

Широкополосная спутниковая связь в Ка - диапазоне: системный подход и решения

THALES

BS-SPI

Sept.2012

All rights reserved, 2007, Thales Alenia Space

Спутниковый Ku – диапазон в Казахстане: KazSat2 и KazSat3

Почему Ka – диапазон:

- Технические возможности Ka - диапазона: Радиочастотная эффективность
- Нормативные возможности Ka - диапазона: Доступные ресурсы спектра
- Технические возможности Ka - диапазона: Широкополосная спутниковые связь и сети

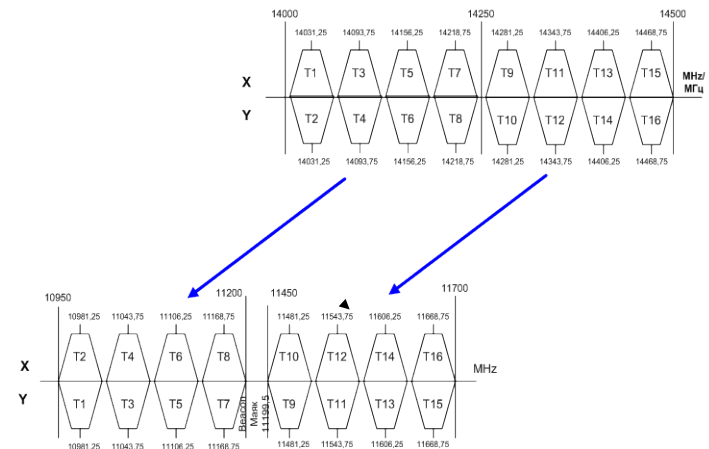
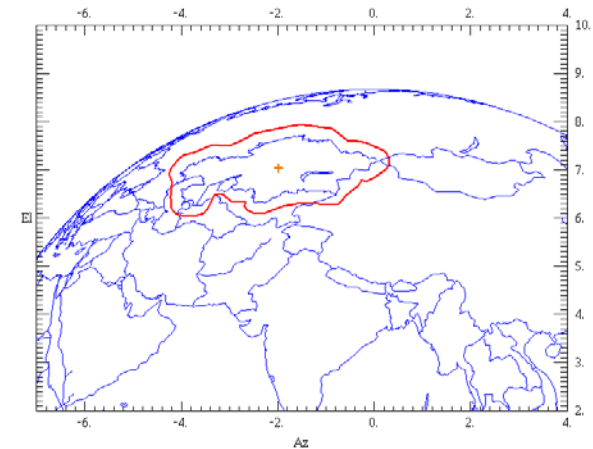
методы смягчения для широкополосной спутниковой системы в Ka - диапазоне

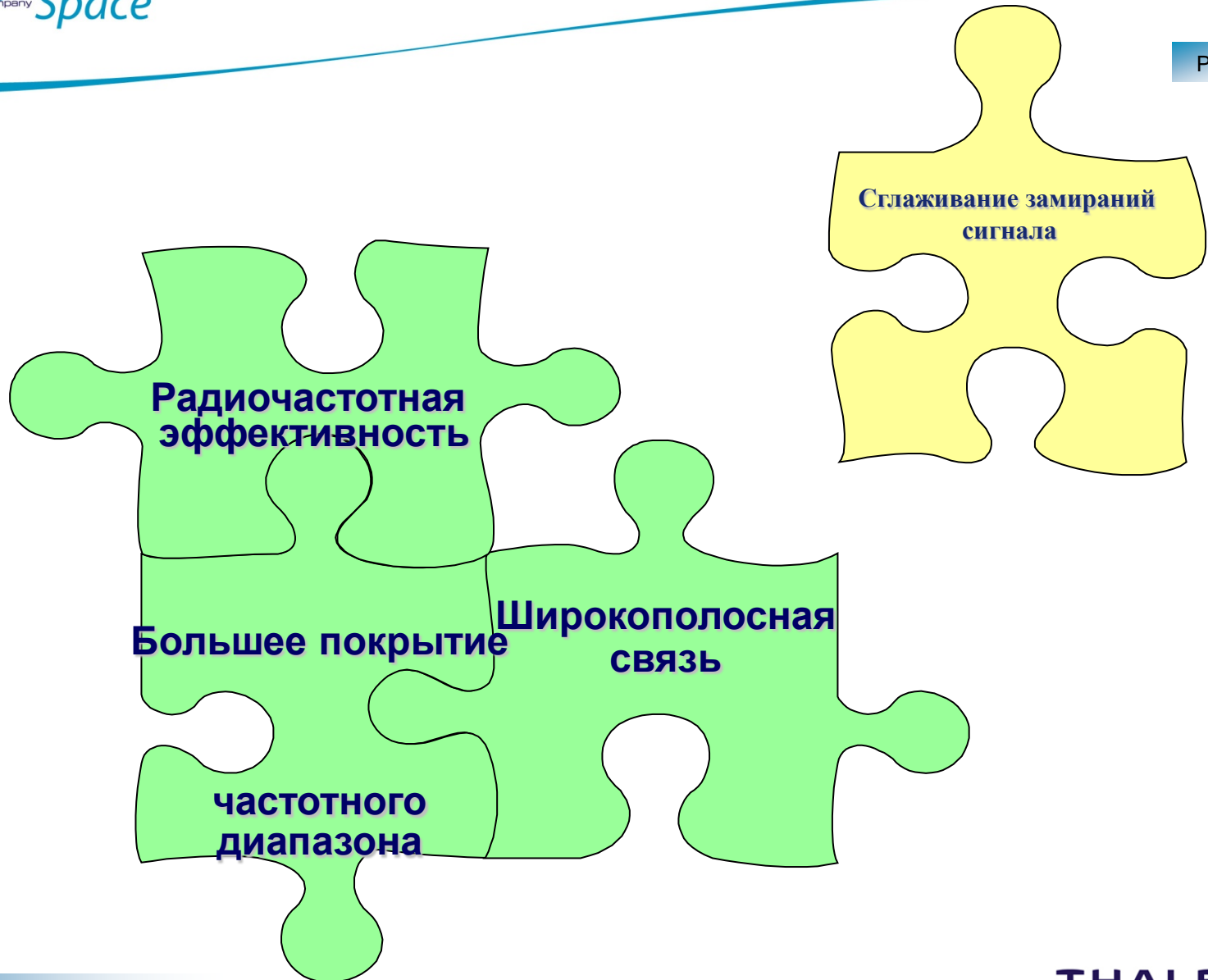
Мощная оптимизация в большей пропускной способности Ka - диапазона в спутниковых системах

