

Региональный семинар МСЭ для стран РСС

Использование Ka-диапазона частот для систем и услуг спутниковой связи

Опыт компании Astrium

Алматы, 5–7 сентября 2012 года

All the space you need



Содержание

- **Введение**
- *Регламентарные меры, касающиеся частот*
- *Применения Ka-диапазона и их рынок*
- *Системы и терминалы Ka-диапазона*
- *Опыт компании Astrium*
- *Заключение*

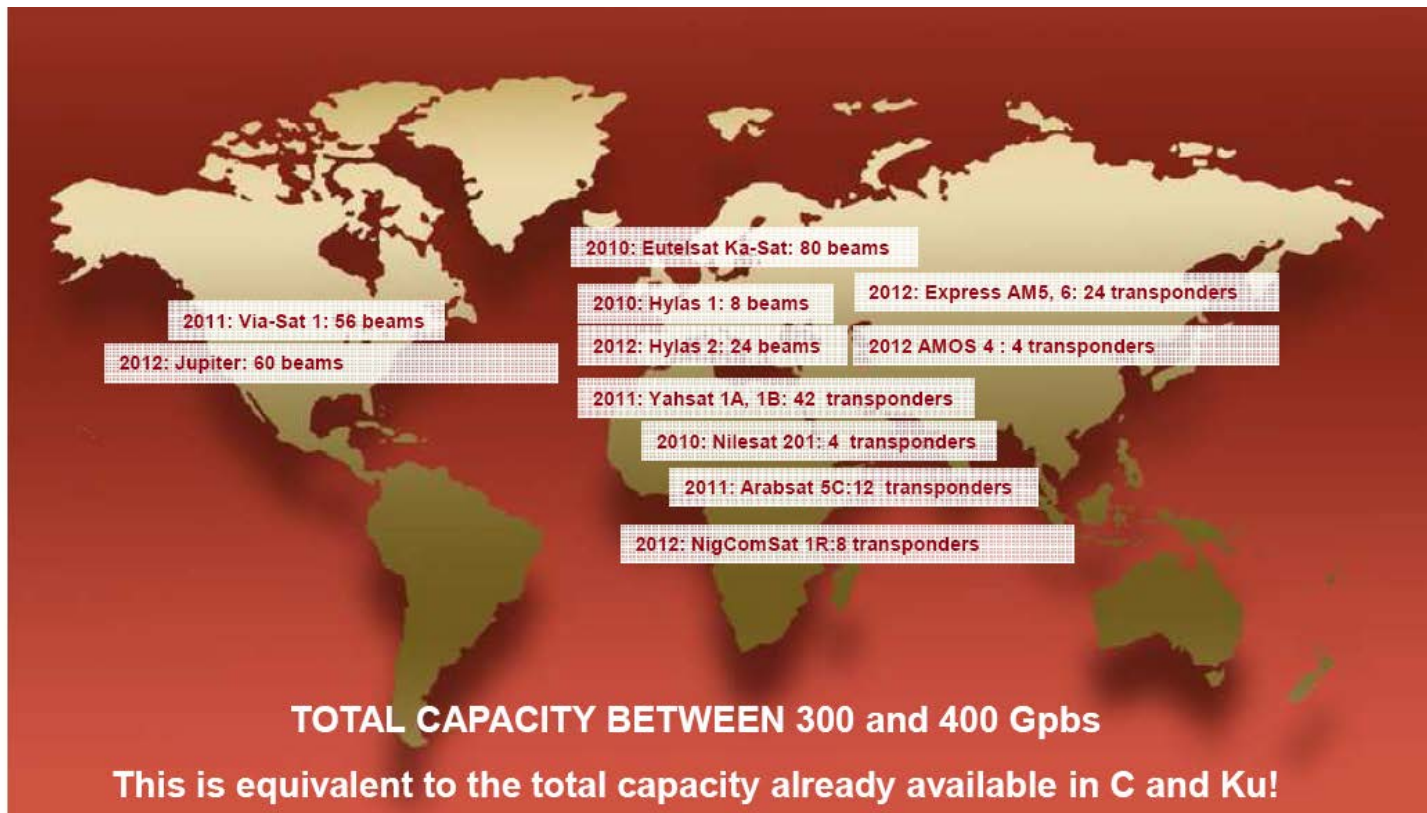
Введение

- Компания Astrium рада возможности представить свой опыт создания спутников и систем Ka-диапазона.
- Инфраструктура информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) стимулирует экономическое развитие, однако ей крайне необходимо дополнительное покрытие, обеспечиваемое за счет спутниковой связи.
- Применения на основе спутниковой связи успешно выдерживают сравнение с наземными применениями и имеют важнейшее значение для недостаточно обслуживаемых районов.
- Технологии для наземного и космического сегментов Ka-диапазона тщательно разработаны, и развертывание спутниковой сети Ka-диапазона можно осуществить за три года.
- Компания Astrium является лидером в рыночном сегменте спутников с высокой пропускной способностью (HTS) и может создать систему Ka-диапазона, адаптированную к конкретным потребностям Казахстана.
- Можно даже укрепить бизнес, объединив применения для гражданских и военных целей.
- Составной частью успешной стратегии является координация частот и надлежащие партнерские отношения.

Значение Ka-диапазона

- **Предлагается использовать Ka-диапазон в целях:**
 - Получения преимущества с точки зрения спектра
 - Более простая координация (на орбите еще нет действующих систем)
 - Доступ к большой полосе пропускания
 - Резервирование за Казахстаном прав на частоты Ka-диапазона
 - Развития широкополосных услуг для коммерческих/корпоративных применений и применений в государственных целях
 - Емкость
 - Предоставление пользователю пропускной способности с использованием доступных по цене терминалов и развитой сетевой системы
 - Соответствие государственной политике Казахстана в области универсального доступа к широкополосным услугам
 - Казахстан станет первой страной Центральной Азии, разработавшей широкополосную многолучевую систему, вслед за уже действующими системами в Европе (Ka-Sat, Nylas) и на Ближнем Востоке (Yahsat-1A и 1B, Arabsat-5C)

Емкость Ka-диапазона удовлетворит растущие потребности в трафике



2011 г.: Via-Sat 1: 56 лучей

2012 г.: Jupiter: 60 лучей

2010 г.: Eutelsat Ka-Sat: 80 лучей

2010 г.: Hylas 1: 8 лучей

2012 г.: Hylas 2: 24 луча

2011 г.: Yahsat 1A, 1B: 42 ретранслятора

2010 г.: Nilesat 201: 4 ретранслятора

2011 г.: Arabsat 5C: 12 ретрансляторов

2012 г.: NigComSat 1R: 8 ретрансляторов

2012 г.: Express AM5, 6: 24 ретранслятора

2012 г.: AMOS 4: 4 ретранслятора

Суммарная емкость составляет от 300 до 400 Гбит/с

Эта величина соответствует суммарной емкости, доступной в С- и Ku-диапазонах!

