

Краткая характеристика действующих ССС

По охватываемой территории, размещению и принадлежности ЗС, структуре управления системы спутниковой связи и вещания можно подразделить на:

- **международные**, в состав которых входят станции различных стран; такие системы могут быть:
глобальные, со всемирным охватом
региональные
- **национальные**, все ЗС которой находятся в пределах одной страны, в том числе:
зоновые, все ЗС которой расположены в пределах одной из зон (районов) страны
ведомственные (деловые, фирменные, корпоративные), ЗС которых принадлежат одному ведомству (организации, фирме) и передают только деловую информацию и данные в интересах ведомства

Как правило, все ССС работают как на международных, так и на национальных линиях

В зависимости от потребностей общества, технических и экономических возможностей различные страны выбирают различную политику в отношении ССС – от создания собственных ССС до эпизодической аренды каналов в международных и национальных ССС

Международные глобальные ССС

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНСОРЦИУМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ ИНТЕЛСАТ



International Telecommunications Satellite Consortium

Консорциум создан **в 1964 году 11 странами**, объединившими свои технические и финансовые возможности для создания и совместного использования группировки телекоммуникационных геостационарных ИСЗ

К середине 2000 года членами Intelsat были **144 страны**

Верхнее руководство организацией осуществляет Ассамблея Сторон (Assembly of Parties), которая проводится не реже одного раза в два года. Каждая страна имеет один голос

Крупнейшим акционером консорциума являются США. Американская компания Comsat Corp. владеет 20,4 % акций. Российским участником консорциума является Государственное предприятие «Космическая связь» (Russian Satellite Communications Company), владеющее, по данным на 1 марта 2000 г., 0,2 % акций

Главный офис расположен в Люксембурге

Обеспечивает передачу **ТВ, ЗС, ЗВ, ТФ, данных** в диапазонах *C* и *Ku* (Фиксированная спутниковая служба)

Используются **МДВР** и **МДЧР** (в различных стволах), **IDR** (Intermediate Data Rate, передача данных с промежуточной скоростью)

Через **24 спутника** системы Intelsat, размещенных группами над Атлантическим, Индийским и Тихим океанами передается примерно 2/3 международного телефонного трафика стран-участниц и осуществляется почти весь ТВ обмен, часть стволов сдается в аренду

Ещё более **50 стран** пользуются её услугами

26 стран на основе ИСЗ Intelsat создали, либо создают национальные системы спутниковой связи и вещания

В 1998 году была организована независимая компания
New Skies Satellites, N.V. (NSS)

Ей переданы спутники:

INTELSAT 513 (183° в.д.)

INTELSAT 703 (57° в.д.)

INTELSAT 803 (338.5° в.д.)

INTELSAT 806 (319.5° в.д.)

INTELSAT K (338.5° в.д.)

K-TV (95° в.д.)

Спутниковая группировка NSS обеспечивает глобальное покрытие

Космический сегмент Intelsat

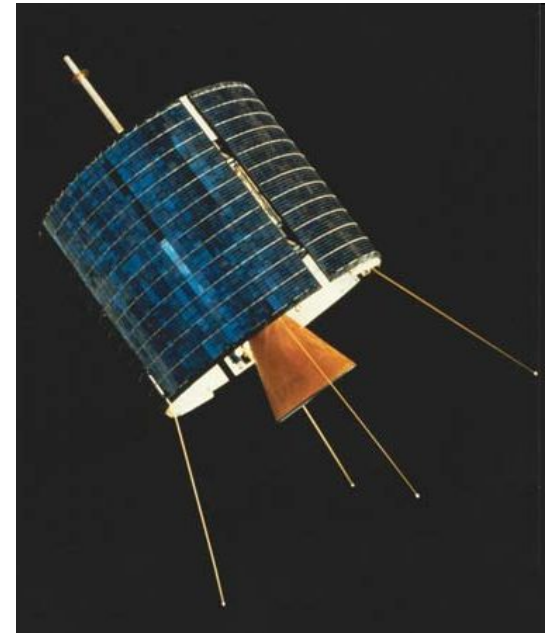
Первый ИСЗ системы

Intelsat **Early Bird** (Intelsat I)

был запущен в апреле 1965 году

Гарантированный срок его активного существования составлял

18 месяцев, но спутник работал до января 1969 года



Сменилось 10 поколений ИСЗ

Первые ИСЗ работали в С-диапазоне частот. Начиная с ИСЗ серии Intelsat V, спутники стали двухдиапазонными

Передатчики БРТР в С-диапазоне имеют мощность до 30 Вт, в *Ku*-диапазоне – до 50 Вт

Выходные каскады – твердотельные

Пропускная способность – до 15000 ТФ-каналов и 2 ТВ-канала, или 32 ТВ-канала

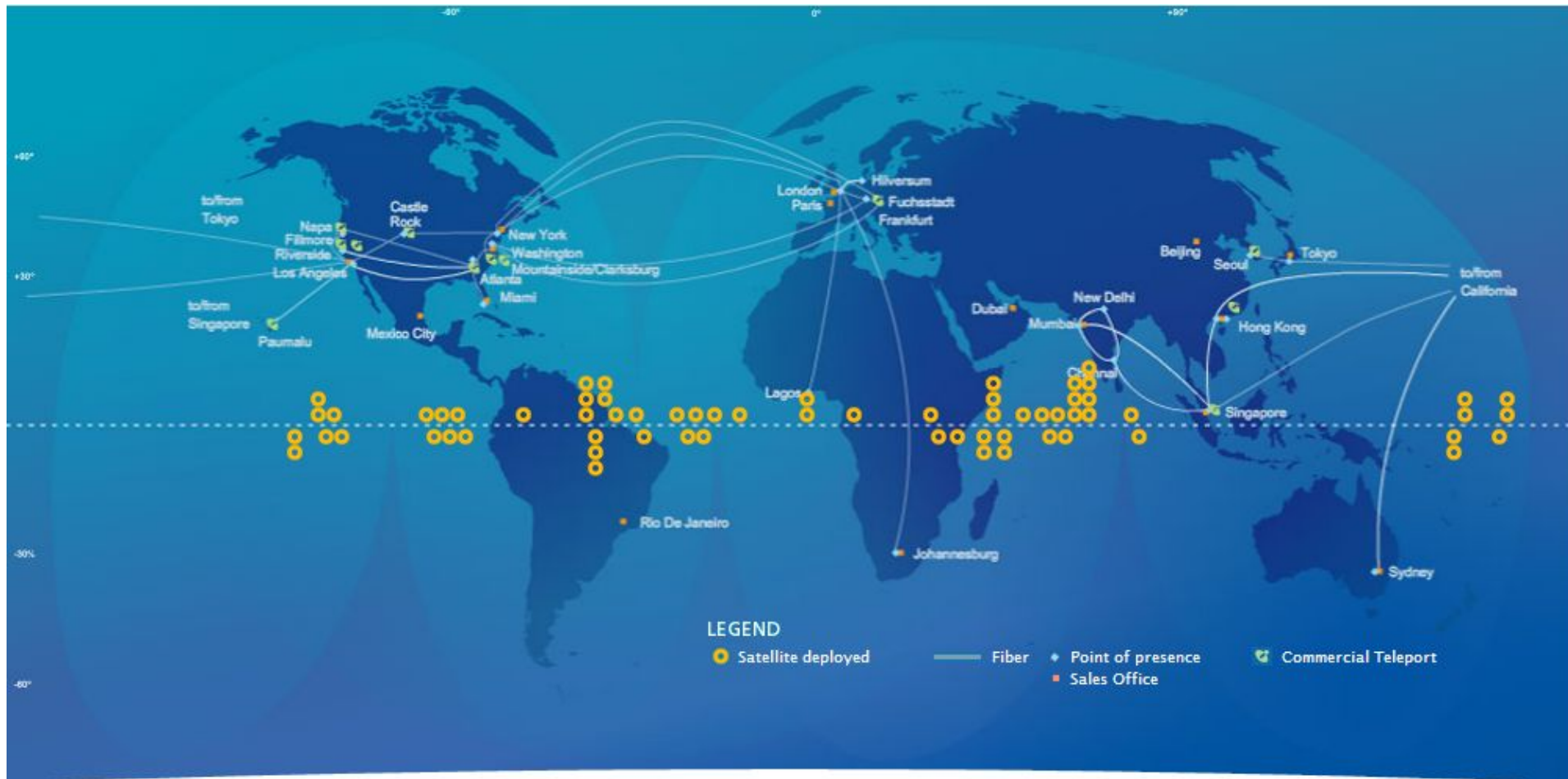
Комбинация лучей

в С-диапазоне – 1 ГЛ (глобальный), 2 ПГЛ (полуглобальные) и 4-5 ЗЛ (зональные)

в *Ku*-диапазоне – до 10 УЛ (узкие, точечные)

Имя	Производитель	Тип платформы	Позиция	Ракетонаситель	Дата запуска
Intelsat 701	Space Systems Loral		180.0°E	Ariane 44LP V60	22 October 1993
Intelsat 705	Space Systems Loral		50.0°W	Atlas IIA (AC-115)	22 March 1995
Intelsat 707	Space Systems Loral		53.0°W	Ariane 44LP V84	14 March 1996
Intelsat 709	Space Systems Loral		85.2°E	Ariane 44P V87	15 June 1996
Intelsat 801	Lockheed Martin	LM-3000	31.5°W	Ariane 44P V94	28 February 1997
Intelsat 802	Lockheed Martin	LM-3000	32.9°E	Ariane 4 V96	25 June 1997
Intelsat 803	Lockheed Martin	LM-3000		Ariane 4 V100	23 September 1997
Intelsat 804	Lockheed Martin	LM-3000		Ariane 4 V104	21 December 1997
Intelsat 805	Lockheed Martin	LM-3000	55.5°W	Atlas IIA (AC-153)	18 June 1998
Intelsat 806	Lockheed Martin	LM-3000		Atlas IIA (AC-151)	27 February 1998
Intelsat 901	Space Systems Loral	FS-1300	18.0°W	Ariane 44L-3 V141	9 June 2001
Intelsat 902	Space Systems Loral	FS-1300	62.0°E	Ariane 44L-3 V143	29 August 2001
Intelsat 903	Space Systems Loral	FS-1300	34.5°W	Proton-K/Block DM-3	30 March 2002
Intelsat 904	Space Systems Loral	FS-1300	60.0°E	Ariane 44L V148	23 February 2002
Intelsat 905	Space Systems Loral	FS-1300	24.5°W	Ariane 44L V152	6 June 2002
Intelsat 906	Space Systems Loral	FS-1300	64.2°E	Ariane 44L V154	6 September 2002
Intelsat 907	Space Systems Loral	FS-1300	27.5°W	Ariane 44L V159	15 February 2003
Intelsat 10-02	Astrium	Eurostar E3000	1.0°W	Proton-M/Briz-M	16 June 2004
Galaxy 28 (Intelsat Americas-8)	Space Systems Loral	FS-1300	89.0°W	Sea Launch Zenit-3SL	23 June 2005
Galaxy 16 (PanAmSat 16)	Space Systems Loral	FS-1300	99.0°W	Sea Launch Zenit-3SL	18 June 2006
Galaxy 17	Alcatel	FS-1300	91.0°W	Ariane 5-ECA V176	5 May 2007
Galaxy 25			93.5°W	Proton-K/Block DM-4	24 May 1997
Intelsat-11	Orbital Sciences	Star-2	43.1°W	Ariane 5GS V178	5 October 2007
Horizons-2	Orbital Sciences	Star-2	74.0°W	Ariane 5GS V180	21 December 2007
Galaxy 18 (PanAmSat Galaxy 18)	Space Systems Loral	FS-1300	123.0°W	Sea Launch Zenit-3SL	21 May 2008
Galaxy 19 (Intelsat Americas 9)	Space Systems Loral	FS-1300	97.0°W	Sea Launch Zenit-3SL	24 September 2008
Intelsat 14	Space Systems Loral	FS-1300	315°EL	Atlas V 431	24 November 2009
Intelsat 15	Orbital Sciences Corp (OSC)	Star 2	85°EL	Land Launch Zenit-3SL	30 November 2009
Intelsat 16	Orbital Sciences Corp (OSC)	Star-2	58°W	Proton	12 February 2010
Intelsat 17	Space Systems Loral	FS-1300	66°E	Ariane 5ECA V198	26 November 2010
Intelsat New Dawn	Orbital Sciences Corp (OSC)	Star-2.4 Bus	32.8°E	Ariane 5	22 April 2011
Intelsat 18	Orbital Sciences Corp (OSC)	Star-2.4 Bus	180°E	Zenit-3SLB	05 October 2011

Карта положения ИСЗ Intelsat



Intelsat

Intelsat V

ИСЗ данной серии были первыми спутниками, способными предоставлять услуги как в *C*, так и в *Ku*-диапазоне частот

Впервые на ИСЗ было применено повторное использование частот за счет пространственного разделения и использования различной поляризации. При этом ряд частот мог быть использован до 4-х раз

Энергетические возможности ИСЗ впервые позволили использовать очень небольшие, развертываемые наземные станции для передачи репортажей непосредственно с места событий



Intelsat

Intelsat VI

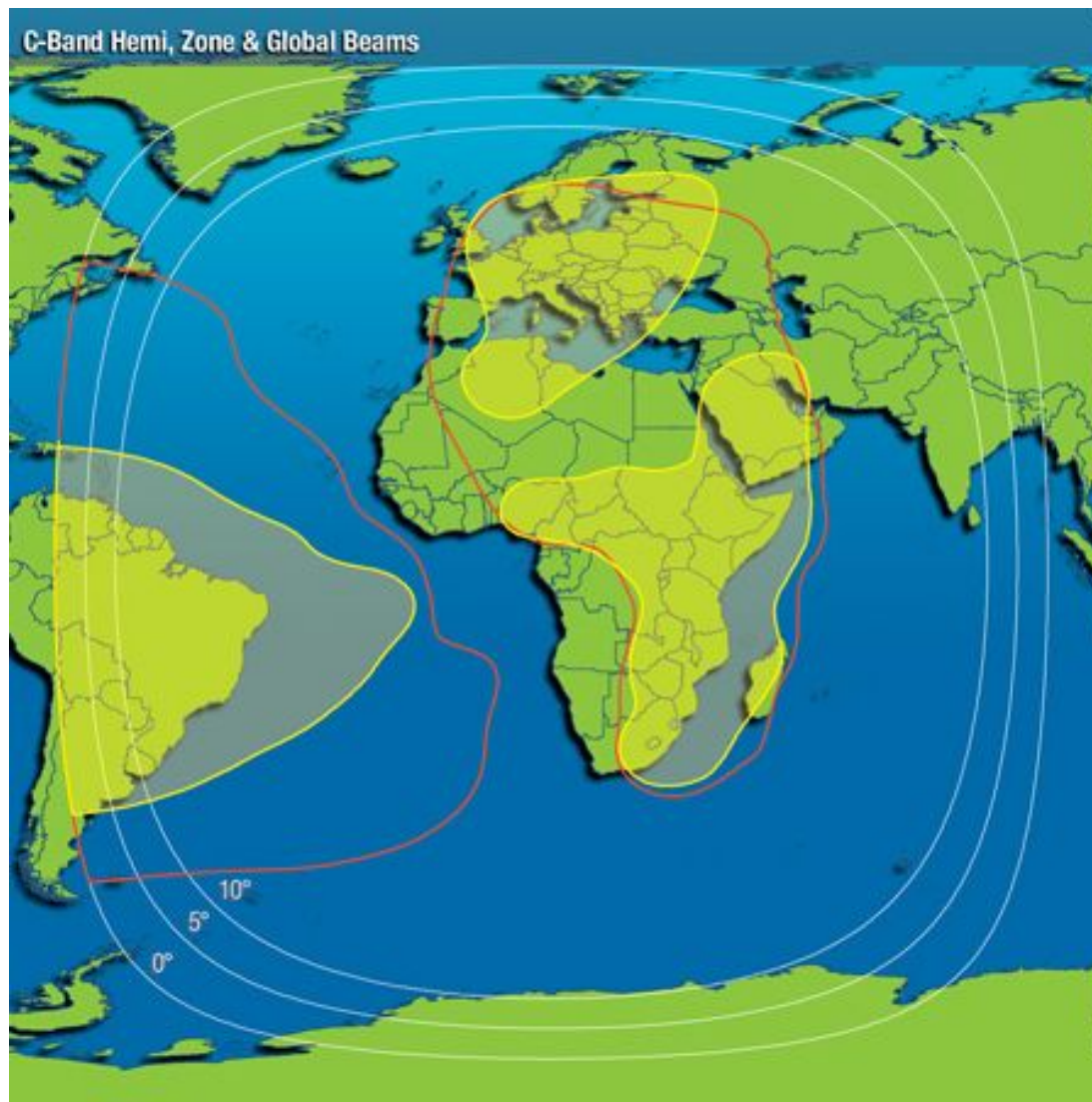
Компанией Hughes Aircraft Company
было создано **5 спутников** этой серии.



Частоты С-диапазона используются шестикратно в 2-х полуглобальных и 4-х зональных лучах за счет разной круговой поляризации и пространственного разделения

Частоты *Ku*-диапазона используется дважды в 2-х пространственно разнесенных точечных лучах с ортогональной линейной поляризацией

Intelsat 603 (11,5° В.Д.)



Intelsat

Intelsat VII

В настоящее время четыре ИСЗ этой серии расположены над Атлантическим океаном, один обслуживает регион Индийского океана, два – Тихоокеанский регион



При разработке ИСЗ Intelsat VII особое внимание уделялось оптимизации параметров для работы с малыми земными станциями VSAT (антенны диаметром до 1,8 м), эффективному использованию пропускной способности

Существенное отличие Intelsat VII – возможность изменения конфигурации зон покрытия в реальном масштабе времени при изменениях трафика и требований к обслуживанию

Intelsat 7 (68,5° В.Д.)



Intelsat

Intelsat VIII / VIIIA

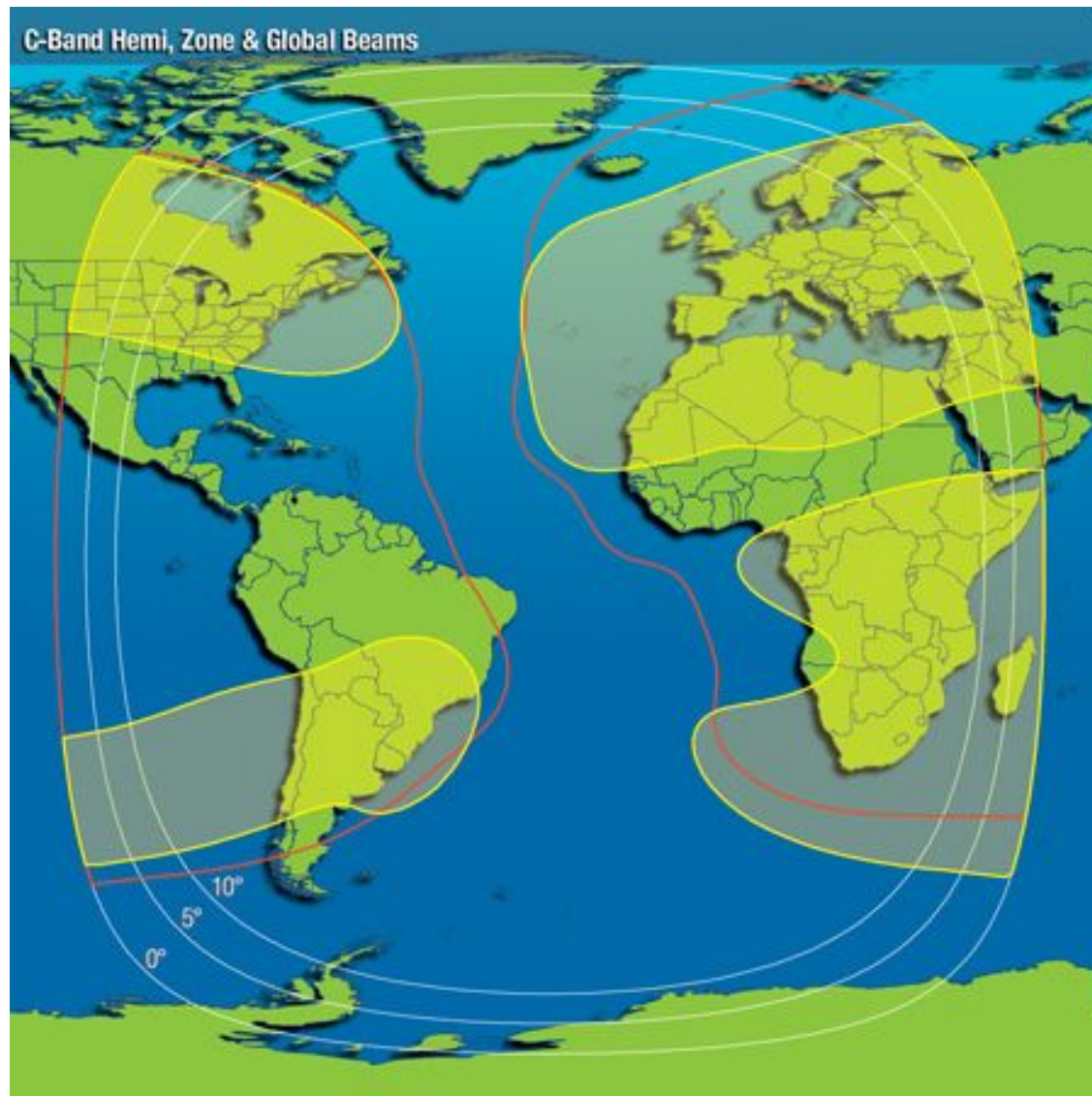
В настоящее время в состав орбитальной группировки Intelsat входят 4 ИСЗ этой серии



Обслуживают Атлантический, Тихоокеанский регионы и регион Индийского океана

Последний ИСЗ этой серии запущен 18 июня 1998 года
Серия ИСЗ Intelsat VIII / VIIIA разрабатывалась с учетом потребностей пользователей системы Intelsat в улучшении покрытия и обслуживания в С-диапазоне частот. ИСЗ имеют самую высокую энергетику в С-диапазоне среди всех ИСЗ Intelsat

Intelsat 801 (29,5° з.д.)



Intelsat

Intelsat IX

Спутники создаются компанией Space Systems Loral и предназначены для замены спутников серии Intelsat VI. Серия будет состоять из четырех ИСЗ общей стоимостью около 1 млрд. долл.



Первый ИСЗ данной серии запущен в 2001 году.

Спутники этой серии позволяют предоставлять клиентам системы услуги цифровой телефонии, передачи данных и изображения наивысшего качества.

Качество цифровых каналов будет сравнимо с качеством оптоволоконных каналов. Благодаря высокой мощности бортовых ретрансляторов значительно снижена стоимость наземного сегмента и обеспечено ускоренное развитие таких услуг, как SNG, DAMA, Internet, DTH, а также VSAT-систем.

Intelsat 904 (60° В.Д.)