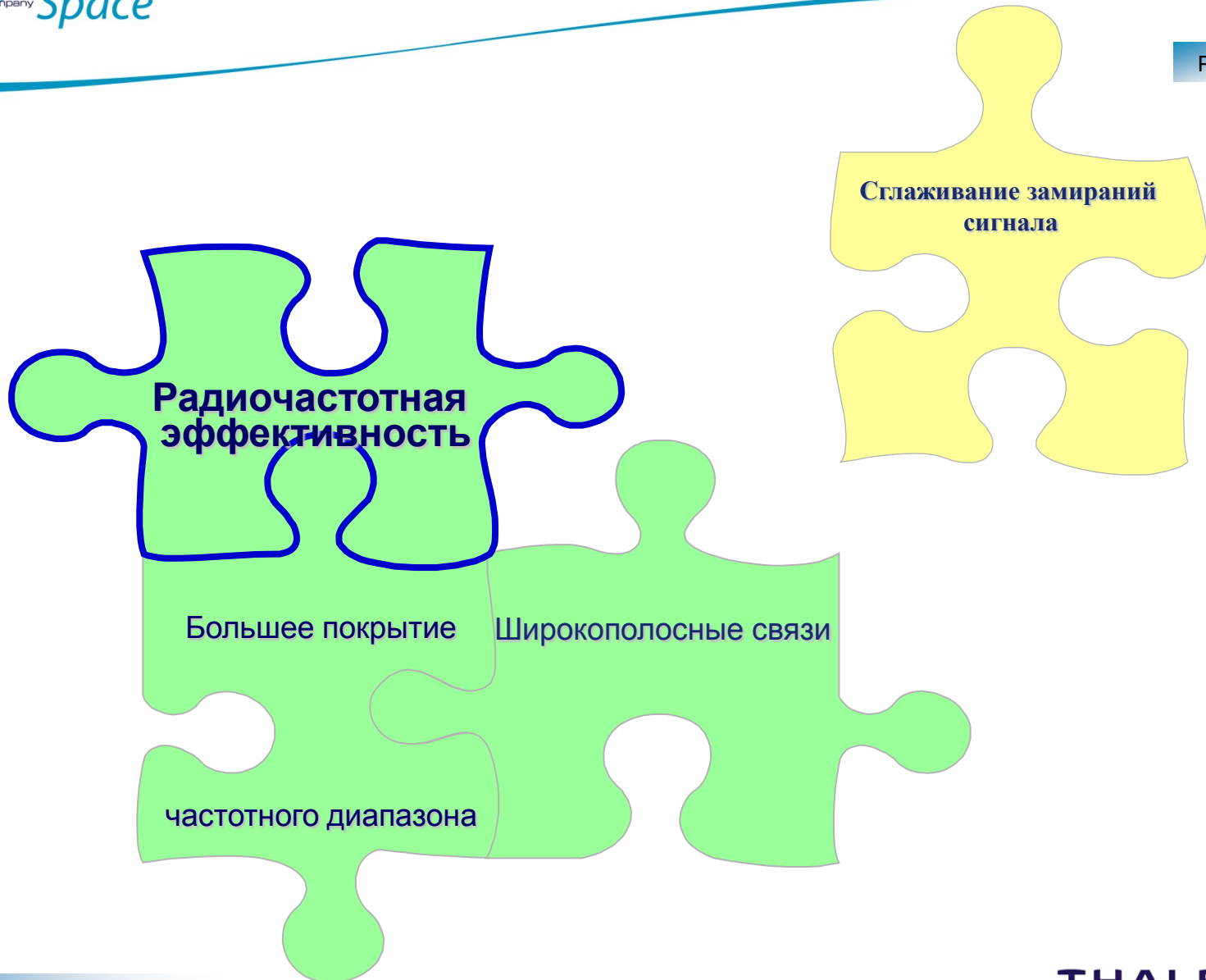
Заключительные замечания

KazSat 2

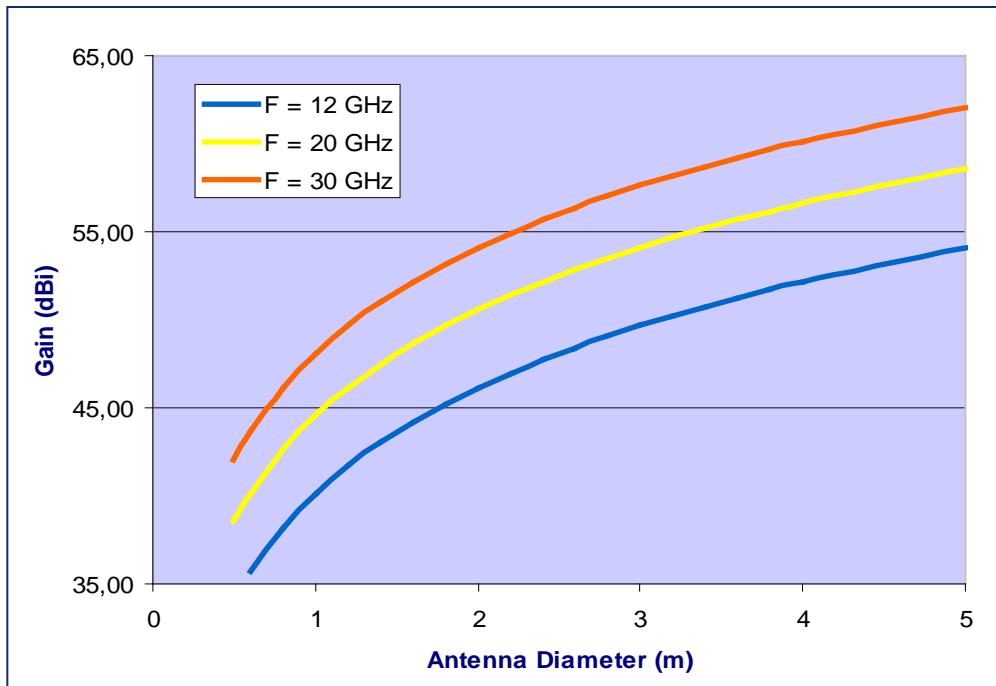
- Запущен в 2011
- Геостационарная орбита спутника 86.5°E
- Полезная нагрузка: произведен TAS
 - 16 коммуникационных каналов в Ku – диапазоне с пропускной способностью 54 MHz
 - U/L: 14.00 ÷ 14.50 GHz
 - D/L: 10.95 ÷ 11.70 GHz
- Космический аппарат: Express MD Хруничев







Зависимость усиления антенны от частоты, размер антенны



Усиление антенны Ka – диапазона выше в сравнении с антенной Ku - диапазона.

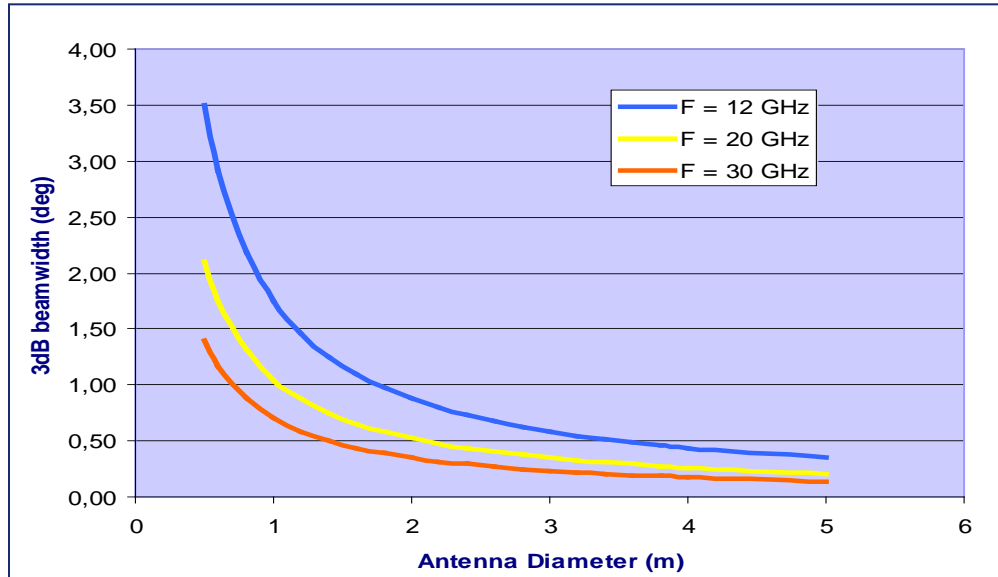
Входное и выходное усиление антенны в зависимости от размера антенной системы:

- Gain вх \Rightarrow G/T
- Gain вых \Rightarrow EIRP

ПРЕИМУЩЕСТВА

Достигаемые в Ku- диапазоне спутниковые EIRP и G/T снижает технические запросы EIRP и G/T наземных частей трафика (шлюз, спутниковые терминалы)

Зависимость ширины луча по уровню половинной мощности от частоты, размер антенны.