Широкополосная спутниковая емкость

■ Факторами обеспечения емкости системы в данной зоне обслуживания являются:

- Спектр
 - 500 МГц, предназначенных исключительно для Ка-диапазона, для прямой и обратной линий пользователя при двух поляризациях
- Эффективность использования спектра (бит/с/Гц)
 - Как правило, 2 бит/с/Гц в прямой линии и 1,5 бит/с/Гц в обратной линии
- Коэффициент повторного использования частот в зоне обслуживания
 - Число лучей/размер луча: как правило, 0,5–1 градус
 - Алгоритм раскраски для планирования частот: как правило, 4 цвета (с обеспечением 250 МГц/луч)

■ Показатели достижимой емкости

Число лучей	5	10	15	20	80
Объем спектра/луч (250 МГц)	250	250	250	250	250
Эффективность использования спектра в прямой линии	2	2	2	2	2
Эффективность использования спектра в обратной линии	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Суммарная емкость (Гбит/с)	4	9	13	18	70

Содержание

- *Введение*
- **Регламентарные меры, касающиеся частот**
- *Применения Ka-диапазона и их рынок*
- *Системы и терминалы Ka-диапазона*
- *Опыт компании Astrium*
- *Заключение*

Заявки Казахстана в позиции 58,5° в. д.: Ка-диапазон

Направление	Ка-диапазон	Заявка	API	Срок действия	Координация	Заявление	Неблагоприятное заключение	Повторное представление
Линия вниз	17,7–20,1 ГГц	KAZSAT-1M	27/12/2006 г.	27/12/2013 г.	09/12/2005 г.	02/08/2010 г.		
	20,1–21,2 ГГц	KAZSAT-1	18/02/2005 г.	18/02/2012 г.	09/12/2005 г.	23/12/2009 г.	30/11/2010 г.	16/12/2010 г.
	20,1–20,2 ГГц	KAZSAT-1M	27/12/2006 г.	27/12/2013 г.	09/12/2005 г.	02/08/2010 г.		
	20,1–21,2 ГГц	KAZSAT-1M	27/12/2006 г.	27/12/2013 г.	09/12/2005 г.	02/08/2010 г.		
Линия вверх	27,5–31 ГГц	KAZSAT-1	18/02/2005 г.	18/02/2012 г.	09/12/2005 г.	23/12/2009 г.	30/11/2010 г.	16/12/2010 г.

■ Ка-диапазон

- Потребности охвачены тремя этапами заявок
 - KAZSAT-1 со сроком действия до 18/02/2012 г.
 - KAZSAT-1M со сроком действия до 27/12/2013 г., заявлен ввод в действие в 1 квартале 2012 года (с использованием LUCH-5A)
 - KAZSAT-1R с приоритетной датой 14/11/2012 г. и сроком действия до 30/03/2018 г.
- Благоприятные эксплуатационные условия
- Обеспечение защиты частот
 - Заявление о вводе KAZSAT-1M в действие было направлено до истечения срока действия

■ Заявки на регистрацию при отсутствии действующего спутника могут быть оспорены

*Заявки должны быть аннулированы в случае возникновения помех при эксплуатации
Азербайджан также представил заявку в позиции 58,5° в. д. (до заявки KAZSAT-1R)*

■ Общее положение

- Сети Ка-диапазона подлежат координации согласно Статьям 9 и 11 РР МСЭ

Содержание

- *Введение*
- *Регламентарные меры, касающиеся частот*
- **Применения Ka-диапазона и их рынок**
- *Системы и терминалы Ka-диапазона*
- *Опыт компании Astrium*
- *Заключение*

Применения, стимулирующие спрос на спутниковую емкость

■ Потребитель

- Широкополосный доступ
- Компонент предоставления услуги "triple-play"

■ Предприятие

- Удаленный доступ
- Виртуальные частные сети и создание сетей
- Применения SCADA и межмашинное взаимодействие (M2M)
- Цифровой кинотеатр/цифровой информационный экран
- Интерактивное дистанционное обучение
- Резервирование и восстановление после бедствий
- Кочевые/морские применения

■ Транзитное/магистральные соединения

- Беспроводное транзитное соединение
- Международное магистральное соединение



Источник: NSR, 2010 год.

Сегментация рынка широкополосного доступа



Рынок с высоким уровнем обеспеченности услугами

- Районы, расположенные в пределах 3 км до ближайшего мультиплексора доступа к цифровой абонентской линии (DSLAM) или имеющие волоконные линии до жилого помещения (FTTH), недалеко от головной станции кабельного телевидения
- Как правило, городские районы с **высокой плотностью населения**

Рынок, не обеспеченный услугами

- Районы, расположенные за пределами 5 км от ближайшего DSLAM или головной станции кабельного телевидения, что означает невозможность наземного широкополосного доступа
- В необслуживаемых районах, как правило, низкая плотность населения по сравнению с **городскими районами**

Рынок с недостаточным уровнем обеспеченности услугами

- Районы, расположенные примерно в 3–5 км от DSLAM. Имеется возможность широкополосного доступа с ограниченной максимальной скоростью, составляющей не более нескольких Мбит/с, что не позволяет предоставлять все виды услуг (телевидение, видео по запросу)
- Недостаточно обслуживаемые дома, как правило находящиеся в **пригородных или городских районах**

Услуги широкополосной связи в Казахстане

■ Существующая ситуация в Казахстане

- Общий рост спроса на услуги интернета
- Проникновение интернета: 16% на конец 2010 года (годовой темп прироста составил 400 базисных пунктов)
- Проникновение широкополосной связи: 12% населения на конец 2010 года (годовой темп прироста составил 300 базисных пунктов)
- Средний показатель в странах ОЭСР: 25% населения

■ На развитии интернета и широкополосной связи отрицательно сказывается низкая плотность наземной инфраструктуры

