

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ



Цель:

- 1.** Ознакомить слушателей с системами спутниковой связи России и зарубежных стран.
- 2.** Дать краткую характеристику направлениям деятельности операторов спутниковой связи на территории России и стран СНГ.

Основные вопросы

- 1.** Этапы развития
- 2.** Орбиты спутниковых систем связи.
- 3.** Перспективы развития зарубежных операторов спутниковой связи.
- 3.** Перспективы развития российской спутниковой группировки.
- 4.** Услуги операторов спутниковой связи.

Этапы развития

Первый спутник связи был запущен в СССР в 1957 году. Он имел радиопередатчик мощностью и передавал сигналы в дециметровом диапазоне.

В 1965 году была организована первая спутниковая линия связи Москва – Владивосток для передачи сигналов телевидения и телефонной связи, работающая через ИСЗ «Молния-1» в диапазоне частот около 1 ГГц.

В 1967 году к 50-летию Великого Октября введены в эксплуатацию Общесоюзный телевизионный технический центр (ОТТЦ), Общесоюзная радиотелевизионная передающая станция (ОРПС) с уникальной железобетонной башней высотой 540 м и первые 20 земных станций «Орбита», обеспечившие возможность прироста числа телезрителей на 20 млн. человек.

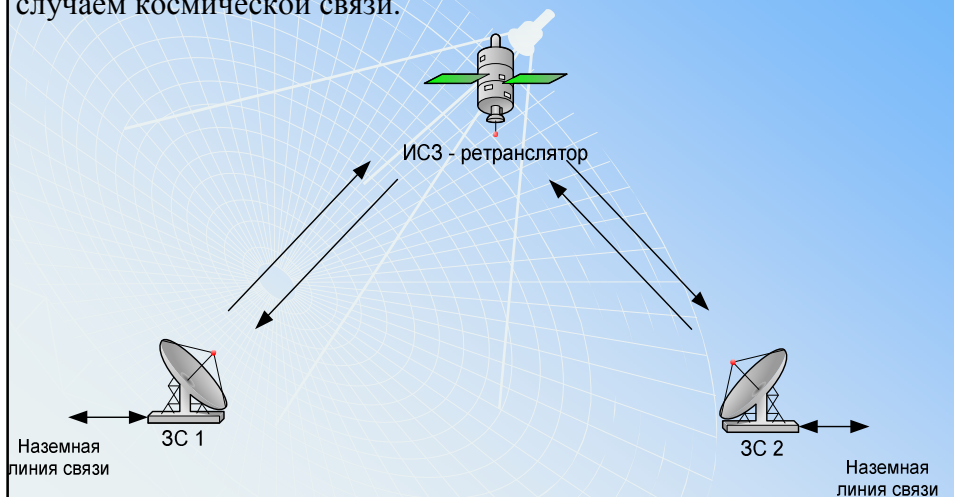
С 1974 стали строиться станции "Орбита-2" (диапазон 4/6 ГГц). Всего было построено около 100 станций "Орбита", дальнейшее их строительство оказалось экономически неоправданным, такие станции целесообразно строить только в крупных административных и промышленных центрах.

Более эффективным средством телевизионного спутникового вещания явилось создание в 1976 году системы "Экран" со спутником на геостационарной орбите (99 В.Д.) с мощным бортовым ретранслятором (200Вт). В этой системе существенно упрощены и удешевлены приёмные станции. Площадь зоны обслуживания этой системы - более 9 млн.кв.км, проживает более 20 млн. человек. На территории России используется около 4 тыс. приёмных станций "Экран".

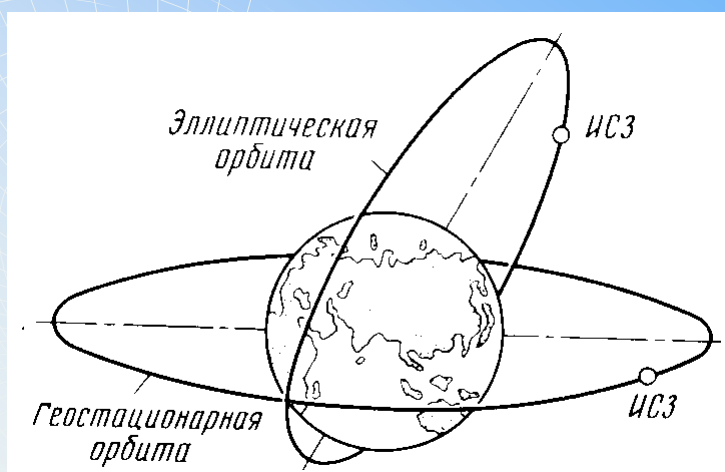
С 1979 года в нашей стране внедряется система "Москва", созданная на базе многофункционального спутника "Горизонт". Размеры зеркала приёмной антенны по сравнению с "Орбитой" уменьшены с 12 до 2,5 м. Благодаря эффективной системе рассеяния энергии не допускается превышения установленных норм плотности потока энергии у поверхности Земли. Приёмных станций "Москва" более 5 тысяч. Для обслуживания наших зарубежных представительств была разработана и внедрена система "Москва-Глобальная". Министерство связи совместно с МПТР России в 2005 году завершило перевод спутниковых распределительных сетей телевизионного вещания "Москва", "Экран", "Орбита" на цифровой стандарт со сжатием MPEG-2/ DVB-S.

Космическая радиосвязь – при которой используются космические станции, расположенные на ИСЗ или других космических объектах.

Спутниковая связь – между земными станциями через космические станции или пассивные ИСЗ и является частным случаем космической связи.



Орбита – траектория движения ИСЗ в плоскости, проходящей через центр земного шара.



Орбиты

Геостационарная:

Угол наклона орбиты: **0 град.**
Высота орбиты: **36 тыс.км.**
Состояние связи: **круглосуточно**

Эллиптические:

Угол наклона орбиты: **63,5 град.**
Высота орбиты: **~ 40 тыс.км.(апогей)**
~ 500 км. (перигей)
Состояние связи: **8-10 часов**

- Низкие круговые (наклонные, полярные, экваториальные):

Угол наклона орбиты: **0 - 90 град.**
Высота орбиты: **700 – 1500 км.**
Период обращения спутника **1 - 2 часа**
Продолжительность сеанса – **90 - 129 минут**
Время видимости – **10 – 15 минут**

- Средневысотные круговые:

Угол наклона орбиты: **0 град.**
Высота орбиты: **5 - 15 тыс.км.**
Состояние связи: **1,5 – 2 часа**
- Период обращения – **6 часов (при высоте 10350 км)**

Геостационарная орбита (GEO)

◆ **Достоинства**

- ◆ зона обслуживания - 1/3 земной поверхности (18000 км)
- ◆ 3 спутника достаточно для почти глобальной связи
- ◆ Связь поддерживается без временных ограничений
- ◆ Антенны практически не требуют систем слежения

Геостационарная орбита (GEO)

◆ **Недостатки**

- ◆ Линия связи имеет большую протяжённость (ослабление сигнала около 200дБ)
- ◆ Запаздывание сигнала около 200мс
- ◆ Зона обслуживания не охватывает приполярные районы

Наклонная высокоэллиптическая орбита

- ◆ **Достоинства:** Большой размер зоны обслуживания при охвате большей части северного полушария
- ◆ **Недостатки:** необходимость слежения антенн за движущимся спутником и их переориентация с заходящего спутника на восходящий
- ◆ **Эффект Доплера** – изменение частоты сигнала при движении спутника $f = f_0(1+V/C)$

Средневысотная круговая орбита (МЕО)

- ◆ Орбита расположена между радиационными поясами Земли
- ◆ Наклонение – 45...55 градусов
- ◆ Период обращения – 1,5...2 часа
- ◆ Для глобальной связи требуется 10...12 спутников. Как правило, видны 2 спутн.
- ◆ ИСЗ видны под большими углами места, чем низкие, меньше экранировка абонентского терминала зданиями, деревьями

Низковысотная круговая орбита (LEO)

- ◆ Высота 700...14000 км, протяженность трассы меньше в 36 раз, а ослабление сигнала на 30 дБ по сравнению с (GEO)
- ◆ Период обращения спутника 1...2 ч. Примерно 30 мин в тени Земли, требуется питание от аккумуляторов
- ◆ Нужны десятки станций для кругло суточной связи, примерно 200 ЗС для глобальной связи

Диапазоны частот

- ◆ L-0,5...1,5; S-1,5...2,5; C-4...8(6/4); Ku-12...18(14/12); Ka-20-40(30/20); Q/V-40...70(50/40) ГГц
- ◆ В районе 1 (Европа, Африка, РФ и Монголия) для ФСС выделены полосы частот 5725 - 7075 МГц - вверх, 3400 - 4200 МГц - вниз. (6/4) , диапазон С.
- ◆ Другие диапазоны частот для ФСС 12/11 и 14/12 ГГц, диапазон Ku.
- ◆ Для мобильных систем связи нужны одни и те же полосы частот во всех странах.