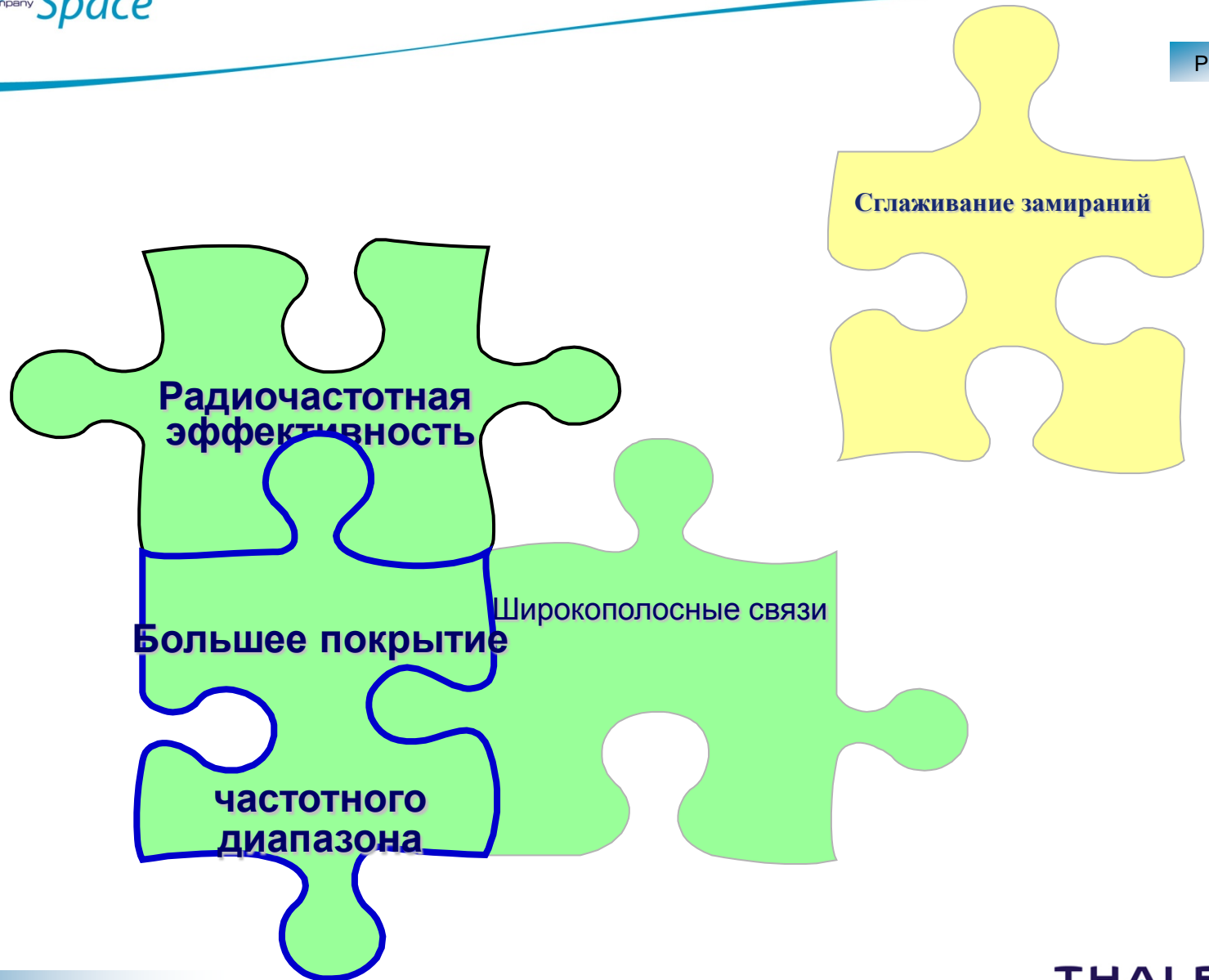
Направленность антенны Ka – диапазона больше в сравнении с антенной Ku- диапазона
Направленность антенны в зависимости от размера антенной системы.

- θ_{3dB} (satellite RX) \Rightarrow Gain_{RX}
- θ_{3dB} (satellite TX) \Rightarrow Gain_{TX}

Преимущества

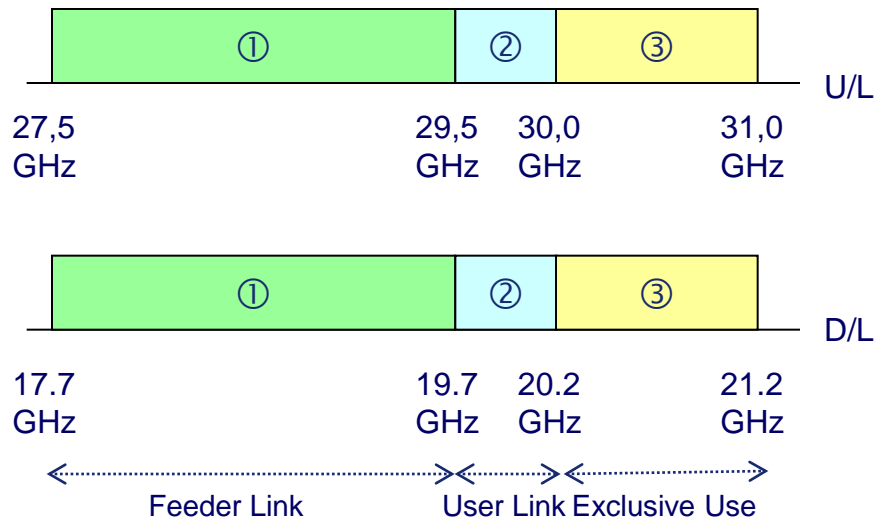
Ka – диапазон хорошо подходит к покрытию multi - spot, обеспечивает высокую спутниковую EIRP и G/T для сверхвысокой пропускной проводимости Спутниковой системы

Ka- диапазон улучшенная производительность направленности делает частотное согласование менее критичной, главным образом для малых терминалов ($\varnothing < 1$ m) и малых разделении орбиты.



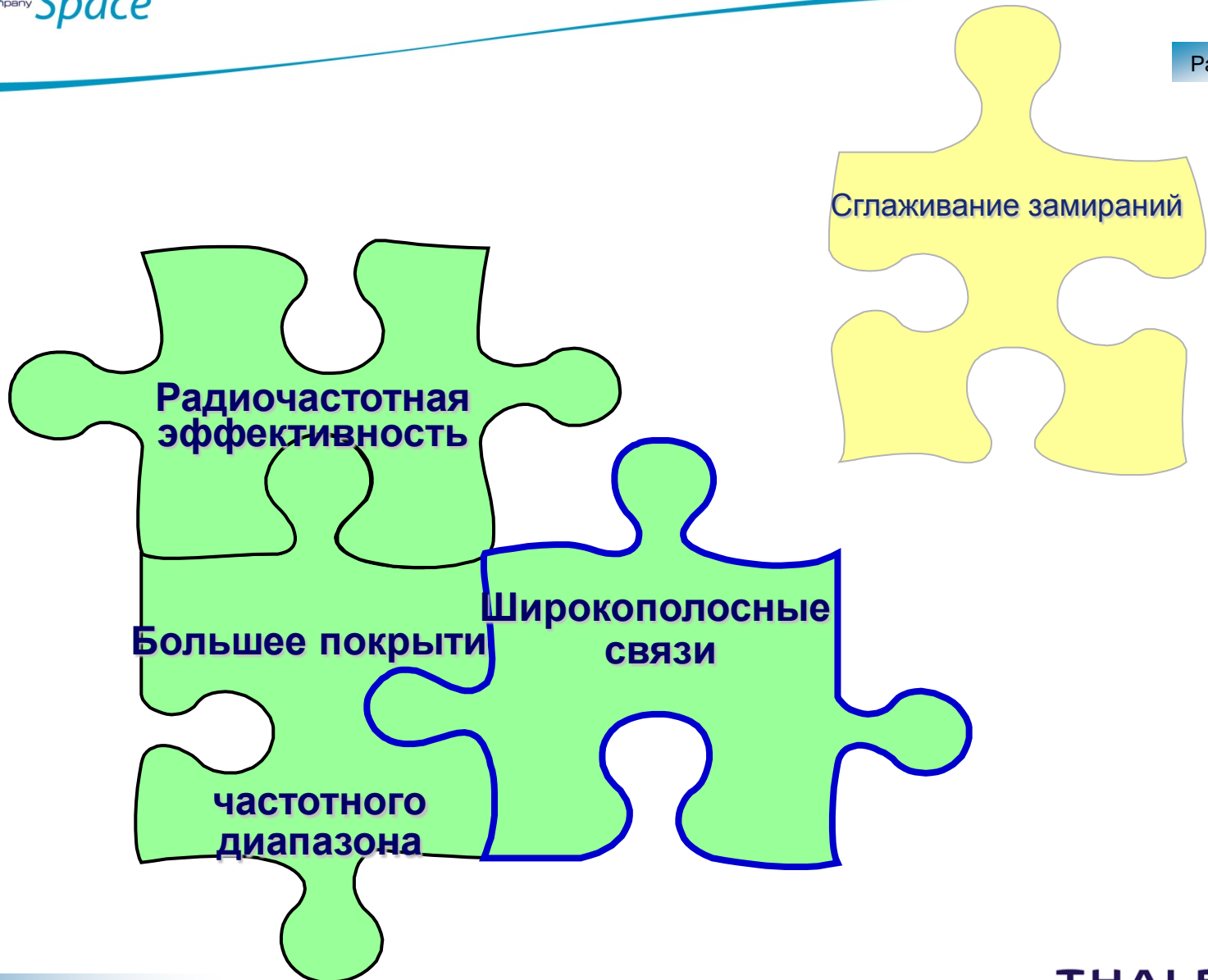
Выделенный Ka – диапазону частотные спектр шире, чем Частотный спектр Ku – диапазона, выделенного для ФСС:

