



РАЗВИТИЕ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ВЕЩАНИЯ

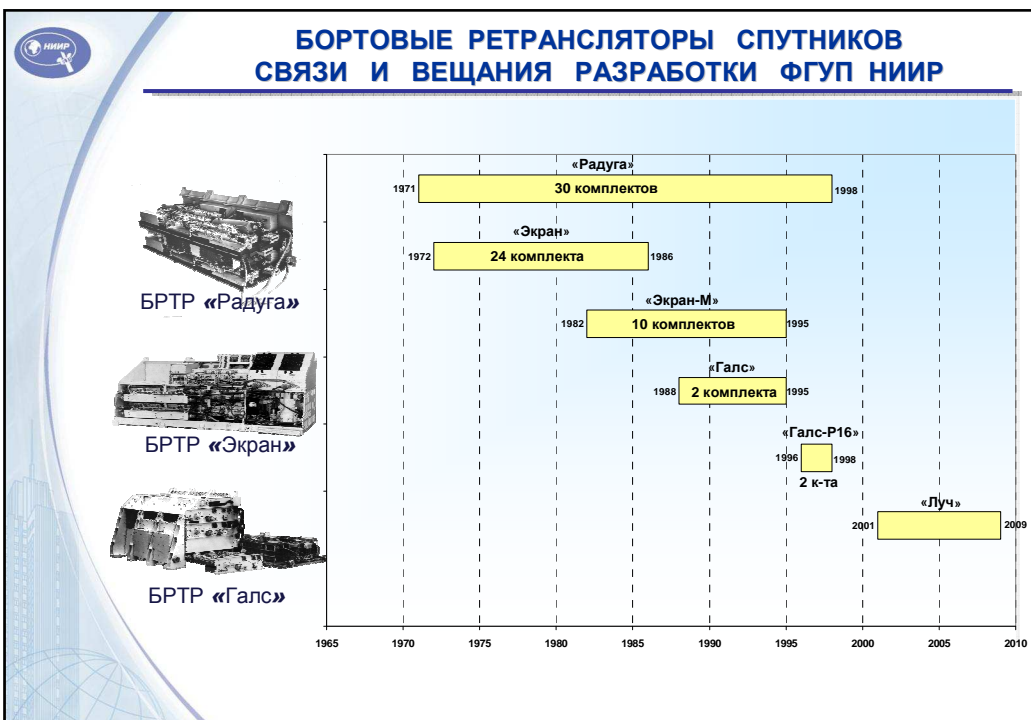
профессор, к.т.н.
ТИМОФЕЕВ Александр Сергеевич



ФГУП НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАДИО

- Головной институт Минкомсвязи России в области создания спутниковых и наземных систем связи и вещания. Разработчик Программы развития государственной орбитальной группировки спутников связи и вещания на период до 2015 года
- Специализируется в разработке систем спутниковой связи и вещания. Участник более 15 программ по созданию систем связи
- Осуществлял создание и серийную поставку земных станций спутниковой связи Орбита, Интерспутник, Экран, Москва – Глобальная, Марс
- Имеет большой опыт создания бортовых спутниковых ретрансляторов





ВОЗМОЖНОЕ ПОСЛЕДСТВИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСОВМЕСТИМЫХ СИСТЕМ



 **КАКИЕ НУЖНЫ УСЛУГИ СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ ?**



1. Анализ тенденций рынка услуг спутниковой связи и вещания



2. Определение направлений развития

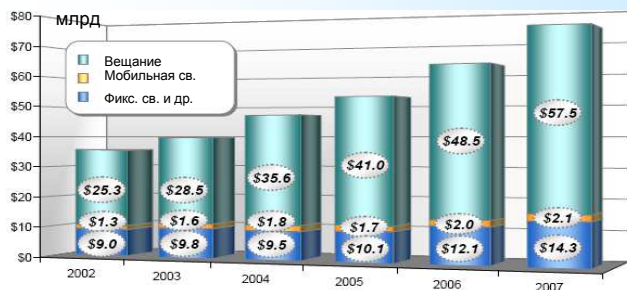


3. Построение высокоэффективных систем спутниковой связи и вещания





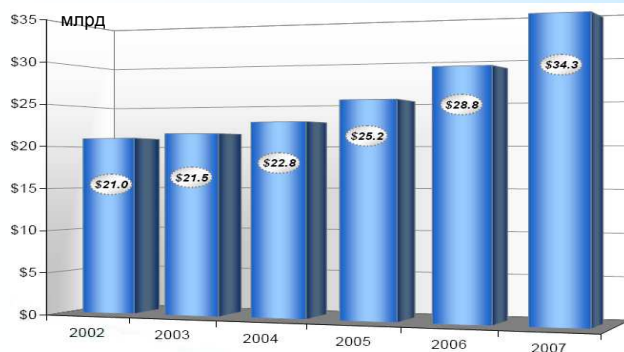
МИРОВОЙ ДОХОД ОТ СПУТНИКОВЫХ УСЛУГ



Спутниковые услуги	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Вещание	\$25.3	\$28.5	\$35.6	\$41.0	\$48.5	\$57.5
-радио (DARS)	\$0.0	\$0.1	\$0.3	\$0.8	\$1.9	\$2.1
-телевидение (DBS/DTH)	\$25.3	\$28.4	\$35.3	\$42.0	\$46.6	\$55.4
Мобильная связь	\$1.3	\$1.6	\$1.8	\$1.7	\$2.0	\$2.1
Фиксированная связь и др.	\$9.0	\$9.8	\$9.5	\$10.3	\$12.1	\$14.3
Широкополосный доступ в Интернет	\$0,2	\$0.3	\$0.2	\$0.3	\$0.2	\$0.4
Всего	35,6	\$39.8	\$46.9	\$52.8	\$62.6	\$73.9