Мобильные линии		
Диапазон	Направление	Полоса частот, ГГц
L	Вверх	1,610 ... 1,6265
	Вниз	1,6138 ... 1,6265
S	Вниз	2,4835 ... 2500
Фидерные линии		
K _a	Вверх	19,7 ... 20,1
	Вниз	29,5 ... 30
C	Вверх	5,091 ... 5,250
	Вниз	6,875 ... 7,055

Диапазоны, ГГц	Типичные применения	Примеры С
P - 0,25 ... 1,000	Пейджинг. Определение местоположения	Orbcomm E - SAT
V - 31,000...70,0 В стадии исслед	Военные применения, Мобильные АС	Milnsfr, USNS (СШ)

Вопрос 2.

Перспективы развития зарубежных операторов спутниковой связи.

По результатам исследований рынка спутниковой связи к концу первого десятилетия объем рынка спутниковой связи может достигнуть 150 млрд. долларов США.

C – диапазон 90 000 МГц (без изменений)

Ku – диапазон 25 200 МГц (в 4,67 раза)

Ka – диапазон 165 600 (в 1,64 раза)

Современные спутники связи имеют до 60 эквивалентных транспондеров (по 36 МГц), пропускная способность свыше 2000 МГц.

Основные направления развития мирового рынка услуг спутниковой связи

- мультимедийные услуги 2600 тр-ров;
- широкополосный доступ в сеть ИНТЕРНЕТ 1200 транспондеров;
- телерадиовещание 700 транспондеров;
- телефония и передача данных 1700 тр-ров.

Вопрос 3.

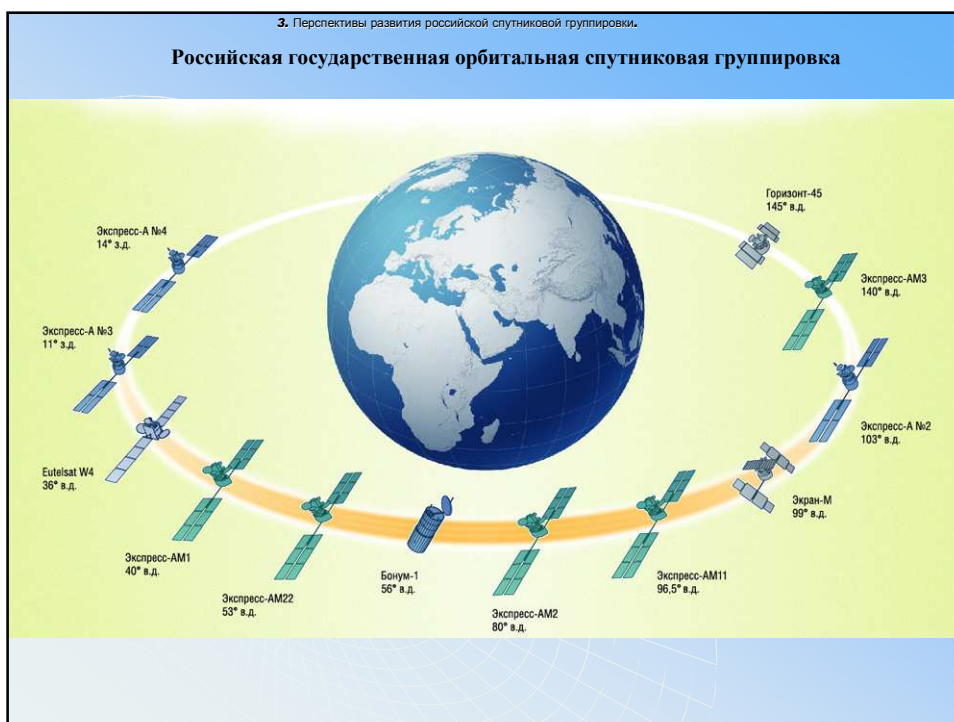
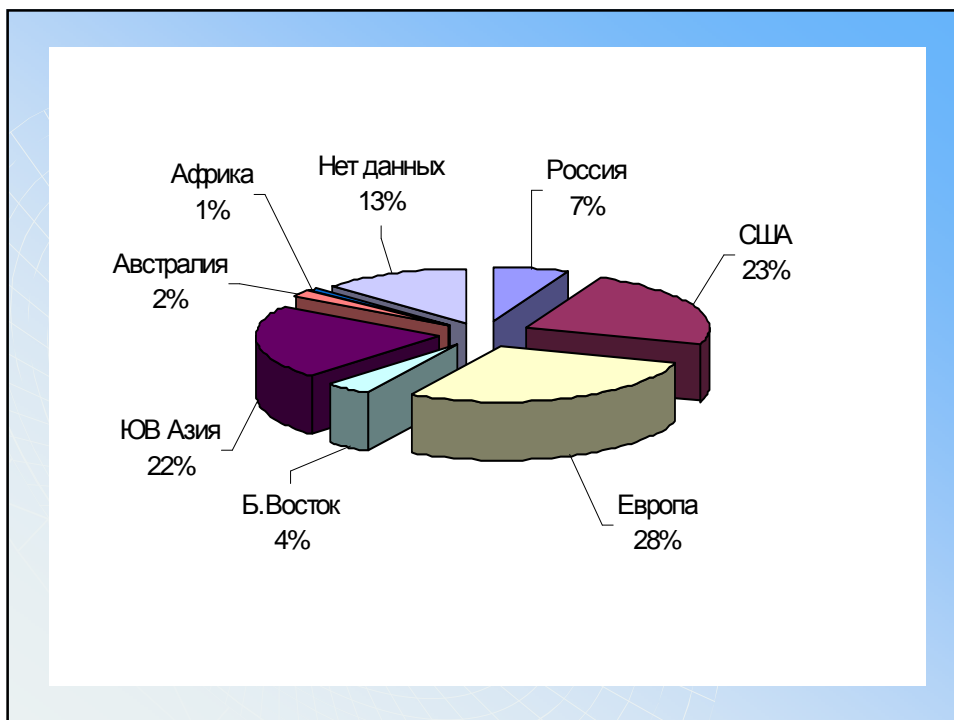
Перспективы развития российской спутниковой группировки.

**- ИСЗ-ретрансляторы в ЗРВ России и стран СНГ:
Всего около 237 спутников связи (по состоянию на
15.10.2004г.);**

ЗРВ от 58 град. з.д. до 189 град в.д. (171 град. з.д.);

Основные операторы спутниковой связи:

- Россия;
- США;
- страны Европы (Франция, Великобритания
Люксембург, Швеция, Турция);
- страны Ближнего Востока;
- страны Юго-Восточной Азии (Индия, Китай, Япония);
- Австралия;
- страны Африки.



Программа обновления российской национальной спутниковой группировки 2001-2005гг.

В период с 2001 - 2005 гг. введены в эксплуатацию 5-ть новых спутников связи и вещания серии «Экспресс-АМ»

1. Экспресс-АМ22 (53° в.д.) – **запущен** декабрь 2003 г.
2. Экспресс-АМ11 (96,5° в.д.) – **запущен** апрель 2004 г.
3. Экспресс-АМ1 (40° в.д.) – **запущен** октябрь 2004 г.
4. Экспресс-АМ2 (80° в.д.) – **запущен** март 2005 г.
5. Экспресс-АМ3 (140° в.д.) – **запущен** июнь 2005 г.
5. Ямал-100
6. Ямал-200 № 1
7. Ямал 200 № 2 = **запущены** с 1992 по 2004 г.

Ракета-носитель «Протон» со спутником «Экспресс-АМ22» на борту, космодром Байконур, декабрь 2003



Развитие космической связи в 2007 г.

- ◆ Ускоренное строительство КА серии «Экспресс-АМ33, АМ44» для замены вышедшего из строя в марте 2006 г. КА «Экспресс-АМ11» и замены спутников, выработавших свой ресурс. Планируемые сроки запуска октябрь и ноябрь 2007 г.
- ◆ Спутники предназначены для обеспечения цифрового ТВ и радиовещания, телефонии, широкополосного доступа в Интернет, развитие сетей VISAT, оказания мультимедийных услуг (дистанционное обучение, телемедицина).
- ◆ Создание орбитального резервирования

Развитие космической связи в 2008- 2009 г.г.

- ◆ Небольшие спутники «Экспресс МД-1» и «Экспресс МД-2»
- ◆ Мощный космический аппарат «Экспресс - АМ4»

В апреле 2008 года введён в эксплуатацию спутник «Экспресс-АМ33» в орбитальной позиции 96,5о восточной долготы.