- ① 2 GHz выделено для скоординированных услуг (т.е линия фидера, передача, прием):
 - [27.5 - 29.5] GHz, линия Земля-космос
 - [17.7 - 19.7] GHz, линия космос-Земля
- ② 500 MHz выделено для спутниковых терминалов с высоким EIRP (HEST) с индивидуальным лицензированием, если используется EIRP не превышающая 60 dBW:
 - [29.5 - 30.0] GHz, линия Земля-космос
 - [19.7 - 20,2] GHz, линия космос-Земля
- ③ 1 GHz выделено для особого использования в спутниковой услуге:
 - [30.0 - 31.0] GHz, линия Земля-космос
 - [20,2 - 21.2] GHz, линия космос-Земля



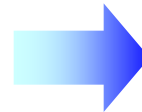
Преимущества

Общий диапазон от 3,5 GHz, который в значительной степени увеличивается при использовании многолучевого покрытия и развязкой по поляризации.





- Широкополосный доступ в Интернет
- Виртуальная Личная сеть и Критичная Инфраструктурная Сеть для обеспечения сохранности обмена данных
- Видео наблюдение для мониторинга и охранных целей
- Экстренные сети связи
- Дистанционное обучение
- Дистанционное здравоохранение

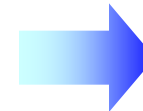


- Правительственные учреждения
- Больницы, Медицинские центры
- Школы, Университеты

Professional Data Network



- Профессиональный доступ в Интернет
- Интернет и VPN для обеспечения обмена данных
- Объединение сайтов
- Наблюдение и сбор данных между ЭВМ
- Радиорелейный Интернет
- Резервные файлы и запасные сети

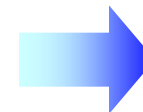


- Предприятия
- SoHo

Satellite News Gathering



- Сбор новостей
- Сбор информации

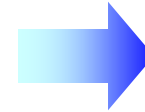


- Новостные агентства
- Предприятия

Двусторонний широкополосный Интернет



- Интернет с высокой пропускной способностью



- Потребители

Вещание и доставка контента



- IPTV с усилением на VoD
- IP Multicast и усиленная платформа
- IP поток/web выбор
- Прямое домашнее видео
- Цифровое радио вещание
- Качественное аудио CD
- Хранение и пользование
- Видео по требованию
- Web-выбор



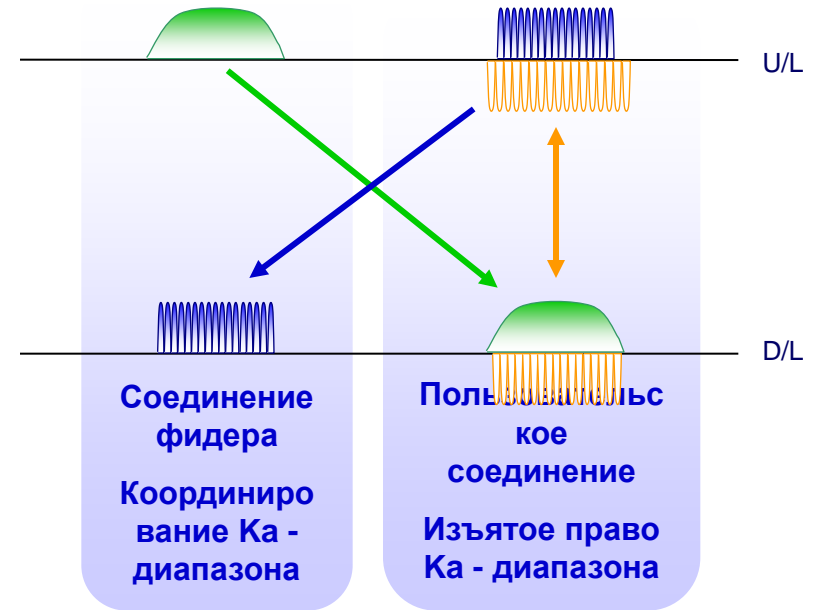
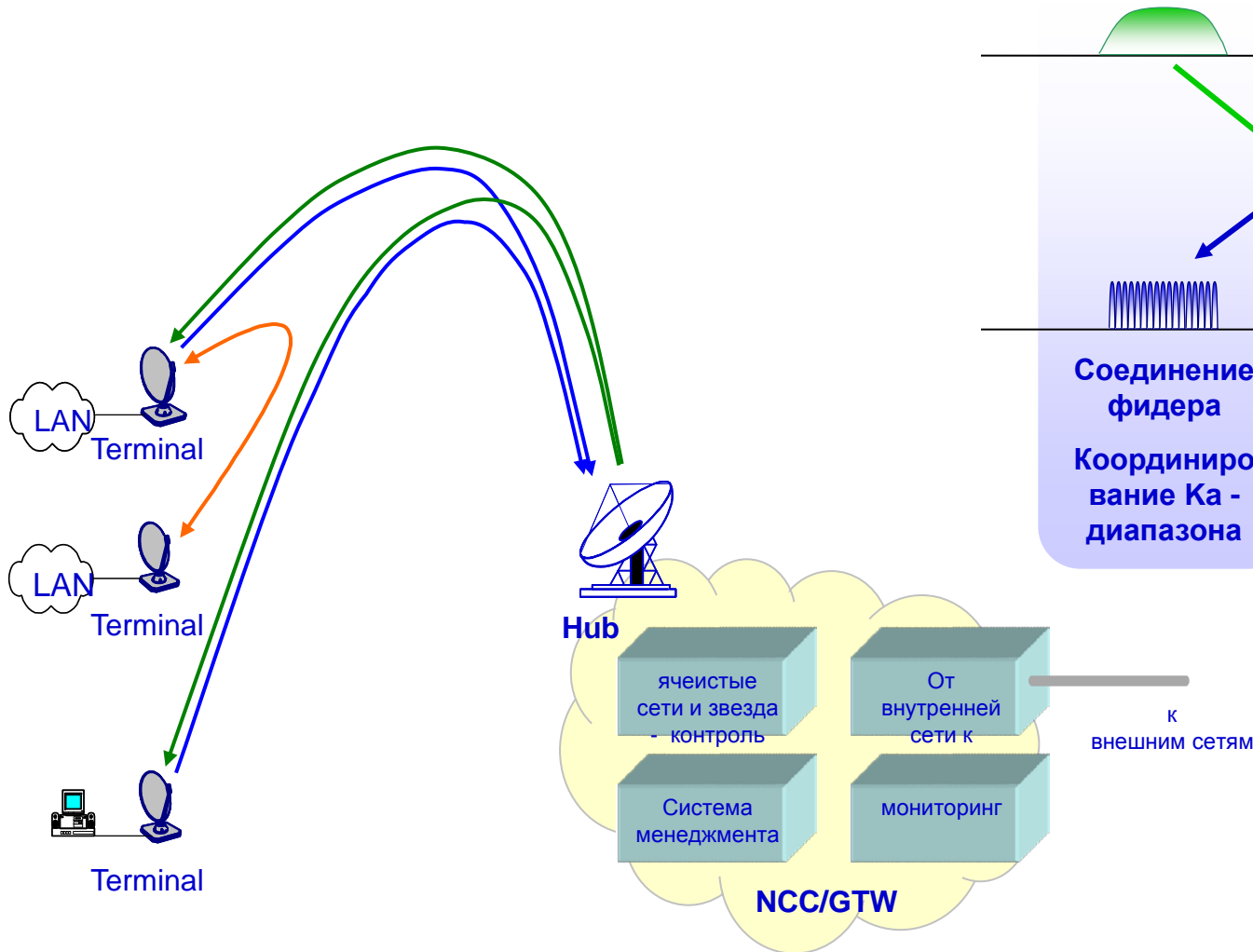
Потребители