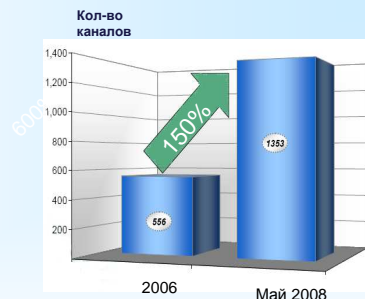
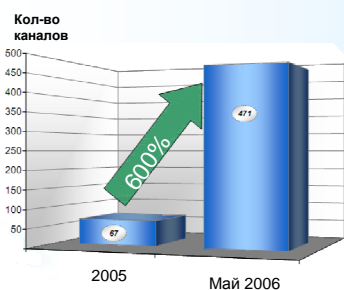
НАЗЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



Количество терминалов	2006	2007
Спутниковое телевидение	88 737 915	100 507 651
Спутниковое радио	14 152 212	18 022 951
Мобильные услуги связи	1 773 729	1 833 126
Мобильное телевидение	750 000	950 000
Широкополосный доступ в интернет конечному пользователю	565 300	683 700



ТЕЛЕВИДЕНИЕ ВЫСОКОЙ ЧЕТКОСТИ (HDTV)

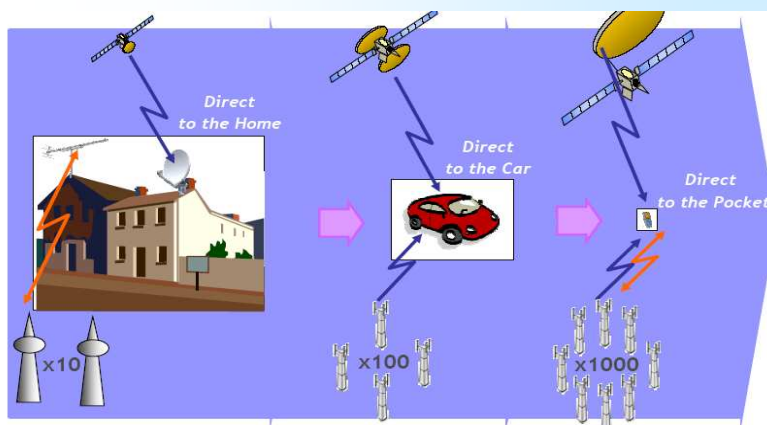


- Количество спутников, поддерживающих сервис HDTV, выросло в 4 раза в период с 2005 по 2007 год
- Количество каналов HDTV по прогнозам вырастет еще на 350% к 2013 году
- Только до 5% от числа спутниковых телевизионных каналов являются каналами HDTV



НЕПОСРЕДСТВЕННОЕ ВЕЩАНИЕ НА МОБИЛЬНЫЕ ТЕРМИНАЛЫ

- Спутниковое непосредственное звуковое вещание
- Спутниковое мобильное телевидение

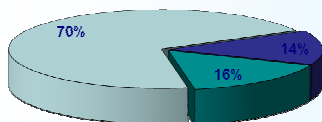


Интеграция спутниковых и наземных сетей



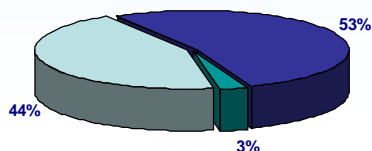
ЕМКОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ

Распределение видов услуг государственной орбитальной группировки



- Телефония, передача данных и т.п.
- VSAT
- TV+PB

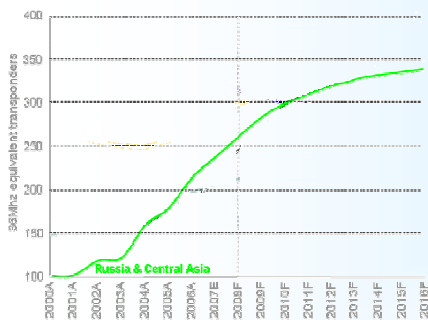
Распределение спутниковой емкости государственной орбитальной группировки



- С-диапазон (87 стволков)
- Ku-диапазон (105 стволков)
- L-диапазон (5 стволков)