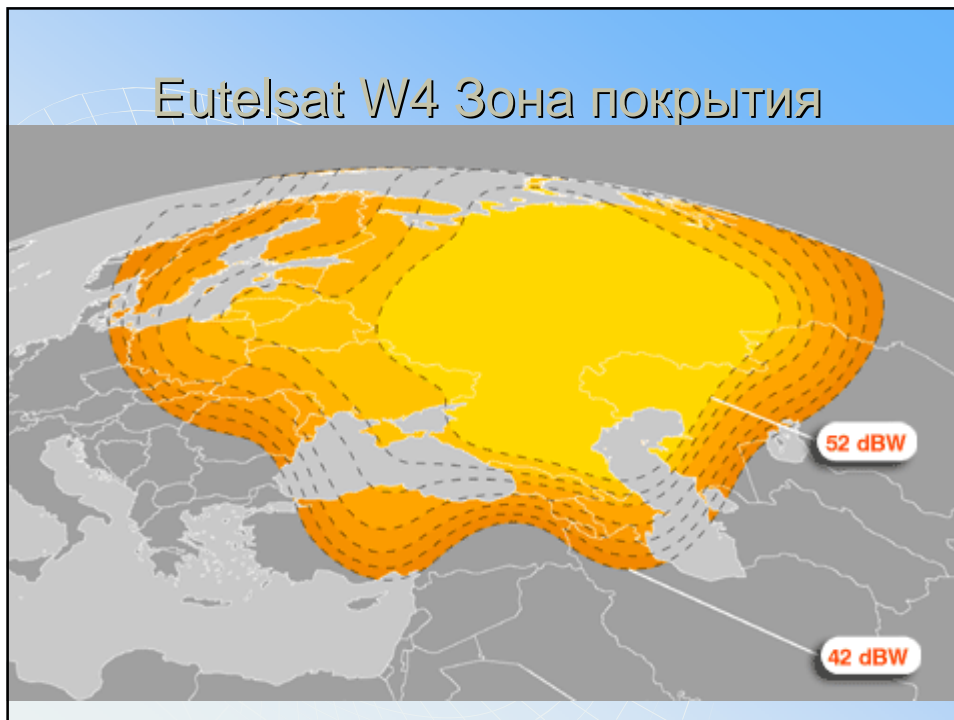
На спутнике были проведены испытания технологии *DVB-S2*, позволяющей экономить до 59% спутникового ресурса.

Начавшееся внедрение стандарта *DVB-S2* будет постепенным, так как во всём мире работают миллионы приёмников *DVB-S*.

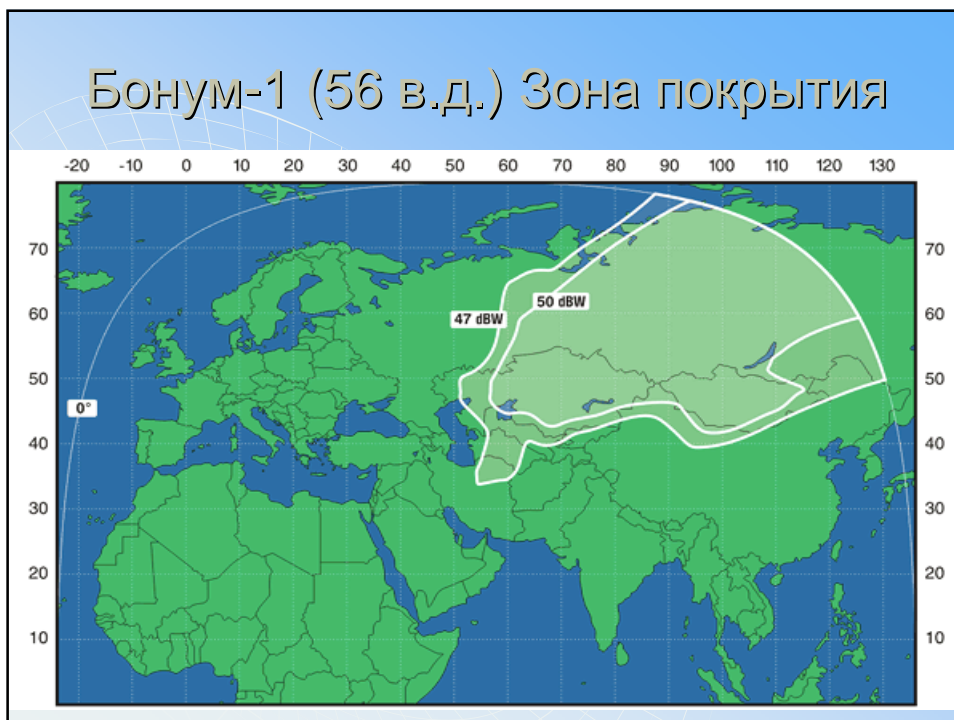
Экспресс - РВ

- ◆ С 2011 по 2015 годы три КА – это будут аппараты непосредственного радиовещания серии «Экспресс-РВ». Их задача – обеспечить государственное теле- и радиовещание в российских регионах, недоступных для геостационарных спутников. Помимо этого, предполагается, что «Экспресс-РВ» будут оснащены системами дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), необходимого для гидрометеорологических наблюдений, мониторинга природных ресурсов, контроля над природными и техногенными катастрофами.

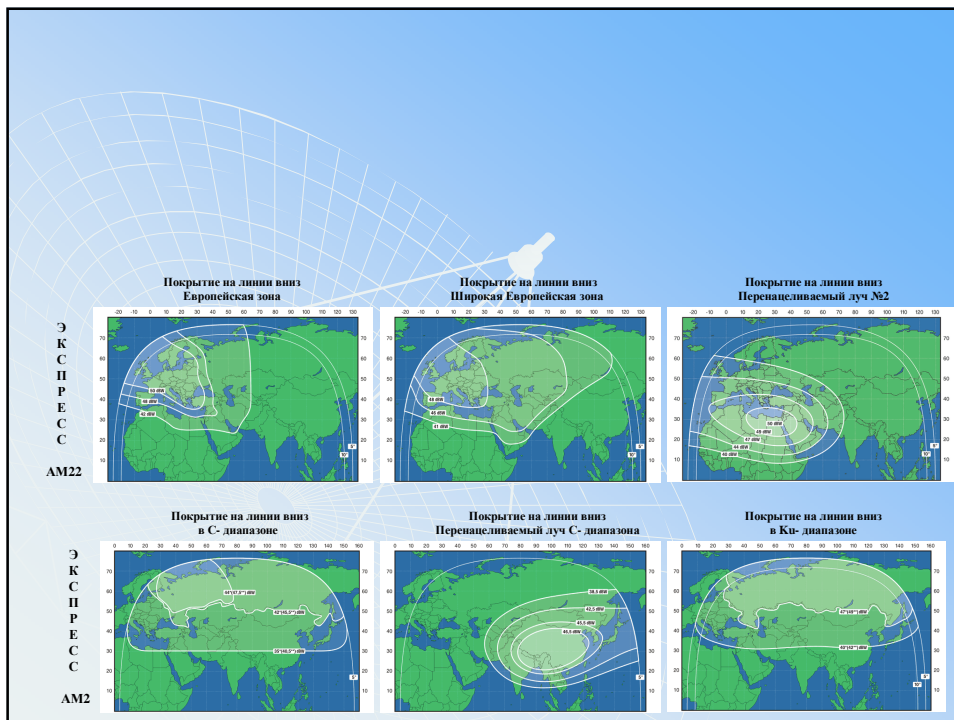
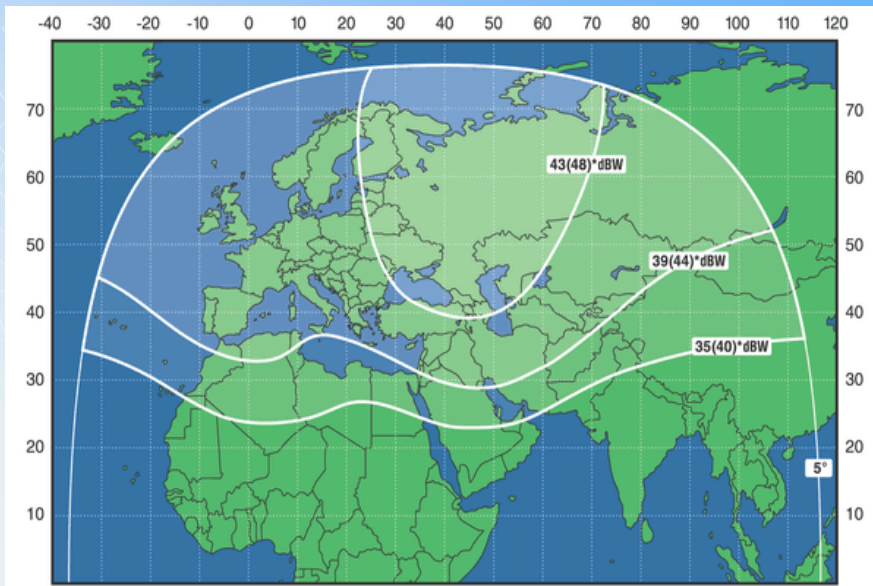
Eutelsat W4 Зона покрытия