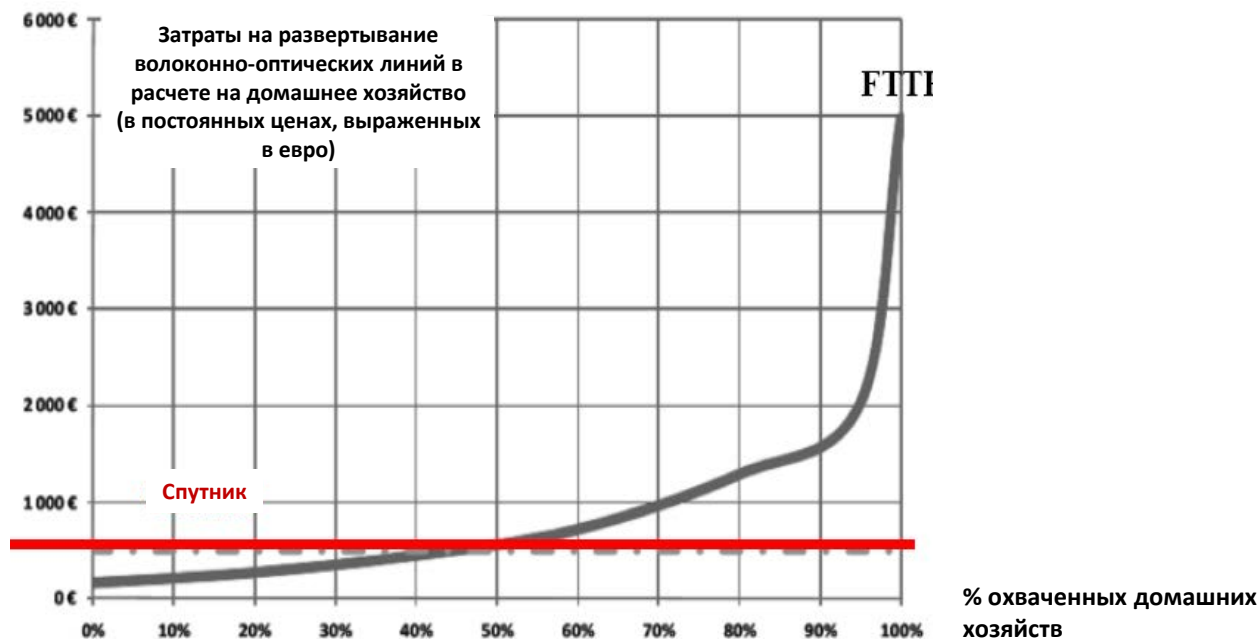
- Проникновение фиксированных телефонных линий составляет 26% населения и лишь 6,4% домашних хозяйств

■ Масштабный план правительства по обеспечению к 2015 году 100% покрытия широкополосной связью

- Однако небольшая часть населения по-прежнему не имеет волоконных линий до жилых помещений или наземного беспроводного доступа (WiMax, 3G) в связи с экономической нерентабельностью покрытия
- Решением является связь через спутник Ka-диапазона

■ Широкополосные услуги также должны представлять большой интерес для служб безопасности и вооруженных сил (связь/передача данных)

Затраты на развертывание волоконно-оптических линий в расчете на домашнее хозяйство во Франции (*)



- Только спутник обеспечит обслуживание недоступных районов
- В других местах предложение на основе спутникового доступа сравнимо с предложением на основе наземного доступа,
- при этом емкость можно легко перераспределить

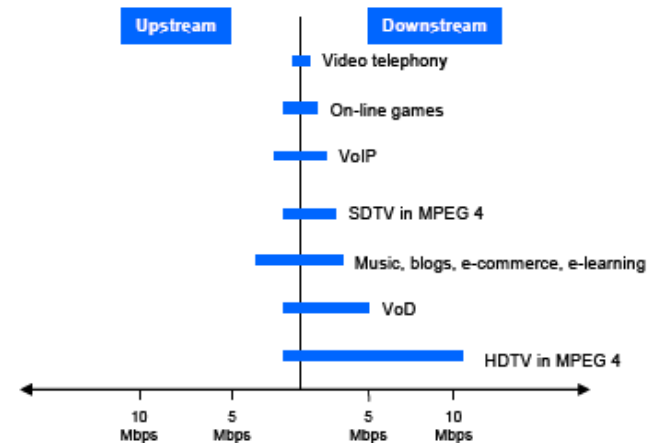
(*) Источник: DATAR, февраль 2010 года.

Приложения на основе широкополосного доступа для потребителей

Приложения на основе широкополосного доступа для потребителей!

- Сверхвысокоскоростной интернет
- ТВЧ и трехмерное телевидение
- Охрана дома
- Домашняя автоматизация
- Электронное здравоохранение

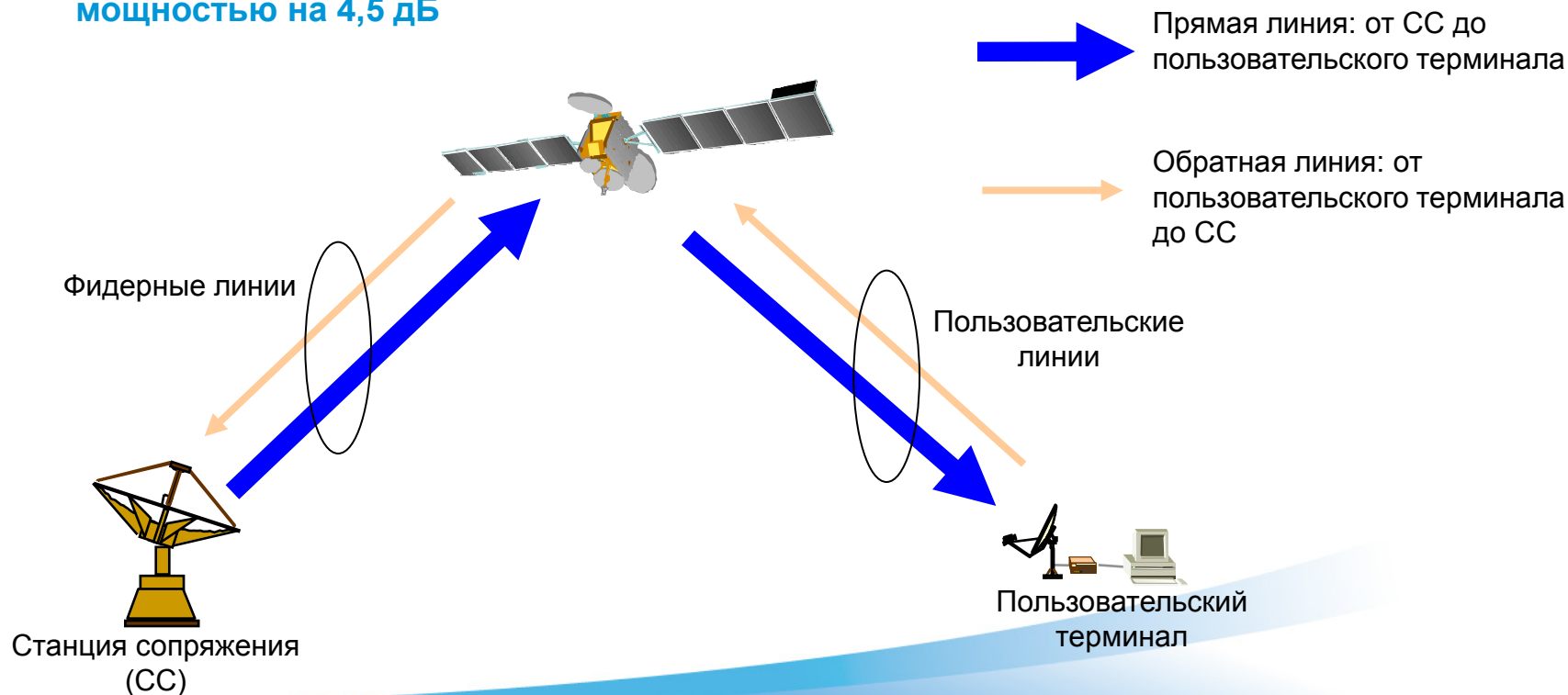
Оптимальная скорость передачи битов находится в интервале 5–10 Мбит/с (на линии вниз)