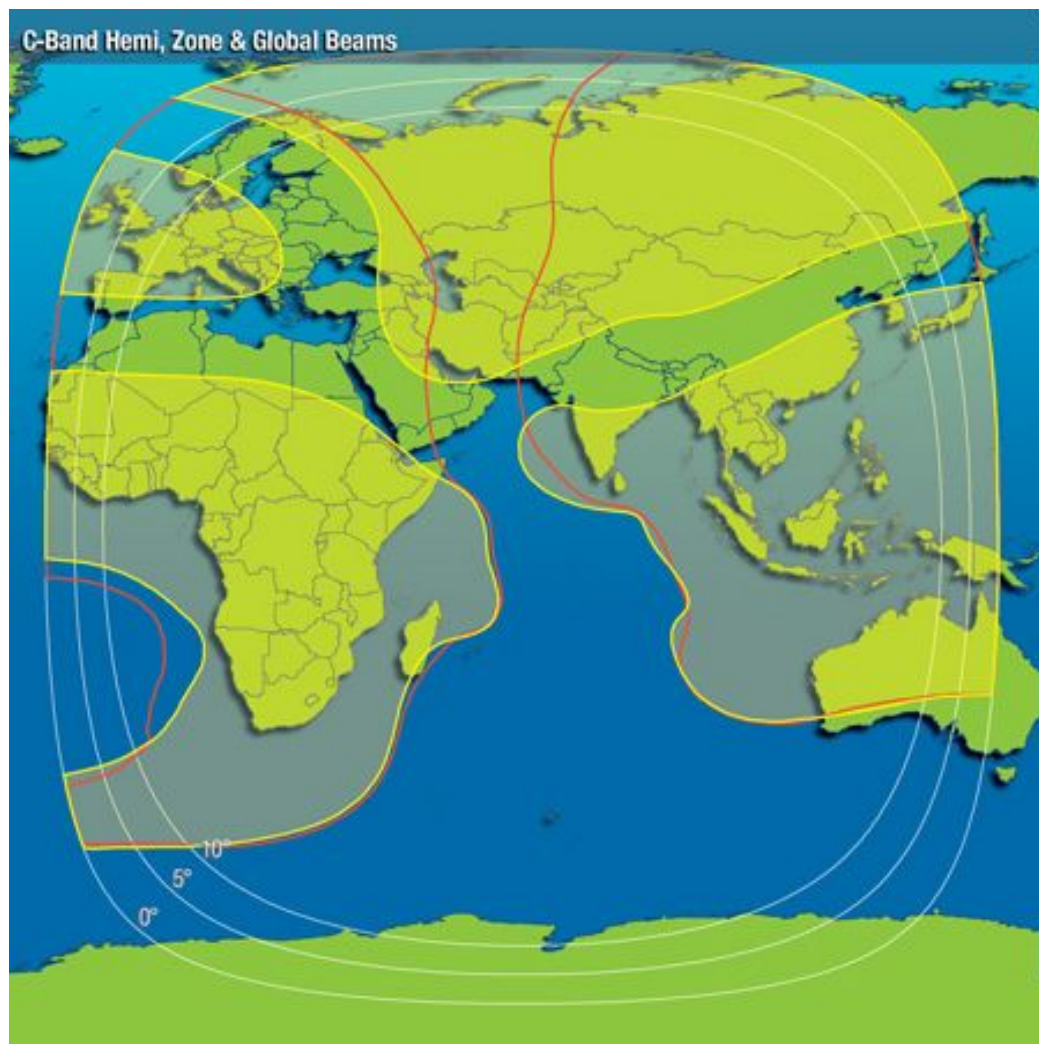
Ku-Band Spot 1 Beam Peak up to 54.0 dBW



Ku-Band Spot 2 Beam Peak up to 53.8 dBW

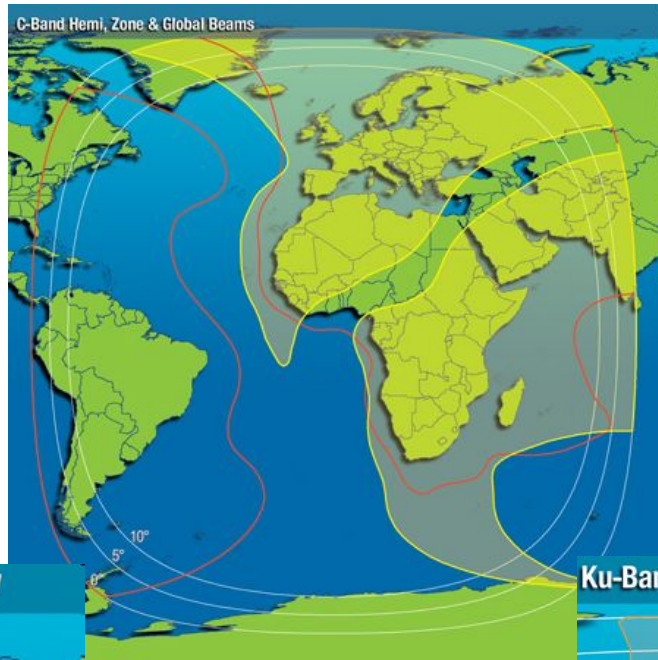


Intelsat 906 (64° В.Д.)



Intelsat

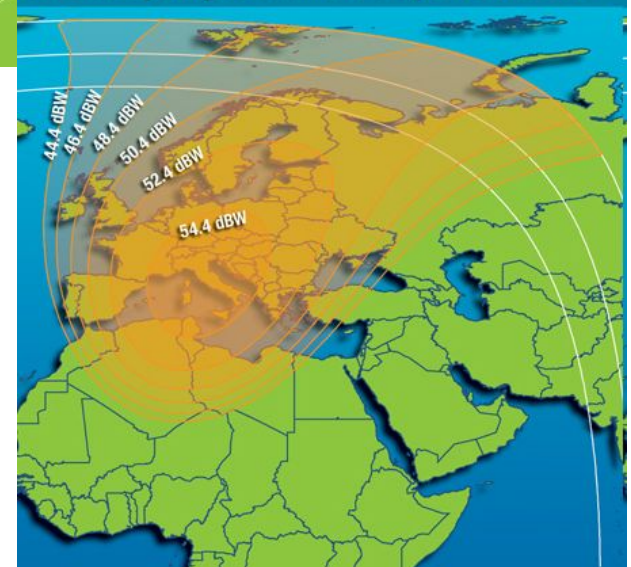
Intelsat 10-02 (1° з.д.)



Ku-Band Spot 1 Beam Peak up to 54.2 dBW



Ku-Band Spot 3/3X Beam Peak up to 55.4 dBW

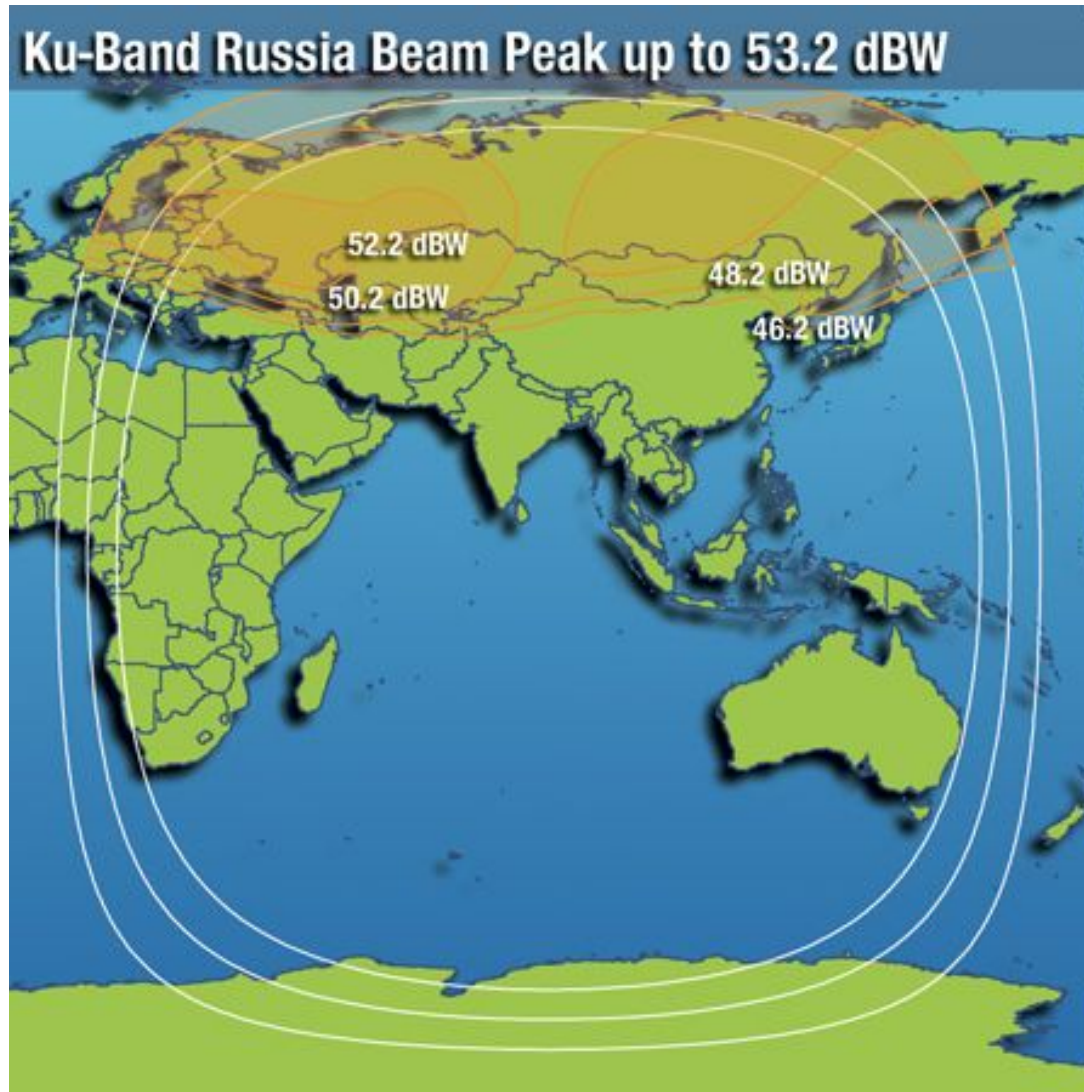


Intelsat

Основные параметры ИС3 Intelsat 10-02 (1° з.д.)

Total Transponders	C-Band:	up to 70 (in equiv. 36 MHz units)
	Ku-Band:	up to 32 (in equiv. 36 MHz units)
Polarization	C-Band:	Circular - Right or Left Hand
	Ku-Band:	Linear - Horizontal or Vertical
Downlink Frequency	C-Band:	3625 to 4200 MHz
	Ku-Band:	10.95 to 12.75 GHz
e.i.r.p. (Edge of Coverage to Beam Peak)	C-Band:	
	Global Beam:	32.0 up to 36.0 dBW
	Hemi Beam:	37.0 up to 44.1 dBW
	Zone Beam:	37.0 up to 46.4 dBW
Uplink Frequency	C-Band:	5850 to 6425 MHz
	Ku-Band:	13.75 to 14.50 GHz
G/T Range (Edge of Coverage to Beam Peak)	C-Band:	
	Global Beam:	-10.7 up to -7.7 dB/K
	Hemi Beam:	-6.5 up to +2.4 dB/K
	Zone Beam:	-4.6 up to +3.0 dB/K
G/T (Beam Peak)	Ku-Band:	
	Spot 1:	6.8 dB/K
	Spot 2:	Up to 6.6 dB/K
	Spot 3/3X:	Up to 5.9 dB/K
Edge of Coverage SFD Range	C-Band:	-89.0 to -67.0 dBW/m ²
	Ku-Band:	-87.0 to -69.0 dBW/m ²

Intelsat 15 (85° В.Д.)



Intelsat

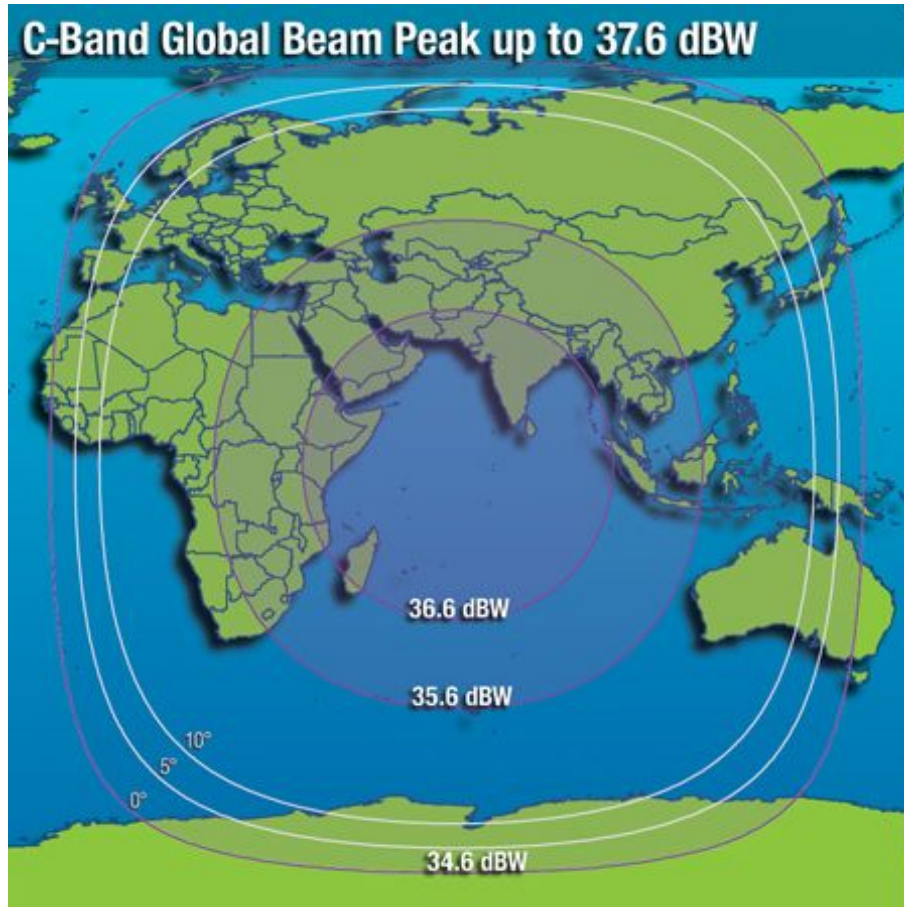
Основные параметры ИСЗ **Intelsat 15 (85° в.д.)**

Total Transponders	Middle East:	9 x 72 MHz 2 x 112 MHz
	ME or Russia:	6 x 36 MHz
Polarization		Linear - Horizontal or Vertical
Downlink Frequency	Middle East:	10.95 to 11.20 GHz 11.50 to 11.75 GHz
	ME or Russia:	12.50 to 12.75 GHz
e.i.r.p. (Edge of Coverage to Beam Peak)	Middle East:	42.9 up to 56.7 dBW
	ME or Russia:	>46.8 up to 53.2 dBW
Uplink Frequency	Middle East:	13.75 to 14.00 GHz 14.25 to 14.50 GHz
	ME or Russia:	14.00 to 14.25 GHz
G/T (Edge of Coverage to Beam Peak)	Middle East:	-4.0 up to 10.8 dB/K
	ME or Russia:	0.0 up to 6.1 dB/K
SFD Range	Middle East:	-100.0 to -68.0 dBW/m ² (at G/T=-4.0 dB/K)
	ME or Russia:	-101.5 to -69.5 dBW/m ² (at G/T=0.0 dB/K)

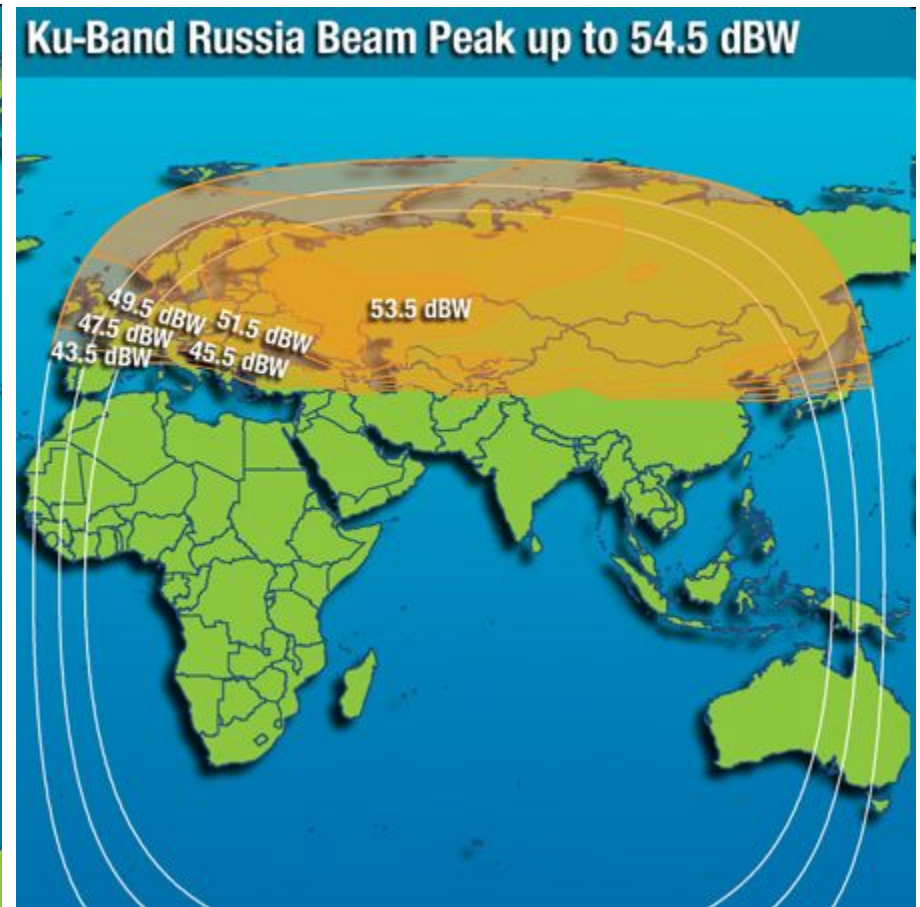
Intelsat 17 (66° В.Д.)



C-Band Global Beam Peak up to 37.6 dBW



Ku-Band Russia Beam Peak up to 54.5 dBW



Intelsat

Основные параметры ИСЗ Intelsat 17 (66° в.д.)

Total Transponders	C-Band:	4 x 72 MHz 18 x 36 MHz 2 x 41 MHz
	Ku-Band:	4 x 36 MHz 21 x 72 MHz
Polarization	C-Band:	Linear - Horizontal or Vertical (Landmass Beam) Circular - Right Hand or Left Hand (West Hemi and Global Beam)
	Ku-Band:	Linear - Horizontal or Vertical
Downlink Frequency	C-Band:	3625 to 4200 MHz
	Ku-Band:	10.95 to 11.70 GHz 12.50 to 12.75 GHz
e.i.r.p. (Typical Edge of Coverage)	C-Band:	
	Landmass:	>31.7 dBW
	West Hemi	>31.8 dBW
	Global:	>33.5 dBW
	Ku-Band:	
	Europe/ME:	>41.9 dBW
Uplink Frequency	C-Band:	5850 to 6425 MHz
	Ku-Band:	13.75 to 14.50 GHz
G/T (Typical Edge of Coverage)	C-Band:	
	Landmass:	>-11.0 dB/K
	West Hemi	>-10.6 dB/K
	Global:	>-10.9 dB/K
	Ku-Band:	
	Europe/ME:	>-4.5 dB/K
SFD Range (Edge of Coverage)	C-Band:	
	Landmass:	-89.4 to -59.4 dBW/m ² (at G/T=-11.0 dB/K)
	West Hemi	-93.3 to -63.3 dBW/m ² (at G/T=-10.6 dB/K)
	Global:	-92.7 to -62.7 dBW/m ² (at G/T=-10.9 dB/K)
	Ku-Band:	
	Europe/ME:	-95.6 to -65.6 dBW/m ² (at G/T=-4.5 dB/K)
	Africa:	-97.3 to -67.3 dBW/m ² (at G/T=+0.9 dB/K)
	Russia	-96.3 to -66.3 dBW/m ² (at G/T=-2.6 dB/K)

Земной сегмент Intelsat

В рамках CCC Intelsat принято несколько стандартов 3С

Частотный диапазон	Приближенный размер антенны, м	Стандарт
Ku	1.2 - 1.8	K
Ku	2.4 - 4.5	E1
Ku	4.5 - 7	E2
C	3.7 - 4.5	F1
C	5.5 - 7.5	F2
C	7.3 - 9	F3
C	1.8 - 3.7	H
C/Ku	до 4.5	G



Intelsat

Телепорты InTelSat



Атланта



Кастл Рок (Колорадо)



Филмор (Лос-Анжелес)



Фуштадт (Германия)



Маунтсайд (Вашингтон)



Напа (Сан-Франциско)



Гавайи



Пуено (Калифорния)

Intelsat



Диаметр антенны 9,15 м



Диаметр антенны 30 м

Intelsat

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ
ИНТЕРСПУТНИК**



Интерспутник

Страны-Члены МОКС «ИНТЕРСПУТНИК»



Создана в **1971 году** в соответствии с межправительственным Соглашением

Является международной межправительственной организацией

Члены Организации – правительства **25 стран**, которые представляют практически все регионы планеты от Латинской Америки до Юго-Восточной Азии, от Европы до юга Аравийского полуострова

Предоставляет в аренду операторам связи, вещательным компаниям и корпоративным клиентам спутниковой емкости в рамках соответствующих соглашений с операторами-партнерами



Обеспечивает передачу ТВ, ЗС, ЗВ, ТФ, данных в диапазонах *C* и *Ku* (Фиксированная спутниковая служба)

ТВ – ЧМ, пиковая девиация частоты ± 13 МГц

ЗС – ЧМ, поднесущая 7,5 МГц, девиация ± 150 кГц

ТФ – МДЧР/ОНК, МДВР

Передача данных – IDR (Intermediate Data Rate, передача данных с промежуточной скоростью)

Клиенты – Администрации связи, государственные и частные компании в более чем 40 странах мира

Штаб-квартира расположена в Москве

Интерспутник

Является активным субъектом международных отношений и сотрудничает со многими ведущими международными межправительственными и неправительственными организациями

Пользуется статусом Постоянного наблюдателя в Комитете ООН по мирному использованию космического пространства, а также ЮНЕСКО; участвует в инициативе Генерального секретаря ООН «Глобальный договор»

На протяжении многих лет является членом Сектора радиосвязи МСЭ, а также стоял у истоков создания Азиатско-Тихоокеанского совета по спутниковой связи. В мае 2007 года присоединился в качестве наблюдателя к Региональному содружеству в области связи, объединяющему в своем составе Администрации связи стран СНГ, Балтии, Центральной и Восточной Европы

Участвует в работе неправительственных международных организаций, таких как Международная астронавтическая федерация, Международный институт космического права, "Глобал VSAT форум" и ряде других

Спутниковый ресурс ИНТЕРСПУТНИК

В рамках альянсов и соглашений с крупнейшими операторами МОКС «ИНТЕРСПУТНИК» предоставляет своим пользователям частотно- энергетический ресурс на следующих 16-ти геостационарных спутниках связи



Интерспутник



Интерспутник

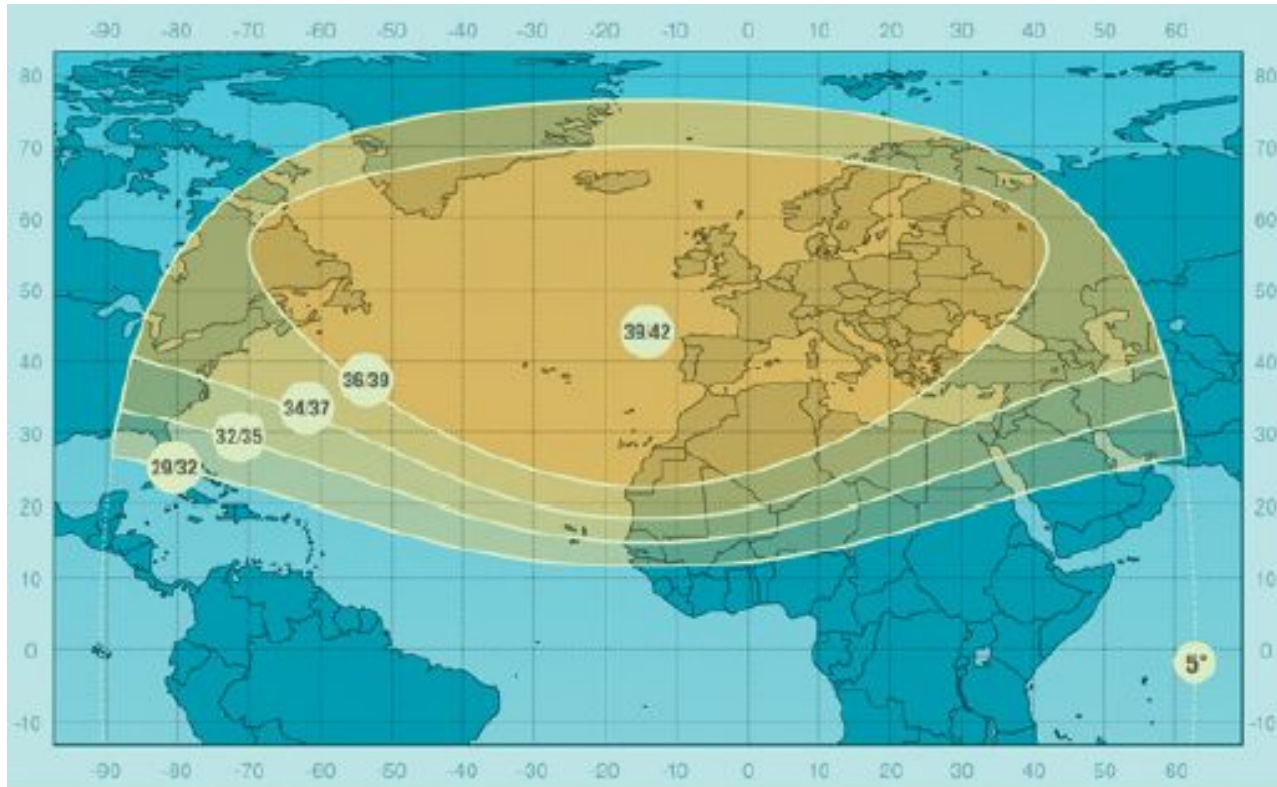
Орбитально-частотный ресурс МОКС «ИНТЕРСПУТНИК»



Экспресс-А4 (14° з.д.)