РОСТ СПРОСА НА СПУТНИКОВЫЙ СЕГМЕНТ

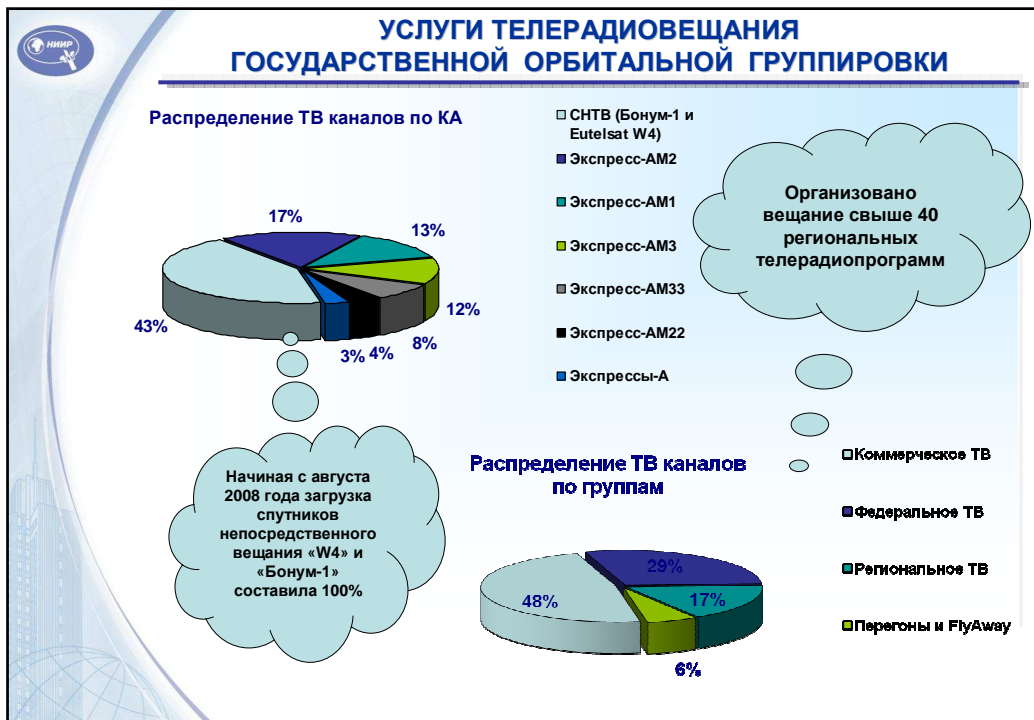
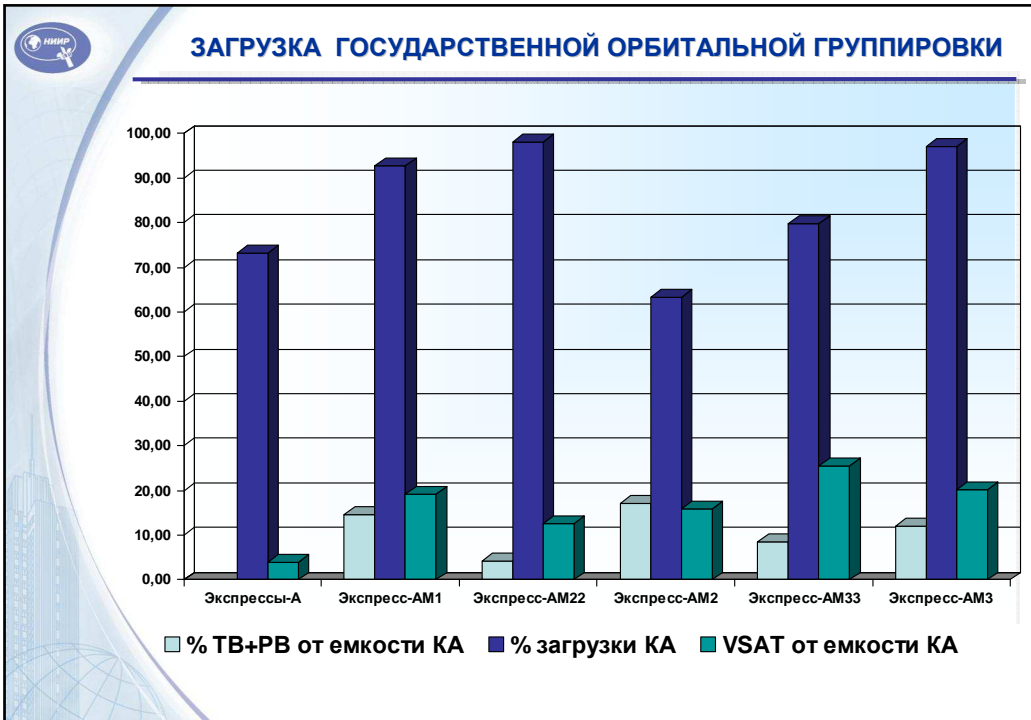


- Требуется больше ТВ каналов
- Внедрение HDTV
- Доступ к Интернет
- Возрастание требований коммерческих структур
- Связь в интересах государственного сектора
- Реализация национальных проектов «Образование», «Медицина»

«ПЕРЕПОЛНЕНИЕ»



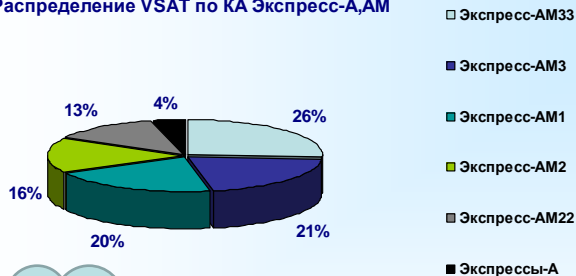






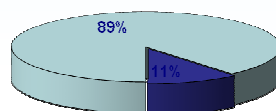
УСЛУГИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ VSAT

Распределение VSAT по КА Экспресс-А,АМ



В 2009 году планируется выйти на рынок выделенных и виртуальных корпоративных сетей