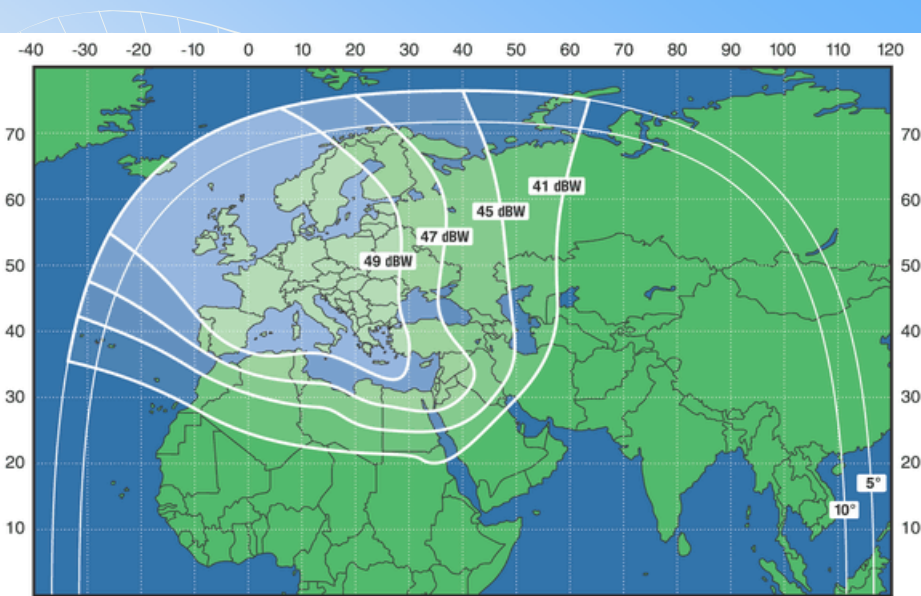
Бонум-1 (56 в.д.) Зона покрытия



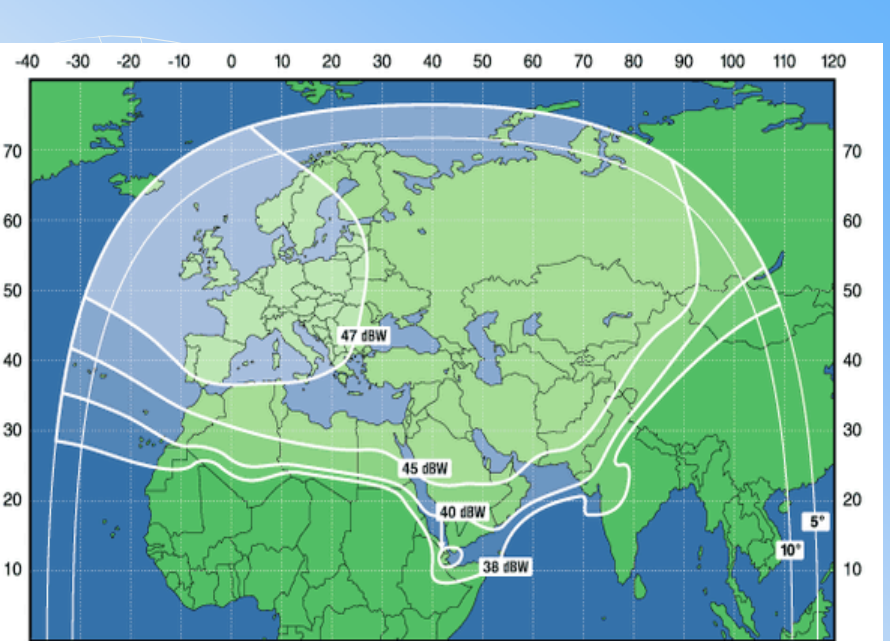
**Зоны обслуживания КА серии “Экспресс-AM”
Экспресс AM1 (40 вД) на линии вниз в С - диапазоне**



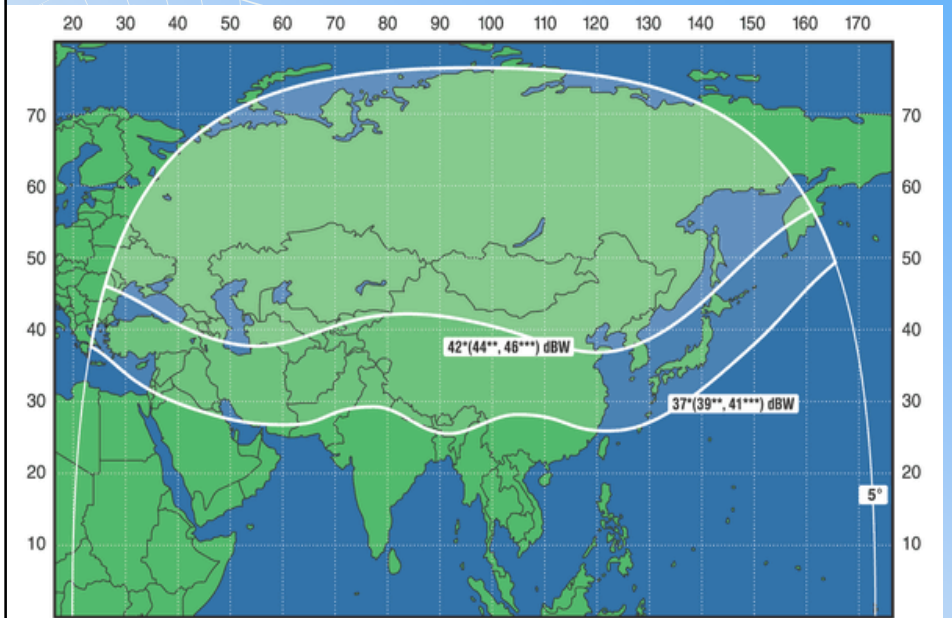
Покрытие на линии вниз Европейская зона Экспресс AM1 Ку –диап.



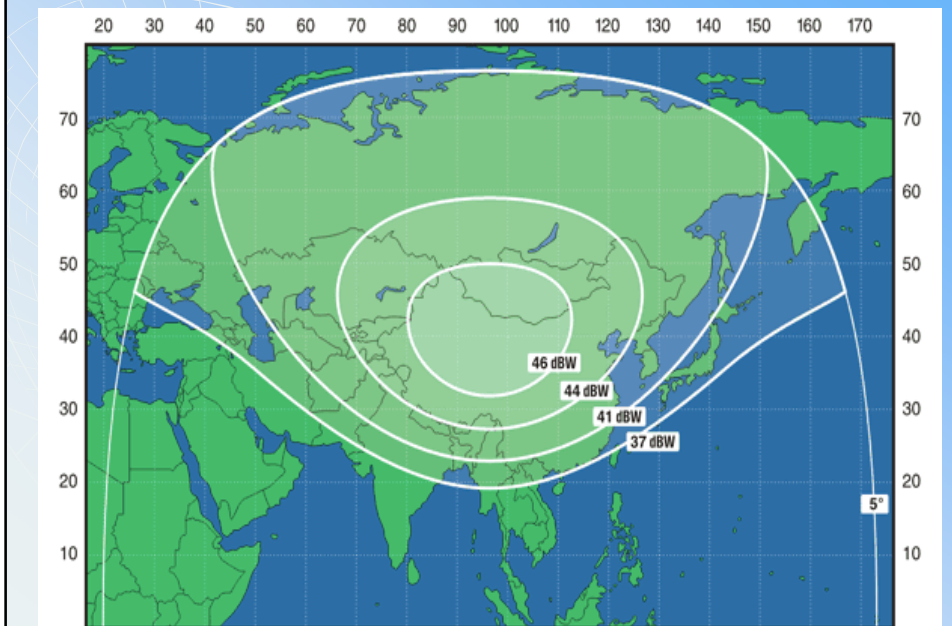
Покрытие на линии вниз Широкая Европейская зона Ku-диап



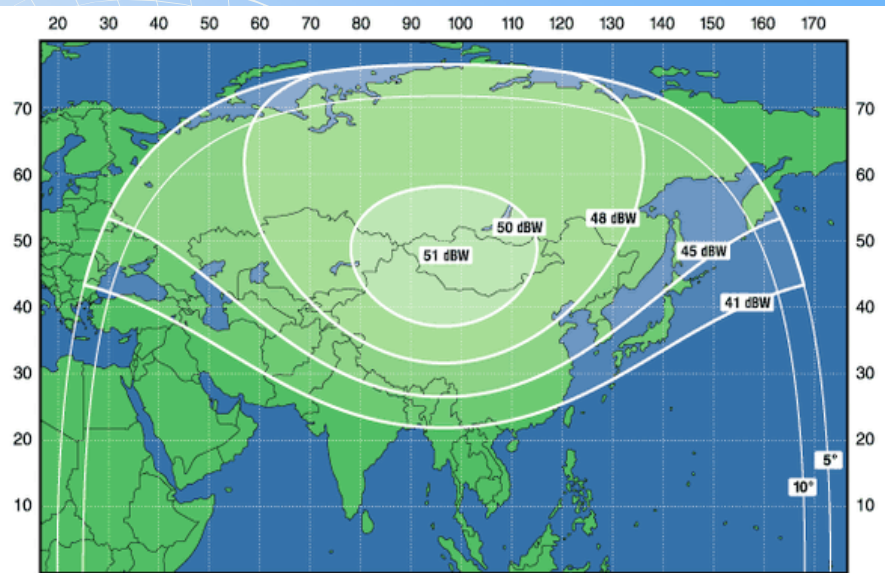
ЭКСПРЕСС АМ-11 (96,5 вд) Покрытие на линии вниз в С- диапазоне