Диапазон С

- 11 транспондеров с полосой пропускания по 36 МГц
- 1 транспондер с полосой 40 МГц
- круговая поляризация (правого и левого вращения)
- рабочие полосы частот: 3,600 – 4,200 ГГц (на линии вниз) и 5,925 – 6,525 ГГц (на линии вверх)

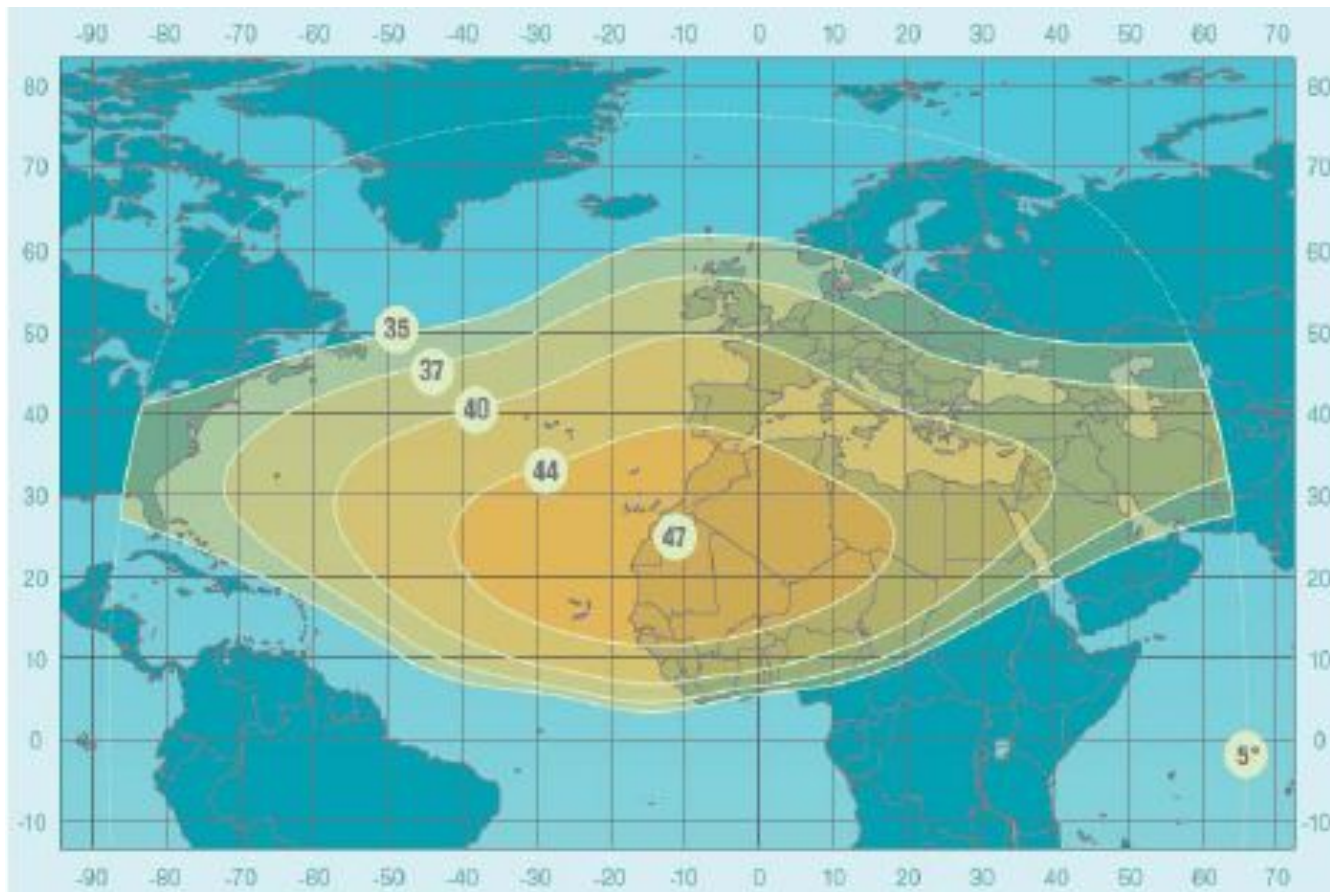


Интерспутник

Экспресс-АМ44 (11° з.д.)

Диапазон С, Трансатлантический луч

- 10 транспондеров с полосой пропускания по 40 МГц
- круговая поляризация (правого и левого вращения)
- рабочие полосы частот 3,650 – 4,200 ГГц (на линии вниз) и 5,975 – 6,525 ГГц (на линии вверх)

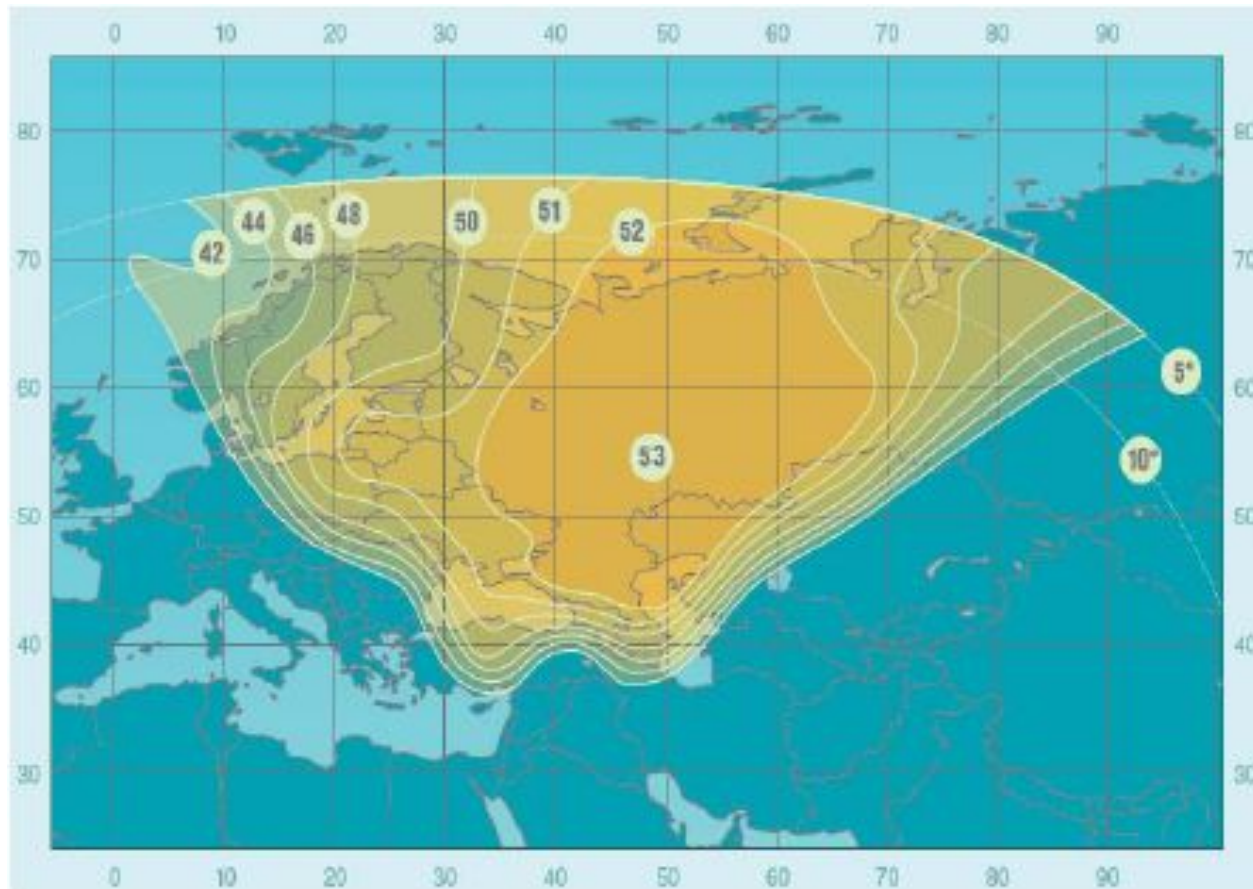


Интерспутник

Еутелсат W4 (36° в.д.)

Диапазон *Ku*, Российский луч

- 19 транспондеров с полосой пропускания по 33 МГц
- круговая поляризация (правого и левого вращения)
- рабочие полосы частот: 11,700 – 12,500 ГГц (на линии вниз) и 17,300 – 18,100 ГГц (на линии вверх)

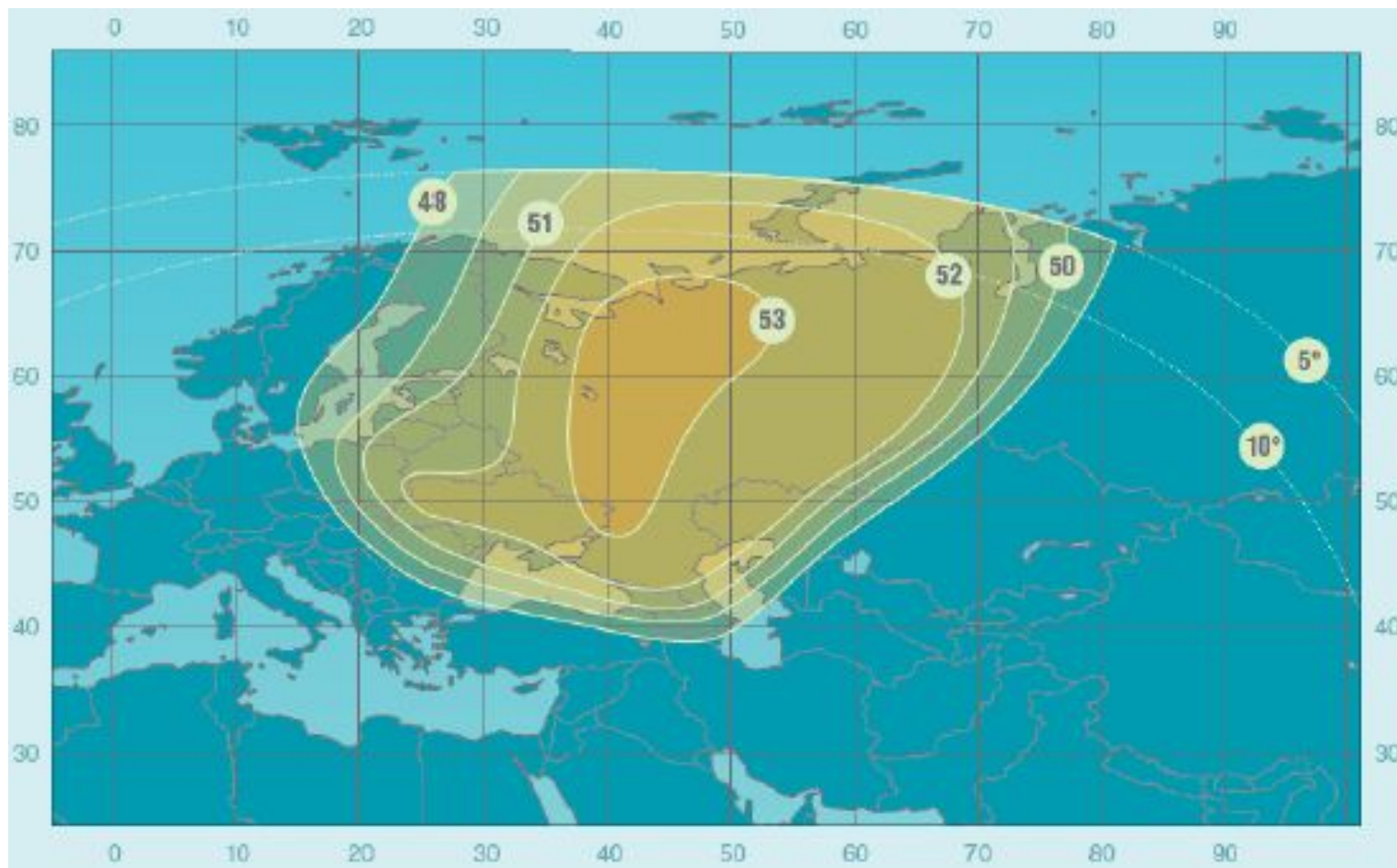


Интерспутник

Еутелсат W7 (36° в.д.)

Диапазон *Ku*, Российский луч

- круговая поляризация (правого и левого вращения)
- рабочие полосы частот: 11,700 – 12,200 ГГц (на линии вниз) и 17,300 – 18,100 ГГц (на линии вверх)



Интерспутник

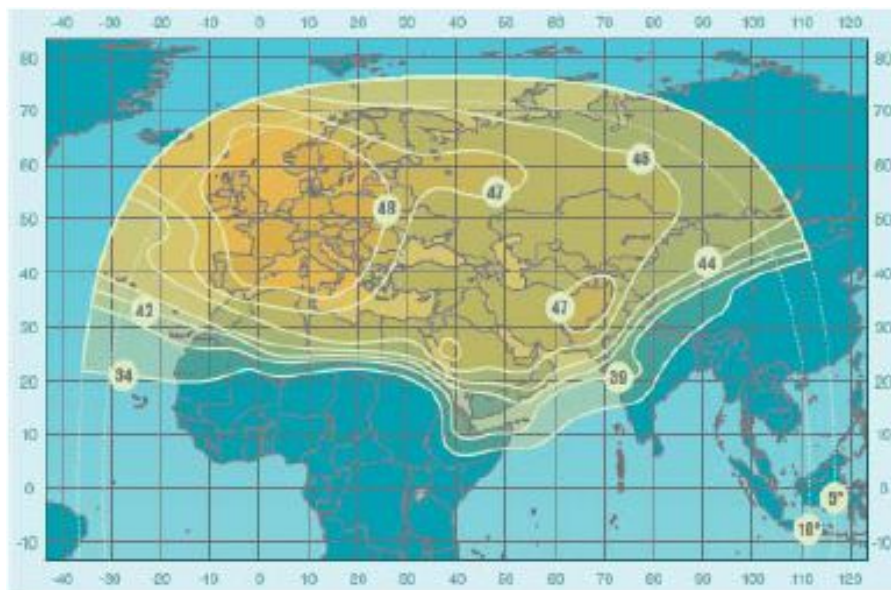
Экспресс-АМ1 (40° в.д.)

(спутник на наклонной орбите)

Диапазон *Ku*

Широкий европейский луч

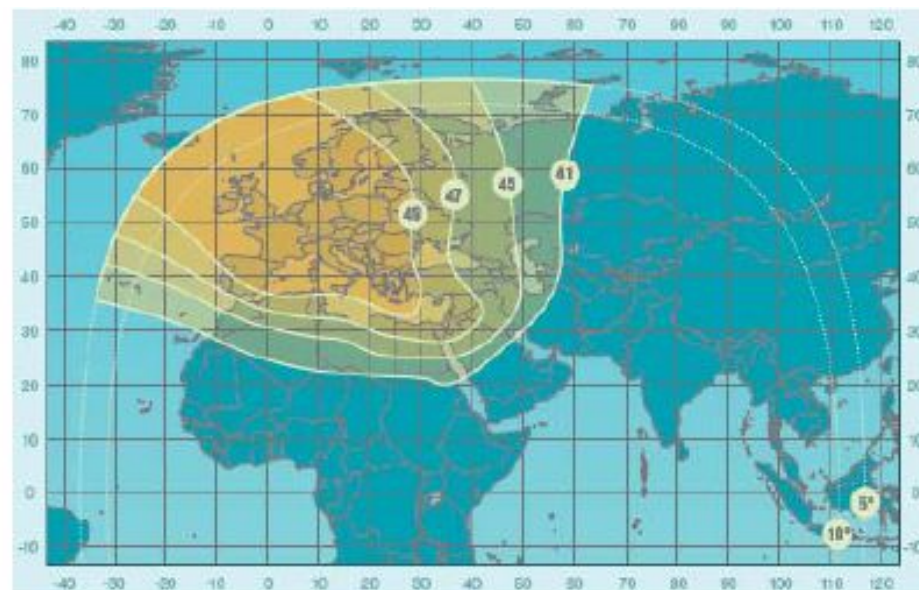
- 8 транспондеров
- с полосой пропускания по 54 МГц



Диапазон *Ku*

Узкий европейский луч

- 8 транспондеров
- с полосой пропускания по 54 МГц



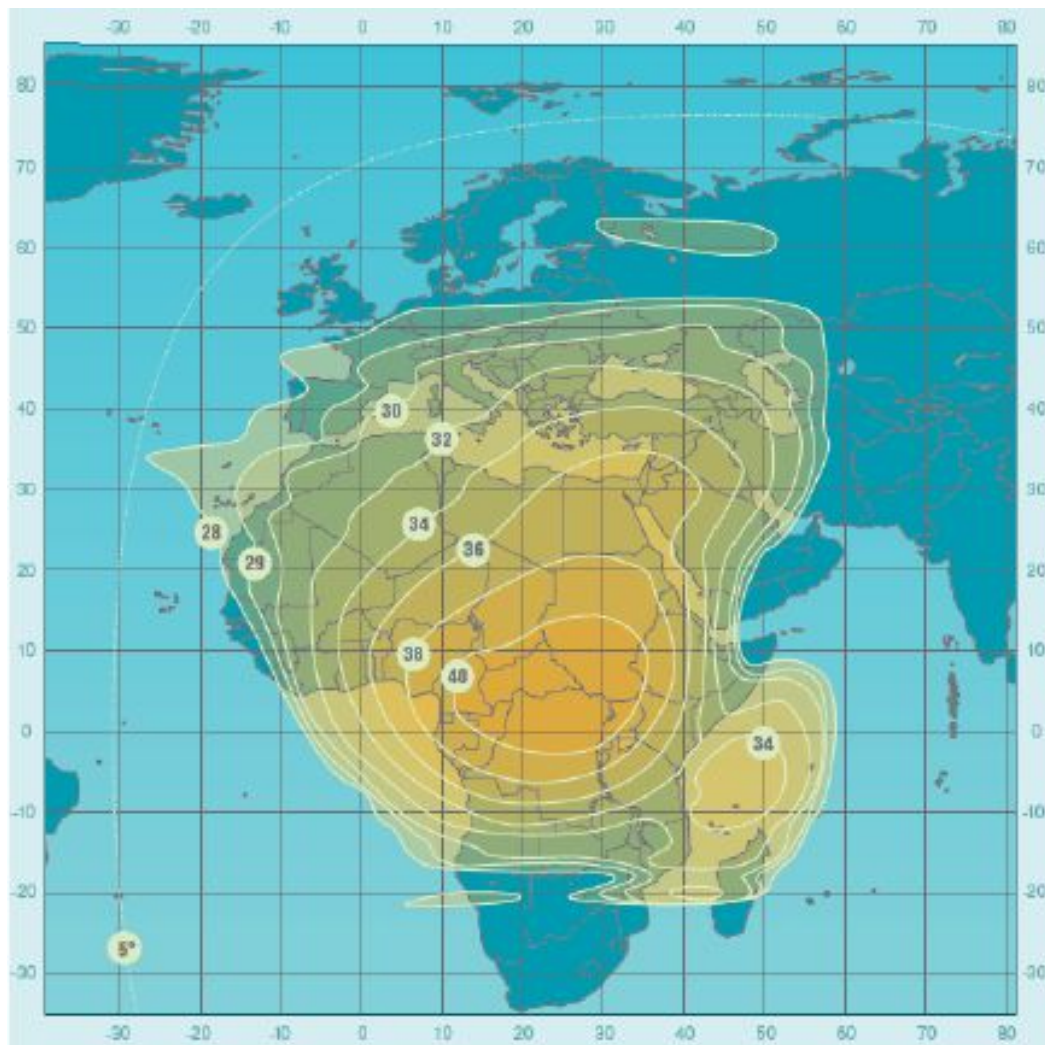
Интерспутник

Африкасат-1 (46° в.д.)

(спутник на наклонной орбите)

Диапазон С

- 12 транспондеров
с полосой пропускания по 36 МГц

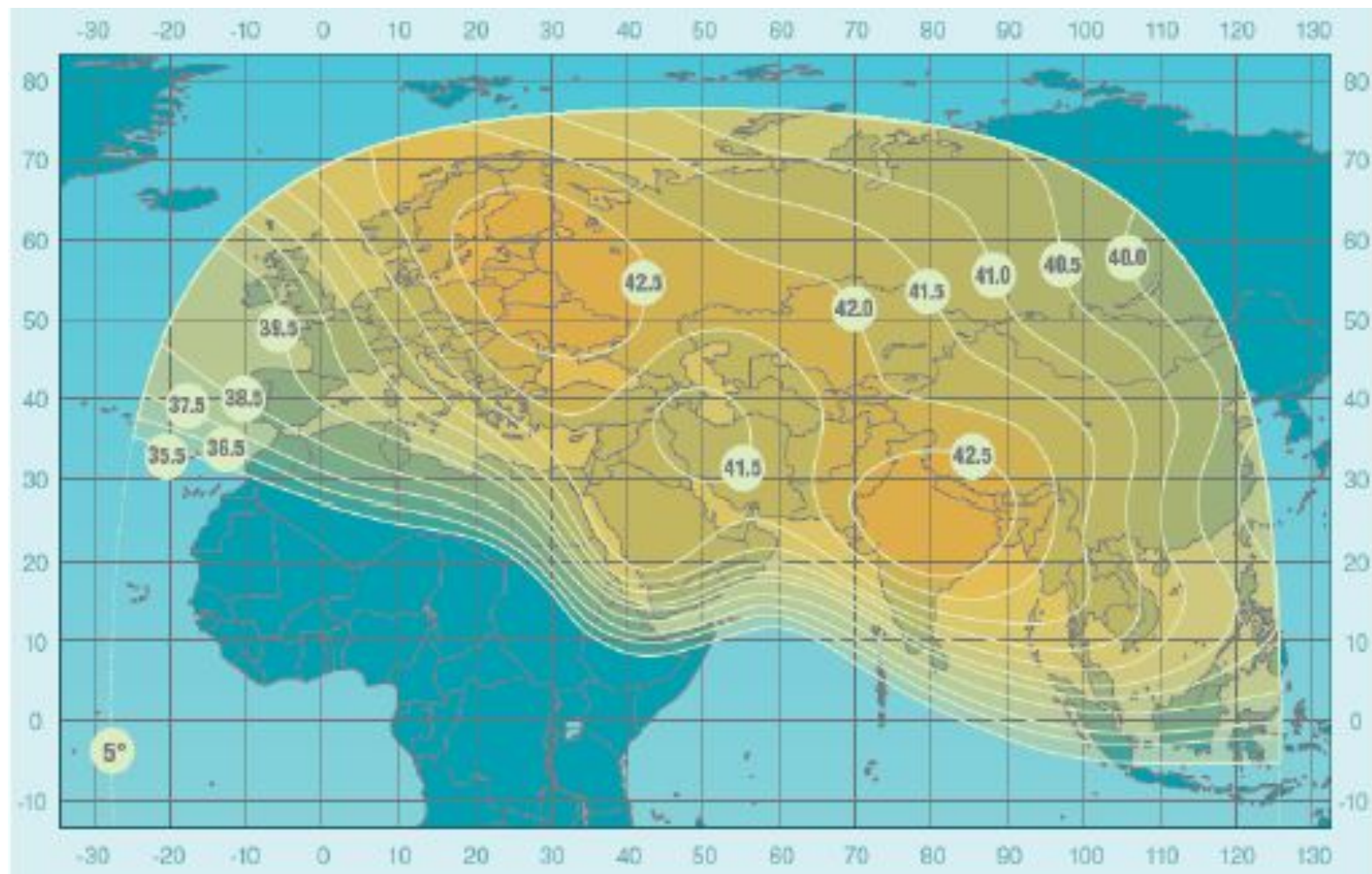


Интерспутник

Ямал-200 №2 (49° в.д.)