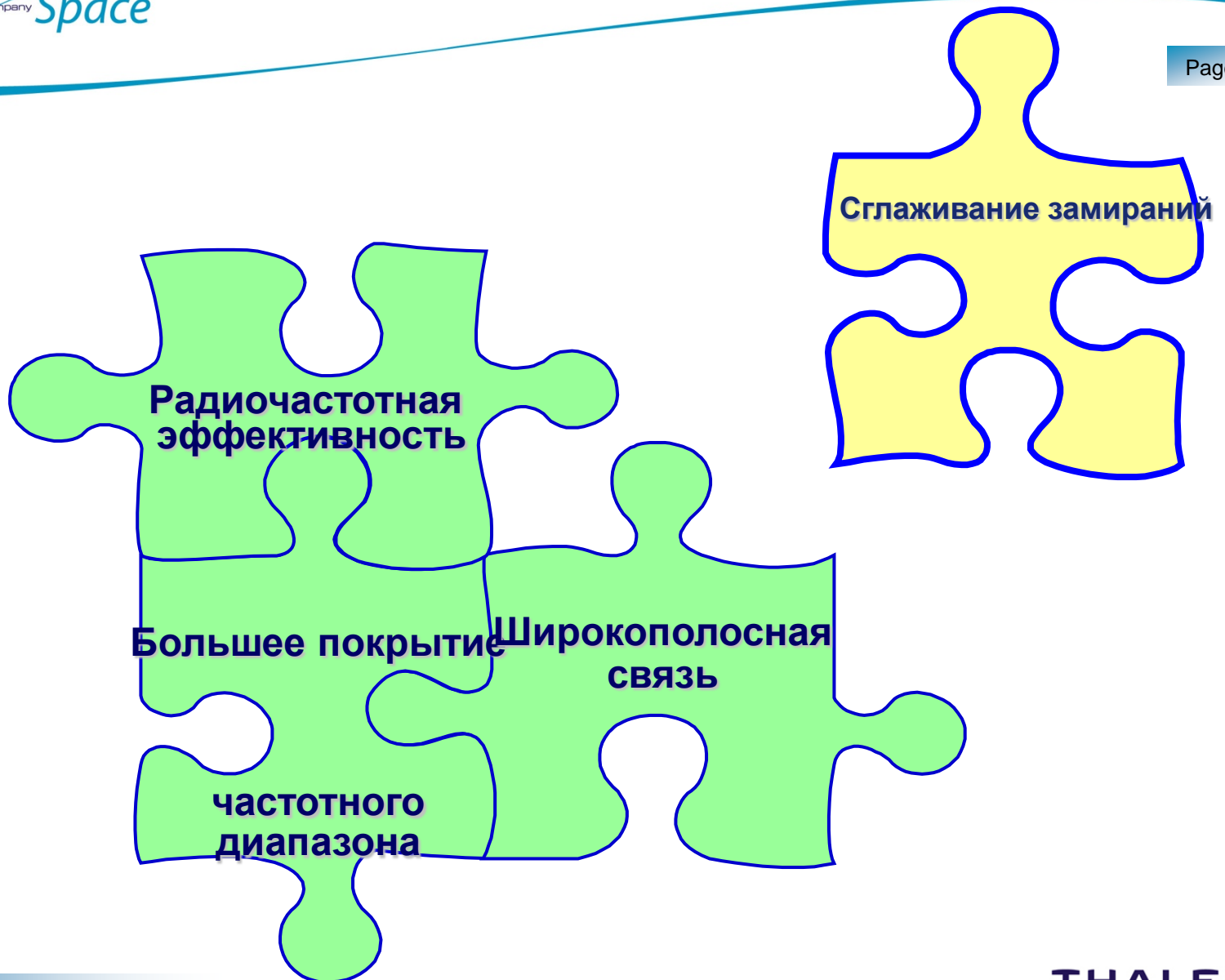
User Family	Communication Services Applications	Communication Connectivity
Consumer	Internet Access	Star
	Webcasting and Streaming	Star
	IPTV with push VoD	Star
	IP Multicast and Push platform	Star
	Direct-To-Home Television service	Star
	High quality audio	Star
	Video-on demand	Star
Corporate, Business	Broadband Internet Access	Star
	Site Interconnection	Mesh
	Intranet and VPN with secure data exchange	Mesh
	Machine to Machine Supervisory Control / Data	Mesh
	Satellite News Gathering	Star
Governmental, Institutions	Broadband Internet Access	Star
	VPN and CNI with secure data exchange	Mesh
	Emergency Communication Networks	Star / Mesh
	Back up and Disaster Recovery Networks	Star
	Distance learning	Mesh
	Distance Healthcare	Star / Mesh