Доля государственных проектов в емкости, занятой VSAT



□ Гос. Проекты, компании-партнеры
■ Коммерческие пользователи



ПРОГРАММА ЗАПУСКОВ НА ПЕРИОД ДО 2015 ГОДА

Год запуска	Космический аппарат	Орбитальная позиция	Срок активного существования
2009	Экспресс-АМ44	11° з.д.	10
	Экспресс-МД1	80°/ 103° в.д.	10
	Экспресс-МД2	145° в.д.	10
2011	Экспресс-АМ4	80° в.д.	15
2012	Экспресс-АМ5	140° в.д.	15
	Экспресс-АМ6	53° в.д.	15
2013	Экспресс-АМ7	40° в.д.	15
	Экспресс-АМ8	14° з.д.	15
2011 - 2015	Экспресс-АТ1	36° в.д.	15
	Экспресс-АТ2	56° в.д.	15
	Экспресс-РВ, 4 (3) КА	ВЭО	12 (15)



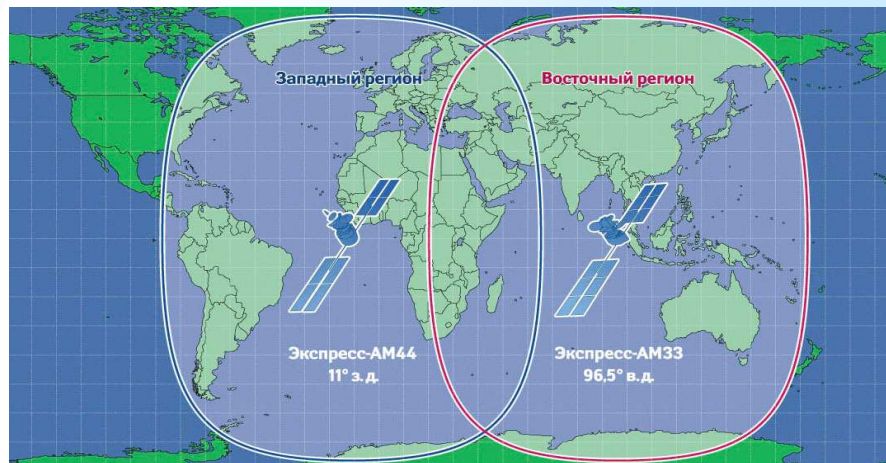
СПУТНИК СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ «ЭКСПРЕСС-АМ44» (11° З.Д.)



Точка стояния	11 ° з.д.		
Масса спутника	2560 кг		
Мощность полезной нагрузки	4,41 кВт		
Количество транспондеров	C	Ku	L
	10	16	1
Полоса пропускания, МГц	40	54	1
Производитель	ОАО ИСС им. М.Ф. Решетнева и Thales Alenia Space		

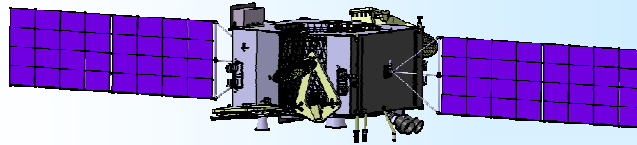


ГЛОБАЛЬНЫЕ ЛУЧИ ДЛЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПАКЕТА ПРОГРАММ





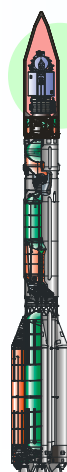
МАЛЫЕ СПУТНИКИ СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ «ЭКСПРЕСС-МД1» И «ЭКСПРЕСС-МД2»



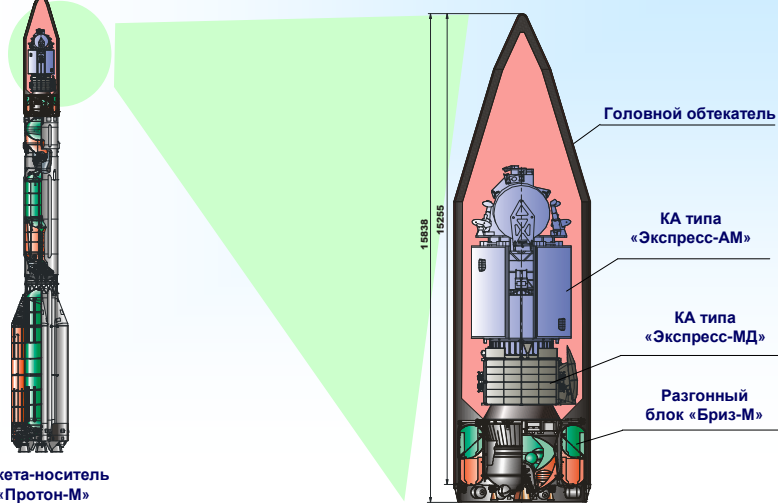
Точка стояния	80° в.д. / 145° в.д.	
Количество транспондеров	С	L
	8	1
Полоса пропускания, МГц	40	0,5
ЭИИМ на краю зоны обслуживания	46,5 дБВт	
Производитель	ГКНПЦ им М.В. Хруничева и EADS Astrium	