Диапазон С

- 18 транспондеров с полосой пропускания по 36 МГц



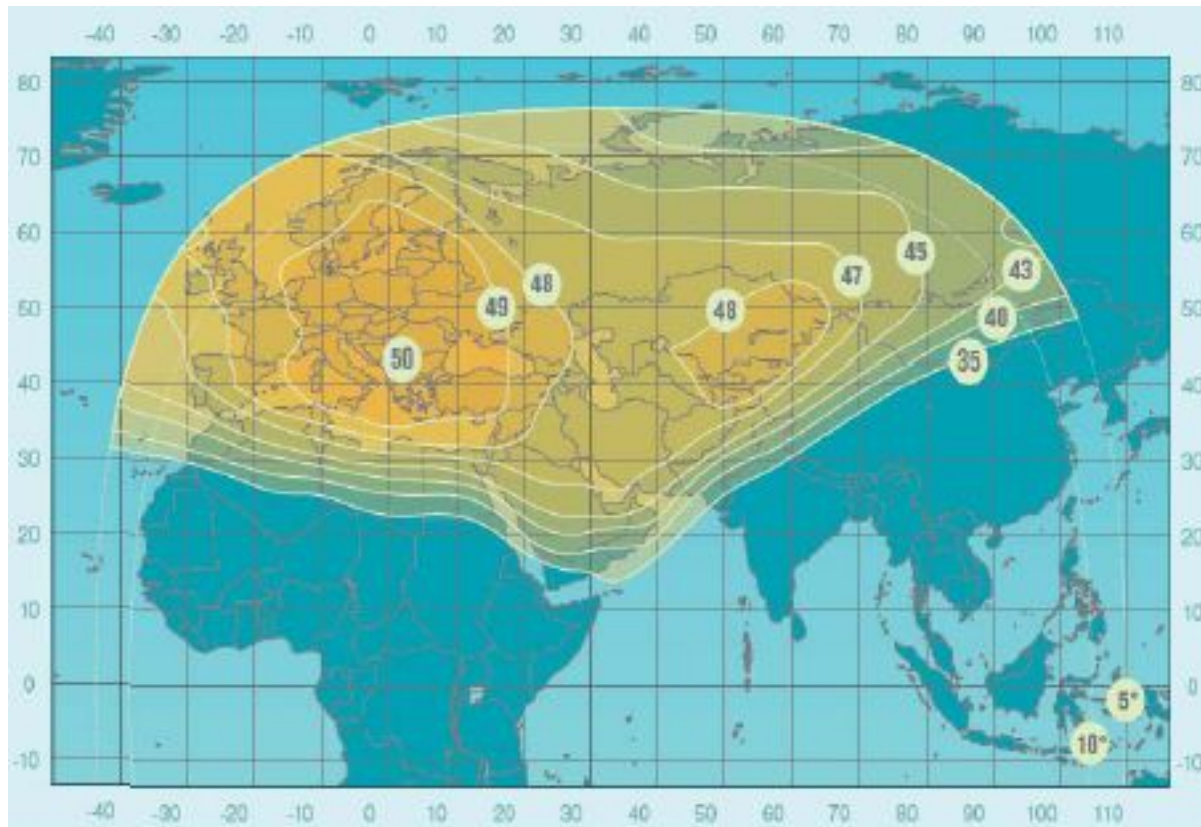
Интерспутник

Экспресс-АМ22 (53° в.д.)

Диапазон *Ku*

Широкий европейский луч

- 8 транспондеров с полосой пропускания по 54 МГц
- линейная поляризация (горизонтальная и вертикальная)
- рабочие полосы частот: 10,950 – 11,200 ГГц (на линии вниз) и 14,250 – 14,500 ГГц (на линии вверх)



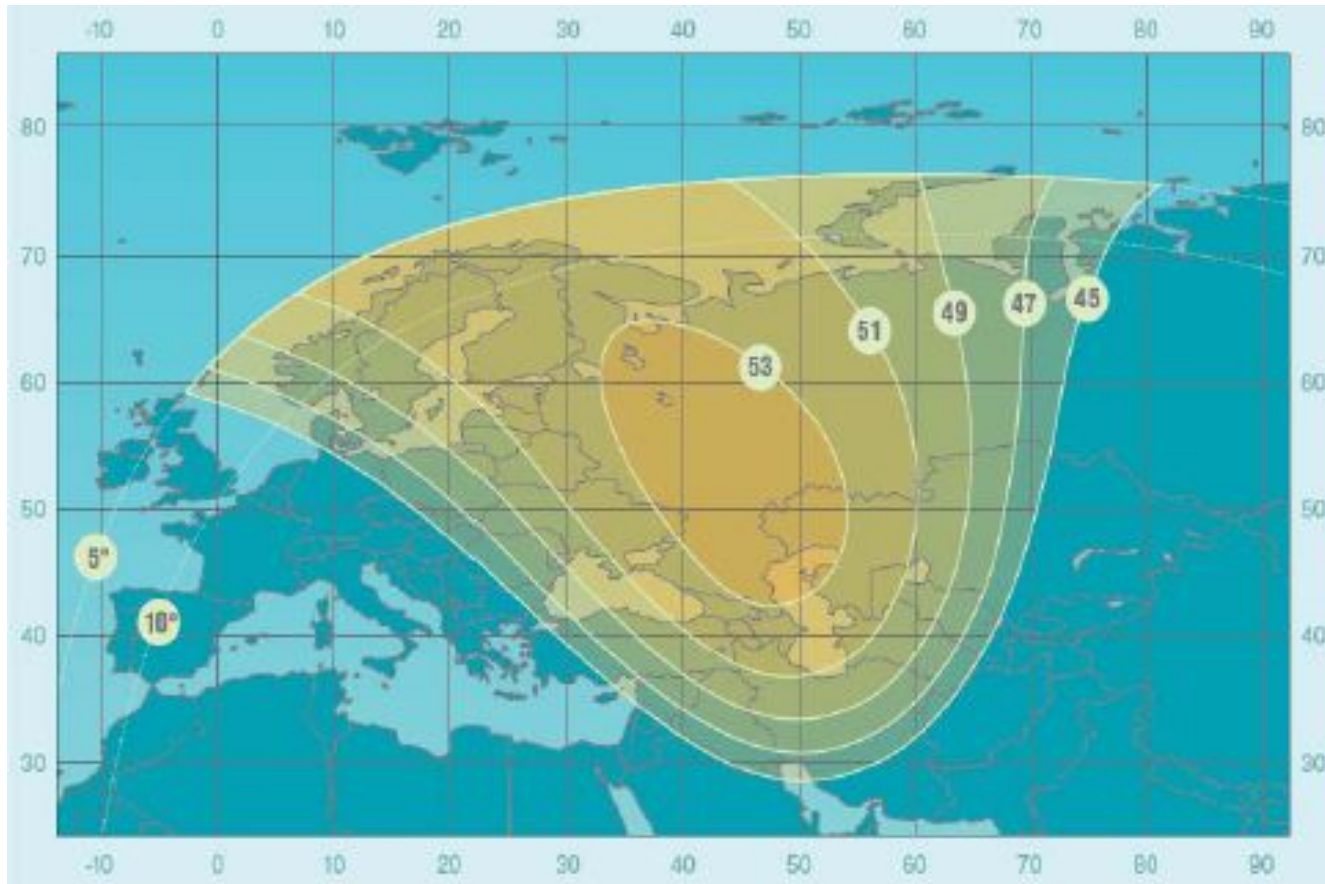
Интерспутник

ИНТЕЛСАТ-904 (60° в.д.)

Диапазон *Ku*

Луч 1

- 1 транспондер с полосой пропускания 77 МГц
- 3 транспондера с полосой пропускания по 72 МГц
- 4 транспондера с полосой пропускания по 36 МГц



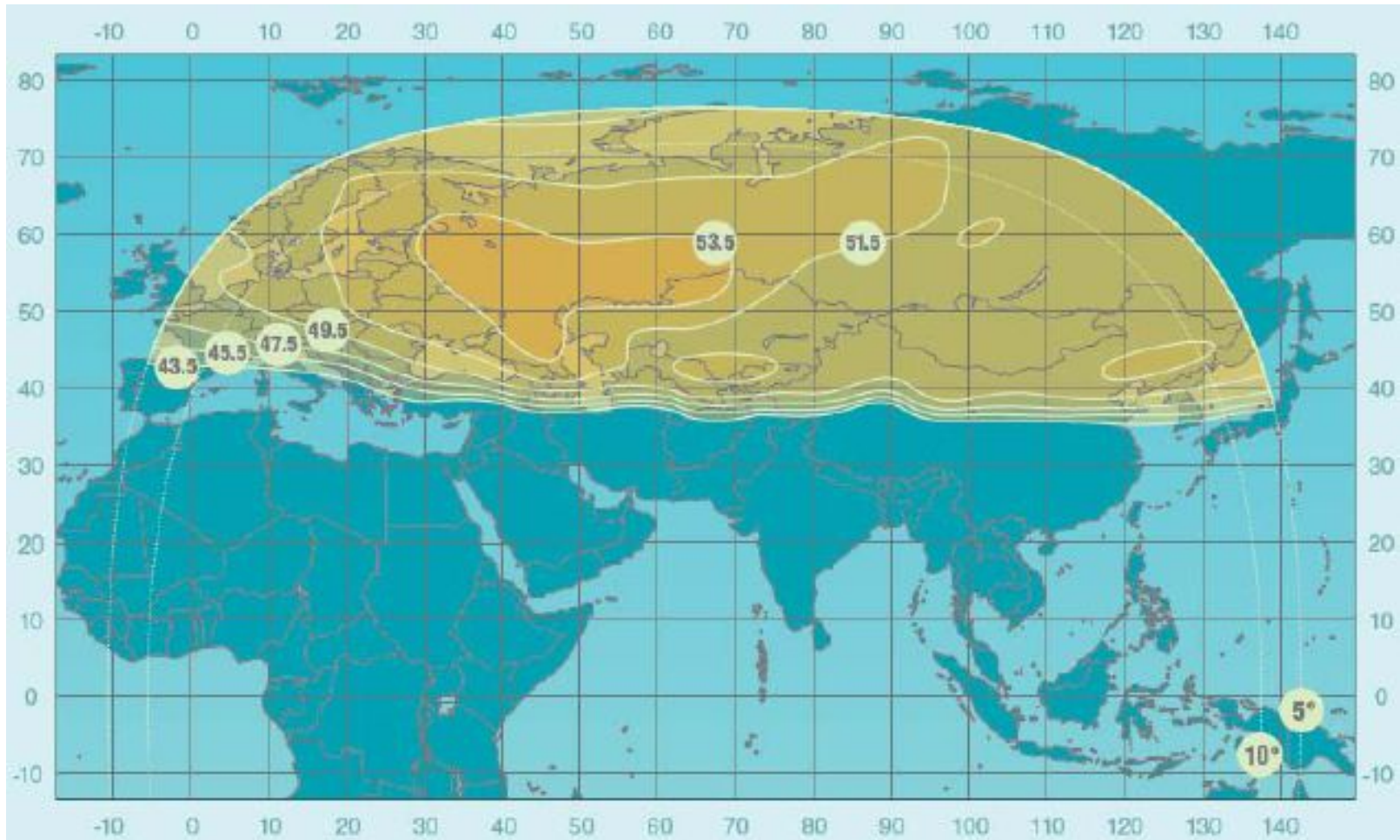
Интерспутник

ИНТЕЛСАТ-17 (66° в.д.)

Диапазон *Ku*

Российский луч

- до 16 транспондеров с полосой пропускания по 36 МГц



Интерспутник

ABS 1 (LMI-1) (75° в.д.)

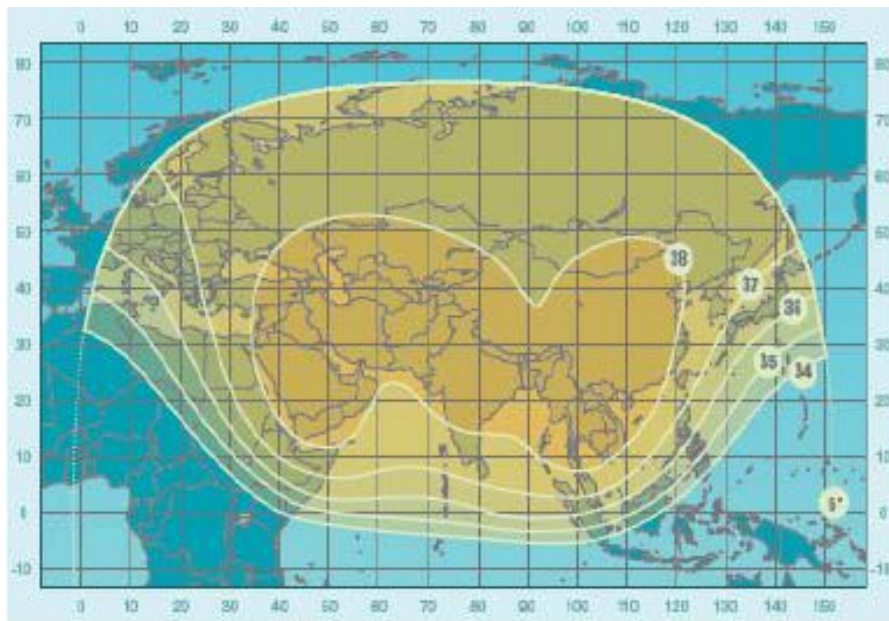
Диапазон С, Луч А

- 14 транспондеров
с полосой пропускания по 36 МГц



Диапазон С, Луч В

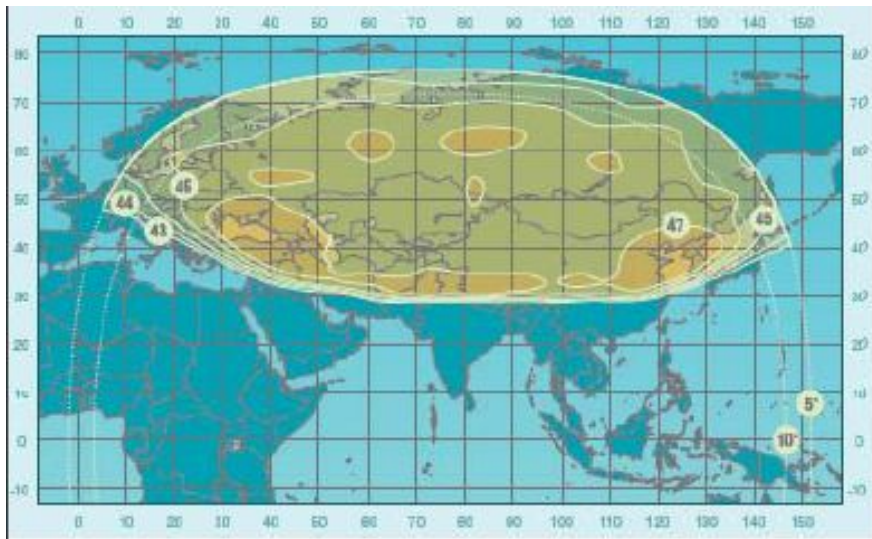
- 14 транспондеров
с полосой пропускания по 36 МГц



ABS 1 (LMI-1) (75° в.д.)

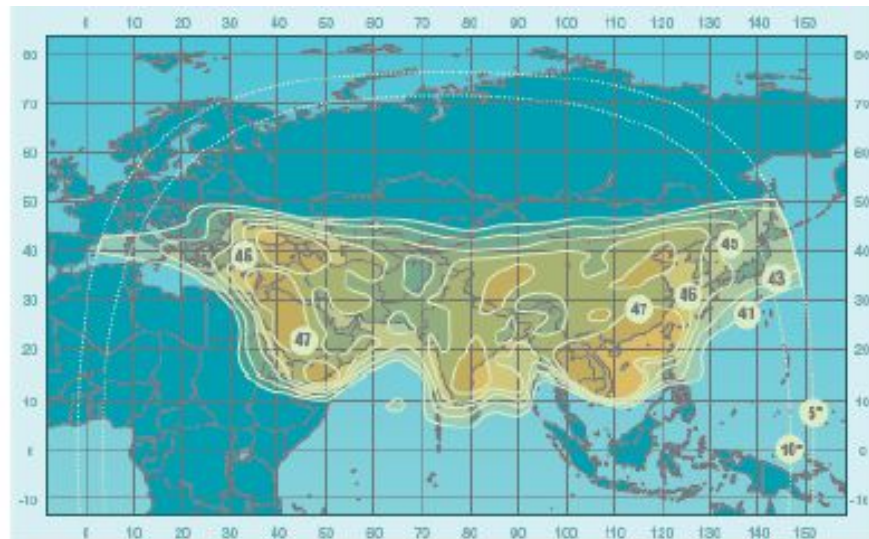
Диапазон *Ku*
Северный луч

- 8 транспондеров
с полосой пропускания по 27 МГц



Диапазон *Ku*
Южный луч

- 8 транспондеров
с полосой пропускания по 27 МГц



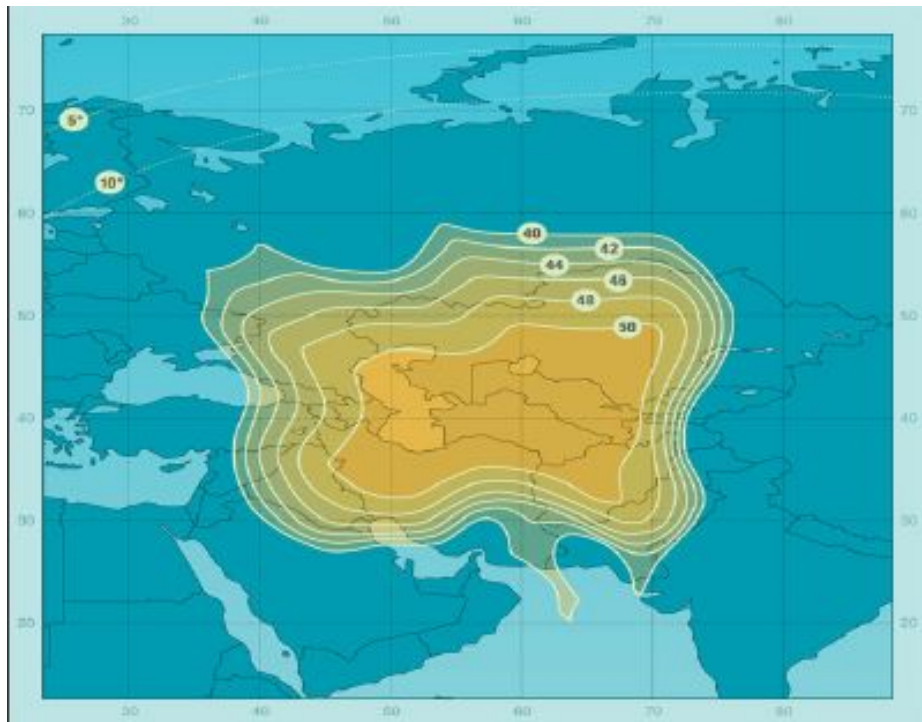
Интерспутник

ABS 1Б (W-75) (75° в.д.)

(спутник на наклонной орбите)

Диапазон *Ku*

Центральноазиатский луч



Диапазон *Ku*

Российский луч

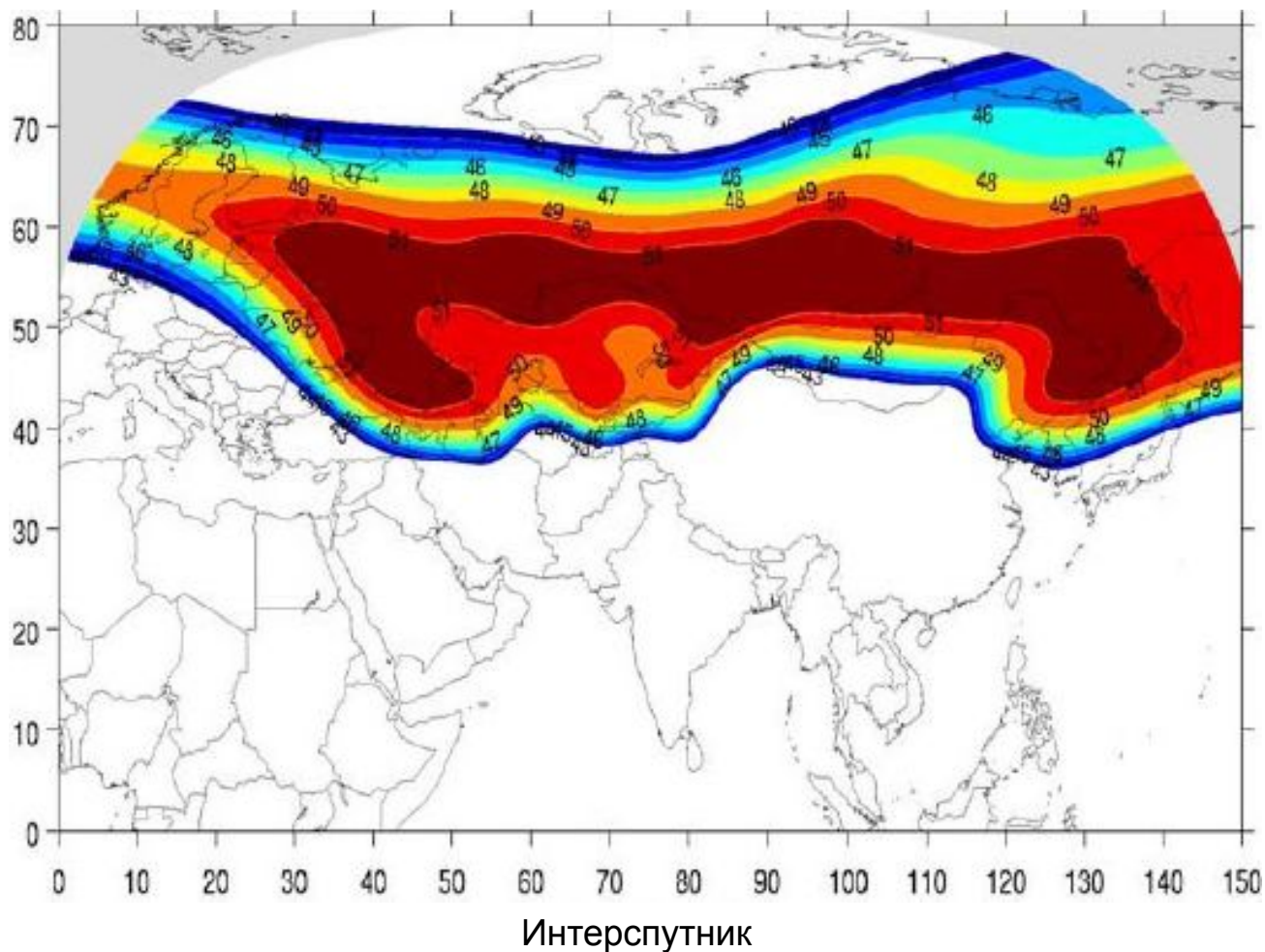


Интерспутник

ABS 2 (75° в.д.)

(Предполагаемая дата запуска – первый квартал 2013 г.)