Источник: IDATE, октябрь 2010 года. Бурное развитие широкополосной связи в Европе с использованием спутников с высокой пропускной способностью (HTS) и рыночные перспективы спутниковой связи.

Сценарий использования системы широкополосного доступа потребителями

- Предполагается, что целевой услугой является интерактивная услуга широкополосной связи для бытовых пользователей -> Для нее требуются двунаправленные линии
- На прямой линии: ЛБВ, работающая с одной несущей на уровне 0,5 дБ ниже уровня насыщения
- На обратной линии: ЛБВ, работающая с несколькими несущими со сниженной выходной мощностью на 4,5 дБ



Спутниковая емкость

- Сравнение пропускной способности нового и предыдущего поколений спутников Ka-диапазона



Услуги и применения, используемые в государственных целях

- Надежная и защищенная полоса пропускания в глобальном масштабе
- Решения в области связи для ТВД
- IP-соединения
 - Широкополосный доступ в интернет
 - Сеть для закрытой группы пользователей
 - Присоединение узлов
 - Телеприсутствие
 - Услуги резервирования
 - Подача/распределение
 - Магистральная связь
 - Применения SCADA/M2M
 - Услуги многоадресной передачи
 - Услуга подвижной связи

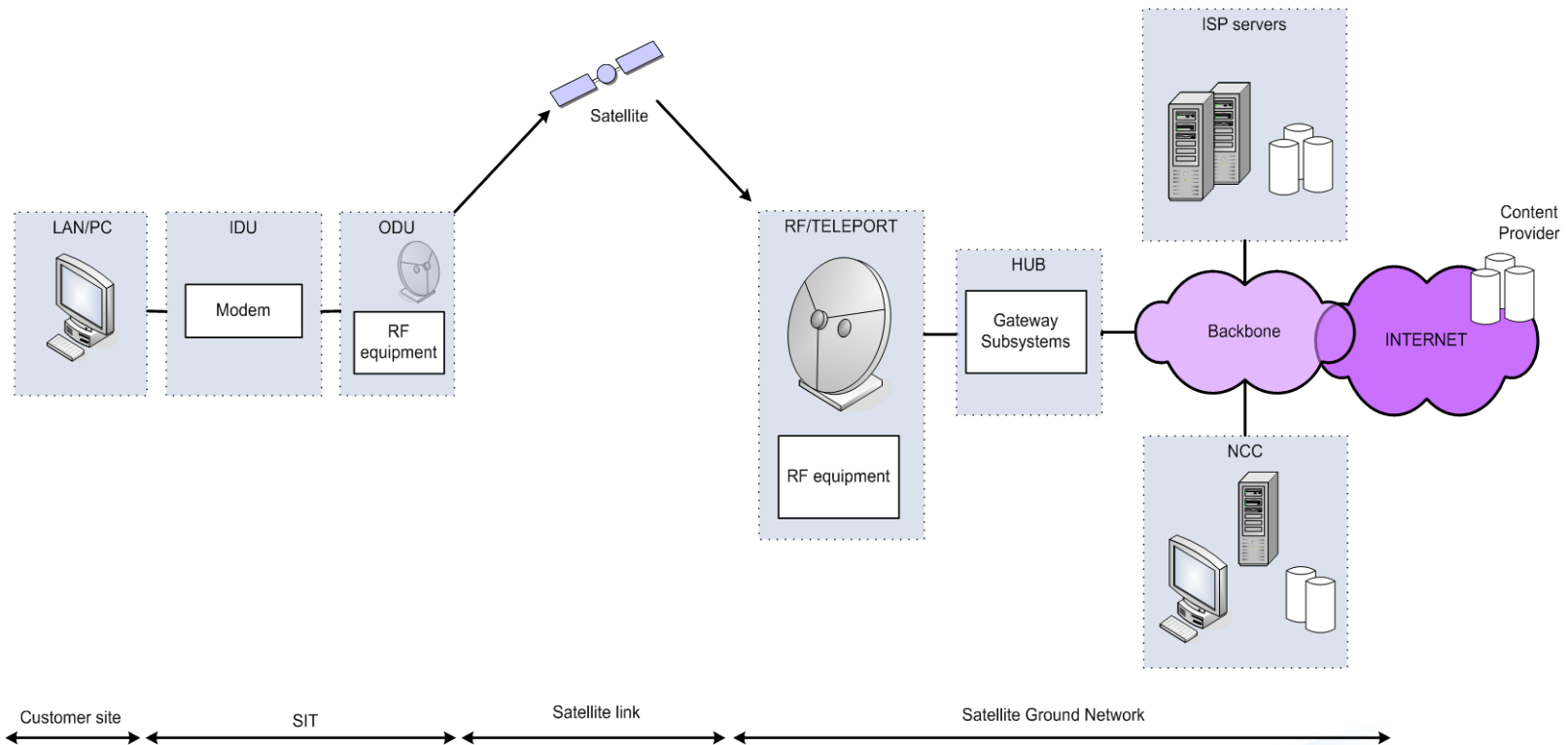


Источник: Презентация Eutelsat по услугам в государственных целях, предоставляемых через спутник Ka-Sat.