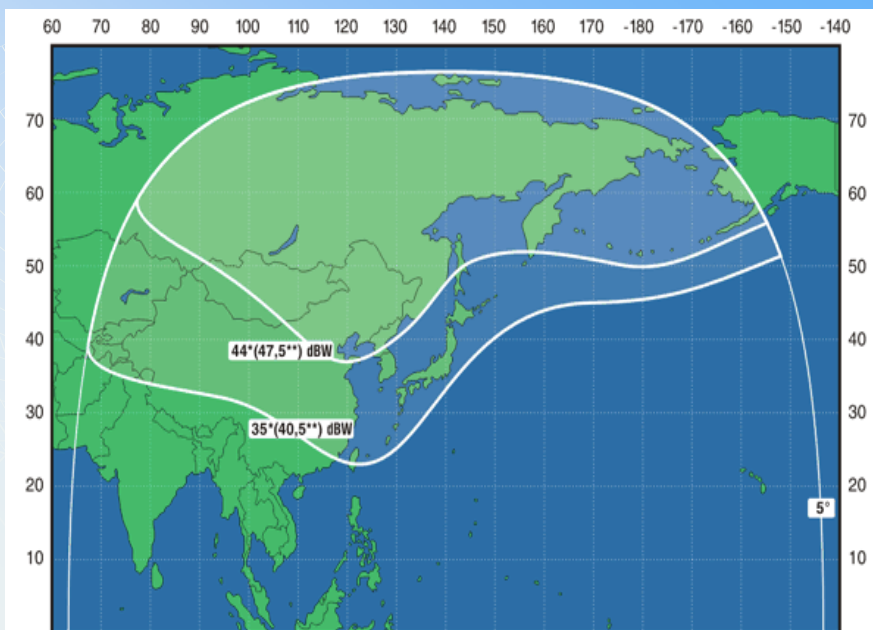
**Покрытие на линии вниз
Перенацеливаемый луч С- диапазона**



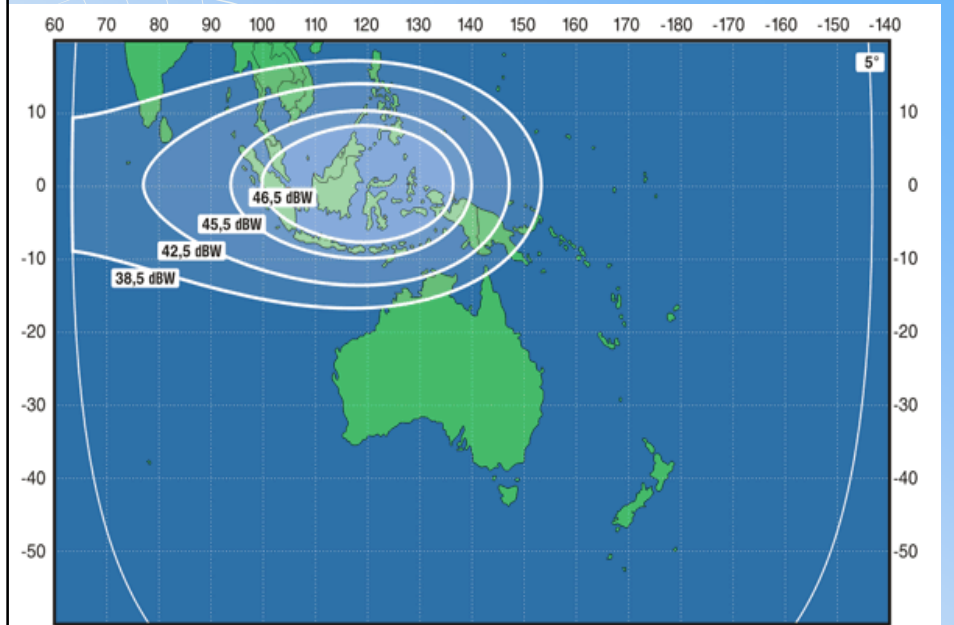
Покрытие на линии вниз Перенацеливаемый луч Ku-диапазона