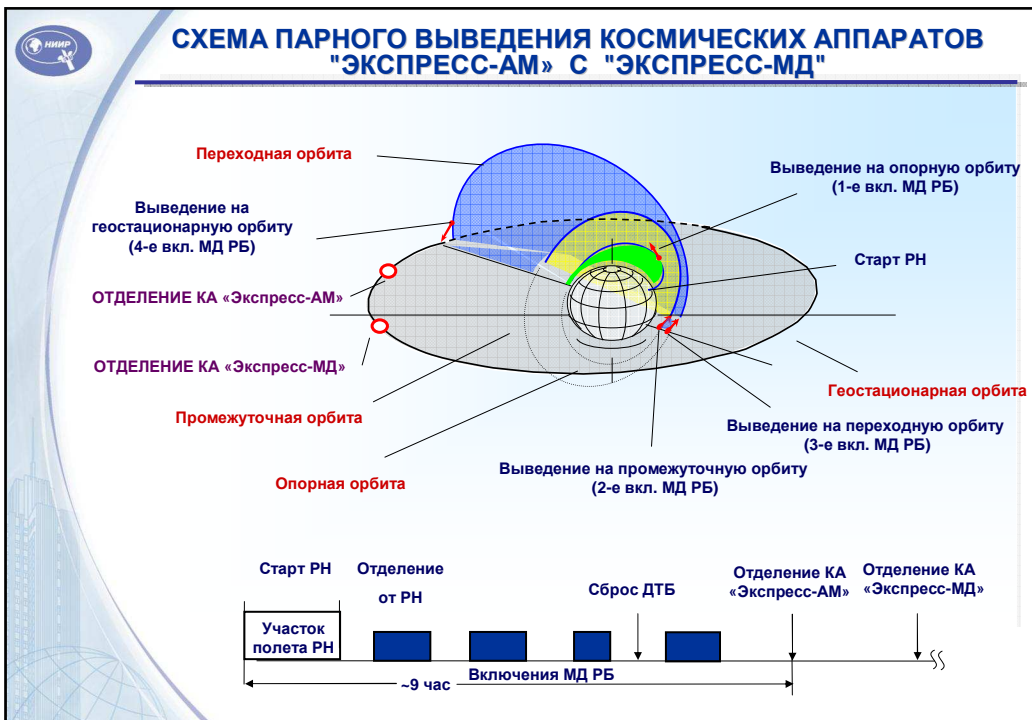


РАЗМЕЩЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ТИПА «ЭКСПРЕСС-МД» И «ЭКСПРЕСС-АМ»



Ракета-носитель «Протон-М»





СПУТНИК СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ «ЭКСПРЕСС-АМ4»

Точка стояния	80° в.д.			
Мощность платформы для полезной нагрузки	не менее 14 кВт			
Количество транспондеров	С	Ku	L	Ka
	30	28	3	2
Полоса пропускания, МГц	40	36-54	0,5-1	112
Производитель	ГКНПЦ им. М. В. Хруничева и EADS Astrium			

- Количество эквивалентных транспондеров на спутнике - 75
- Начало освоения Ка диапазона



СПУТНИКИ СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ «ЭКСПРЕСС-АМ5» И «ЭКСПРЕСС-АМ6»



- Количество эквивалентных транспондеров на спутнике - 178 (161)
- Освоение Ка диапазона
- Применение многолучевых антенн

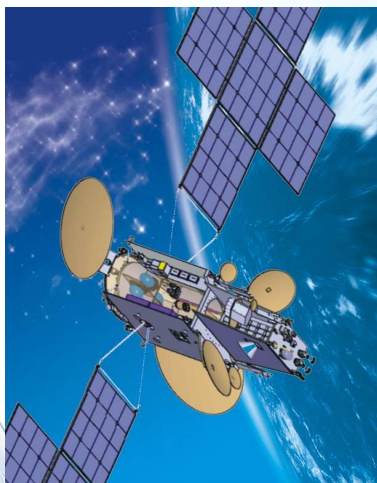
Точка стояния	140° в.д.				53° в.д.			
Мощность платформы для полезной нагрузки	не менее 14 кВт							
Количество транспондеров	С	Ku	L	Ка	С	Ku	L	Ка
	30	36	3	14	14	36	3	20
Полоса пропускания, МГц	40	36-54	1	250	40	36-54	1	200
Производитель	Объявлен конкурс на определение производителя							



СПУТНИКИ СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ «ЭКСПРЕСС-РВ» (АРКТИКА – МС)