Содержание

- *Введение*
- *Регламентарные меры, касающиеся частот*
- *Применения Ka-диапазона и их рынок*
- ***Системы и терминалы Ka-диапазона***
- *Опыт компании Astrium*
- *Заключение*

Архитектура системы, которая сейчас развернута на спутнике Ka-Sat



The document is the property of Astrium. It shall not be communicated to third parties without prior written agreement. Its content shall not be disclosed.

Примеры пользовательских терминалов



Полная линейка внешних блоков (ODU)

- 67 см, Ка-диапазон
- 96 см, Ку-диапазон
- Средства автоматизированной установки для упрощения юстировки антенны и ввода в действие

Компактный внутренний блок (IDU)

- Простые абонентские интерфейсы
- Самонастраивающийся интерфейс Ethernet 10/100 Мбит/с
- Имеется все необходимое программное обеспечение для доступа к спутнику
- Возможность обновления путем загрузки программного обеспечения по радиоканалу



Источник: Презентация Eutelsat, касающаяся услуги Tooway.

IDU throughput	Download	Upload
Basic solution ($< 80\text{cm}/3\text{W}$, $< 50\text{dBW}$) > TCP/IP traffic > UDP traffic	10Mbps 30Mbps	5Mbps 5Mbps

Содержание

- *Введение*
- *Регламентарные меры, касающиеся частот*
- *Применения Ka-диапазона и их рынок*
- *Системы и терминалы Ka-диапазона*
- **Опыт компании Astrium**
- *Заключение*

Опыт компании Astrium в области полезной нагрузки Ка-диапазона, начиная с 1989 года

Начало
в 80-х годах

Olympus
запущен
в 1989 г.



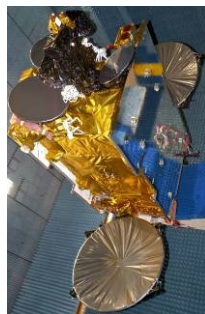
W3A
запущен
в 2004 г.



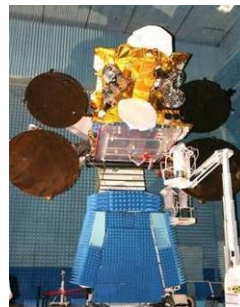
Anik F3
запущен
в 2007 г.



Nimiq 4
запущен
в 2008 г.



Astra 3B
запущен
в 2010 г.

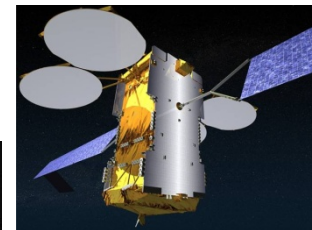


Спутник, полностью
относящийся к
Ка-диапазону ...
емкость до 80 Гбит/с

Hylas
запущен
в 2010 г.



KaSat
запущен
в 2010 г.



Дополнительная полезная нагрузка или основная миссия

- **Дополнительная полезная нагрузка, обеспечивающая более ограниченное число ретрансляторов, которая, тем не менее, обладает возможностью "сцепки" с другими загруженными областями полезной нагрузки (в Ku- или C-диапазонах)**
- **Последние типовые примеры выхода на рынок включают:**
 - Eutelsat W3A
 - Telesat Anik F3 и Nimiq 4
 - SES Astra 3B
 - Yahsat-1A
 - Arabsat-5C
 - Express AM4
 - Express AM4R (в процессе создания)

- **Специализированные спутники Ka-диапазона**

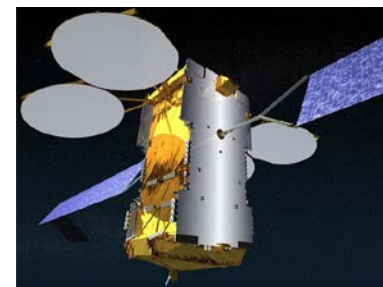
- HYLAS (AVENTI)

Гибкая полезная нагрузка



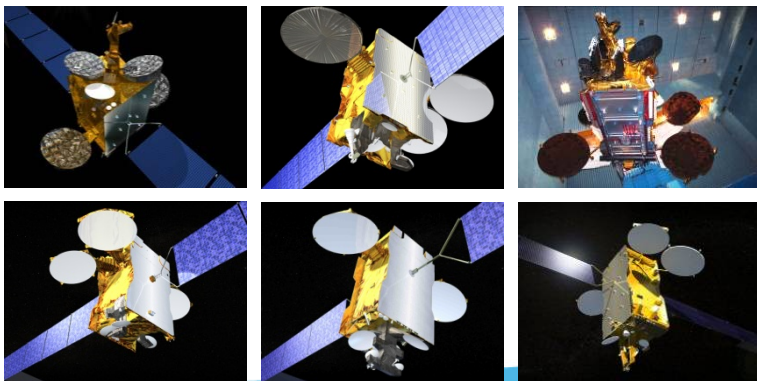
- Ka-Sat (EUTELSAT)

*80 лучей
Емкость 70 Гбит/с*



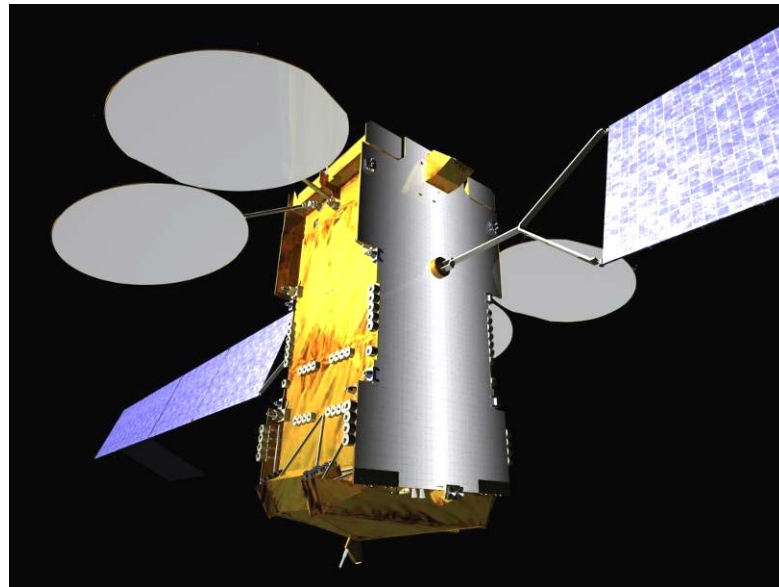
- Yahsat-1B (ОАЭ)