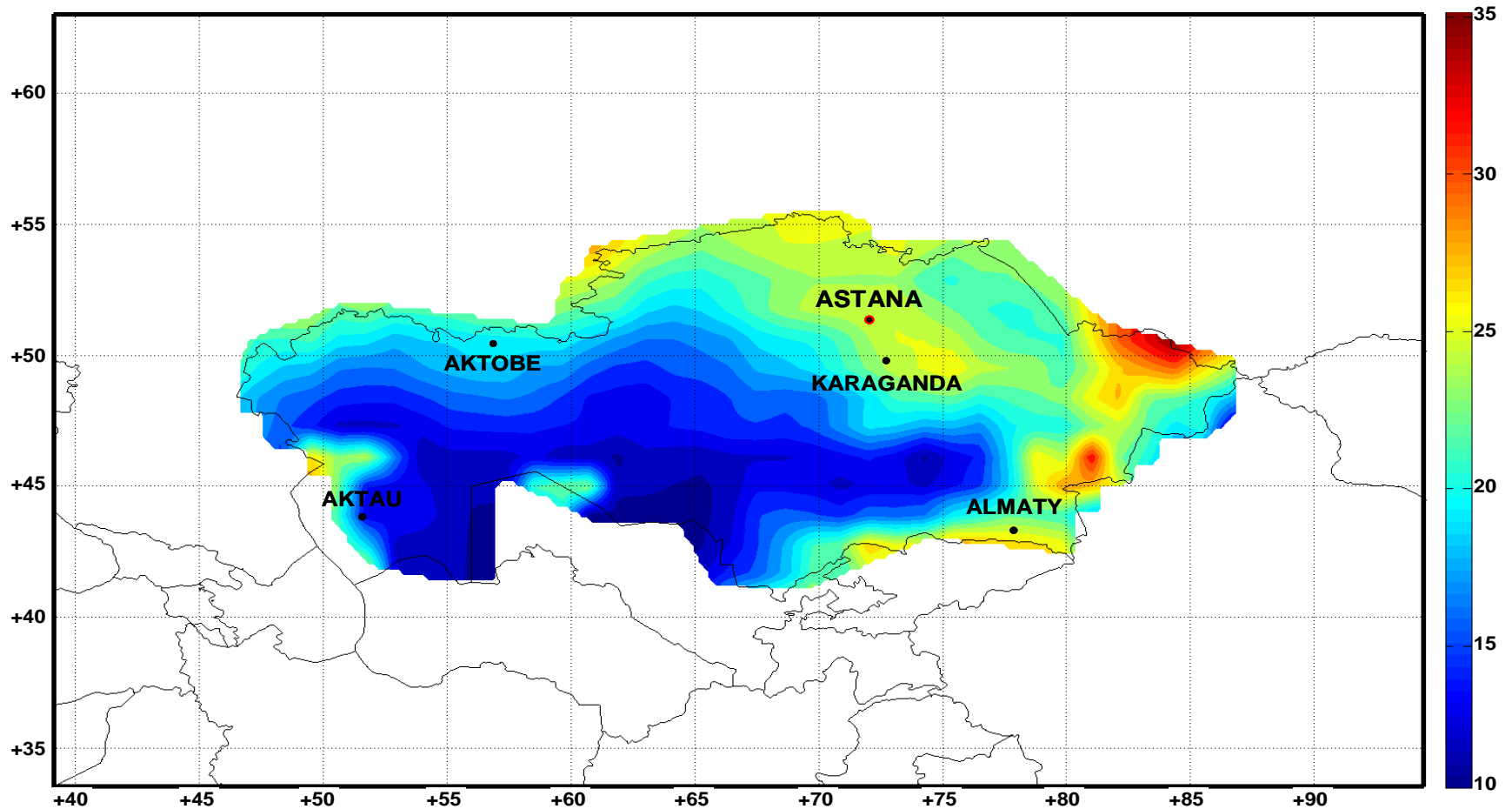
Потребности связи



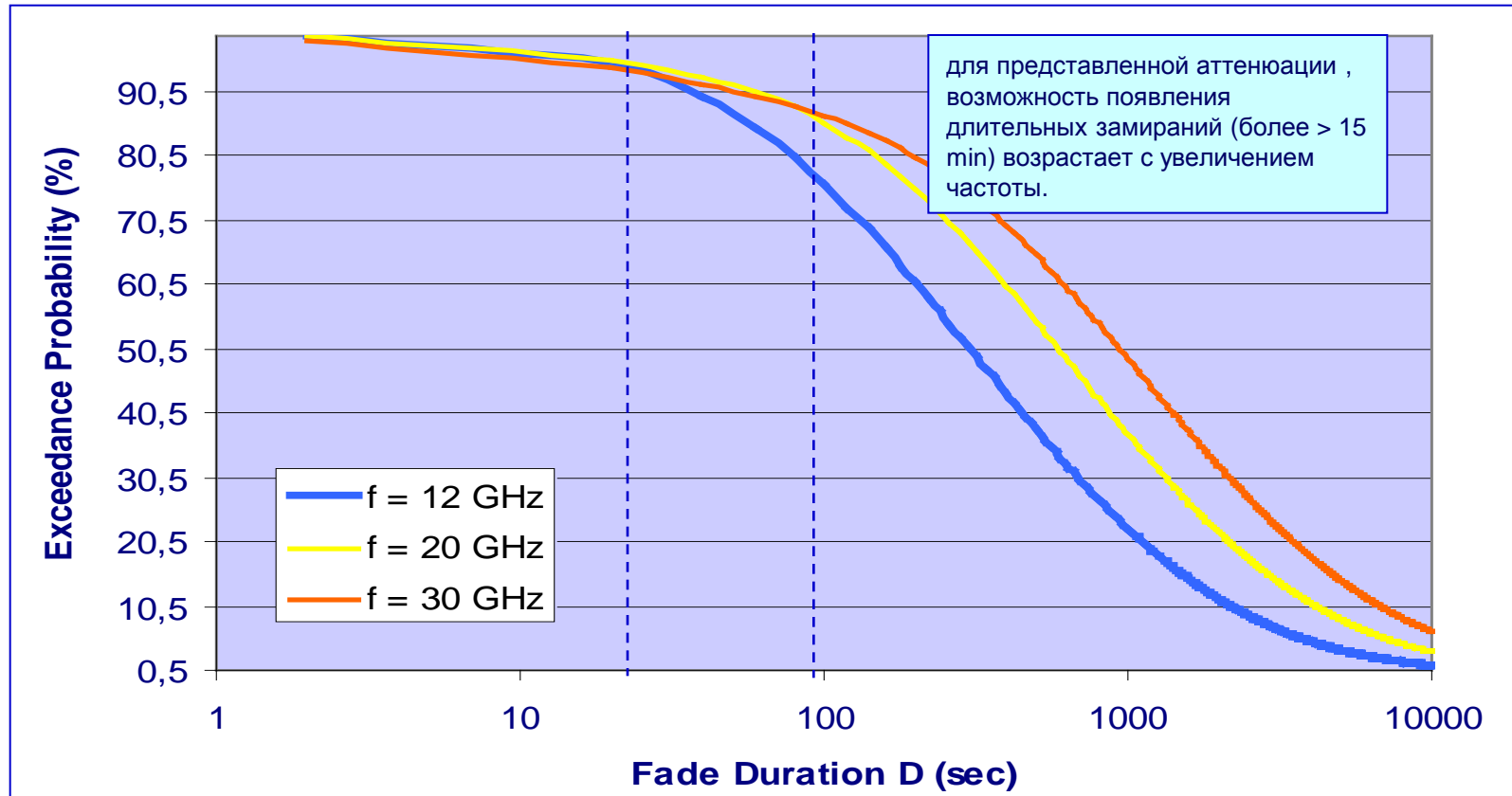
Соединения связи







Интенсивность дождя (mm/h) превышеный в 0.01% (~ 52 min.) среднегодовое выпадение осадков



CDF полной доли уходящего времени за счет исчезновения продолжения удлинения, чем D (например для = 25°, исчезающие затухания > 8 dB)

Цель технологии: улучшение характеристик (модуляции, кодирования и уровни мощности) наземных сегментах частей трафика (шлюзов, спутниковых терминалов), производительность системы такова, что система не имеет избыточности характеристик связи, но достаточна для средней системы связи.

Таким образом, глубокие замирания сигнала имеют слабое влияние на общую нагрузку системы и поэтому замирание связи могут быть только на пике передачи данных.

Ка - диапазон Широкополосной Спутниковой Системы использует сочетание следующих технологии сглаживания замираний:

- Адаптивное кодирование и модуляция;
- Адаптивное кодирование;
- Активный уровень адаптации;
- Регулирование восходящей мощности;

Регулирование восходящей мощности:

- Терминалы и шлюзы увеличивают отправляемую мощность с уменьшением способности в пределах с незначительного числа до отдельного dBs.
- Регулирование восходящей мощности применимый к компенсации исчезновении восходящей.

Адаптивное кодирование и модуляция:

- MODCODE, т.е комбинация вида модуляции кода исправлении ошибок каждого терминала настроен адаптивно к встречи с текущим требованием терминала, определенным изменениям канальной кондицией.
- Цель адаптации дать каждому терминалу наивысшую возможную передачу данных, которую может поддержать связь, в то время как предел операции достаточен для компенсации коротких периодов колебания.
- Терминалы в тоже время могут использовать различные MODCODE величины, потому что исчезновение осадков имеют тенденцию быть высоко локализованы.

Адаптивное кодирование:

- Кодирование, т.е. сообщение о коде ошибки, каждого терминала адаптивно настроены для поддержания постоянного типа модуляции, для удовлетворения текущих требовании терминала и определяется канал изменении кондиции.
- Цель адаптации дать каждому терминалу наивысшую возможную передачу данных, которую может поддержать связь, в то время как предел операции достаточен для компенсации коротких периодов колебания.
- Терминалы в тоже время могут использовать различные CODE величины, потому что исчезновение осадков имеют тенденцию быть высоко локализованы.