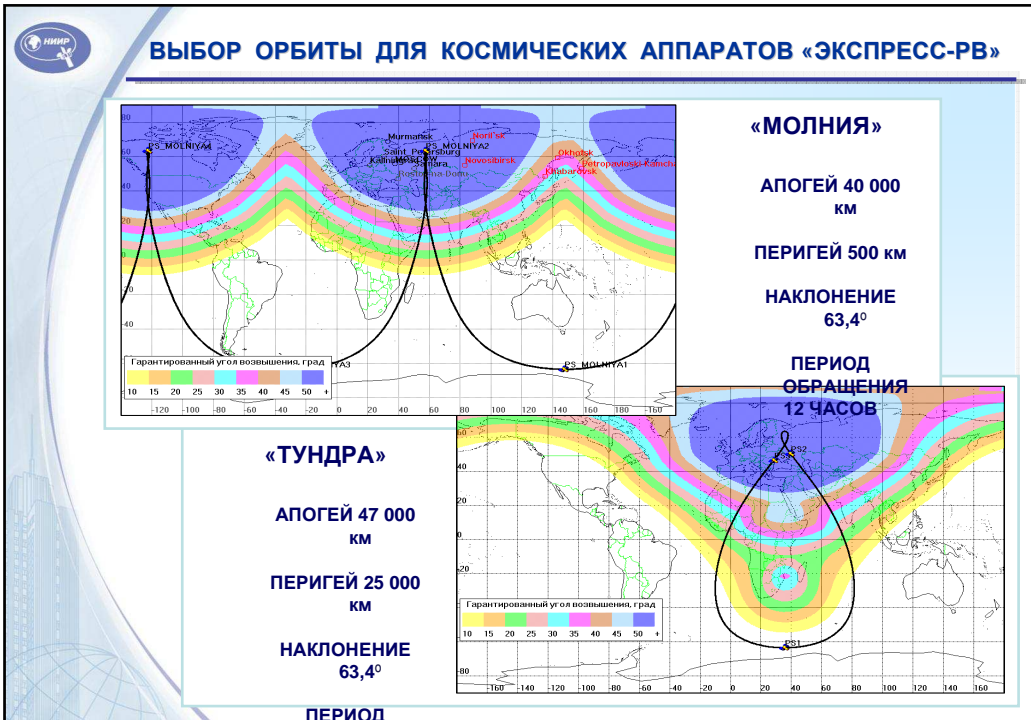
➤ Подсистема многоцелевой космической системы «Арктика»

➤ **Высокоэллиптическая орбита**



НАЗНАЧЕНИЕ

- радио и телевидение
- связь в интересах управления наземным, морским и воздушным движением
- подвижная связь
- непосредственное радио и телевидение
- передача данных
- передача дифференциальных поправок ГЛОНАСС



СПУТНИКИ СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ ЯМАЛ-300



ЯМАЛ-302



ЯМАЛ-301


ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	Ямал-301		Ямал-302
Орбитальная позиция	90 в.д.		55 в.д.
Масса, кг	1350		1330
Мощность, Вт	2600		2600
Рабочий диапазон частот	С	Ku	С
	8	6	12
Выходная мощность передатчиков, Вт	110	140	140

ОАО «Газпром космические системы» www.gascom.ru

КАКИМ ДОЛЖЕН БЫТЬ СПУТНИК?

- Заданные структурно-технические параметры
- Оптимальные значения общесистемных характеристик
- Высокая аппаратная надежность
- Минимизированы массо-габаритные показатели
- Инвариантность к видам сигналов и услуг в течении срока активного существования космического аппарата

«УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ»



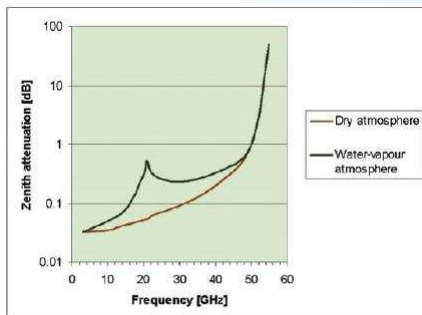
Kurilka.com

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕТРАНЛЯЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ
ПОЗВОЛЯЕТ УПРОСТИТЬ ЗЕМНЫЕ СРЕДСТВА

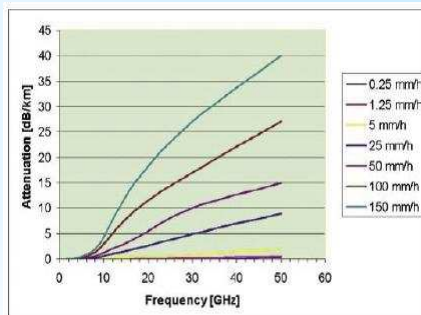


ОСВОЕНИЕ ДИАПАЗОНА Ka

Ослабление сигнала в атмосфере



Ослабление сигнала в осадках



+ IP трафик
- трафик реального времени

Spaceway 1999
Telesat 2000
WildBlue 2003

Viasat 2008

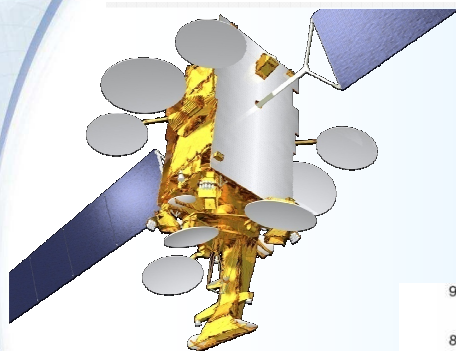
Hylas 2007
Eutelsat 2008

Newsat 2007

Экспресс 2009



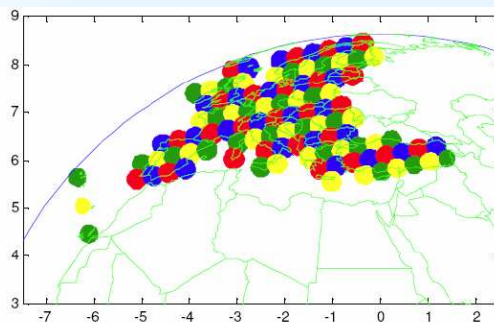
МНОГОЛУЧЕВАЯ РЕТРАНСЛЯЦИЯ СИГНАЛОВ



образование 100 лучей
4-х кратным
повторением частот

AlphaSat

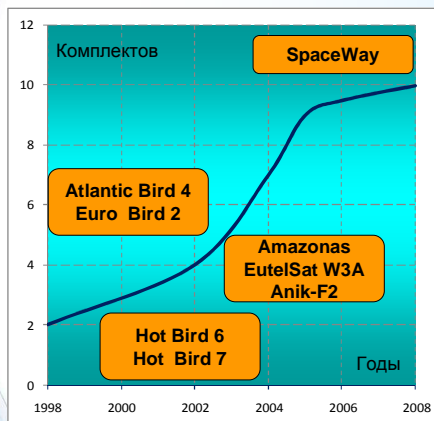
- мультимедийные услуги
- до 910 каналов HDTV
- широкополосный доступ в Ka, Q и V диапазонах





ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Количество космических аппаратов с обработкой сигнала



Достоинства применения обработки сигналов на борту

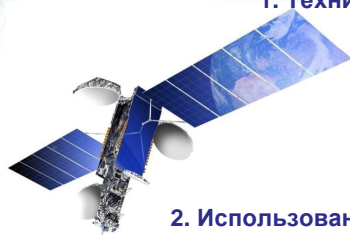
- Исключение необходимости строительства наземных линий связи с центральной станцией мультиплексирования
- Динамическое распределение ресурсов
- Экономия радиочастотного спектра
- Возможность организации связи «каждый с каждым»
- Улучшение энергетических параметров
- Регенерация сигнала на борту

Бортовые цифровые платформы:
SkyPlex (Alenia), AmerHis (AAS), SatMux (EMS), Boeing.



ОБЛИК ПЕРСПЕКТИВНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

1. Технические характеристики космического аппарата



- Число транспондеров – более 150
- Диапазон частот – L, C, Ku, Ka
- Срок активного существования – более 15 лет
- Мощность платформы – не менее 14 кВт

2. Использование передовых технологических решений

- Многолучевые бортовые антенны
- Динамическое формирование диаграммы направленности антенн
- Цифровая обработка сигналов на борту
- Коммутация каналов и сигналов на борту



3. Повышение эффективности предоставления инфокоммуникационных услуг

- Передача широкополосных мультимедийных сигналов
- Использование мобильных и портативных абонентских терминалов



КАКИМ ДОЛЖЕН БЫТЬ НАЗЕМНЫЙ СЕГМЕНТ?

«НА ПРЕДЕЛЕ ВОЗМОЖНОГО»

- Рост функциональных возможностей
- Снижение стоимости оборудования и эксплуатационных затрат
- Повышение эффективности

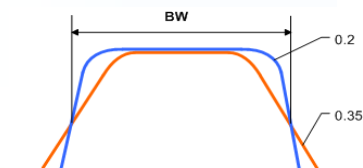
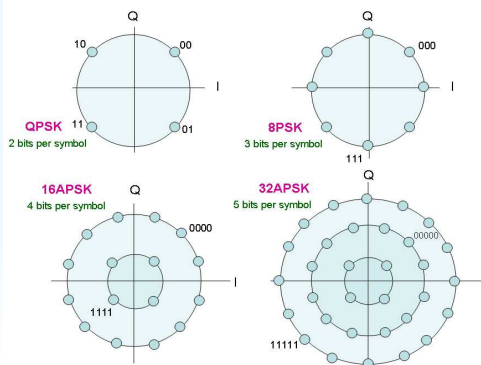


Совершенствование методов формирования и обработки сигналов



БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ МОДУЛЯЦИИ И КОДИРОВАНИЯ

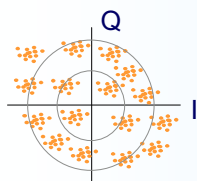
- Практически все спутниковые каналы сейчас на QPSK и 8PSK
 - Работает на нелинейных транспондерах
- Доступны 16APSK и 32APSK
 - Требуется лучшая линейность транспондеров
 - Требуется большее С/Ш
- Эффективное помехоустойчивое кодирование: Viterbi/RS – TPC – LDPC
- Лучшие коэффициенты расширения спектра
 - 0.35 -> 0.25 -> 0.2 -> ?





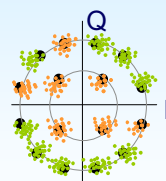
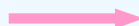
ПРЕДЫСКАЖЕНИЯ ДЛЯ 16APSK и 32APSK

- **Спутник вносит нелинейные фазовые и амплитудные искажения**
 - Зачастую сигнал непригоден для демодуляции
- **Предыскажения**
 - Компенсация искажений в модуляторе на основе принятого сигнала