*Спутник двойного назначения
(гражданского и военного)*



В объективе – спутник Ka-Sat

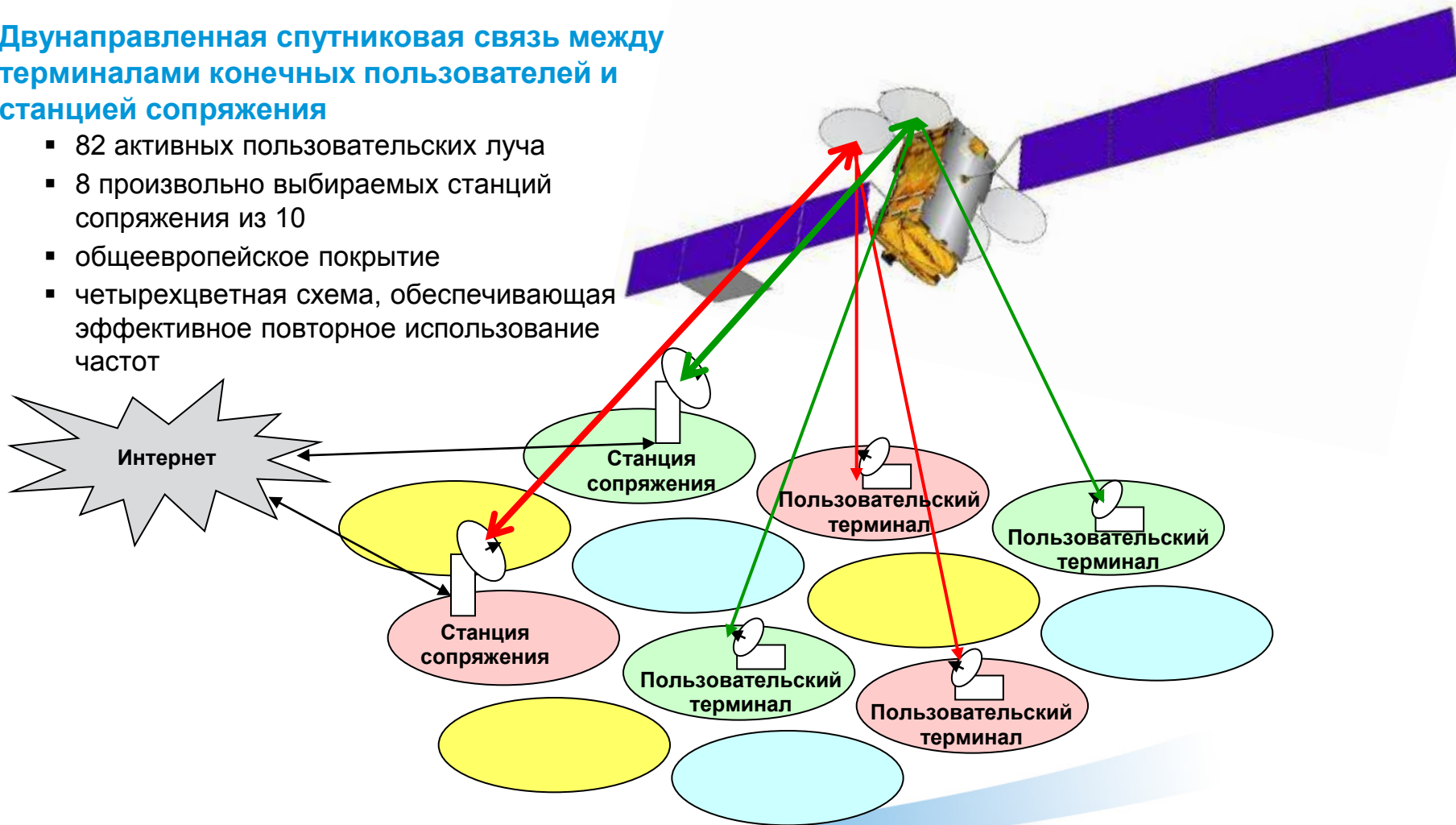
- **Ka-Sat** является первым многолучевым спутником Ka-диапазона в Европе, а также одним из наиболее сложных и крупных спутников, когда-либо созданных компанией **Astrium**
- **Ka-Sat** полностью соответствует номенклатуре спутников на платформе **Eurostar E3000**, однако потребовалась некоторая адаптация к конкретным требованиям миссии
- **Ka-Sat** запущен **29 декабря 2010 года** и успешно эксплуатируется после развертывания на орбите