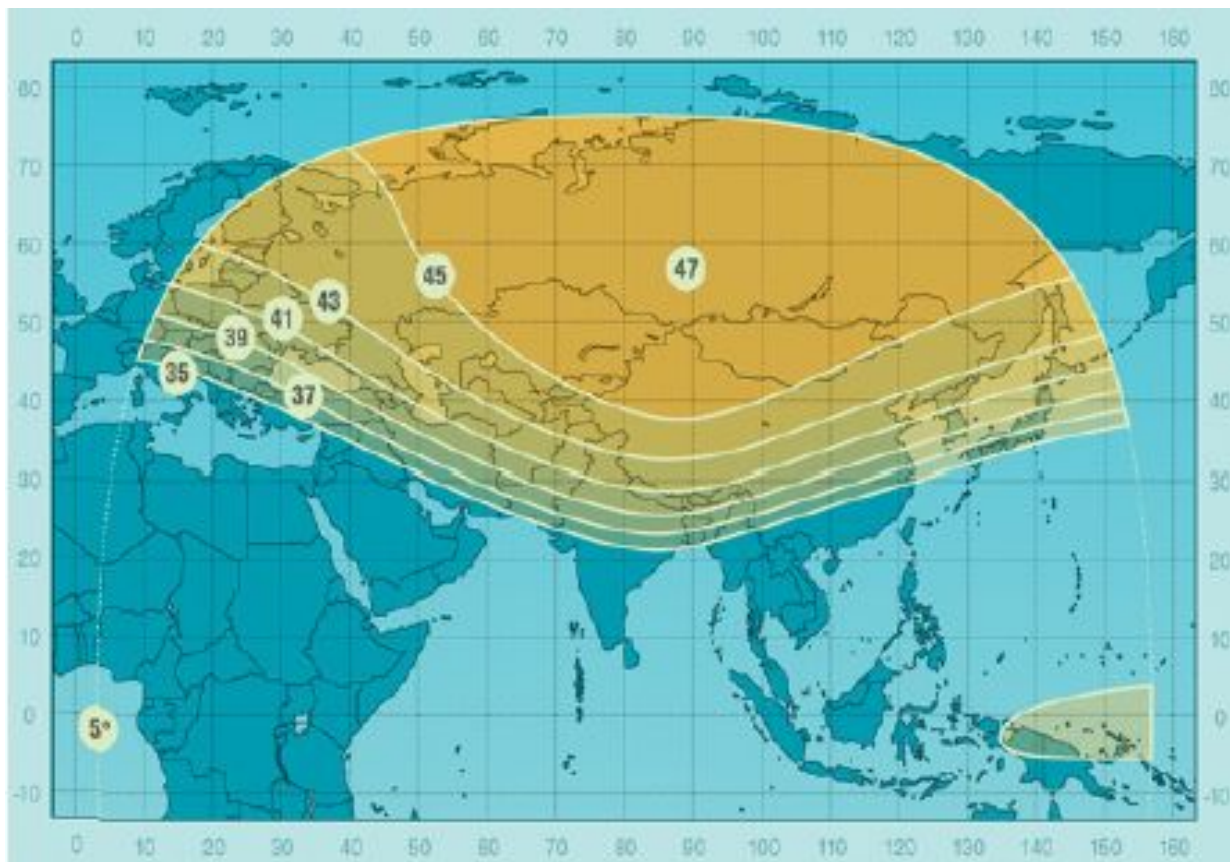
Диапазон *Ku*
Российский луч



Экспресс-МД1 (80° в.д.)

Диапазон С

- 8 транспондеров с полосой пропускания по 40 МГц
- круговая поляризация (правого и левого вращения)
- рабочие полосы частот: 3,600 – 4,050 ГГц (на линии вниз) и 5,925 – 6,375 ГГц (на линии вверх)

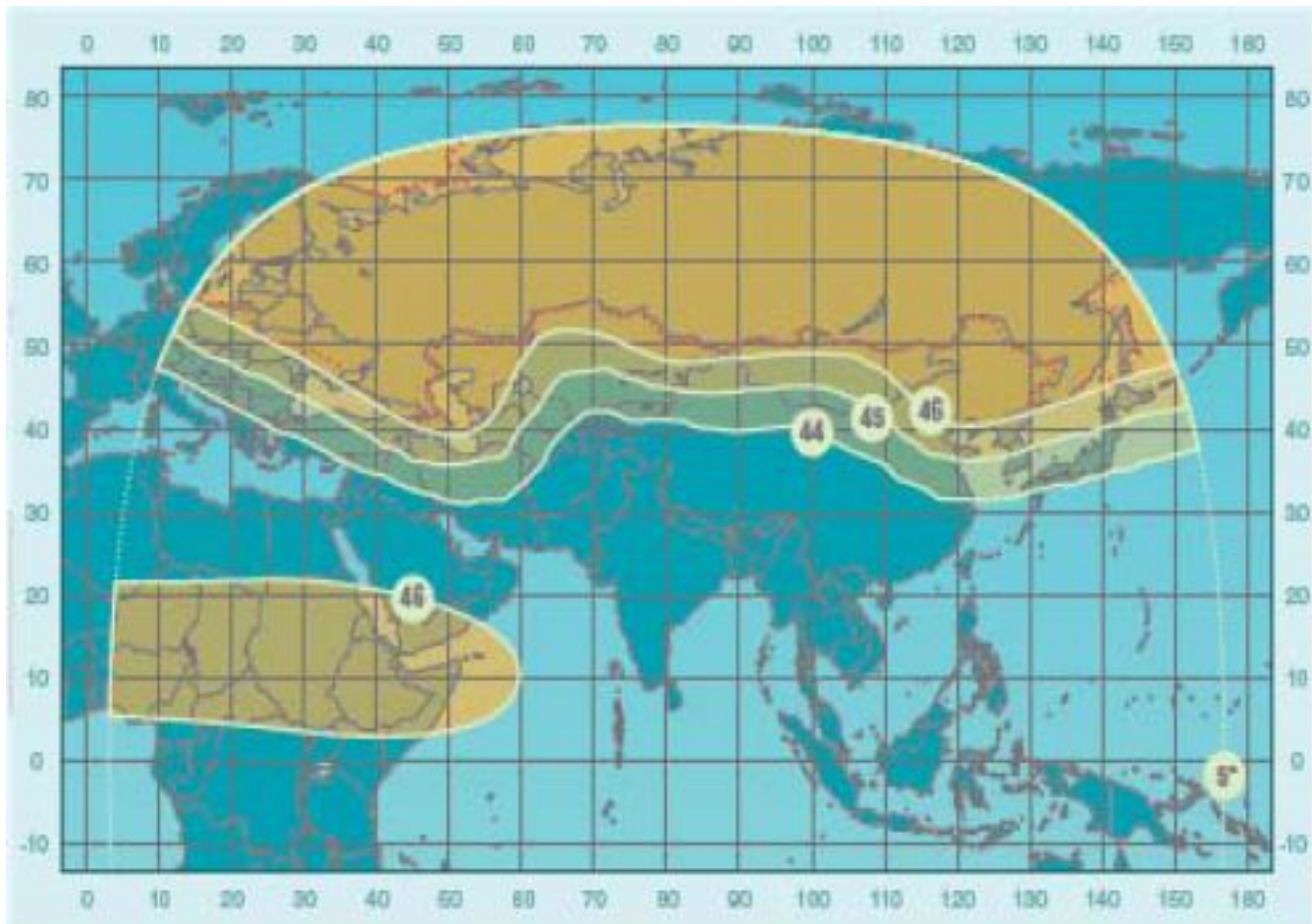


Интерспутник

Экспресс-АМ4 (80° в.д.)

Диапазон С

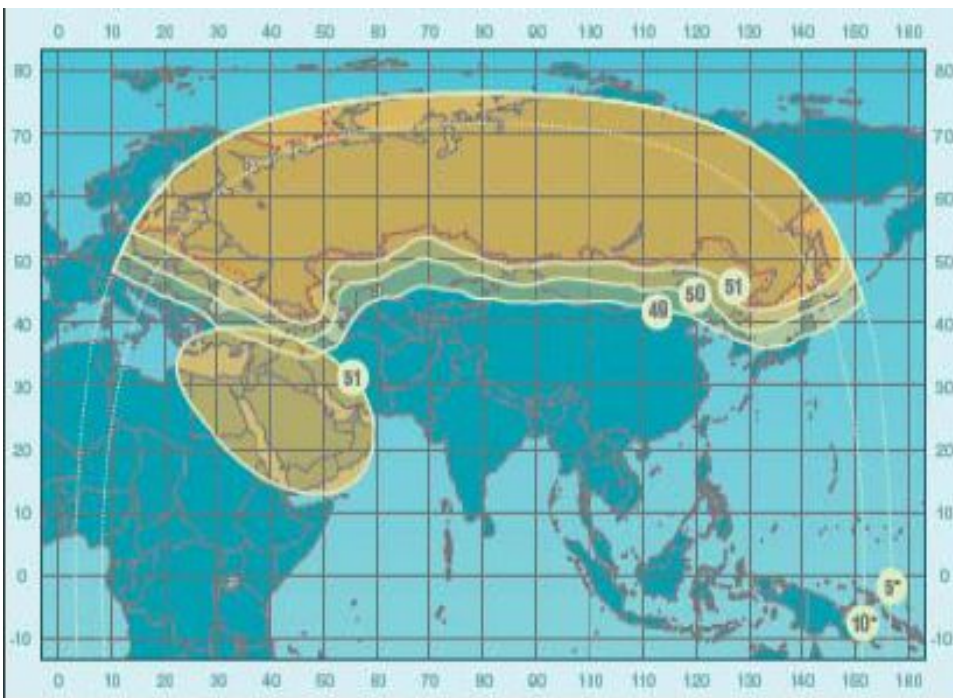
Фиксированный и перенацеливаемый лучи



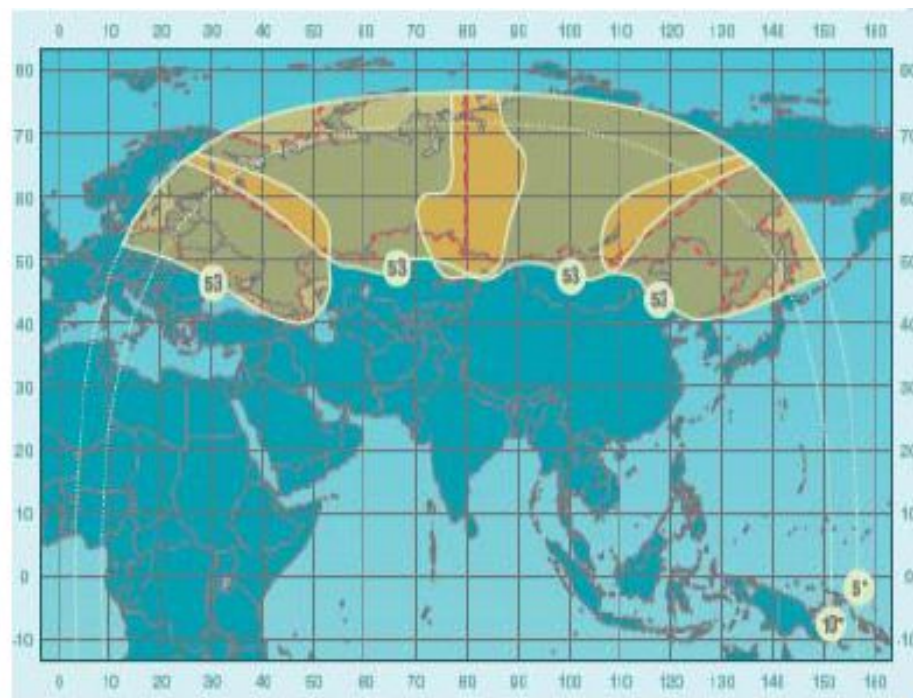
Интерспутник

Экспресс-АМ4 (80° в.д.)

Диапазон Ku
Фиксированный
и перенацеливаемый лучи



Диапазон Ku
Зона обслуживания
многолучевой антенны

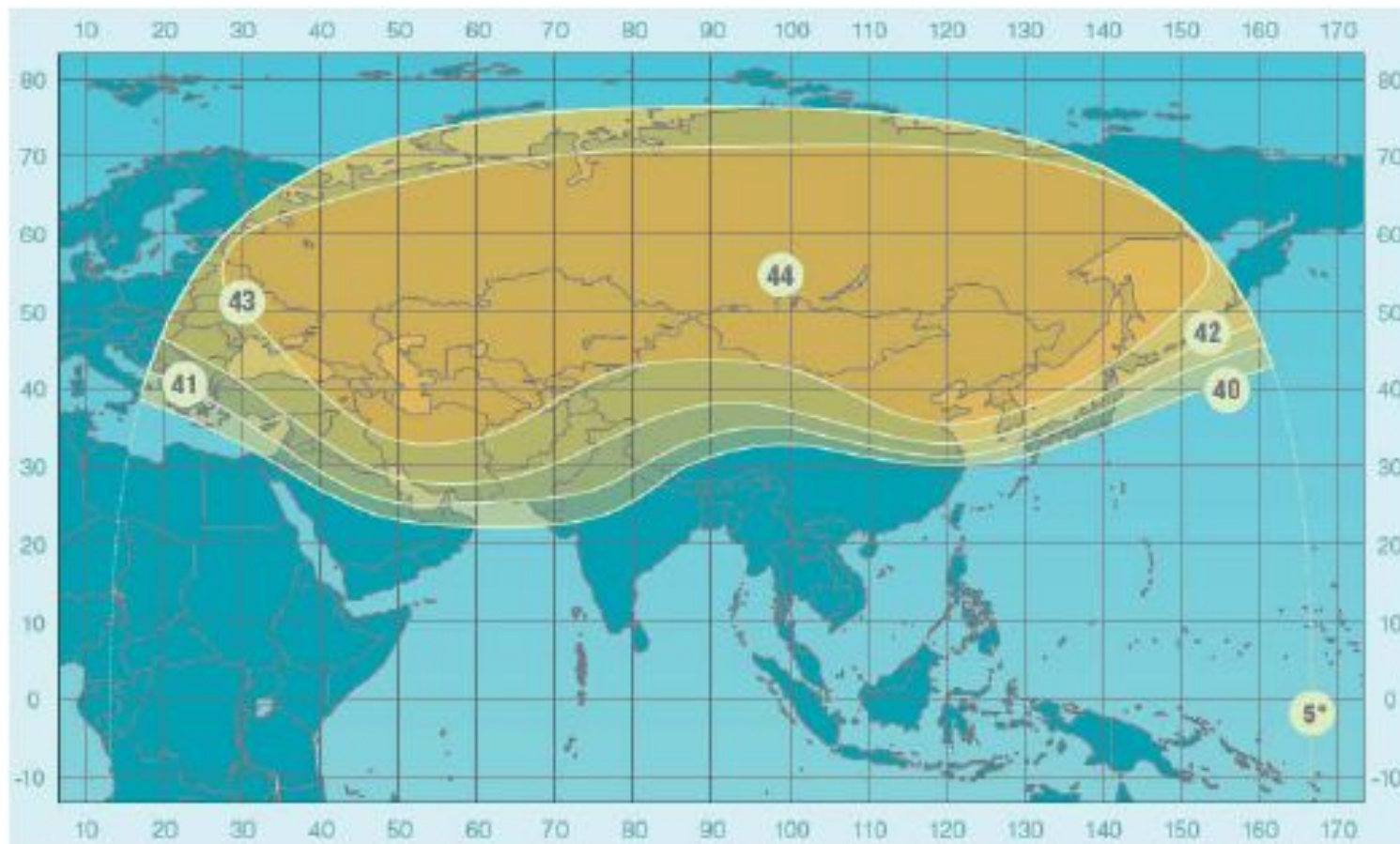


Интерспутник

Ямал-200 №1 (90° в.д.)

Диапазон С

- 9 транспондеров по 72 МГц

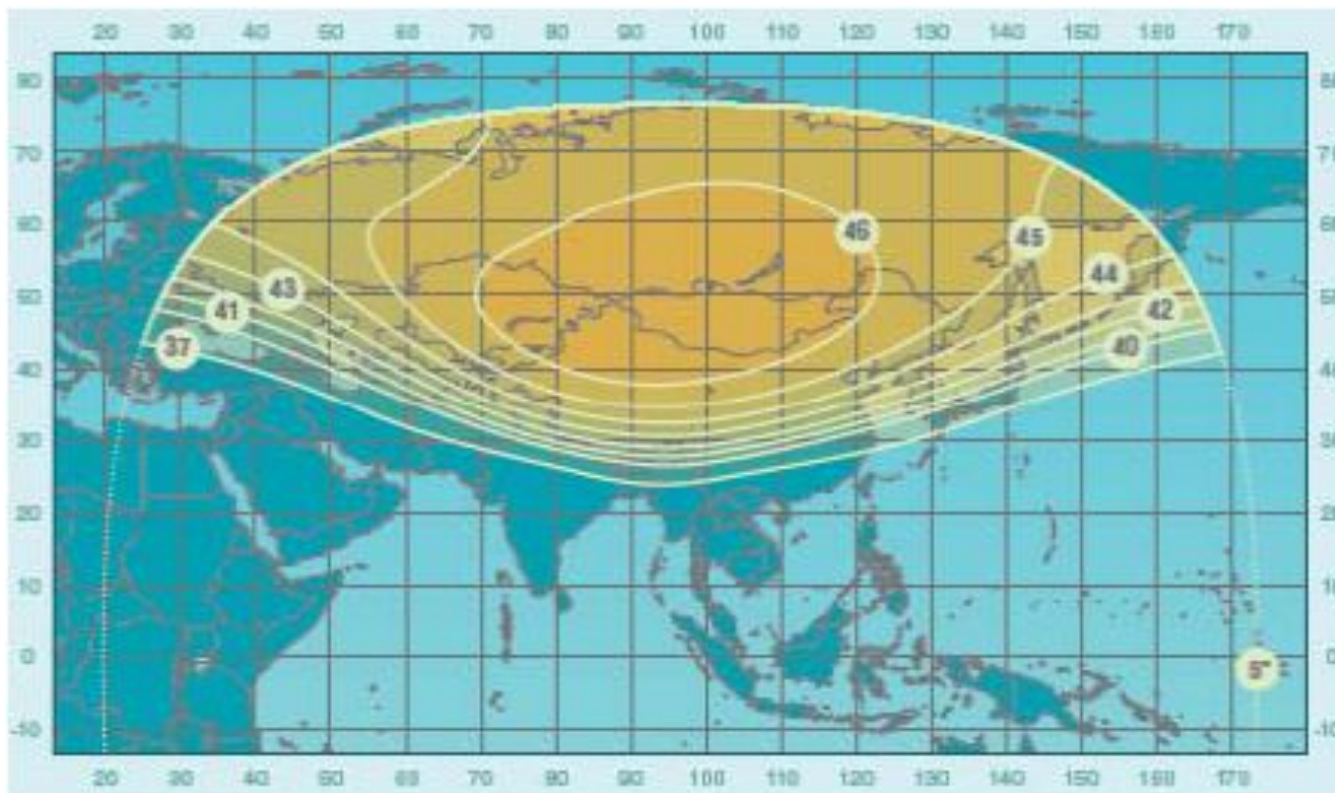


Интерспутник

Экспресс-АМ33 (96,5° в.д.)

Диапазон С

- 10 транспондеров по 40 МГц
- круговая поляризация (правого и левого вращения)
- рабочие полосы частот: 3,650 – 4,200 ГГц (на линии вниз) и 5,975 – 6,525 ГГц (на линии вверх)

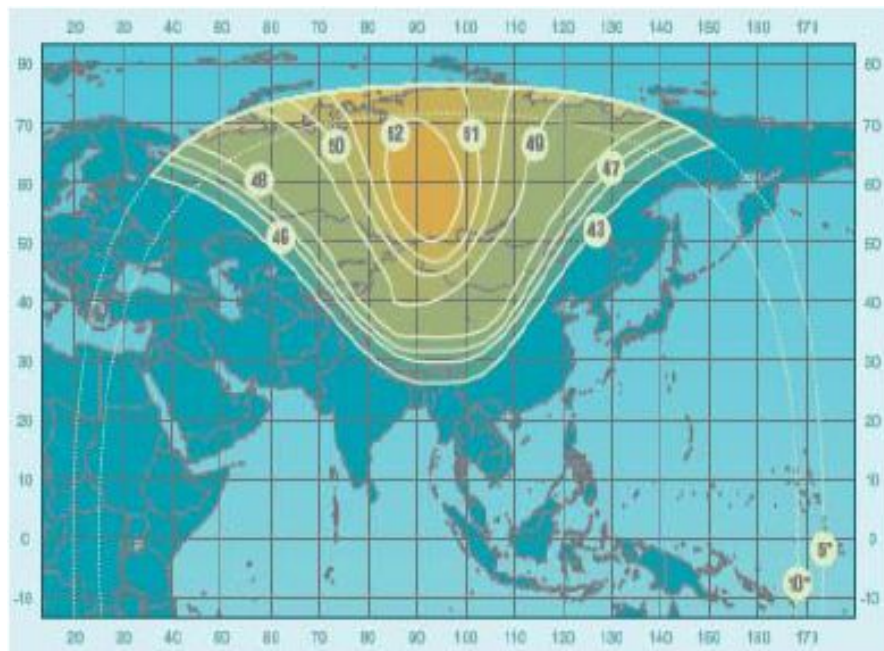


Интерспутник

Экспресс-АМЗЗ (96,5° в.д.)

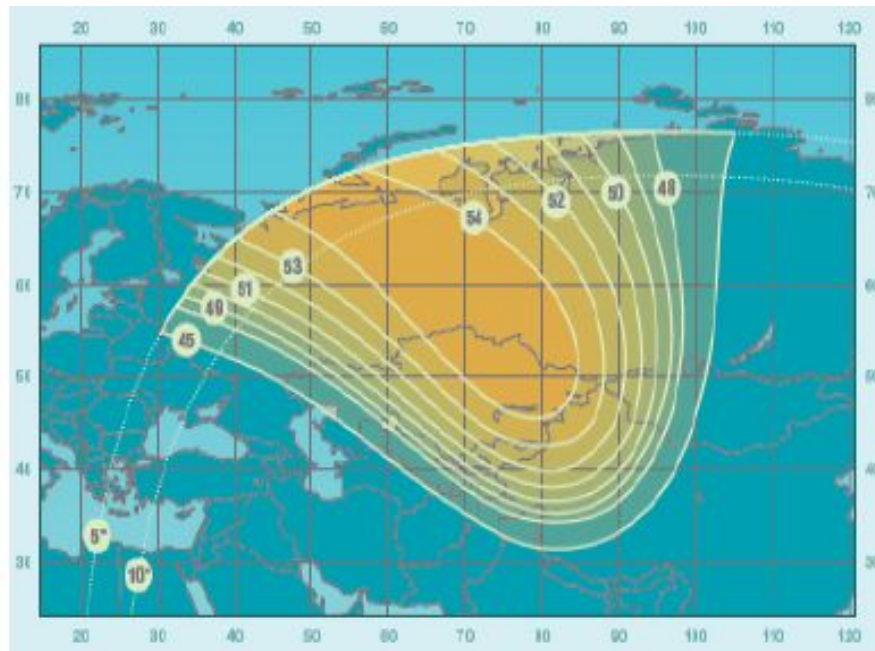
Диапазон *Ku*, Луч 1

- 8 транспондеров по 54 МГц
- линейная поляризация (горизонтальная и вертикальная)
- рабочие полосы частот:
10,950 – 11,200 ГГц
11,450 – 11,700 ГГц (на линии вниз)
14,000 – 14,500 ГГц (на линии вверх)



Диапазон *Ku*, Луч 2

- 8 транспондеров по 54 МГц
- линейная поляризация (горизонтальная и вертикальная)
- рабочие полосы частот:
10,950 – 11,200 ГГц
11,450 – 11,700 ГГц (на линии вниз)
14,000 – 14,500 ГГц (на линии вверх)

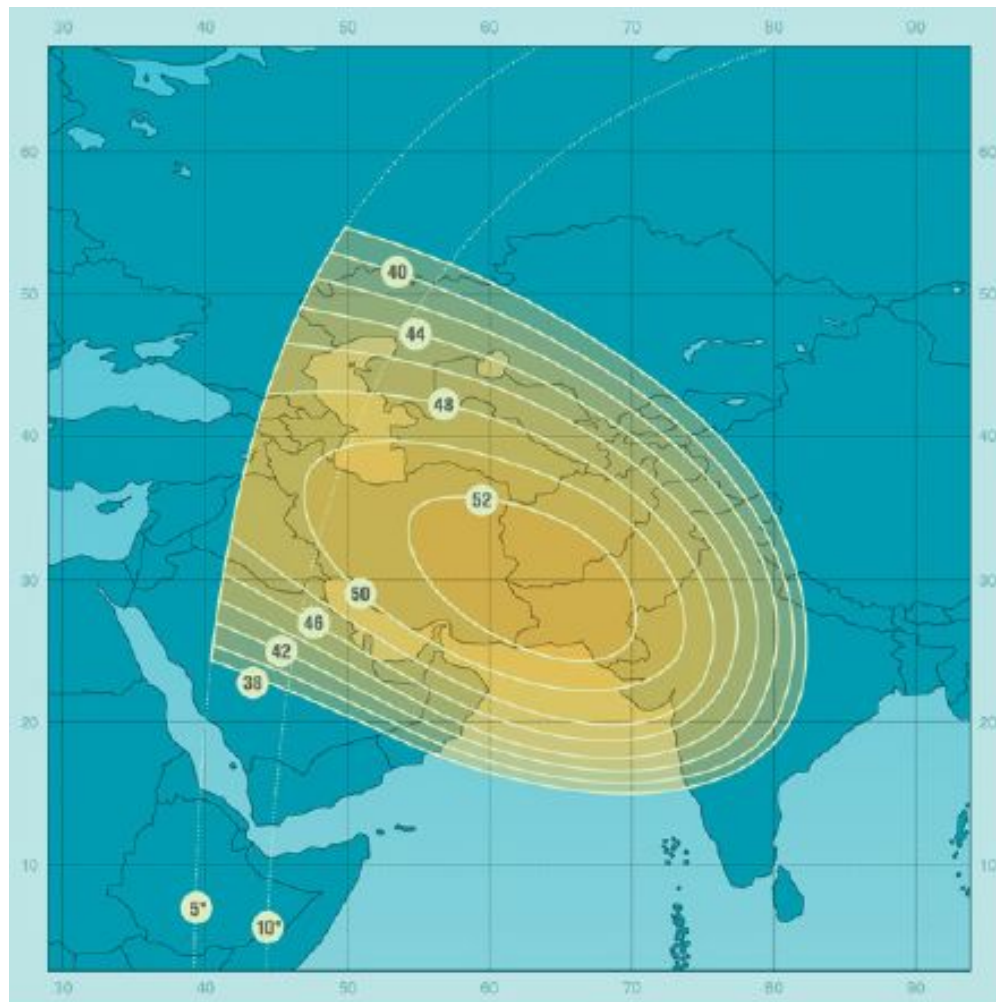


Интерспутник

ABS-7 (116° в.д.)