Динамическая скорость адаптации:

- Символьная скорость каждого терминала адаптивно настроена к текущим требованиям терминала, определенным изменениям канальной кондиции.
- Цель адаптации дать каждому терминалу наивысшую возможную Символьную Скорость, которую может поддержать связь, в то время как предел операции достаточен для компенсации коротких периодов колебания.
- Терминалы в тоже время могут использовать различную Символьную Скорость величины, потому что исчезновение осадков имеют тенденцию быть высоко локализованы в космосе.

Цель ACM и UPC в противодействии исчезновению связи к адаптации обмена данных и выходной мощности в следующем:

- ACM увеличивает выходную мощность к смягчению/ компенсации исчезновению затухания и доводит SNR обратно к уровню, что возможно хранит изменения MODCOD и скорости передачи данных;
- Когда максимум диапазона UPC насыщается, остаток SNR восстанавливается за счет затухания нейтрализованного средствами ACM, которая изменяет MODCOD и снижает скорость передачи данных к уровню характеристики связи;
- ACM и UPC не изменяют символьную скорость.

AC и DRA противодействуют исчезновению связи к адаптации передачи данных и символьной скорости в следующем:

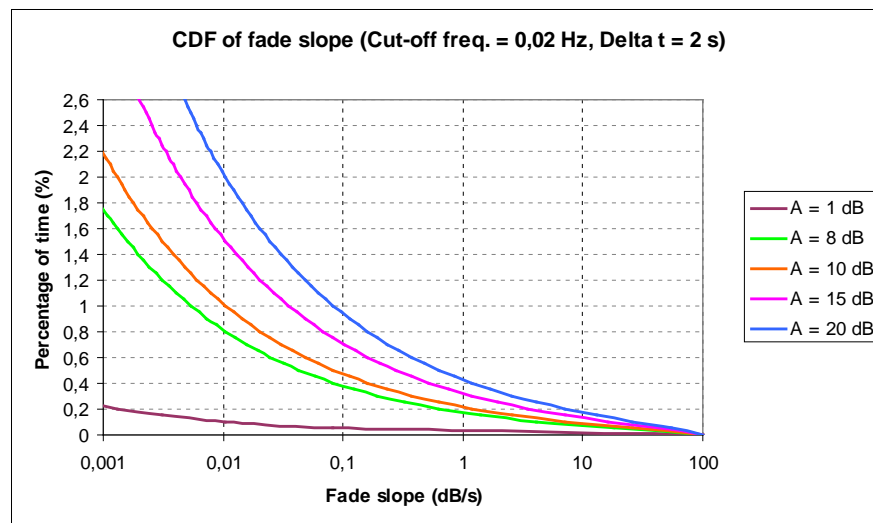
- AC снижает выходное усиление передачи данных к смягчению/компенсации и исчезновению затухания и доводит SNR к уровню, что возможно хранит изменения MODCOD и скорости передачи данных;
- AC не изменяет символьную скорость;
- Когда максимум диапазона AC насыщается, остаток SNR восстанавливается за счет затухания нейтрализованного средствами ACM, которая изменяет DNR и снижает скорость передачи данных к уровню характеристики связи;
- Соответственно, терминал передвигается к наименьшей несущей.

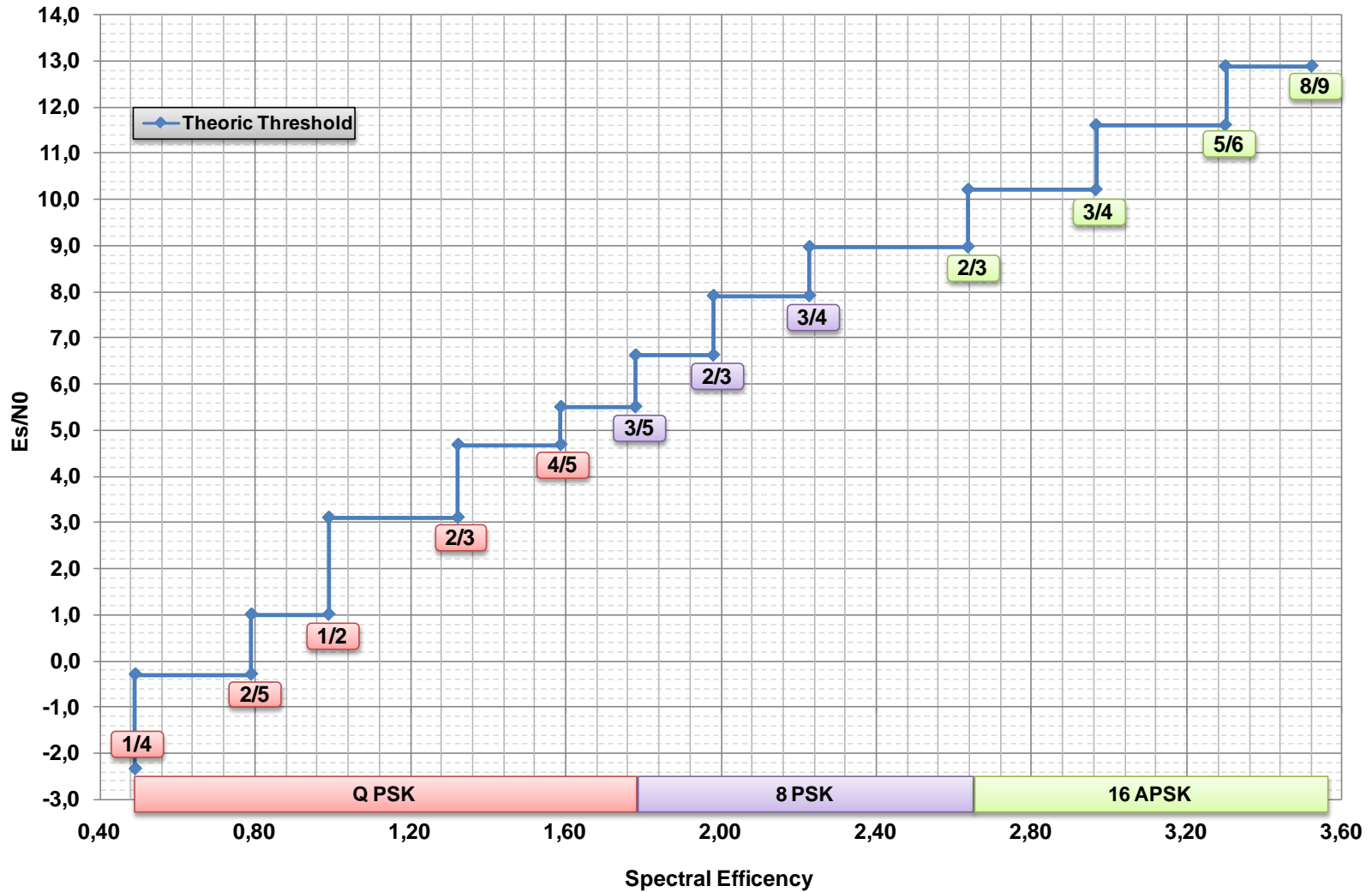
Адаптивное кодирование и модуляция (АСМ), как динамическое изменение скорости (DRA) и адаптивное кодирование АС, это начало основного механизма для определения использования комбинированной модуляции (MODCOD), устанавливание состояние затухания в конфигурации связи характеризующим определенную системную плановую передачу данных и радиочастотную эффективность космического сегмента и части трафика наземного сегмента.