Э-АМЗ (80 вд) Покрытие на линии вниз в С-диапазон



Покрытие на линии вниз Перенацеливаемый луч C- диапазона



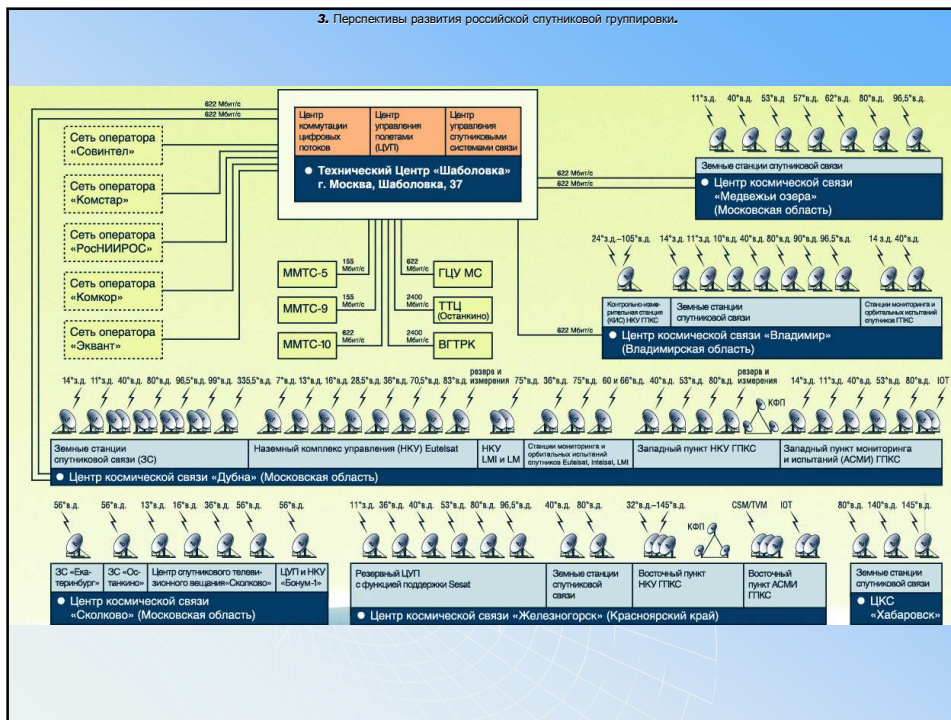
Покрытие на линии вниз в Ku- диапазоне

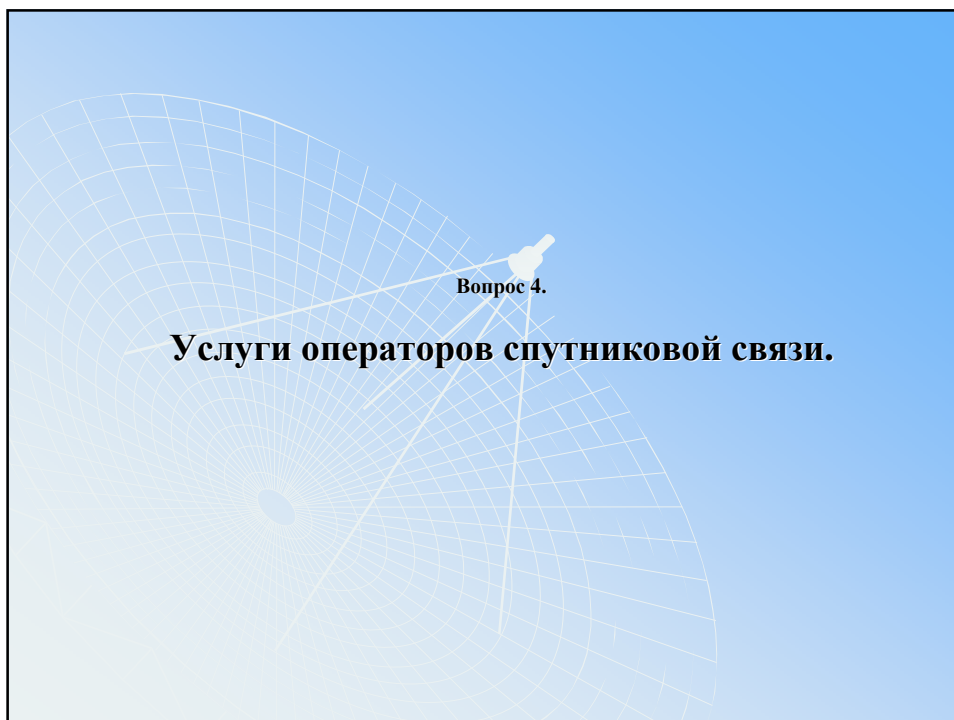


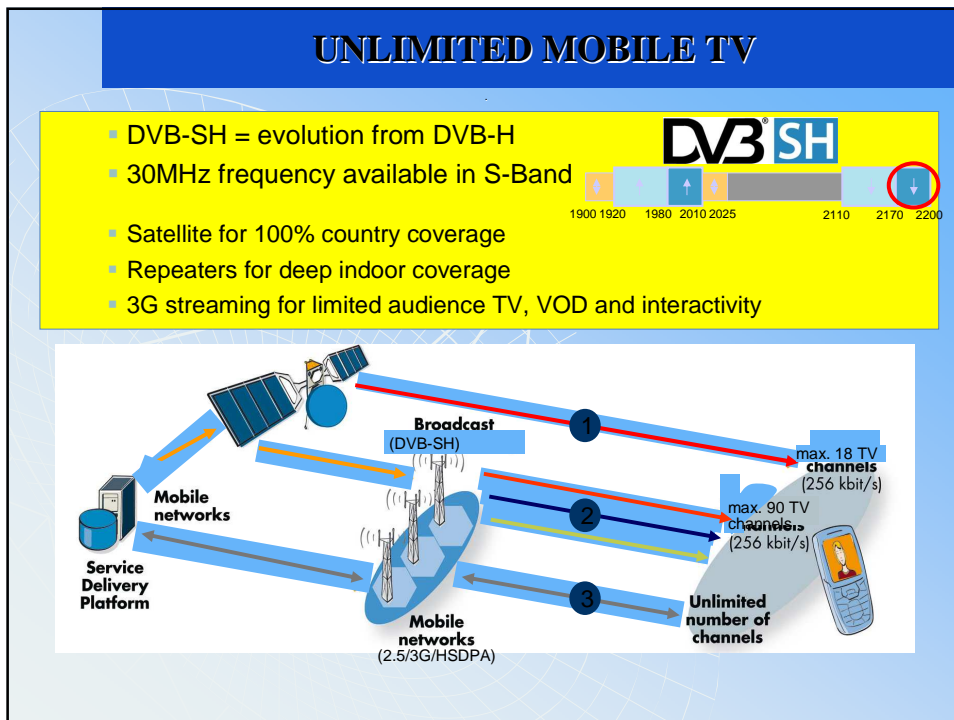
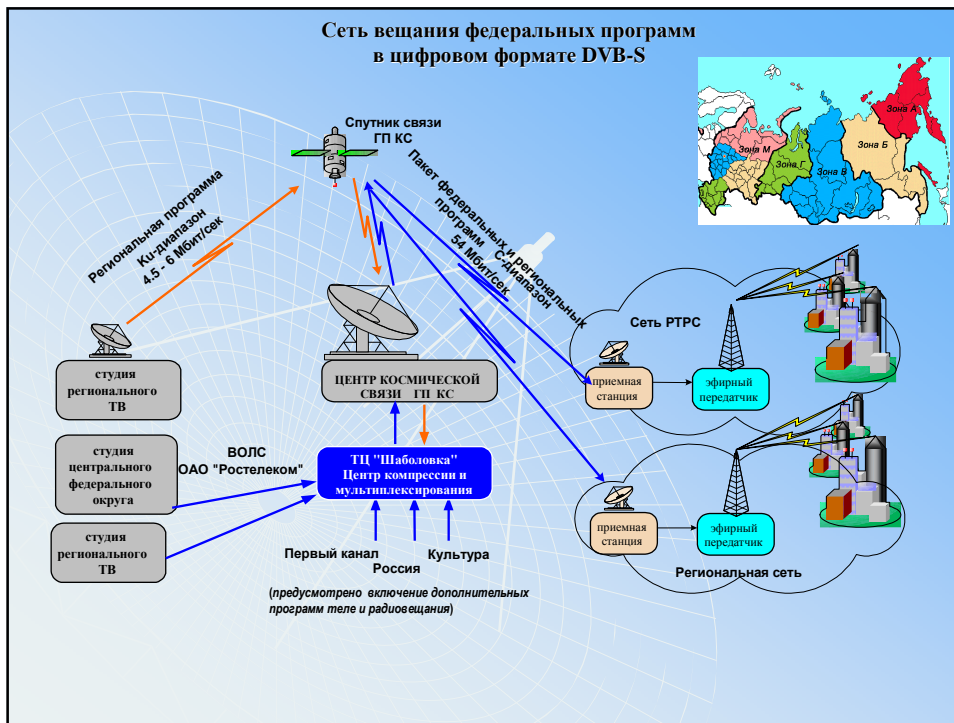
Параметры полезной нагрузки спутников серии “Экспресс-AM”

Параметры	AM22 (53° в.д.)				AM1 (40° в.д.)				AM11 (96,5° в.д.)			AM2 (80° в.д.)			AM3 (140° в.д.)		
	Ku	Ku	C	L	Ku	C	Ku	C	L	Ku	C	L	Ku	C	L		
Диапазон частот																	
Число активных стволов	24	18	9	1	4	26	12	16	1	12	16	1					
Ширина полосы частот ствола, МГц (число стволов)	54	54	40	0,5	54	40	54	40 (12), 72 (4)	0,5	54	40 (12), 72 (4)	0,5					
Выходная мощность передатчиков, Вт (число стволов)	103,5	95	40 (8) 120 (1)	30	120	40 (10) 70(15) 110 (1)	101 (8) 140 (4)	60 (11) 100 (5)	30	101 (8) 140 (4)	60 (11) 100 (5)	30					
Максимальная ЭИИМ, дБВт:	52	49	48	29	51	47,5	53	47	29	53	48,5	29					
Тип поляризации: передача/прием	X/Y Y/X	X/Y Y/X	RC LC	RC RC	X/Y --	RC LC	X/Y Y/X	RC LC	RC RC	X/Y Y/X	RC LC	RC RC					

3. Перспективы развития российской спутниковой группировки.







Ассиметричный спутниковый Интернет (Space Gate)

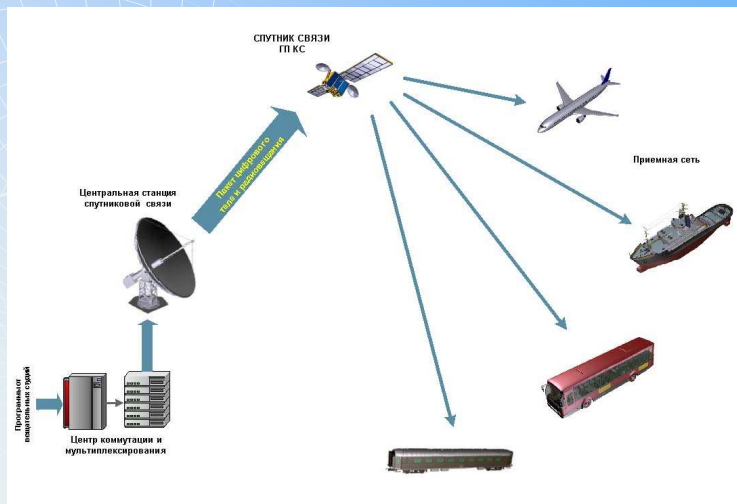
- ◆ Для передачи запросов на какую-либо информацию в Интернете используют любой вид наземной связи (ISDN, Dial-Up модем, мобильный телефон и т.д.)
- ◆ Скорость до 7 Мбит/с (в 100 раз быстрее сотового телефона).
- ◆ Стоимость подключения – 8500 руб. (12500 для ноутбука)
- ◆ Стоимость 1 Мегабайта 0,03 \$ (ночью – 0,003\$)

Двухсторонний спутниковый Интернет

- ◆ Высокоскоростной доступ в Интернет
- ◆ IP-телефония
- ◆ Работа с WEB – камерой
- ◆ Используется технология Direc Way в любой точке России
- ◆ Возможно создание частных сетей (VHN)
- ◆ 70% обеспечивает компания Hughes Network Systems. В России компания E-WORKS.RU

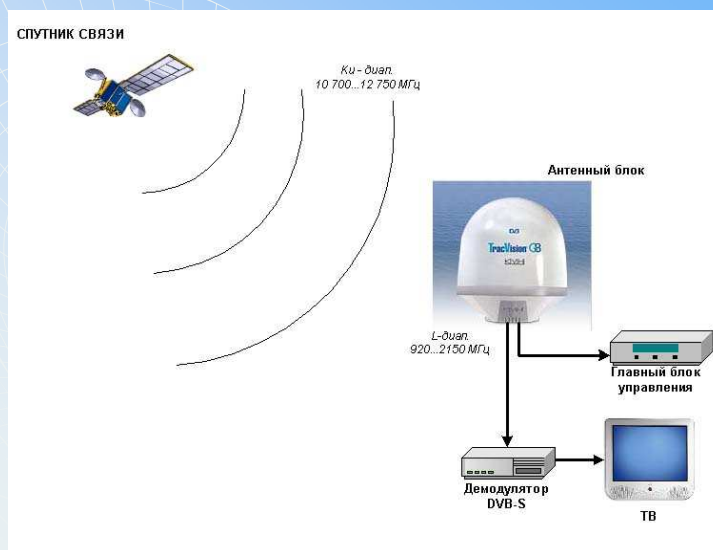
Сеть вещания на подвижные объекты.

Сеть вещания на подвижные объекты (СВПО) предназначена для организации передачи цифровых пакетов телевизионного и радиовещания через геостационарные спутники связи в сторону приемной сети, абоненты которой способны изменять свое местоположение в 3-х мерной системе координат (широта, долгота, уровень моря).