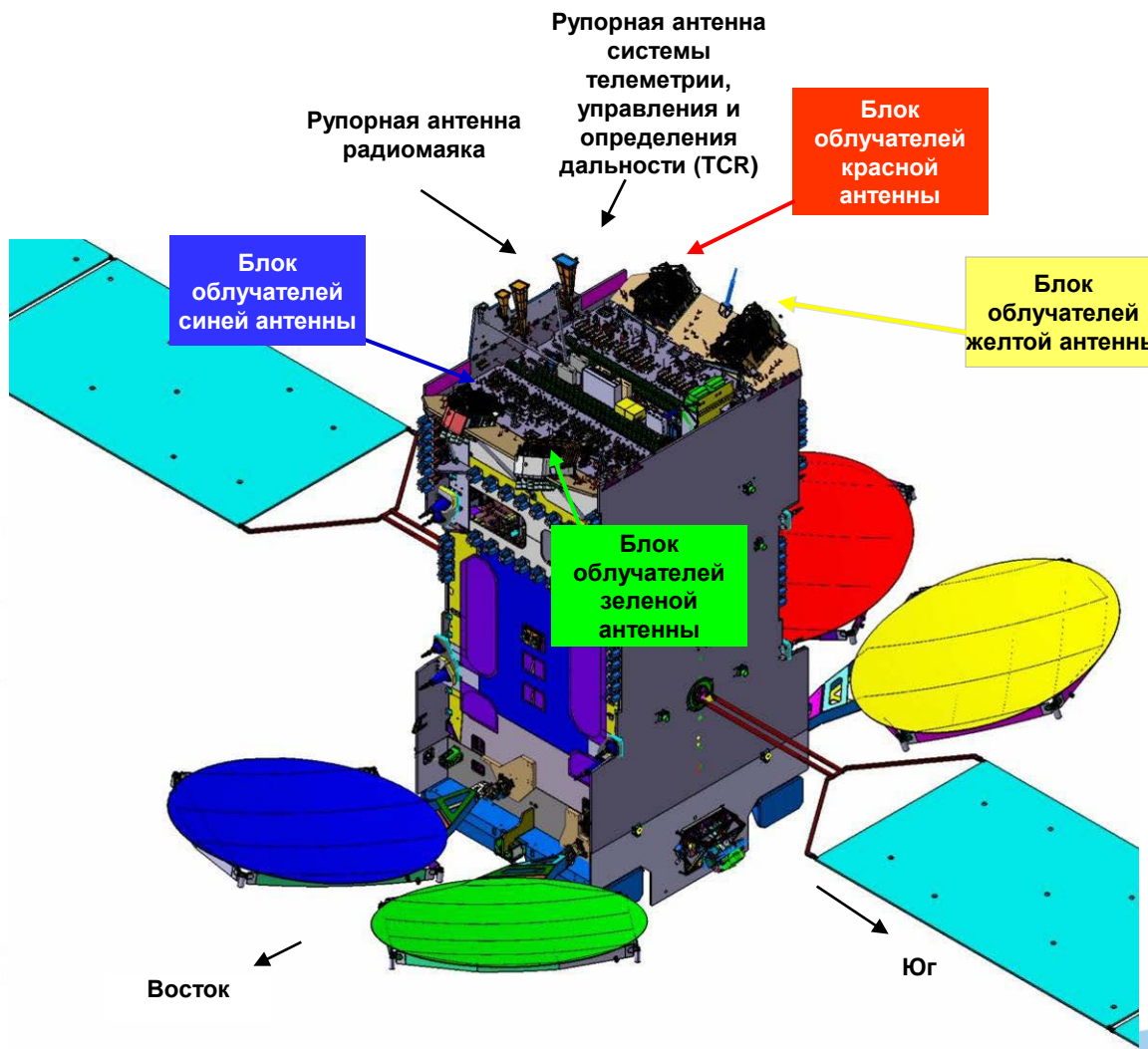
Обзор миссии/полезной нагрузки Ka-Sat

Двухнаправленная спутниковая связь между терминалами конечных пользователей и станцией сопряжения

- 82 активных пользовательских луча
- 8 произвольно выбираемых станций сопряжения из 10
- общеевропейское покрытие
- четырехцветная схема, обеспечивающая эффективное повторное использование частот



Конфигурация спутника Ka-Sat после развертывания на орбите

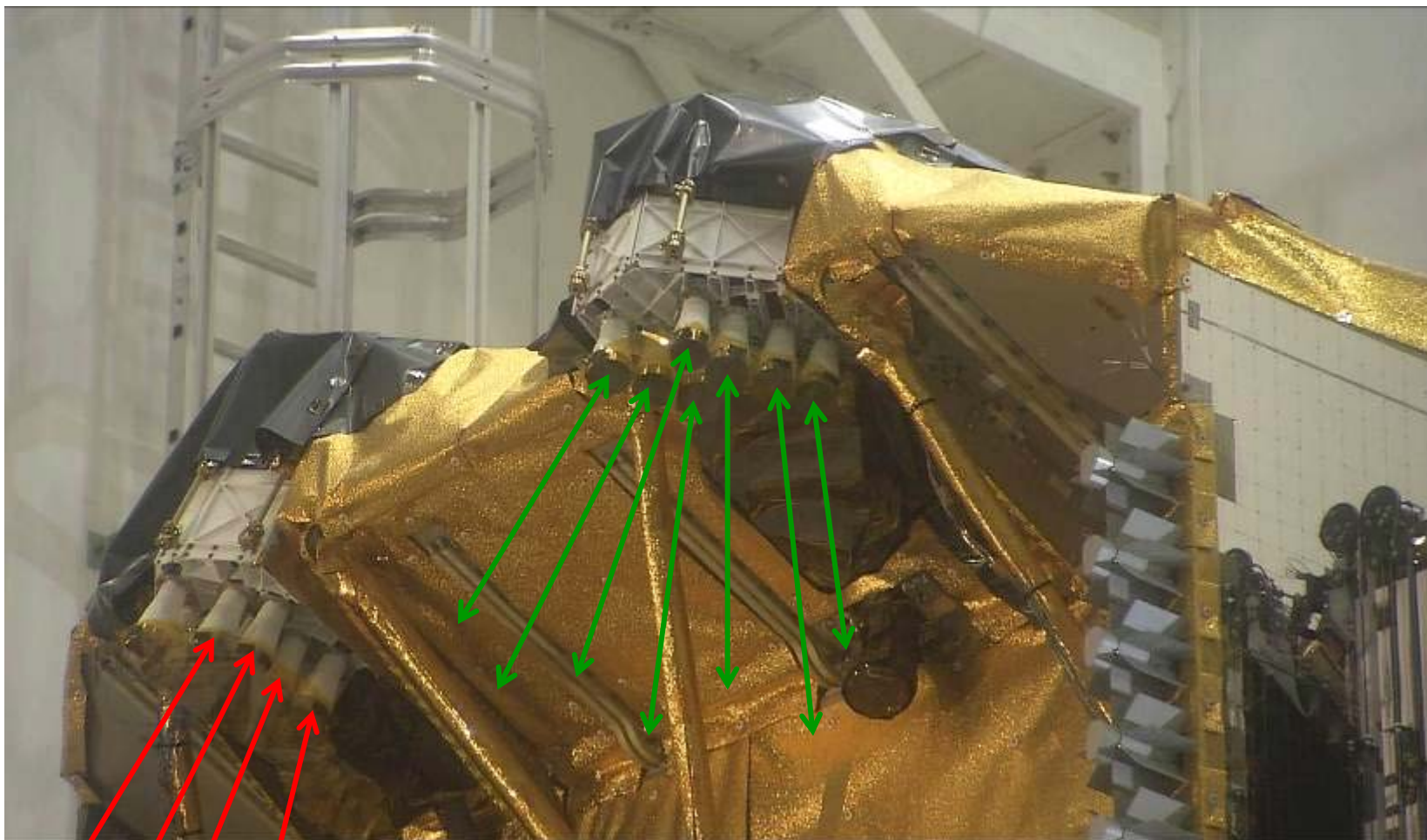


- **Четыре антенны:**
 - по одной антенне на цвет
 - около 20 облучателей в каждой решетке
 - разворачиваемые отражатели диаметром 2,6 м



The document is the property of Astrium. It shall not be communicated to third parties without prior written agreement. Its content shall not be disclosed.