Диапазон *Ku*

Перенацеливаемый ближневосточный луч



Интерспутник

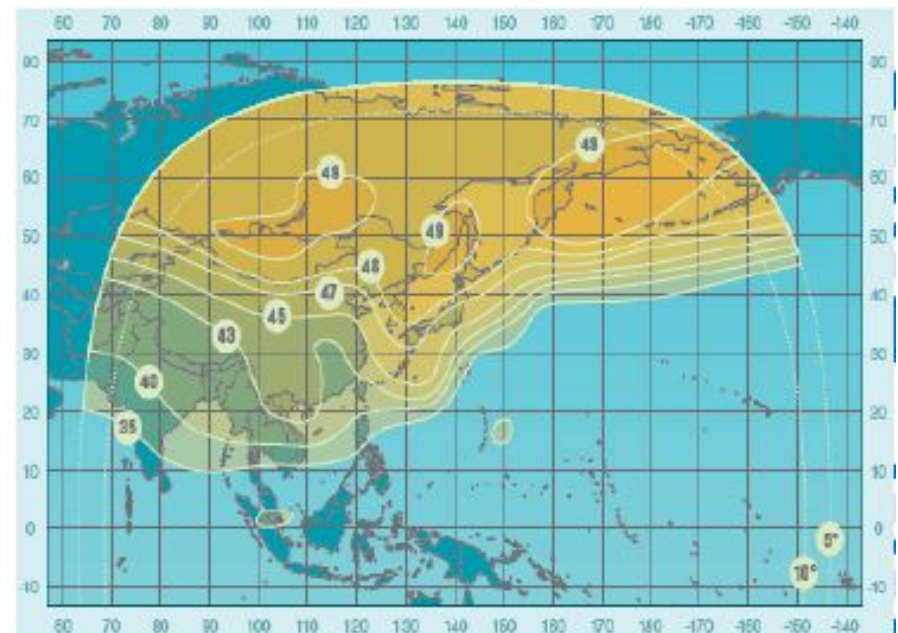
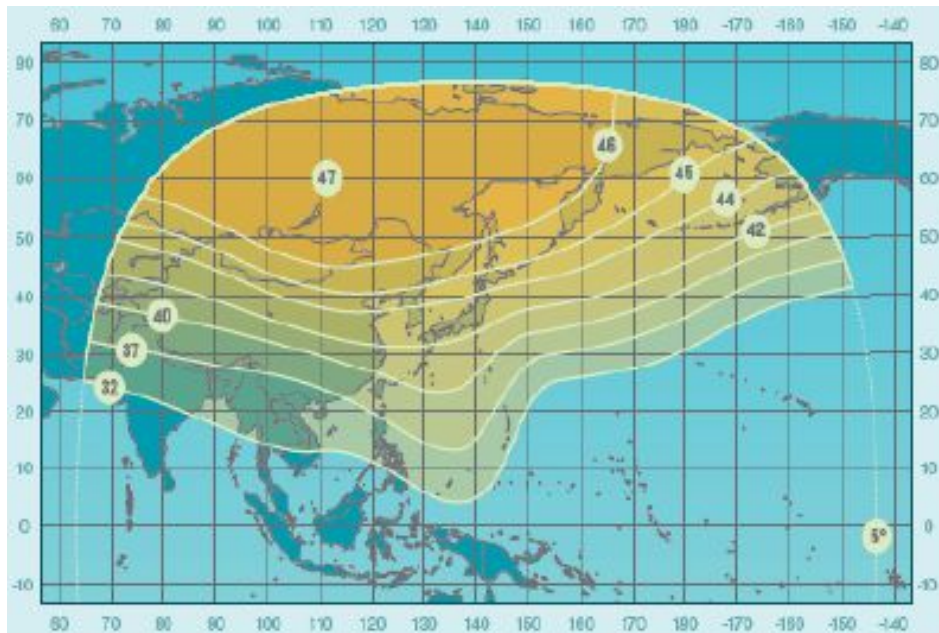
Экспресс-АМЗ (140° в.д.)

Диапазон С

- 12 транспондеров по 40 МГц
- 4 транспондера по 72 МГц
- круговая поляризация
(правого и левого вращения)
- рабочие полосы частот:
3,450 – 4,200 ГГц (на линии вниз)
5,775 – 6,525 ГГц (на линии вверх)

Диапазон Ки

- 12 транспондеров по 54 МГц
- линейная поляризация
(горизонтальная и вертикальная)
- рабочие полосы частот:
10,950 – 11,200 ГГц
11,450 – 11,700 ГГц (на линии вниз)
14,000 – 14,500 ГГц (на линии вверх)

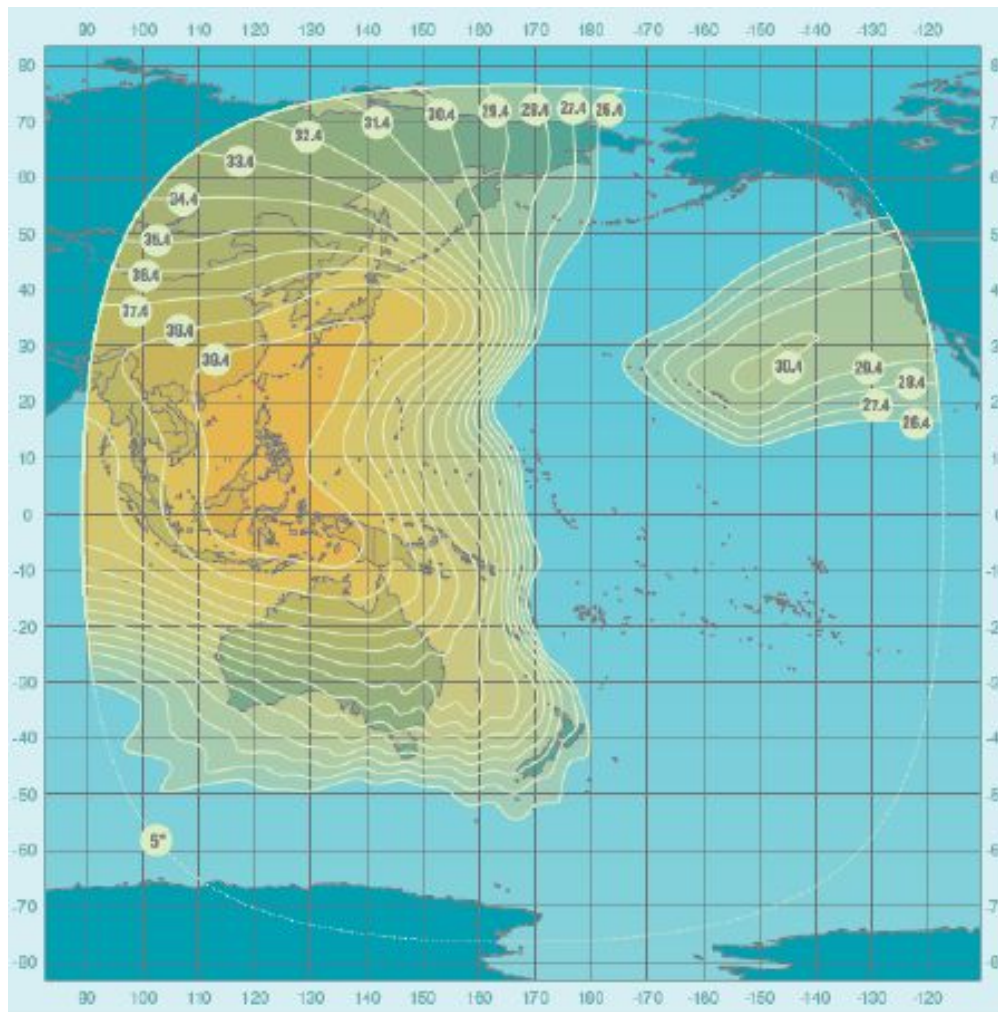


ИНТЕЛСАТ-8 (166° в.д.)

Диапазон С

Тихоокеанский луч

- 24 транспондера с полосой пропускания по 36 МГц



Интерспутник



Земной ресурс МОКС «ИНТЕРСПУТНИК»

«Исател» - оператор связи и системный интегратор в области спутниковой связи, владелец крупного телепорта в Москве, обеспечивающего сопряжение с наземными сетями и инфраструктурой заказчиков

- 10 антенных постов от 1,8 до 7 м
- подключение к основным коммутационным узлам в г. Москве
- беспроводные корпоративные сети
- выделенная сеть для операторов GSM
- сеть для операторов фиксированной связи
- магистральные сети связи
- распределительные сети ТВ-вещания
- широкополосный доступ в Интернет
- аренда спутникового сегмента
- установка и обслуживание ЗС



Телепорт в Москве

Интерспутник



Телепорт в Бишкеке



Телепорт в Душанбе

Интерспутник



Земная станция с антенной ТНА-57 12 м

Интерспутник

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОМПАНИЯ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ INMARSAT



International Maritime Satellite Organization

Inmarsat

Создана в 1979 г. для обеспечения связью морских судов, находящихся в любой точке Мирового океана

Первая в мире система мобильной спутниковой связи

С начала своего возникновения являлась международной межправительственной организацией и называлась Международная морская организация (**ИМО** - International Maritime Organization)

С 1982 г. предоставляются коммерческие услуги

В 1985 году переименована в **Inmarsat (Инмарсат)**

В апреле 1999 года преобразована в частную компанию

С июля 2000 г. называется **Inmarsat Ventures Ltd**

Штаб-квартира и основной центр управления расположены в Лондоне

По мере развития разработан ряд абонентских и земных станций, позволяющих обеспечить автоматической связью не только морские, но и сухопутные и авиационные подвижные средства

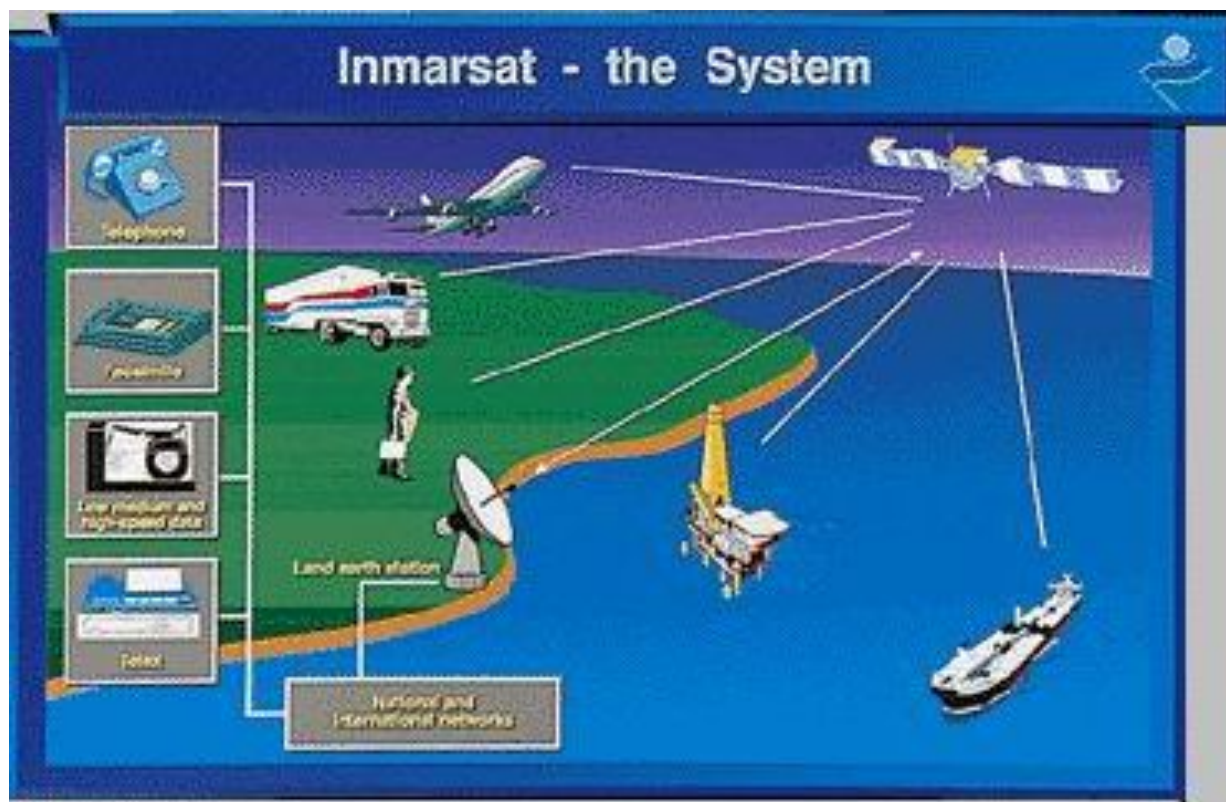
Система является лидером среди персональных систем спутниковой связи в области высокоскоростной передачи данных

Обеспечивает **передачу ТФ, данных и сигналов бедствия** в диапазонах **C** и **L** (Подвижная спутниковая служба)

- **ТФ** – ФМ, МДЧР/ОНК, $\Delta f_{\text{канала}} = 28 \text{ кГц}$
- **Передача данных** – МДВР, скорость до 492 кбит/с

БРТР формирует линии связи «ИСЗ ↔ абонентская аппаратура» в *L*-диапазоне и «ИСЗ ↔ береговая станция» в *C*-диапазоне

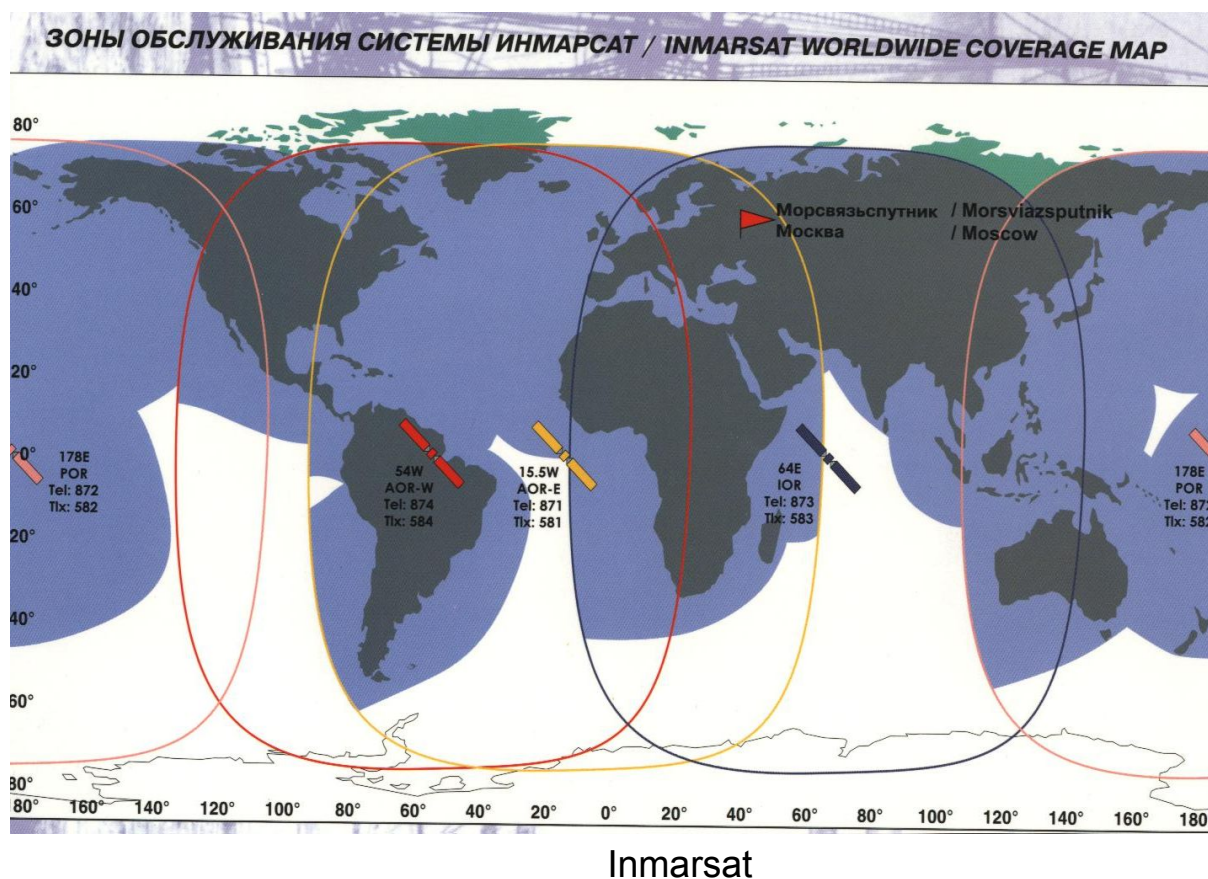
Сигнал от абонентской станции в *L*-диапазоне принимаются БРТР, после чего происходит их перенос в *C*-диапазон и передача на береговую станцию, которая обеспечивает соединение с фиксированными наземными сетями связи



Inmarsat

Зона обслуживания системы разделена на 4 океанских региона:

- Тихоокеанский регион (POR)
- Регион Индийского океана (IOR)
- Восточная часть Атлантического океана (AOR-E)
- Западная часть Атлантического океана (AOR-W)



СОСТАВ СИСТЕМЫ Inmarsat

Космический сегмент

Действующие и запасные геостационарные ИСЗ с ретрансляторами
Принадлежат Организации Inmarsat

Земной сегмент

- **Сеть земных (береговых) станций**

Земные станции (LES – Land Earth Station)
Принадлежат членам Организации Inmarsat

- **Средства управления системой**

Центр эксплуатации сети (NOC – Network Operation Centre)
Центр управления спутниками (SCC – Satellite Control Centre)
Координирующие станции сети (NCS – Network co-ordination station)
Принадлежат Организации Inmarsat

Пользовательский сегмент

Абонентские подвижные (судовые) земные станции (терминалы, MES – Mobile Earth Station)

Владельцами могут быть любые юридические или физические лица
Более 210 000 абонентов

КОСМИЧЕСКИЙ СЕГМЕНТ Inmarsat

Сменилось несколько поколений ИСЗ

- Аренда ИСЗ типа **Marisat, Marecs и Intelsat-MCS**

На спутниках Intelsat-MCS дополнительно была установлена ретрансляционная аппаратура *L*-диапазона

Срок активного существования этих ИСЗ завершился в 1995 г.

- 4 стационарных ИСЗ серии **Inmarsat-2**

На ИСЗ установлены два транспондера, обеспечивающие связь между береговыми станциями и абонентскими терминалами в обоих направлениях (6,4/1,5 и 1,6/3,6 ГГц)
Каждый глобальный луч ИСЗ покрывает приблизительно одну треть земной поверхности

Построены British Aerospace (сейчас BAE Systems)

Запущены в 1990-1992 годах и имели расчетный срок службы 10 лет

Спутник Inmarsat 2-F3 выведен из эксплуатации, Inmarsat 2-F1, F2 и F4 используются как резервные для Тихоокеанского, Западно-Атлантического и Индийского регионов, а также сдаются в аренду



Inmarsat

- 5 стационарных ИСЗ серии **Inmarsat-3**

Преимущество – способность концентрировать энергетические ресурсы на регионах с высоким трафиком в пределах зоны обслуживания

Каждый ИСЗ формирует один глобальный луч и до 7 узких лучей. Реальное количество узких лучей выбирается в зависимости от трафика. Имеется возможность повторного использования частот *L*-диапазона в несоседних лучах, что значительно увеличивает пропускную способность ИСЗ

ЭИИМ каждого спутника составляет 48 дБВт

Построены Lockheed Martin Astro Space (сейчас Lockheed Martin Missiles & Space)

Запущенны в 1996–1998 годах



Inmarsat

- 4 стационарных ИСЗ серии **Inmarsat-4**

По сравнению с Inmarsat-3 в 3 раза больше емкость, в 60 раз – мощность, в 12 раз – эффективность использования спектра, в 25 раз – чувствительность приемников

Запущены: 2 в 2005, 1 в 2008, 1 в 2009 году

Ожидается, что серия Inmarsat-4 останется в коммерческом действии до 2020 года

ИСЗ Inmarsat-4

ИСЗ формирует 19 широких лучей и 228 узких зональных лучей, которые могут быстро перестраиваться

Скорость передачи данных – до 492 кбит/с

Размеры: 7 x 2,9 x 2,3 м

Размах солнечных панелей – 45 м

Рефлектор – диаметр 9 м

Антенна – ФАР из 120 спиральных элементов



Inmarsat

- Разрабатывается созвездие спутников **Inmarsat-5**

ИСЗ являются частью новой разворачиваемой всемирной беспроводной широкополосной сети Inmarsat Global Xpress

Будет создано три ИСЗ Inmarsat-5

Запуск первого ИСЗ – в 2013 году

Полный глобальный охват – в 2014 году

ИСЗ Inmarsat-5

Используется *Ka*-диапазон

Формируется 89 лучей *Ka*-диапазона с возможностью перестройки

Предполагается обеспечить скорость потока 50 Мбит/с для 3С
и 5 Мбит/с для мобильных терминалов с антенной 60 см

Этот сегмент космической группировки будет действовать дополнительно к ИСЗ, работающим в *L*-диапазоне

Расчетный срок эксплуатации 15 лет



Inmarsat

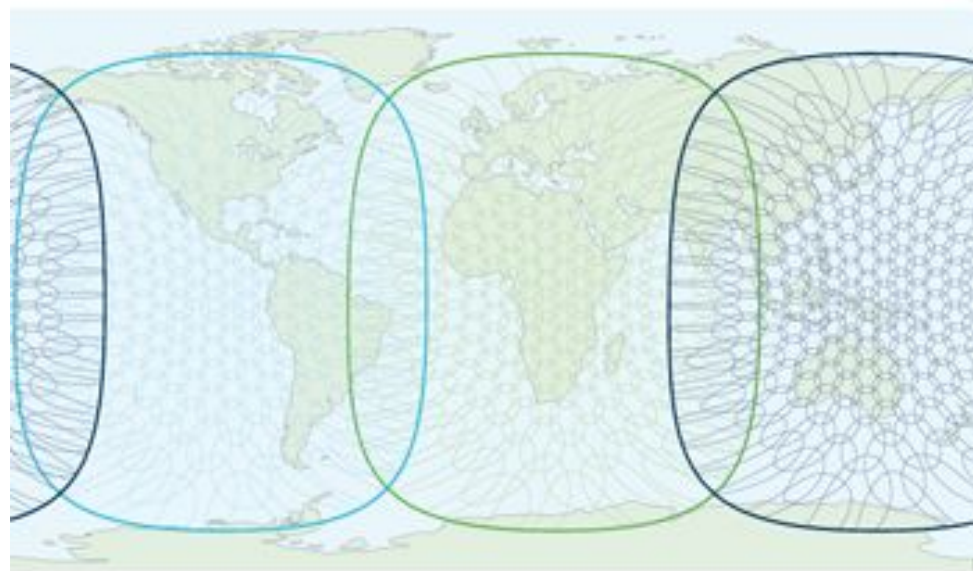
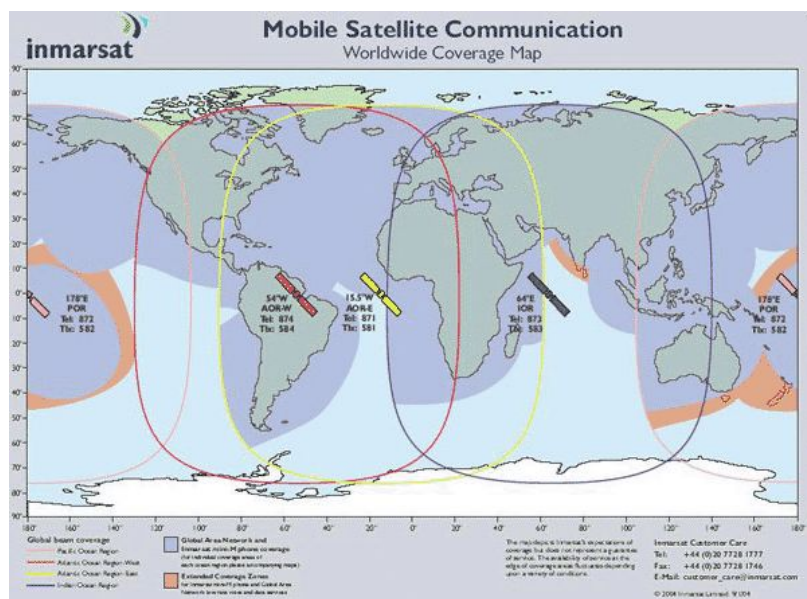
В настоящее время спутниковая группировка включает в себя 12 действующих и запасных геостационарных ИСЗ

Основная часть потока данных обрабатывается 5-ю спутниками Inmarsat-3 и 4-мя спутниками Inmarsat-4

Часть БРТР ретранслирует сообщения в направлении от ЗС к терминалам абонентов (преобразование $6,4 \rightarrow 1,5$ ГГц), а другая часть - в направлении от терминалов к ЗС (преобразование $1,6 \rightarrow 3,6$ ГГц)

Трех геостационарных спутников, расположенных равномерно по всей длине экватора, достаточно для покрытия глобальными лучами 98% поверхности Земли; вне зоны обслуживания остаются только приполярные области, гарантированная связь обеспечивается в среднем от 75° ю.ш. до 75° с.ш. Задействованы спутники на четырех позициях ГО, их зоны обслуживания перекрываются и во многих странах видны сразу два или три ИСЗ

Название спутника	Положение над экватором	Код	
		телефон	телекс
Индоокеанский спутник (IOR)	64,5° в.д.	+873	+583
Тихоокеанский спутник (POR)	178° в.д.	+872	+582
Восточно-Атлантический спутник (AOR-E)	15,5° з.д.	+871	+581
Западно-Атлантический спутник (AOR-W)	54° з.д.	+874	+584



Inmarsat

ЗЕМНОЙ СЕГМЕНТ Inmarsat

В системе функционирует 38 береговых земных станций (БЗС),
расположенных в 29 государствах

Диапазон частот (С):

БЗС – спутник.....6425 – 6443 МГц

Спутник – БЗС.....3600 – 3623 МГц



БЗС обеспечивают линию связи между спутником и наземными сетями связи и одновременно могут предоставлять несколько каналов для связи с судовыми ЗС

Основные функции БЗС:

- прием и обработка сигналов вызова для подвижных абонентов при установлении связи
- коммутация каналов, подключаемых к базовым станциям
- ретрансляция сообщений для установления связи между подвижными абонентами
- обеспечение соединения с наземными телефонными сетями общего пользования
- учет времени занятости каналов и оформление счетов на оплату услуг
- связь со спасательно-координационным центром



БЗС связаны с береговыми коммуникационными сетями:

- международная сеть телекс (telex)
- коммутируемые телефонные сети общего пользования (PSTN)
- сеть цифровых телефонных станций (ISDN)
- сеть передачи данных с пакетной коммутацией (PSDN)
- Internet, E-mail и др.