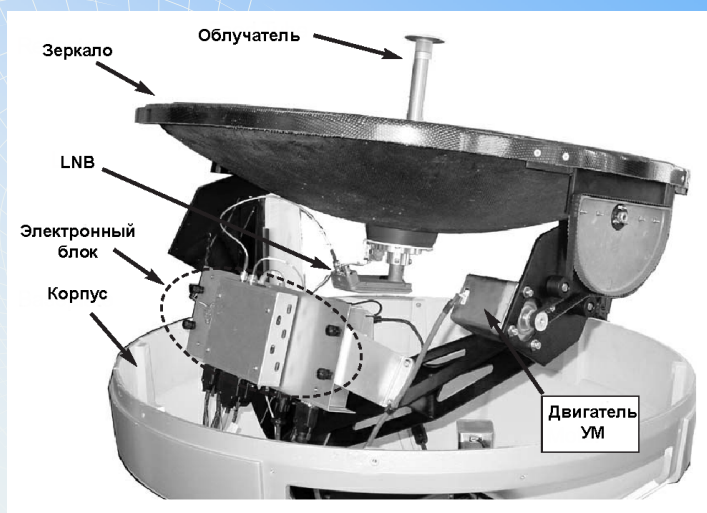
Сеть вещания на подвижные объекты.

Типовая схема абонентской станции.



Сеть вещания на подвижные объекты.

Антенный блок.



Сеть вещания на подвижные объекты.

Характеристики антенных блоков.

Модель	TracVision C3	TracVision 4	TracVision G4	TracVision 6	TracVision G6	TracVision G8
Изображение						
Диаметр антенны	18" (45 см)	18" (45 см)	18" (45 см)	24" (60 см)	24" (60 см)	32" (82 см)
Диаметр платформы	32" (82 см)	19" (49 см)	19" (49 см)	26" (66 см)	26" (66 см)	35" (89 см)
Высота	14.5" (37 см)	21" (53 см)	21" (53 см)	27" (68 см)	27" (68 см)	39" (99 см)
Масса	15,0 кг	13,6 кг	13,6 кг	24,5 кг	24,5 кг	38,6 кг
Мин. ЭИИМ	50-51 дБВт	50 дБВт	50 дБВт	47 дБВт	47 дБВт	44 дБВт
Поларизация	линейная (правая / левая)					
УМ	+15° to +75°	+10° to +80°	+10° to +80°	+10° to +80°	+10° to +80°	-15° to +85°
АЗ	720°	720°	720°	720°	720°	720°

Сеть вещания на подвижные объекты.

Главный блок управления.

Обеспечивает дистанционное управление антенной системой и контроль принимаемого сигнала.

Оператор имеет возможность получить сведения о состоянии и работоспособность элементов антенного блока, о параметрах наведения антенны, о текущих географических координатах, получаемых от приемника GPS-сигналов, позволяет контролировать качество принимаемого сигнала



Системы непосредственного спутникового вещания

- до 100 программ цифрового радиовещания в стерео и моно режимах
- прием на стационарные и мобильные приемники
- персональные пакеты программ

- музыкальные каналы с качеством CD - звучания
- новости
- информация о состоянии дорог
- интерактивные приложения

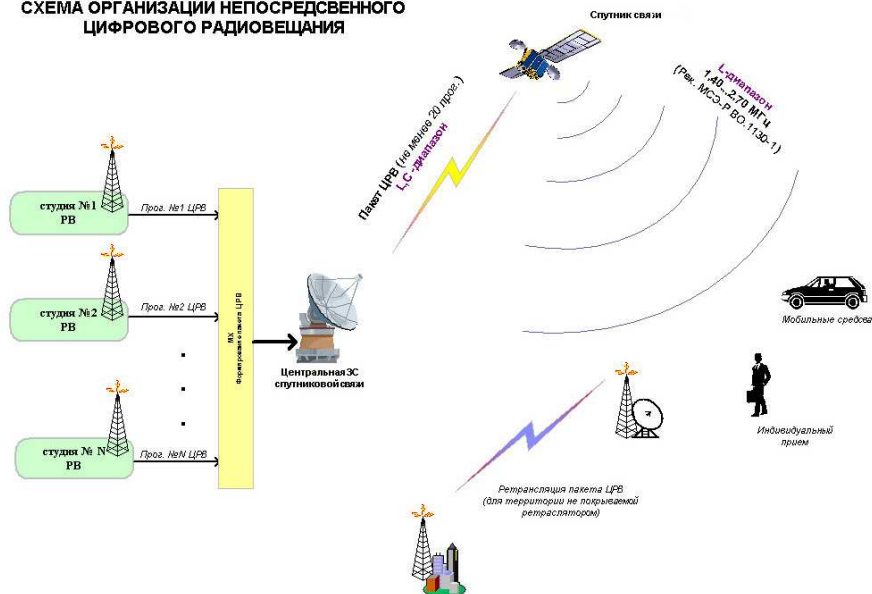


Краткая характеристика систем цифрового РВ

Наименование системы	Варианты построения			Диапазон рабочих частот	Спутниковая система	Зона покрытия	Возможность мобильного приема	Кол-во программ ЦРВ
	наземная	спутниковая	гибридная					
T-DAB (Eureka 147/DAB)	+	-	-	ОВЧ, УВЧ	не использует	Западная Европа, отдельные страны по всему миру	Гарантирована	16 прог.
DRM	+	-	-	НЧ, СЧ, ВЧ	не использует	Западная Европа	Гарантирована	16 - 20 прог.
AM IBIOC DSB	+	-	-	СЧ	не использует	США	Гарантирована	одна прог. на несущую
IBAC и IBOS	+	-	-	ОВЧ	не использует	США	Ограничена	одна прог. на несущую
MediaStar (S-DAB)	-	+	+	УВЧ (L-диап.)	нет данных	Западная Европа	Ограничена	20 прог.
World Space (Digital System D)	-	+	-	УВЧ (L-диап.)	ГСО AmenStar (95 гр.з.д.), Afristar (21 гр.з.д.), AsiaStar (105 гр.з.д.)	1. Гос-ва Южной и Центральной Америки. 2. Страны Африки и бассейна Средиземного моря. 3. Страны Азии и Дальнего Востока.	Ограничена	50 прог.
Sirius Satellite Radio	-	+	+	УВЧ (S-диап.)	Эллиптическая орбита с высоким перигеем (20 000 км.), апогеем (50 000 км.), период обращения 24 ч.	США	Ограничена	100 прог.
XM Satellite Radio	-	+	+	УВЧ (S-диап.)	ГСО Rock (85 гр.з.д.), Roll (115 гр.з.д.)	Северо-Американский континент	Ограничена	100 прог.
DSR	-	+	-	СВЧ	"Kopernicus"	Западная Европа	Отсутствует	16 стерео (32 моно)
ADR	-	+	-	СВЧ	"Astra"	Западная Европа	Отсутствует	85 стерео на 12-ти п/несущих в ТВ стволе
Digital System E	-	+	+	СВЧ	нет данных	нет данных	Отсутствует	нет данных

Схема организации непосредственного ЦРВ

СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ЦИФРОВОГО РАДИОВЕЩАНИЯ





Оборудование для приема программ системы "XM Radio"



- бытовой спутниковый приемник



- автомобильный спутниковый приемник



- автомобильная антенна

**Оборудование для приема программ системы
“Sirius Satellite Radio”**



**- бытовой
спутниковый
приемник**

**- автомобильный
спутниковый приемник**



**- автомобильная
антенна**



**Оборудование для приема программ системы
“World Space”**

бытовые приемники спутникового ЦРВ



Описание стандарта Digital System DH

Инф. скорость кодирования аудиоданных: 16 . . . 128 кбит/с

Режим вещания: моно и (или) стерео

Аудиокодер: MPEG-2,5 Layer III

Уплотнение программ: временное (до 96 программ РВ в пакете)

Скорость группового потока данных: до 3,84 Мбит/с

Помехоустойчивое кодирование: Витерби $R = 1/4$

Вид модуляции: QPSK

Описание системы "World Space"

Назначение: непосредственное спутниковое радиовещание

ИСЗ-ретрансляторы : AmeriStar(95 гр.з.д.),

AfriStar(21 гр.в.д.), AsiaStar(105 гр.в.д.).

Мощность передатчик, Вт: 150

Диапазон рабочих частот:

- на линии вверх: 7.025 - 7.075 ГГц (Хд.)

- на линии вниз: 1.467 - 1.492 ГГц (Лд.)

Зона покрытия: страны Южной и Центральной Америки, Африки и бассейна Средиземного моря, Азии и Дальнего Востока.

