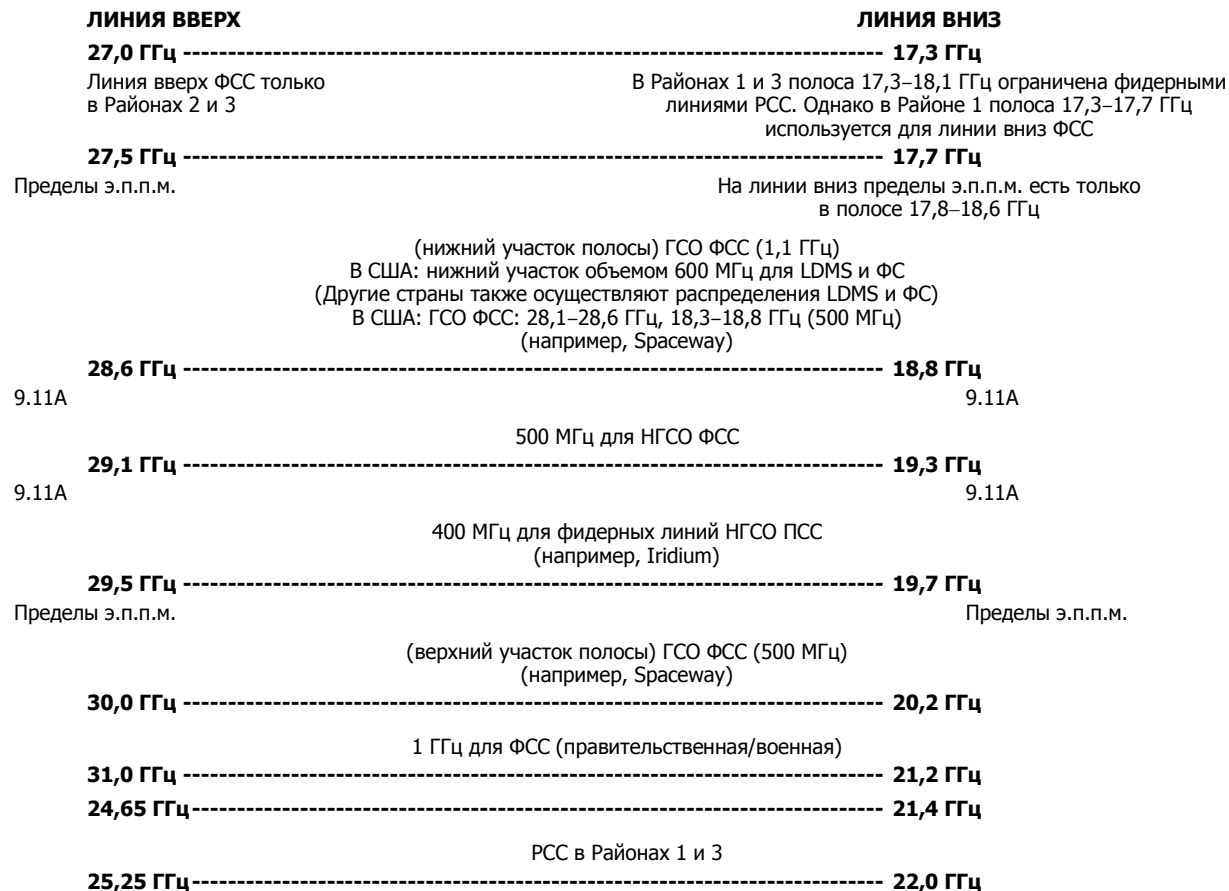
Частоты диапазона Ka, используемые для спутников с высокой пропускной способностью

- Для большинства спутников с высокой пропускной способностью (HTS) в заявках, как правило, указывается ширина полосы 3,5 ГГц в следующих полосах диапазона Ka:
 - 27,5–31 ГГц – линия вверх
 - 17,7–21,2 ГГц – линия вниз.
- К этому диапазону частот применяются различные регламентарные процедуры. Ниже приведен один из способов деления этих диапазонов:
 - а) полосы, определенные для ФСС высокой плотности;
 - б) полосы, используемые многими администрациями для ФС, включая LMDS;
 - с) полосы, в которых спутники ГСО и НГСО имеют равные права;
 - д) полосы, в которых применяется эквивалентная п.п.м. (э.п.п.м.);
 - е) полосы, используемые в военных целях.