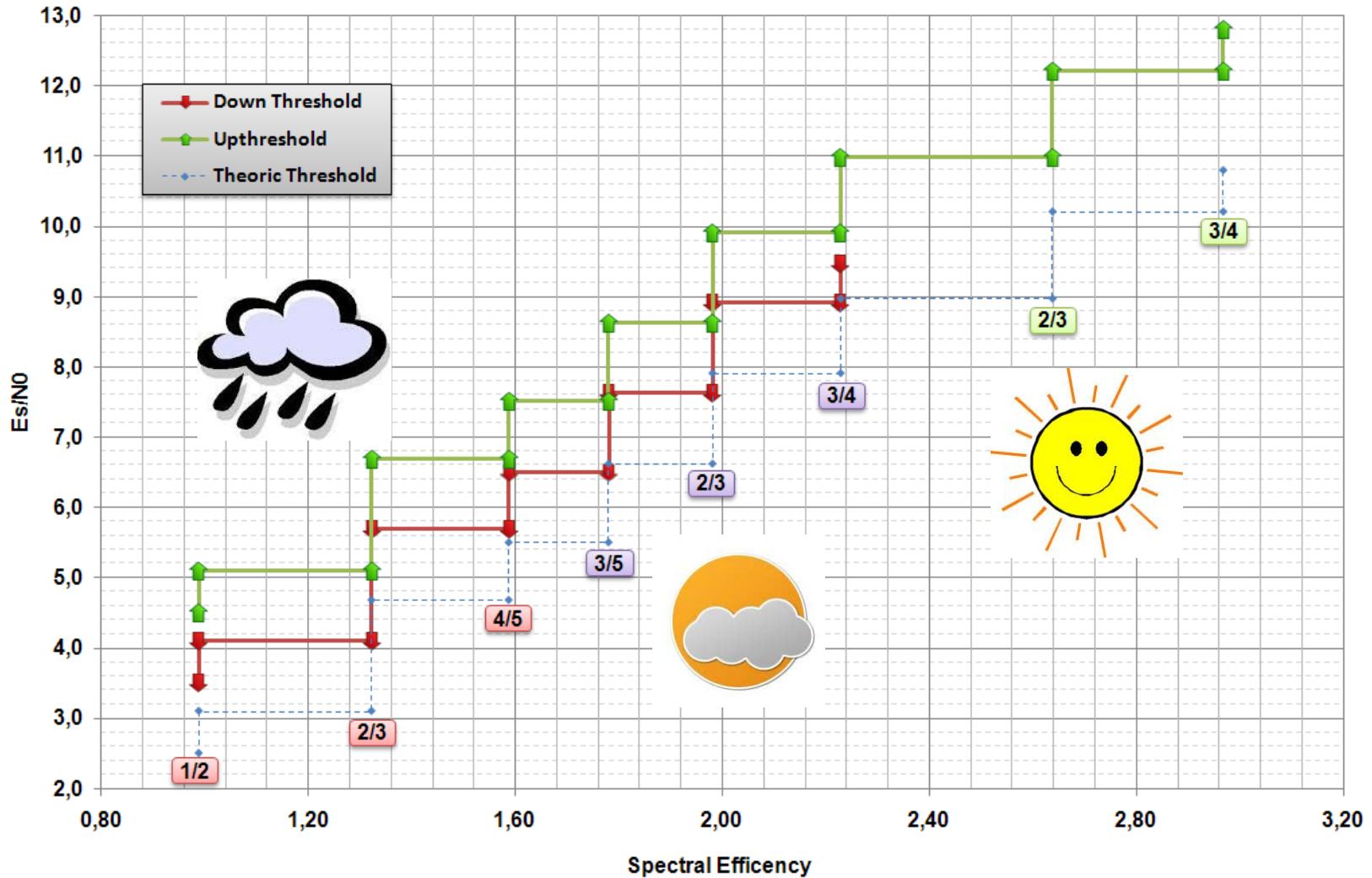
Пороги, получившие определенную основу в Спутниковой Системе операционного сценария (бюджета связи) и эффективность наземного части трафика.

“нижний порог” и “верхний порог” учитывая определения:

- предел АСМ за счет системы цикла задержки и скрытого состояния:
 - Цикл задержки считает к общей непрерывной цепи контроля процесса, включая передачу сигнализации, распространения и обработки, в среднем около 2 сек;
 - Угловой коэффициент затухания дождя в диапазоне 0.5÷1 dB/s для типичной полезной эффективности;
 - Диапазон результирующего предела АСМ 1÷2 dB.
- Осуществление потери модема;
- Предел гистерезиса, определяя, чтобы избежать перехода ,когда затухание колеблется около пороговой точки.



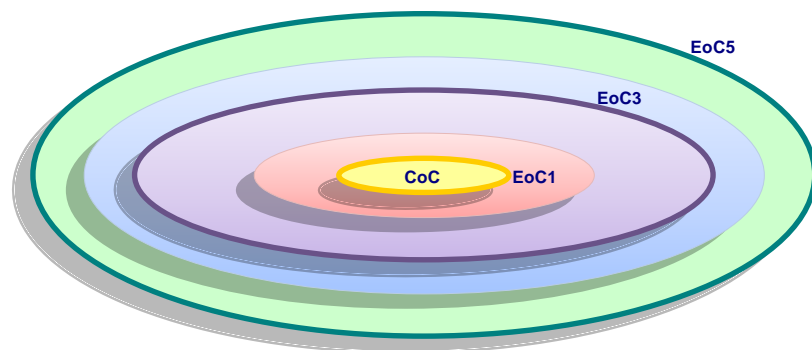




Модель “свадебное пирожное” хорошо показывает распределение MODCOD по зоне обслуживания

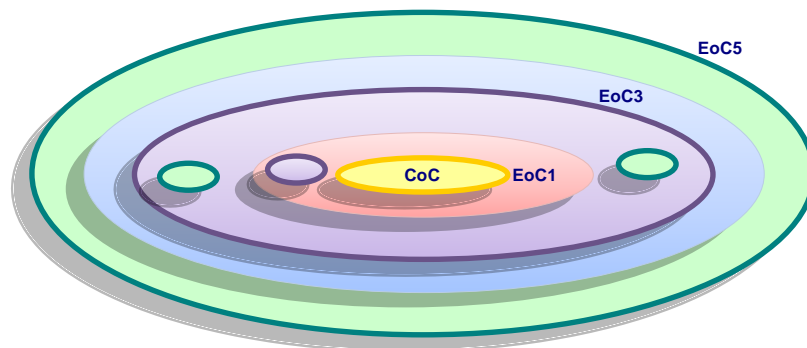
Тип терминала и порогового трафика по зоне обслуживания при постоянной погоде:

- Величины комплекс MODCOD используются по общей зоне обслуживания;
- Каждая величина MODCOD соответствует области в которой диапазон радиочастотной эффективности (EIRP, G/T) определяет сигнал коэффициента шума, что наилучшим образом удовлетворяет MODCOD; например:
 - MODCOD1: от CoC к EoC1;
 - MODCOD2: от EoC1 к EoC3;
 - MODCOD3: от EoC3 к EoC5.



Расположение неоднородного MODCOD в секторе спутникового луча выражается в:

- Существование терминала с различной радиочастотной эффективностью и пороговыми значениями передачи данных, требующих особых условий и различных величин MODCOD;
- Эффект от локализации исчезновения, требующих различных величин MODCOD для каждого вида терминала в различных областях.



Преимущество

Это оптимизирует потенциал и доступность в зоне обслуживания.

Система Ка - диапазона бесприоритетное решение для высокого порога спутниковой связи:

- Повышенная эффективность по сравнению с нижними полосами частот ФСС спутниковой системы
- Большая полоса частот доступного спектра
- Наилучшая пригодность к широкополосной связи, покрывающая возможности всех видов пользователей от жилых домов до учреждения органов государственной власти.
- Консолидированная база продукции космического и наземного сегментов:
 - Значительный пакет высокой эффективности и гибкого ретрансляторного оборудования и спутниковых антенн;
 - Значительный пакет различных видов пользовательских терминалов, покрывающий все отмеченные части и малые размеры, высокая эффективность, простая установка и высокая достоверность
 - Решения для наземных поставленных задач, включая: solutions for ground mission products, including: Payload Traffic Manager, мониторинга спектральной связи, станционный мониторинг и полное управление космических и земных элементов.
- Высокая устойчивость к атмосферным осадкам, благодаря технике сглаживания замираний, уже реализован наземный трафик производителей и доступны для эксплуатации системы к оптимальной производительности с точки зрения пропускной способности и доступности связи.