Через координирующую станцию сети (КСС) осуществляется передача сообщений расширенного группового вызова

КСС расположены в Канаде, Китае и Италии

Каждая КСС связана со всеми БЗС своего океанского района, с КСС других океанских районов и с Центром эксплуатации сети Inmarsat в Лондоне

В России имеется две БЗС

БЗС «Нудоль» работает только со стандартом Inmarsat-C в трех океанских регионах: Тихоокеанский (код доступа 117), Индийский (код 317) и Восточная Атлантика (код 217)

Является типовой БЗС системы Inmarsat и состоит из:

- трех одинаковых приемо-передающих комплексов с параболическими антеннами (диаметр 13м)
- комплексов каналообразующего оборудования
- подсистемы управления станцией CSMS
- систем обеспечения функционирования и жизнедеятельности станции



БЗС «Находка» обслуживает Тихоокеанский регион (код доступа 217) и является удаленным антенным комплексом БЗС «Нудоль» со стандартом Inmarsat-C

Два других приемо-передающих комплекса системы Inmarsat находятся в рабочем состоянии и временно законсервированы

Пользовательский сегмент Inmarsat

Абонентские терминалы разделяются на несколько больших групп, так называемых стандартов

Разработан ряд стандартов абонентских станций, используемых для различных видов подвижной службы (морской, авиационной и сухопутной)

Станции оборудованы приемниками навигационной системы GPS, позволяющими определить географические координаты положения объекта

Терминалы каждого из стандартов имеют одинаковый набор предоставляемых услуг

Стандарты Inmarsat

Inmarsat-A

Введен в эксплуатацию в 1982 году

Телефония, факсимильная и телексная связь в **аналоговом** режиме, высокоскоростная передача данных (64 кбит/с)

Inmarsat-B

Введен в эксплуатацию в 1993 году

Цифровой аналог стандарта Inmarsat-A

Обеспечивает голосовую связь, факс (2,4 кбит/с), низкоскоростную передачу данных (2,4 кбит/с), телекс, HSD)

Существует в судовом, наземном и автомобильном вариантах



Inmarsat-M

Введен в эксплуатацию в 1993 году

Портативная версия стандарта В, предшественник стандарта Inmarsat mini-M, первый в мире персональный портативный спутниковый телефон

Обеспечивает голосовую связь, факс (2,4 кбит/с) и передачу данных (2,4 кбит/с). Существует автомобильный и морской вариант с самонаводящейся антенной размером 70 см в диаметре

В настоящее время вытесняется терминалами mini-M и M4 (GAN)

Inmarsat-phone mini-M

Уменьшенная и удешевленная версия стандарта Inmarsat-M

Разработан для небольших корпоративных самолетов и авиации общего назначения для обеспечения голосовой и факсимильной связи, а также передачи данных на скорости 2,4 кбит/с

Терминал размером со стандартный настольный телефонный аппарат

Ориентирован на работу в направленных лучах ИСЗ

Наиболее часто используется в районах, находящихся вне досягаемости УКВ связи



Inmarsat

Inmarsat-M4 (GAN)

Введен в эксплуатацию в 1999 году

Расширенный вариант mini-M. Первоначально назывался MultiMedia Mini-M, отсюда термин M4

При тех же габаритах обеспечивает работу в Интернет (GAN – Global Area Network), включая голосовую связь (4,8 кбит/с), факс и высокоскоростные данные (до 64 кбит/с), ISDN (64/56 кбит/с), MPDS (пакетная передача данных, 64 кбит/с), доступ в Интернет, электронную почту, видеоконференцию

Fleet

Морской вариант GAN. Существует в трех вариантах, отличающихся функциональностью

Самый функциональный – F77, затем F55 и F33



SWIFT

Авиационный вариант GAN

Inmarsat BGAN (Broadband Global Area Network)

Поддерживает как коммутируемую, так и пакетную передачу данных

Терминалы BGAN – легкие, небольшие и удобные в эксплуатации, предоставляют пользователю услуги традиционной телефонии, а также высокоскоростного доступа в Интернет



Inmarsat



Inmarsat-C

Введен в эксплуатацию в 1991 году

Двухсторонняя низкоскоростная передача данных посредством переносных терминалов, которые также могут устанавливаться на судно, автомобиль или самолет

Удобен для использования в системе ГМССБ (глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности мореплавания), а также удобен для сбора информации с удаленных объектов и управления грузоперевозками

Имеет встроенный GPS

Inmarsat-D/D+

Глобальный пейджер, низкоскоростная передача данных с использованием терминалов размером с iPad

Терминал D+ отличается возможностью отправки коротких сообщений, совместно с приемником GPS является удобным средством управления транспортными перевозками, передачи коротких сообщений водителю, дистанционного управления и автономного снятия информации

Inmarsat-E

Передача сигналов спасения посредством радиобуев, отправляющих сигнал бедствия с указанием координат через береговые земные станции системы Inmarsat

Покрывает практически всю акваторию мировых океанов, полностью соответствует требованиям ГМССБ



Inmarsat



Inmarsat Aero-C

Передача низкоскоростных данных и сообщений о местоположении в авиации в режиме Store-And-Forward («хранение–отправка») с текстовыми сообщениями или данными

Inmarsat Aero-H

Эксплуатируется с 1990 года

Высокоскоростная связь (до 10,5 кбит/с)

Многоканальная голосовая, факсимильная связь и передача данных

Связь членов экипажа и пассажиров с любым абонентом

Inmarsat Aero-I

Эксплуатируется с 1998 года

Голосовая, факсимильная связь и передача данных посредством ИСЗ Inmarsat-3 для малой и средней авиации

Inmarsat Aero-L

Обмен данными в реальном масштабе времени с низкой скоростью 600 бит/с

Соответствует требованиям по безопасности ИКАО (Международная организация гражданской авиации) и органов управления воздушным движением

Inmarsat Aero mini-M

Разработан для небольших корпоративных самолетов и авиации общего назначения для обеспечения голосовой и факсимильной связи, а также передачи данных на скорости 2,4 кбит/с



Inmarsat



Некоторые технические параметры терминалов Inmarsat различных стандартов

Параметр стандартов	A	B	C	M(M)	M(L)	AERO-1	AERO-2
Служба	Морская	Морская	Морская Сухопут	Морская	Сухопутная	Авиационная	Авиационная
Вид передаваемой информации	ПЛФ (аналоговая) Телекс, ПД	ПЛФ (цифровая), Телекс, ПД	ПД Телекс	ПЛФ (цифровая), ПД	ПЛФ (цифровая), ПД	ПД Телекс	ПЛФ (цифровая) ПД, телекс
Тип используемой антенны	Параболическая диаметром 0,9 м	Параболическая диаметром 0,9 м	Всенаправленная	Слабонаправленная	Слабонаправленная	Всенаправленная	Слабонаправленная
Максимальная ЭИИМ, дБВт	37,0	33,0	15,0	23,0	25,0	15,0	25,5
G/T, дБ/К	-4,0	-4,0	-23,0	-10,0	-12,0	-26,0	-13,0
Скорость передачи, кбит/с, в канале: речевом ПД, сигнализации	2,4 4,8	12,0 12,0 12,0	0,6	4,0, 4,3,0	4,0 2,4 3,0	0,6	10,5 2,4 2,4
Скорость кодирования (при k = 7) в канале: речевом ПД сигнализации	0,5 0,5	0,75 0,5 0,5	0,5	0,75 0,5 0,5	0,75 0,5 0,5	0,5	0,5 0,5 0,5
Скорость кодирования речи, кбит/с	—	16,0	—	6,4	6,4	—	9,6
Общая масса кг	110 ... 180	90 ... 120	6 ... 15	17 ... 25	7 ... 10	8 ... 17	15 ... 36

Inmarsat

КОНСОРЦИУМ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПАНИЙ **GLOBALSTAR**



Globalstar

Создана в **1991 году** для:

- взаимодействия с существующими сотовыми сетями, дополняя и расширяя их возможности за счет осуществления связи за пределами зон покрытия
- стационарной связи в удаленных районах, где создание сотовой инфраструктуры либо инфраструктуры сети общего пользования по экономическим или технологическим причинам нецелесообразно

Предназначена для:

- пользователей сотовых сетей, находящихся в роуминге за пределами покрытия домашней сети
- людей, работающих в удаленных районах, где наземная связь полностью отсутствует
- жителей населенных пунктов с ограниченной емкостью телекоммуникационных сетей для удовлетворения потребности в телефонии
- тех, кому необходима связь во время международных командировок и путешествий

Основные услуги:

- подвижная и стационарная телефония
- передача данных
- факсимильная связь
- передача и прием коротких сообщений
- глобальный роуминг
- голосовая почта
- вызов аварийных служб
- определение местоположения объекта

Дополнительные услуги:

- переадресация вызова
- ожидание вызова
- удержание вызова
- запрет вызовов
- определитель номера
- антиопределитель номера
- трехнаправленный вызов

Основные характеристики Globalstar

Технологии связи, используемые в системе:

- речевой кодер с переменной скоростью и шумоподавлением
- доступ с кодовым разделением (CDMA)
- организация пользовательского канала через несколько ИСЗ
- мягкая эстафетная передача от луча к лучу, от ИСЗ к ИСЗ
- адаптивное управление мощностью бортового и абонентского передатчиков
- скорость передачи данных до 9,6 кбит/с
- пропускная способность – 65 000 дуплексных телефонных каналов
- ШПС

Качественные показатели услуг связи системы на территории России

Доступность системы	на территории России в зонах до 70° с.ш.
Коэффициент ошибок передачи данных (BER)	не более 1.0×10^6
Задержка сигнала	менее 150 мс
Качество передачи речи по средней оценке мнений (MOS)	эквивалентно цифровым сотовым системам
Время установления соединения	в среднем 5 с
Вероятность потерь вызовов в часы наибольшей нагрузки (ЧНН)	менее 5%
Защита от несанкционированного доступа	технология CDMA

Globalstar

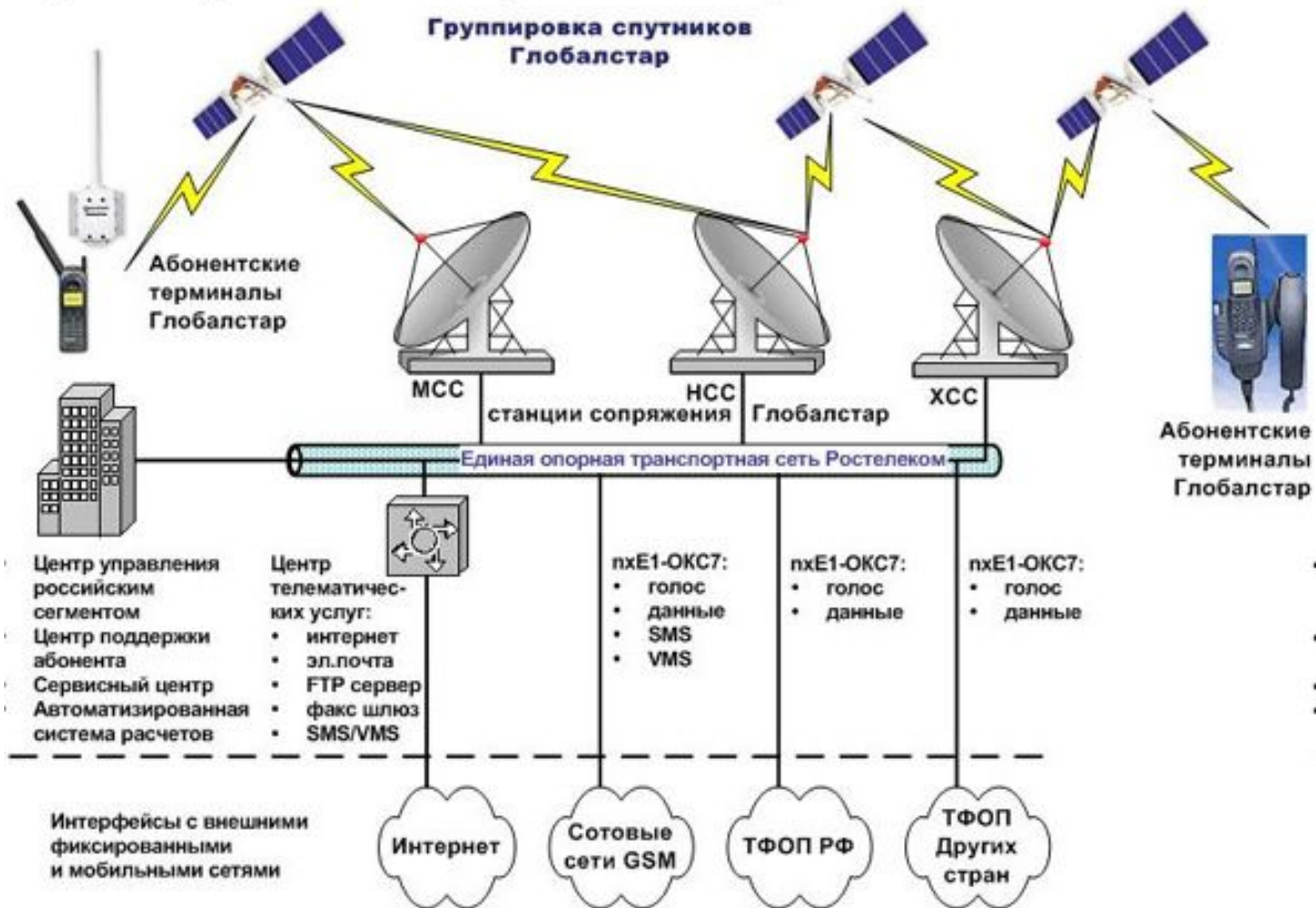
Низкоорбитальные спутники работают по архитектуре «bent pipe» (БРПР с прямой ретрансляцией): принимая сигнал абонента, несколько спутников, используя технологию CDMA, одновременно транслируют его на ближайшую наземную станцию сопряжения

Наземная станция сопряжения авторизует сигнал и маршрутизирует его по наземным сетям до вызываемого абонента

Стратегически станции сопряжения играют ключевую роль, т.к. позволяют иметь простой и удобный доступ к оборудованию, которое при необходимости можно модернизировать и менять в зависимости от изменений в наземных сетях

В связи с **отсутствием межспутниковой связи** ИСЗ должны иметь выход к станции в целях предоставления услуг для всех пользователей, которых она может распознать

Мультисервисная многорежимная спутниковая сеть ГлобалТел

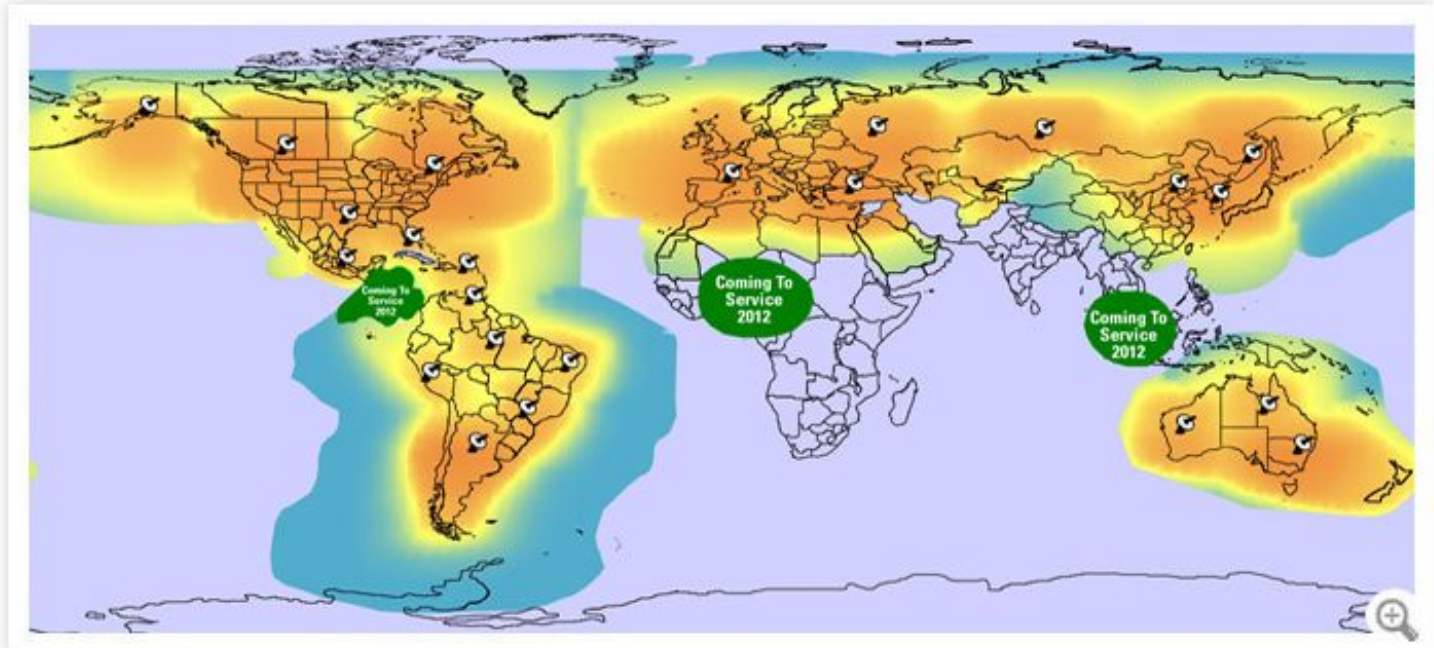


Globalstar

Карта покрытия Globalstar

Обеспечивает бесперебойную спутниковую связь высокого качества на территории Земли от 70° ю.ш. до 70° с.ш.