ПАРАМЕТРЫ КА:

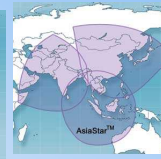
Кол-во транспондеров:

- основных: 12 - резервных: 6

Ширина полосы: 16 кбит/с на канал
(24 канала на транспондер)

Макс. ЭИИМ дБВт: 33.5

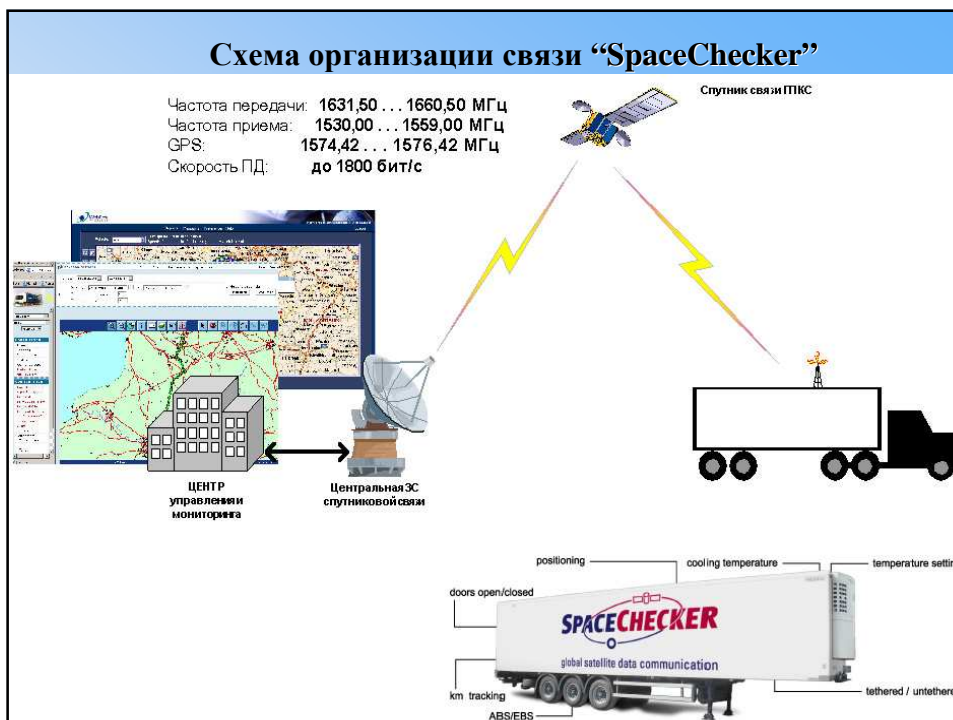
Стандарт вещания:
Digital System DH



Система мониторинга подвижных объектов

- определение местоположения подвижного объекта
- организация каналов ПД
- получение информации о состоянии транспортного средства и груза

- оперативность получения информации о транспортном средстве
- мониторинг маршрута следования

Описание системы “SpaceChecker”

Назначение: мониторинг и слежение за состоянием подвижных и стационарных объектов

Состав системы:

CheckerOne

Спутниковый модем со встроенным GPS-приемником.



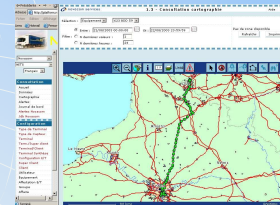
CheckerReefer

Спутниковый модем со встроенным датчиками контроля холодильного оборудования (прицепы-рефрижераторы).



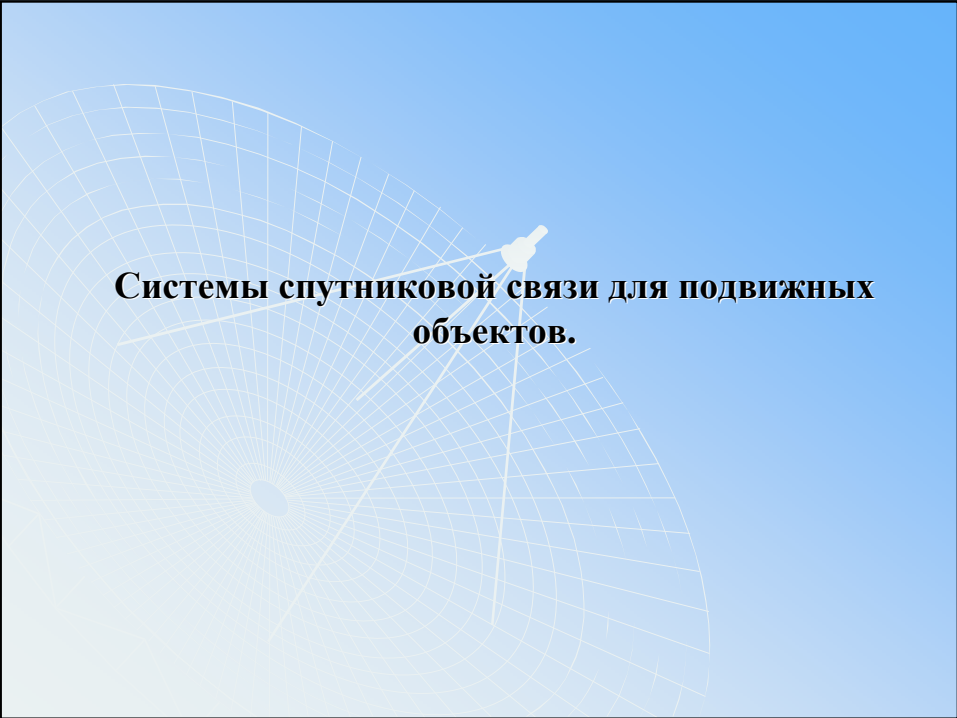
Специализированное ПО

Программное обеспечение центра управления и мониторинга.



Система мониторинга подвижных объектов:

- Оперативное получение сведений о состоянии контролируемого объекта
- Мониторинг маршрута следования объекта (груза)
- Передача информационных сообщений в направлении мобильного объекта
- Глобальный охват территории в ЗРВ подвижного объекта (на земле и на море)



Системы спутниковой связи для подвижных объектов.

Системы спутниковой связи для подвижных объектов.

- GLOBALSTAR



- INMARSAT



- IRIDIUM



- TURAYA



Услуги:

- телефон, факс;
- электронная почта;
- передача данных (в т.ч. высокоскоростная);
- телекс (для некоторых стандартов);
- GPS



- GLOBALSTAR
Космический сегмент.

Количество активных космических аппаратов в группировке.	48
Число орбитальных плоскостей	8
Число спутников на одной орбитальной плоскости	6
Количество резервных аппаратов	8
Всего космических аппаратов в группировке	56
Высота орбиты, км	1 410
Наклонение, град.	52
Количество КА одновременно обслуживающих территорию России, не менее	4
Масса спутника, кг	~ 450
Срок активного существования (САС), лет	10

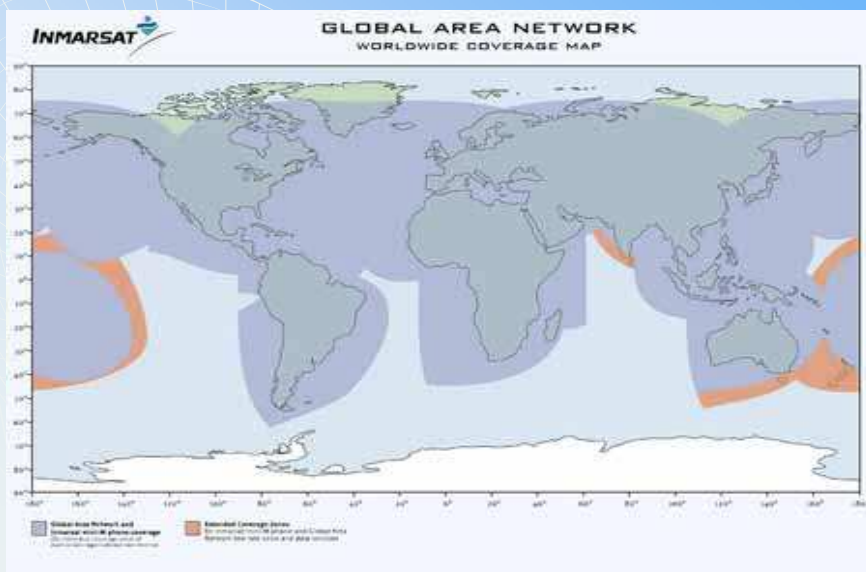
- GLOBALSTAR
зона обслуживания.



- INMARSAT
Космический сегмент (Inmarsat-3).

Количество активных космических аппаратов в группировке.	3
Число орбитальных плоскостей	3
Число спутников на одной орбитальной плоскости	3
Количество резервных аппаратов	2
Всего космических аппаратов в группировке	5
Высота орбиты, км	~ 36 000
Наклонение, град.	0
Количество КА одновременно обслуживающих территорию России, не менее	2
Масса спутника, кг	820
Срок активного существования (САС), лет	13

- INMARSAT
зона обслуживания.



- IRIDIUM**Космический сегмент.**

Количество активных космических аппаратов в группировке.	66
Число орбитальных плоскостей	7
Число спутников на одной орбитальных плоскости	11
Количество резервных аппаратов	11
Всего космических аппаратов в группировке	77
Высота орбиты, км	780
Наклонение, град.	86,3
Количество КА одновременно обслуживающих территорию России, не менее	7
Масса спутника, кг	317

- TURAYA**Космический сегмент.**

Количество активных космических аппаратов в группировке.	2
Число орбитальных плоскостей	1
Число спутников на одной орбитальных плоскости	2
Количество резервных аппаратов	0
Всего космических аппаратов в группировке	2
Высота орбиты, км	~ 36 000
Наклонение, град.	0
Количество КА одновременно обслуживающих территорию России, не менее	0
Масса спутника, кг	3 200
Срок активного существования (САС), лет	15

- TURAYA
Зона обслуживания.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