Упрощенная схема распределений частот спутникам в диапазоне Ка

Приложение 1

Упрощенная схема распределений частот спутникам в диапазоне Ка для сетей спутниковой связи



а) Полосы, определенные для ФСС высокой плотности

- В п. **5.516В** РР приведены полосы, определенные для фиксированной спутниковой службы высокой плотности (HDFSS). Эти полосы обеспечивают возможность развертывания некоординируемых земных станций ФСС при наличии общей лицензии. Единственными полосами, включающими все Районы, являются:
29,5–30 ГГц (линия вверх) (500 МГц);
19,7–20,2 ГГц (линия вниз) (500 МГц).
- В п. **5.516В** РР для HDFSS на линии вниз осуществлены следующие определения по Районам:
17,3–17,7 ГГц (космос-Земля) в Районе 1;
18,3–19,3 ГГц (космос-Земля) в Районе 2.
- В Районах 1 и 3 полоса 17,3–18,1 ГГц ограничена фидерными линиями (т. е. Земля-космос) радиовещательной спутниковой службы (п. **5.516** РР).
- Однако в Районе 1 полоса 17,3–17,7 ГГц (400 МГц) может также использоваться для линии вниз ФСС.
- Данное ограничение не является серьезным препятствием в связи с наличием весьма ограниченного числа станций фидерных линий РСС.

б) Полосы, используемые многими администрациями для ФС, включая LMDS

- Во всех трех Районах МСЭ в большей части диапазона Ка, используемого ФСС, ФС имеет распределение на равной первичной основе. Еще одной предпочтительной полосой для ФСС является полоса шириной 1,1 ГГц:
27,5–28,6 ГГц
17,7–18,8 ГГц.
- Однако в этой полосе у многих администраций имеются службы, например локальные службы распределения на многие пункты (LMDS). Данная служба испытывает трудности при совместном использовании частот с HDFSS.

с) Полосы, в которых спутниковые сети ГСО и НГСО имеют равные права

- В принципе, в соответствии с п. 22.2 РР:
- **22.2 § 2 1)** Негеостационарные спутниковые системы не должны создавать неприемлемых помех геостационарным спутниковым сетям фиксированной спутниковой и радиовещательной спутниковой служб, работающим в соответствии с положениями настоящего Регламента, и, если иное не указано в настоящем Регламенте, не должны требовать защиты от них. В данном случае п. **5.43А** не применяется. (ВКР-07)
- Однако в указанных ниже двух полосах спутниковые сети ГСО и НГСО имеют равные права:
в полосе 500 МГц, первоначально предназначавшейся для системы Teledesic:
28,6–29,1 ГГц (линия вверх); 18,8–19,3 ГГц (линия вниз).
- В этой полосе планируется работа сети НГСО "ОЗВ".

с) Полосы, в которых спутниковые сети ГСО и НГСО имеют равные права

- Полоса 400 МГц для фидерных линий НГСО (Iridium): 29,1–29,5 ГГц; 19,3–19,7 ГГц.
- В системе Iridium в диапазоне L работает служебная линия, а в диапазоне Ka – фидерная линия.
- В указанных выше полосах 500 МГц и 400 МГц применяется п. **9.11А** РР; это означает, что любая новая сеть, независимо от того, является ли она сетью ГСО или НГСО, должна осуществлять координацию с сетями ГСО и НГСО, которые заявлены раньше, а также с другими первичными службами, работающими в этих полосах.

d) Полосы, в которых применяется эквивалентная п.п.м. (э.п.п.м.)