Фазовые и амплитудные искажения на приеме, вносимые спутником

С предыскажениями

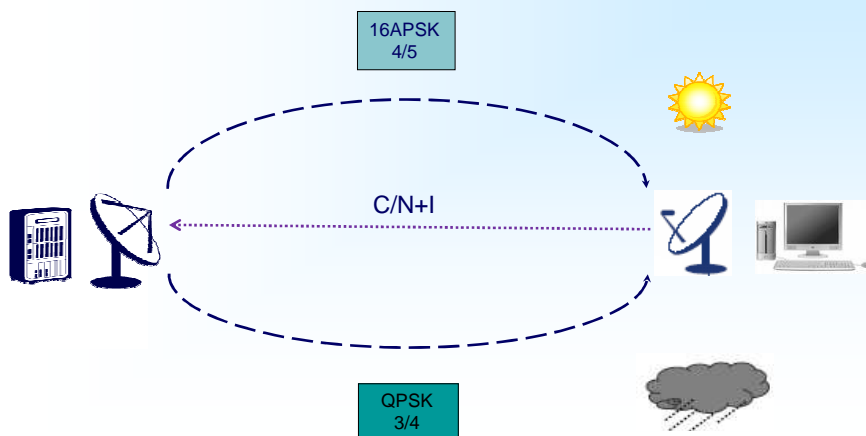


Фаза и амплитуда на приеме, скорректированные с помощью предыскажений

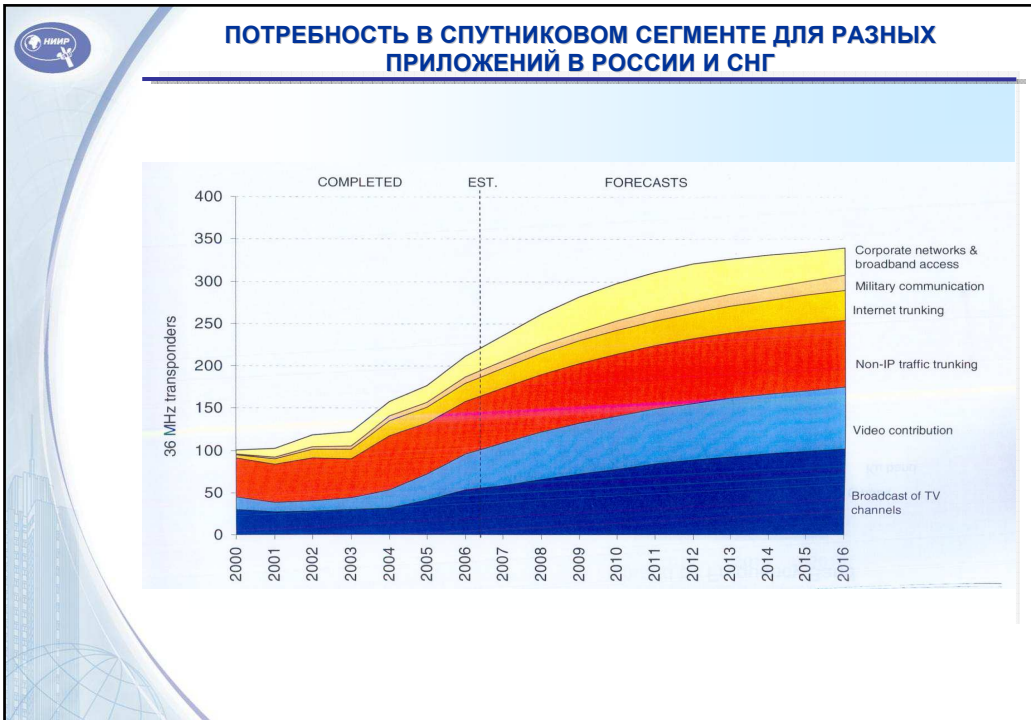


АДАПТИВНОСТЬ

Кодирование и модуляция могут динамически изменяться (DVB-S2 ACM)







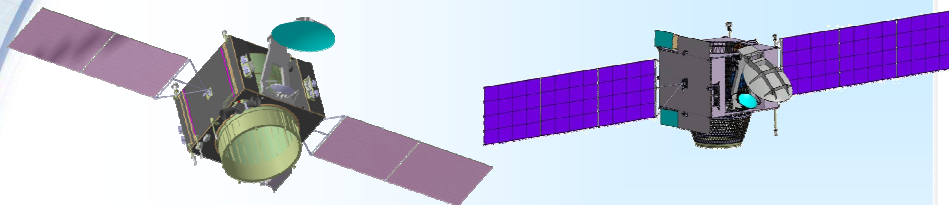
ПРЕДЛОЖЕНИЕ КООПЕРАЦИИ ФГУП НИИР + МДА ПО ПОСТАВКЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ «ЭКСПРЕСС – АМ5» и «ЭКСПРЕСС-АМ6»

ХАРАКТЕРИСТИКИ	«ЭКСПРЕСС-АМ5»				«ЭКСПРЕСС-АМ6»		
	Гарантированный САС	не менее 15 лет				не менее 15 лет	
Мощность платформы для полезной нагрузки	не менее 14 кВт				не менее 14 кВт		
Количество транспондеров	С	Ku	L	Ka	С	Ku	L
Полоса пропускания, МГц	30	36	3	20	14	48	3
	40	36-54	1	250	40	36-54	1

- Запуск в 2012 году
- Полная преемственность действующих сетей спутников серии «Экспресс-АМ»
- Освоение Ка диапазона
- Обеспечение выполнения условий тендера в полном объеме



СПУТНИКИ СВЯЗИ И ВЕЩАНИЯ «KAZSAT» И «KAZSAT-2»



Точка стояния на ГСО	103° E	86,5° E
Количество транспондеров	12 Ku	16 Ku
Номинальное энергопотребление, Вт	1300	1800
Полоса пропускания, МГц	72	54
Производитель	ГКНЦП им. М.В. Хруничева	



НЕСУЩАЯ В НЕСУЩЕЙ

- Потенциально экономия 30%-50% для SCPC и 20%-40% для VSAT
- Передача и прием в той же полосе
- Требуется специальных алгоритмов на приемной стороне для устранения сигнала передачи из смеси сигналов