Блоки из нескольких облучателей антенны



The document is the property of Astrium. It shall not be communicated to third parties without prior written agreement. Its content shall not be disclosed.

Основные свойства платформы Eurostar E3000 для спутника Ka-Sat

Трехуровневая версия платформы E3000

Самый большой размер механической платформы

Радиационно-стойкие усилители с
общим коллектором, обладающие также
высоким термическим КПД, который
требуется для миссий Ka-диапазона

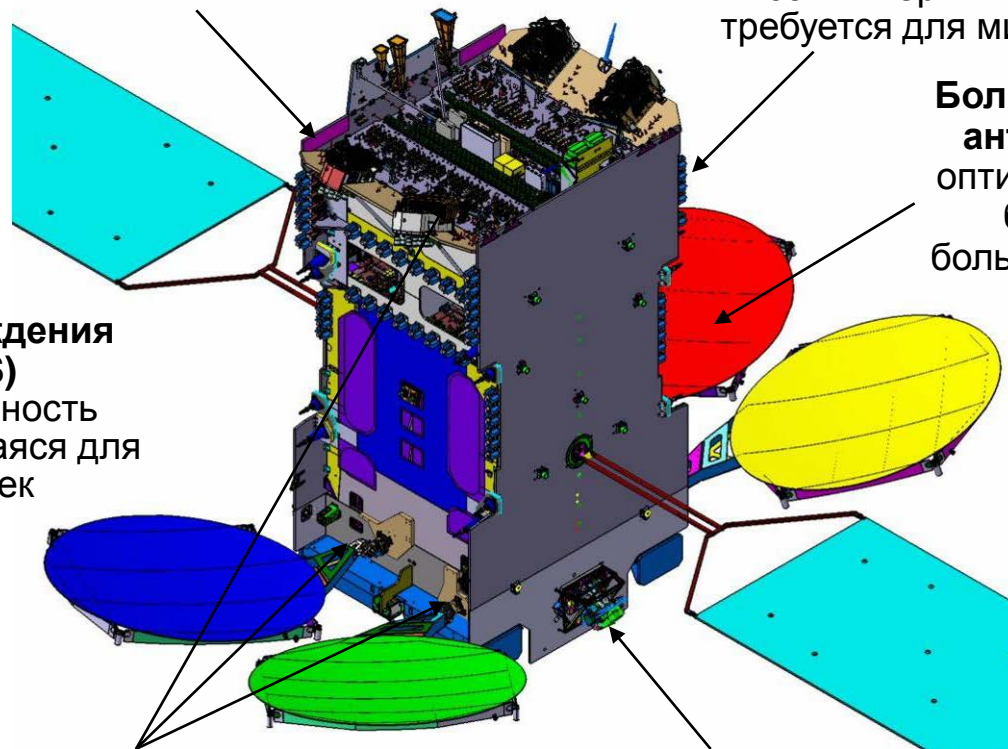
Большие длиннофокусные
антенны для достижения
оптимальных характеристик,
большого усиления и
большого отношения сигнала
несущей к помехе

Система сопровождения антенны (ATS)

Очень высокая точность
наведения, требующаяся для
небольших ячеек

Новые механические принципы
крепёжа блоков антенных облучателей, а также
развертывания и выравнивания облучателей

Плазменный двигатель
для обеспечения значительного срока
службы такого большого космического
аппарата



Основные характеристики спутника Ka-Sat

■ Основные возможности спутника

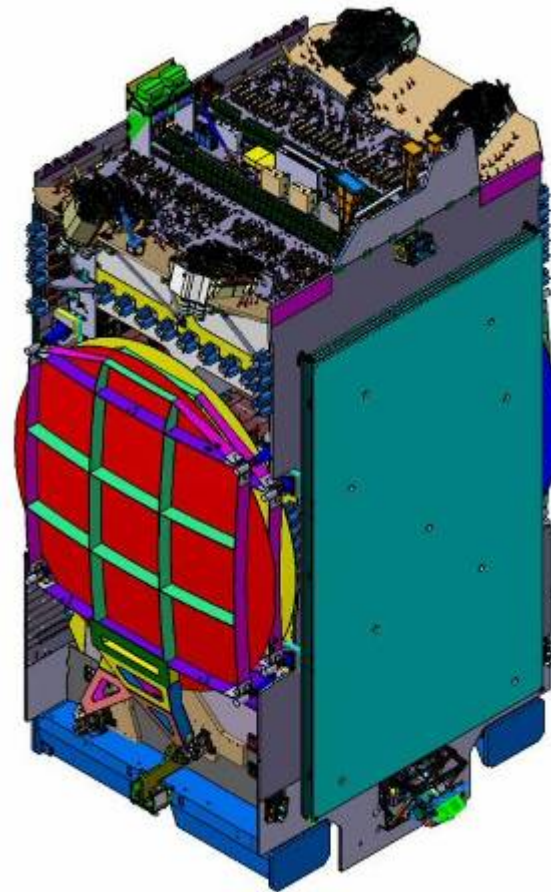
- Мощность
 - Мощность космического аппарата до 14 кВт
 - Мощность полезной нагрузки по постоянному току 11,2 кВт
 - Мощность солнечной батареи до 16 кВт
- Стартовая масса спутника > 6 тонн
- Срок службы, допускающий выполнение орбитального маневра > 16 лет

■ Орбита

- Геостационарная, долгота 9° в. д.

■ Запуск

- Ракета-носитель: Протон
- Дата запуска: 29 декабря 2010 года



Заключение

Компания Astrium:

- уверена, что с началом использования Ka-диапазона у Казахстана появятся все возможности для вхождения в число стран, развивающих широкополосные услуги;
- может предложить современную инфраструктуру в сочетании с успешным опытом полетов (космический сегмент) и тщательно разработанной технологией (наземный сегмент);
- с удовольствием обсудит с Казахстаном миссию спутника Ka-диапазона Kazsat-4 и предложит различные варианты;
- может в полной мере обеспечить формирование требований и характеристик системы Ka-диапазона, оптимизированной для Казахстана, включая:
 - покрытие и число лучей;
 - частотный план и число станций сопряжения;
 - коэффициент асимметрии прямой и обратной линий;
 - характеристики энергетических потенциалов линий, станций сопряжения и терминалов;
 - форму сигнала, переменную модуляцию, адаптивное кодирование, готовность 99,5%;
- может предусмотреть несколько сценариев, включая систему двойного назначения, рассчитанную как на службы гражданского назначения, так и на применения в интересах обороны и безопасности.