- Пределы э.и.и.м. были предложены компанией SkyBridge на ВКР-97 и приняты на ВКР-2000. Спутниковая сеть НГСО SkyBridge была предназначена для работы в диапазоне Ku, однако ВКР-2000 приняла пределы э.и.и.м. для участков диапазонов C-, Ku- и Ka. В настоящее время нет ни одного спутника, работающего по этому принципу.
- В основе этого принципа лежит повторное использование частот спутников ГСО спутниковой группировкой НГСО за пределами орбиты ГСО путем разнесения с орбитой ГСО примерно на $\pm 10^\circ$.
- Эти пределы определяют максимально *допустимую* помеху, которую системы НГСО ФСС могут создавать сетям НГСО ФСС. Если эти пределы соблюдаются, то нет необходимости осуществлять координацию с сетями ГСО; координация требуется только с другой сетью НГСО.
- В Статье **22** указаны пределы э.и.и.м. для разных размеров антенн и разных процентов времени.
- Значения э.п.п.м. (на линиях вверх и вниз) были рассчитаны так, чтобы на наиболее чувствительных линиях неготовность увеличивалась бы не более чем на 10%.

е) Полосы, используемые в военных целях

- Эти полосы, по сути, не определены в РР, однако в военных/правительственных целях используются следующие полосы:
30–31 ГГц (линия вверх)
20,2–21,2 ГГц (линия вниз).
- Не исключена возможность предоставления коммерческим оператором услуг военному оператору.
- Например, полезная нагрузка в диапазоне Ка спутников Inmarsat **Global Xpress™** может взаимно переключаться между военными и коммерческими частотами.
- Некоторые администрации не позволяют коммерческим спутниковым операторам подавать заявки на эти полосы.

Проблемы координации частот для HTS в диапазоне Ka

- Наличие большого числа ранее представленных заявок, что затрудняет получение новыми заявками надлежащего приоритета.
- Наличие нескольких различных регламентарных режимов существенно увеличивает объем работ по координации и приводит к росту неопределенности с получением требуемых согласий.
- При отсутствии определенности с получением требуемых согласий трудно получить финансирование.
- Необходимость получения прав на трансляцию спутникового сигнала на территории, покрытой спутниковым лучом.

Решения ВКР-12, затрагивающие диапазон Ка

- **Новые распределения РСС в диапазоне Ка**
- ВАРК-92 распределила полосу 21,4–22 ГГц радиовещательной спутниковой службе в Районах 1 и 3 с датой вступления в силу 1 апреля 2007 года.
- Распределение регулировалось временными процедурами, изложенными в Резолюции **525 (Пересм. ВКР-07)**, в которых, в том числе, предусматривался доступ на основе принципа "первым пришел, первым обслужен".
- В связи с большим числом представленных заявок, ВКР-12 приняла специальные положения, которые должны применяться только один раз, для того чтобы постараться гарантировать всем администрациям доступ к этому спектру. В этих процедурах предусматривается "обход очереди" и более точная информация в соответствии с Резолюцией **49**.

Планируемое использование полосы 21,4–22 ГГц

- Некоторые виды использований, предусмотренные для полосы 21,4–22 ГГц, включают телевидение сверхвысокой четкости и формирование цифрового изображения для большого экрана.
- Наиболее вероятным использованием является непосредственное телевизионное вещание (DTH) высокой и стандартной четкости.
- Благодаря схемам сжатия видеосигнала, например MPEG-4, теперь имеется возможность передачи сигналов ТВЧ непосредственно потребителю по разумной цене.
- Резкое снижение стоимости плоскоэкранных телевизоров, которые сейчас весьма популярны, и рост числа потребителей, желающих смотреть ТВЧ.
- В настоящее время отсутствуют действующие спутники в новой полосе РСС 21,4–22 ГГц, однако планируется ввод в эксплуатацию спутников, использующих эту полосу.
- Полосы, используемые спутниками HTS диапазона Ka, и полосы, которые должны использоваться РСС в новом диапазоне Ka, имеют близкие частоты; в связи с этим проще обеспечить возможность работы в этих полосах в рамках одного и того же спутника.
- Диаграмма направленности многолучевой антенны спутника HTS могла бы использоваться для однонаправленной передачи сигналов DTH в целях упрощения спутниковой передачи сигналов местных каналов на местном рынке (local-into-local).



Спасибо

Йорн Кристенсен, Ph.D.
AsiaSat