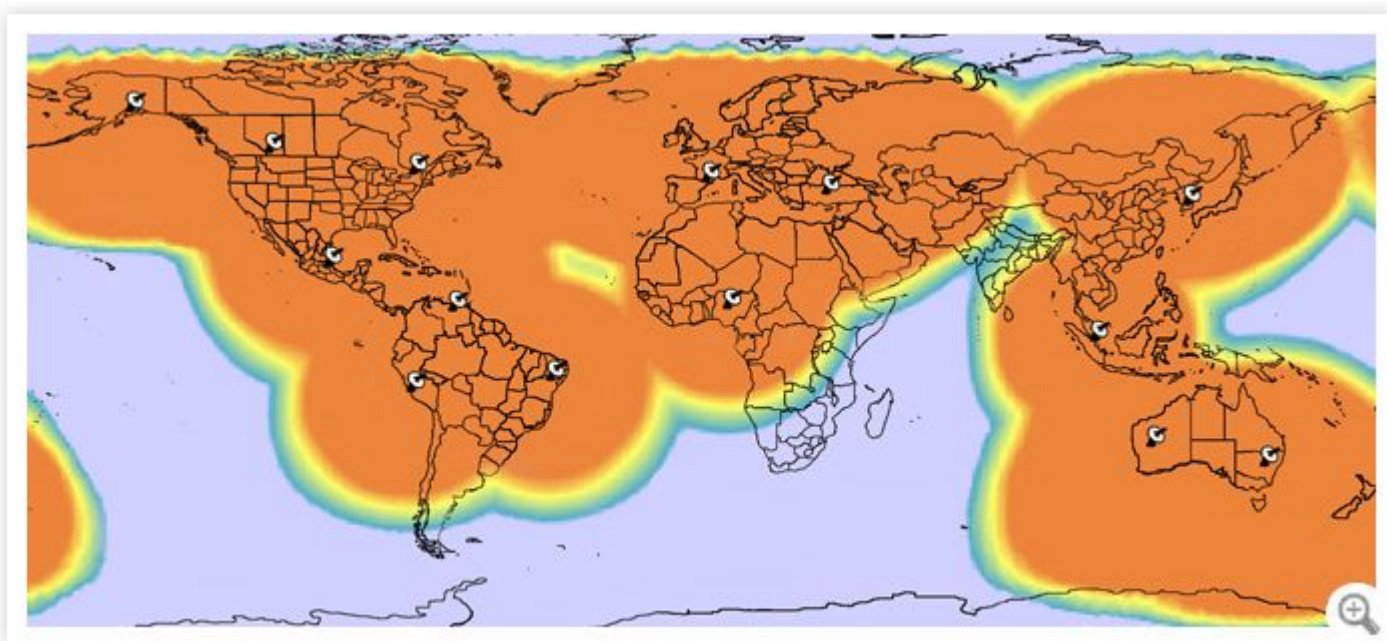
Карта покрытия для услуг голосовой связи



-  Станции сопряжения
-  Основная область покрытия
-  Расширенная область покрытия (сигнал иногда может быть слабым)
-  Граничная область покрытия (сигнал может быть слабым или прерывистым)

Globalstar

Карта покрытия для услуг передачи данных



Last Updated Dec, 2009

-  Станции сопряжения
-  Основная область покрытия
-  Расширенная область покрытия (сигнал иногда может быть слабым)
-  Граничная область покрытия (сигнал может быть слабым или прерывистым)

Globalstar

Российский сегмент Globalstar



Globalstar

СОСТАВ СИСТЕМЫ Globalstar

Космический сегмент

Низкоорбитальные ИСЗ

Земной сегмент

Станции сопряжения (шлюзовые станции)

Центры управления системой (ЦУС), планирующие режимы для каждой СС и управляющие ресурсом ИСЗ, их орбитами и обеспечивающие телеметрию и передачу команд на ИСЗ

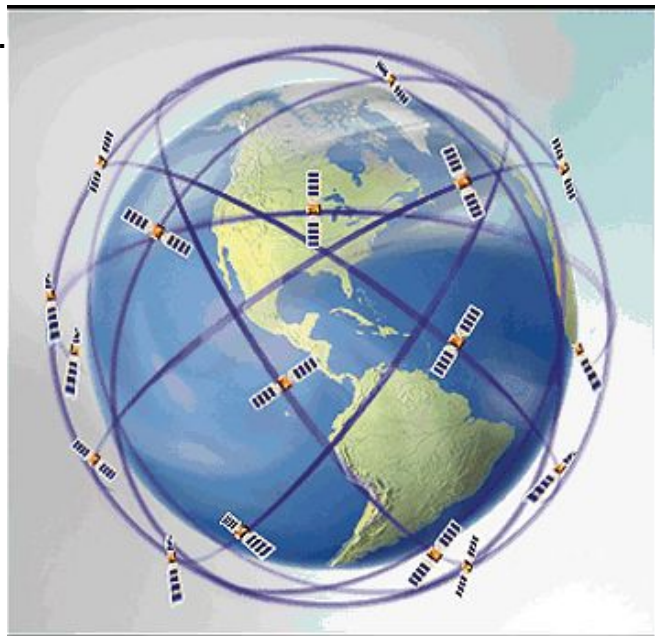
Пользовательский сегмент

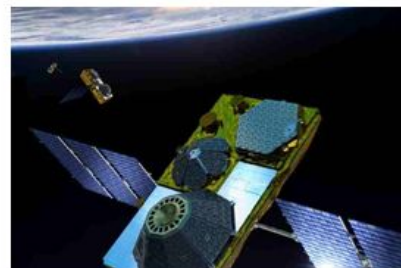
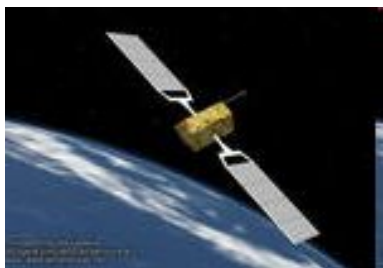
Портативные, транспортируемые и стационарные терминалы

Более 315 000 абонентов

КОСМИЧЕСКИЙ СЕГМЕНТ Globalstar

• всего космических аппаратов в группировке	56
• количество активных космических аппаратов в группировке	48
• число орбитальных плоскостей	8
• число спутников на одной орбитальной плоскости	6
• количество резервных космических аппаратов	8
(по 1 на каждой орбитальной плоскости)	
• высота орбиты	1414 км
• наклонение	52°
• период обращения	114 мин
• число космических аппаратов, одновременно обслуживающих территорию России, не менее	4
• масса спутника	450 кг
• время функционирования ..	15 лет



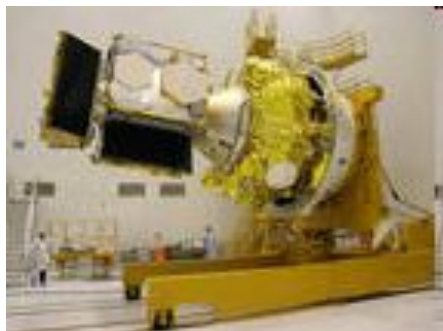


Запуск спутников группировки Globalstar осуществлялся ракетами-носителями "Дельта-II" (США) из Центра им. Кеннеди во Флориде и "Союз-Икар" (Россия) с космодрома Байконур в Казахстане

Первые шесть спутников второго поколения выведены на орбиту 19.10.2010 г. с помощью ракеты-носителя «Союз-2» с космодрома Байконур

На ИСЗ размещены два БРТР, работающие в полосах частот:

линия от абонента к ИСЗ	1610 ... 1626,5 МГц (L-диапазон)
линия от ИСЗ к СС (фидерная линия «вниз»)	5025 ... 5225 МГц (С-диапазон)
линия от СС к ИСЗ (фидерная линия «вверх»)	6875 ... 7075 МГц (С-диапазон)
линия от ИСЗ к абоненту.....	2483,5 ... 2500 МГц (S-диапазон)



Globalstar

ЗЕМНОЙ СЕГМЕНТ Globalstar

Количество станций сопряжения – около 200

Все СС включены в общие коммутируемые станции наземных сетей связи

Технические характеристики станции сопряжения

Диапазон частот,

- линия «Земля-Космос» 6875 ... 7075 МГц

- линия «Космос-Земля» 5025 ... 5255 МГц

Скорость передачи

- речь 1,2 ... 9,6 кбит/с

- данные 1,2 ... 9,6 кбит/с

Мощность передатчика 400 Вт

ЭИИМ 32,2 ... 44,2 дБВт

Добротность G/T 14,6 дБ/К

Доступ абонентов..... CDMA

Вид модуляции ФМ-4

Вероятность ошибки на бит 10^{-6}

Коэффициент усиления АФУ 43 дБ

Полоса одного канала 16,5 МГц

Питание Сеть переменного тока

Диаметр антенны 3,4 м

Тип наведения программное

Количество антенн 4 (три антенны сопровождают три ИСЗ в зоне обслуживания,
четвертая готовится сопровождать новый,
появляющийся на горизонте, ИСЗ)

На территории России находится три станции сопряжения: в Москве, Новосибирске и Хабаровске

Каждая станция сопряжения связана с сетью общего пользования Российской Федерации и интегрирована с действующими стационарными и сотовыми сетями России



- Московская станция сопряжения
- Новосибирская станция сопряжения
- Хабаровская станция сопряжения



Globalstar

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ СЕГМЕНТ Globalstar

Виды абонентских терминалов:

- портативные многомодовые «трубки» (**мобильные спутниковые телефоны**), аналогичные сотовым, имеющие сравнимые размеры, вес и функциональные возможности
Многомодовые абонентские терминалы при работе в пределах сотового покрытия автоматически устанавливают связь в сотовой сети соответствующего стандарта, а за пределами сотового покрытия связь осуществляется в спутниковом режиме
- **автомобильные комплекты**, включающие в себя ненаправленную антенну, усилитель, блок питания, динамики для громкой связи и монтажный набор, которые могут быть адаптированы к использованию с любым портативным терминалом в любом транспортном средстве – автомобиле, судне, самолете и т.п.
- **стационарные устройства** доступа, использующиеся в основном для телефонизации удаленных объектов. К внешнему устройству доступа, располагающемуся на открытом пространстве, подключается обыкновенный телефонный аппарат, малая офисная АТС или таксофон



Технические характеристики абонентского терминала Globalstar

Диапазон частот

- линия «Земля-Космос» 1610 ... 1626,5 МГц
- линия «Космос-Земля» 2483,5 ... 2500 МГц

Скорость передачи

- речь 1,2 ... 9,6 кбит/с
- данные 1,2 ... 9,6 кбит/с

Мощность передатчика 2 Вт

ЭИИМ 2 ... 8 дБВт

Добротность G/T $-21,7 \dots -23,7$ дБ/К

Доступ абонентов..... CDMA

Вид модуляции ФМ-4

Вероятность ошибки на бит 10^{-4}

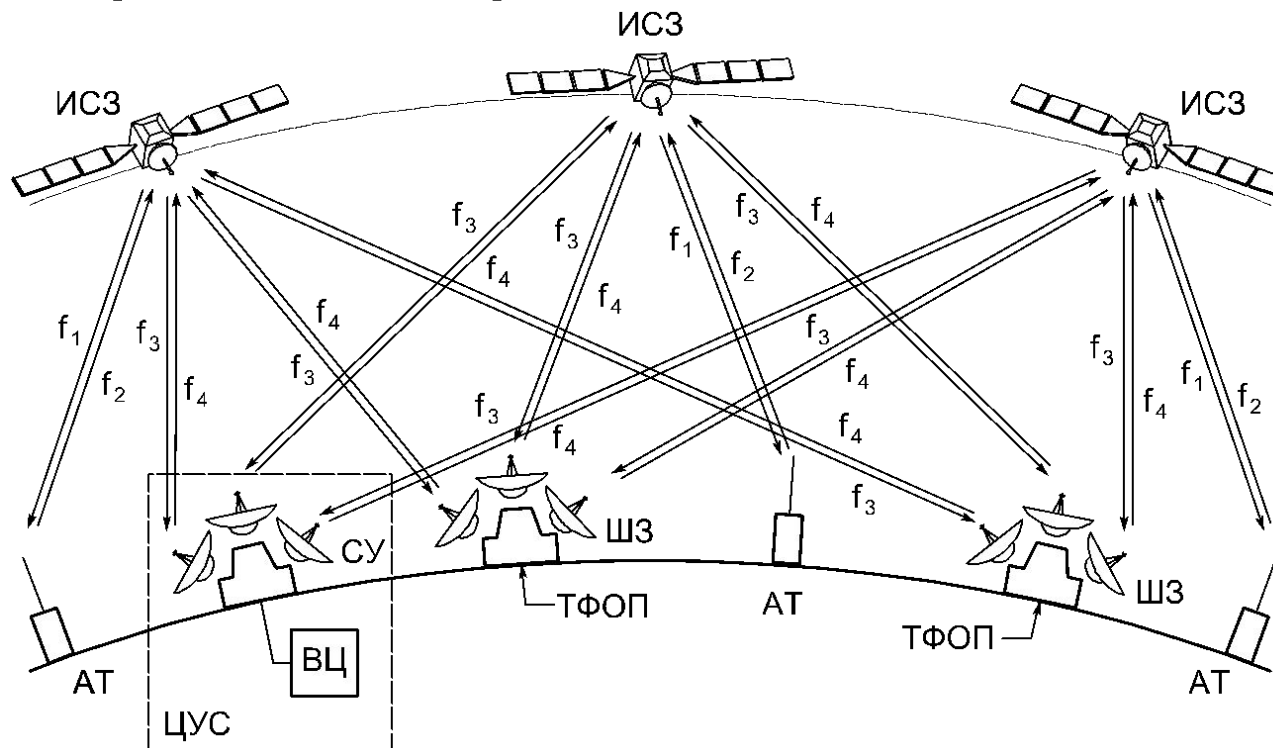
Коэффициент усиления АФУ 1 ... 4 дБ

Полоса одного канала 1,23 МГц

Масса 0,6/2 кг

Питание Аккумуляторные батареи
или сеть переменного тока

Организация работы сети Globalstar



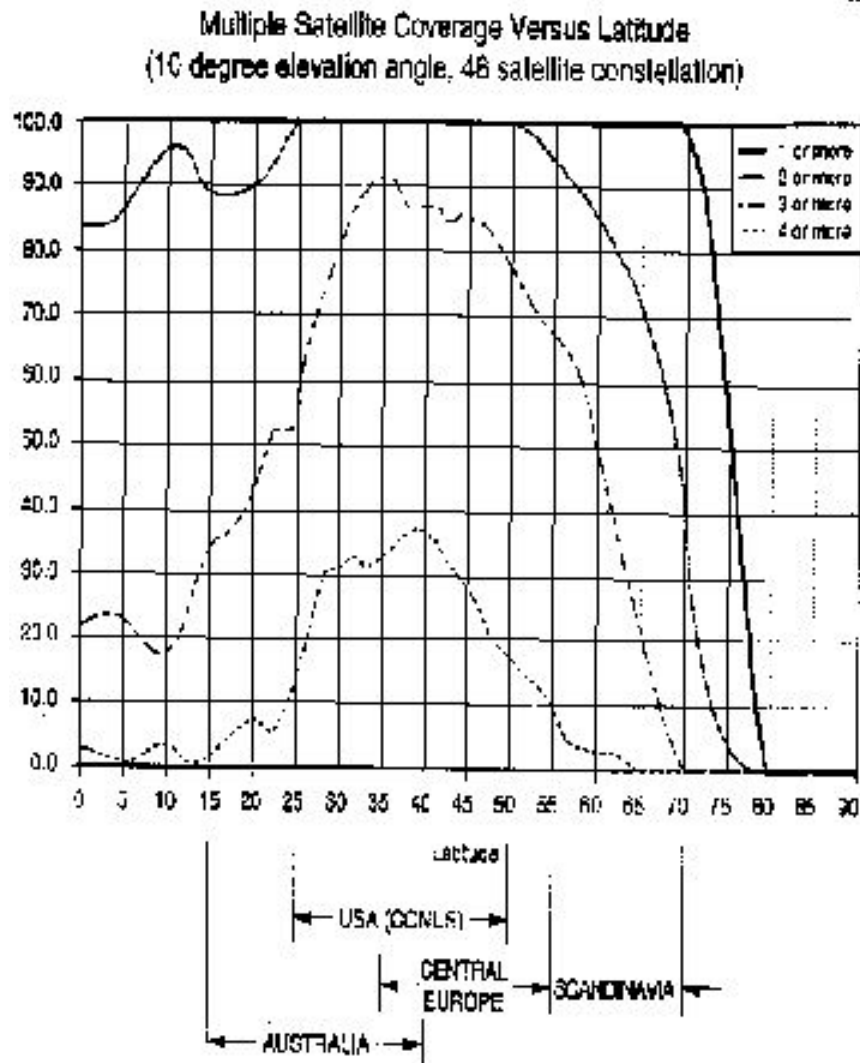
Частоты, используемые для связи в сети Globalstar:

абонентские линии на прием	$f_1 = 2483,5 \dots 2500$ МГц (S-диапазон)
абонентские линии на передачу	$f_2 = 1610 \dots 1626,5$ МГц (L-диапазон)
фидерные линии на прием (линия «вниз»)	$f_3 = 6875 \dots 7075$ МГц (C-диапазон)
фидерные линии на передачу (линия «вверх»)	$f_4 = 5025 \dots 5225$ МГц (C-диапазон)

технология связи	CDMA
метод модуляция	ФМ-4
скорость передачи речевых сообщений	4,8 кбит/с

Globalstar

Наблюдаемость ИСЗ Globalstar под углом места большим 10°



Globalstar

Приемная и передающая антенны ИСЗ в *L*- и *S*-диапазонах –
многолучевые АФАР, состоящие из 61 элемента в *L*-диапазоне и 91
элемента в *S*-диапазоне

16 лучей конгруэнтных друг другу ДН образуют на поверхности Земли зону
обслуживания диаметром 5 760 км

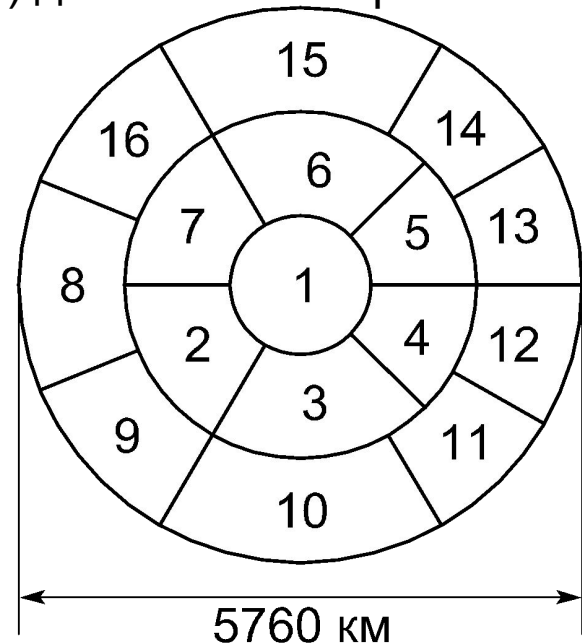
Сигналы во всех лучах имеют одинаковые частоты, и каждый из них
занимает всю отведенную системе полосу шириной 16,5 МГц

В БРТР сигналы каждой пары лучей преобразуются по частоте и занимают
восемь отдельных полос шириной по 16,5 МГц в полосе частот фидерных
линий при ортогональной поляризации

Сигналы, принимаемые и передаваемые СС, при ортогональной
поляризации занимают (с учетом защитных полос) две полосы шириной по
191,5 МГц

Приемная и передающая антенны ИСЗ
в полосах частот фидерных линий (*C*-диапазон)
имеют ДН с глобальным охватом

Globalstar

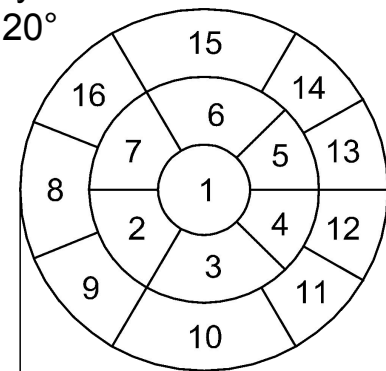


На линии связи от АТ к ИСЗ используется диапазон частот 1 610...1 626,5 МГц (*L*-диапазон) с полосой $\Delta F_{\text{АТ-ИСЗ}} = 16,5$ МГц, который разбит на 13 поддиапазонов, каждый равный ширине спектра ШПС абонента $\Delta F_{\text{АТ}} = 1,23$ МГц

Для приема сигналов от абонентов приемная антенна ИСЗ *L*-диапазона имеет 16 лучей с одинаковыми ДН, имеющими ширину по уровню половинной мощности $\theta_{0,5}$ около 20°

Под одним лучом образуется зона обслуживания диаметром около 1150 км

Полоса пропускания канала в каждом луче $\Delta F_{\text{л}} = \Delta F_{\text{АТ-ИСЗ}} = 16,5$ МГц



На ИСЗ принятые сигналы всех 16-ти лучей группируются попарно, по два сигнала с ортогональными круговыми поляризациями:

- сигналы лучей с номерами 9, 11, 13, 15, 8, 3, 7, 5 приобретают правую поляризацию,
- сигналы лучей с номерами 12, 14, 16, 10, 1, 6, 4, 2 – левую поляризацию

Каждая пара сигналов (9 и 12, 11 и 14, 13 и 16, и т.д.) переносится в одну и ту же выделенную полосу $\Delta F_{\text{АТ-ИСЗ}} = 16,5$ МГц с помощью однократного преобразования частоты в диапазон 6875 ... 7075 МГц (*C*-диапазон)

Таким образом, требуемая полоса частот для группового ШПС ИСЗ в *C*-диапазоне будет в 8 раз больше $\Delta F_{\text{АТ-ИСЗ}}$. С учетом защитных и служебных полос частот она составит 191,5 МГц

Передающая антенна ИСЗ диапазона 6875 ... 7075 МГц (*C*-диапазон) охватывает территорию диаметром 5 760 км

Эта антенна передает групповой сигнал ИСЗ в направлении СС (фидерная линия «вниз»)

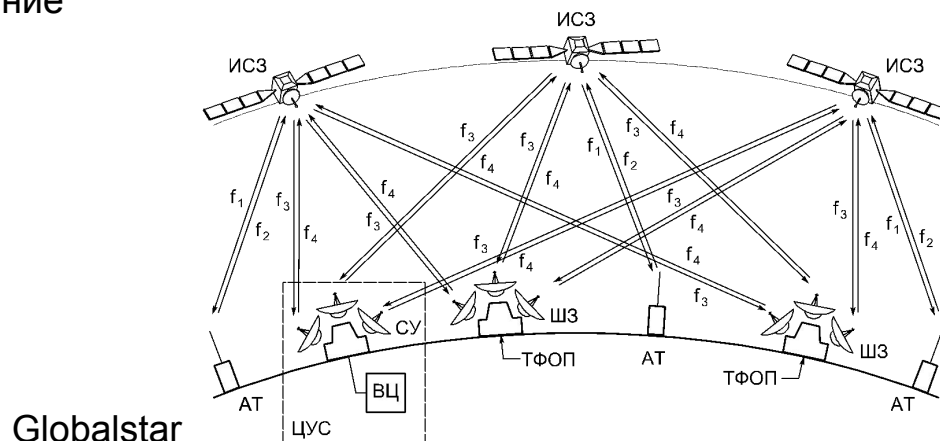
В станции сопряжения осуществляются полная обработка принимаемых от абонентов ШПС и перераспределение потоков передаваемой информации по частотным поддиапазнам в зависимости от местоположения абонента-адресата

Групповой сигнал СС, излучаемый в направлении ИСЗ, переносится в диапазон частот $\Delta F_{\text{СС-ИСЗ}} = 5025 \dots 5225 \text{ МГц}$ (С-диапазон), т.е. занимает полосу 200 МГц

На фидерной линии «вверх» сохраняются такие же, как и сформированные на ИСЗ, пары сигналов с ортогональной поляризацией, занимающие общую полосу частот и предназначенные для излучения в двух различных лучах передающей антенной ИСЗ

Передающие антенны СС ретранслируют информацию для каждого абонента одновременно через 1, 2, 3 или даже 4 ИСЗ в зависимости от их числа в зоне прямой видимости СС и АТ. В результате в каждой СС формируется по три или четыре дублирующих результирующих сигнала, каждый из которых имеет ширину спектра 191,5 МГц и передается отдельной узконаправленной антенной СС через разные ИСЗ.

На каждом ИСЗ с помощью 16-лучевой приемной антенны частотное разделение сигналов преобразуется в пространственное разделение



Абонентский приемопередатчик принимает сигналы от всех ИСЗ, попадающих в зону его прямой видимости

В зависимости от географического положения и времени суток каждый АТ попадает в зону видимости от одного до четырех ИСЗ, поскольку период обращения ИСЗ равен 114 мин

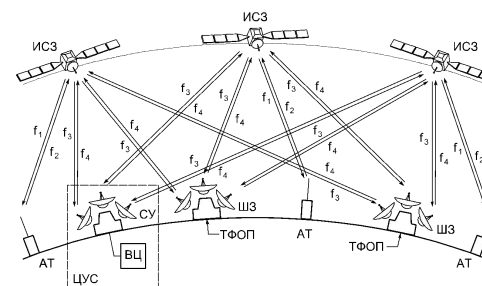
При первом включении АТ происходит первичная синхронизация по синхросигналу СС, заключающаяся в обнаружении синхросигнала и последующем слежении за его частотой и временем задержки.

Затем следует этап установления синхронности функционирования всех устройств формирования и обработки ШПС данного АТ с аналогичными устройствами на СС и остальных АТ, уже вошедших в синхронизм

Процедура синхронизации АТ завершается, когда АТ принимает ответное сообщение от СС. После этого в СС происходит процесс регистрации и аутентификации вызывающего и вызываемого АТ: их идентификации, установлении местоположения, определении статуса, типа и т.д.

Интервал между первым включением АТ до установления дуплексной связи с вызываемым абонентом составляет около 50 с, из которых более 48 с используется для первичной синхронизации АТ по синхросигналу СС и синхронизации СС по синхросигналу АТ. Если же синхронизация АТ с СС устанавливается заранее, то для соединения с вызываемым абонентом требуется менее 2 с

Globalstar



Далее для осуществления дуплексной связи абонентов СС назначает им номер частотного канала, параметры кодирующей псевдослучайной последовательности, начальную скорость передачи информации и т.д.

В режиме дуплексной связи между двумя АТ (одновременно с ретрансляцией информации от абонента к абоненту) СС передает служебные команды регулирования излучаемых мощностей АТ и скоростей передачи информации, временного смещения синхросигнала, а также команды для регулирования смещения синхросигнала по частоте и времени при переходе АТ в зону обслуживания соседних лучей антенны ИСЗ или лучей антенны другого ИСЗ и т.д.

Функции управления параметрами синхросигнала реализуются одновременно с передачей информации от абонента к абоненту с помощью специального сигнала, а функции управления мощностью – во время пауз, организуемых в процессе передачи информации

В речевом канале трафика применен вокодер с переменной скоростью передачи, средняя скорость 2,4 кбит/с. Вокодер преобразует речевой сигнал в поток сигналов ИКМ, который кодируется сверточным кодом, а на приемной стороне декодируется по алгоритму Витерби

Система может также обеспечить асинхронную передачу данных со скоростью до 4,8 кбит/с.

Доплеровский сдвиг частот на абонентских станциях и станциях сопряжения компенсируется под управлением СС

Кроме каналов трафика в системе организуются:

- пилотный канал
- канал синхронизации (со скоростью 1200 бит/с)
- канал поискового вызова

Для борьбы с замираниями сигналов применяется регулировка мощности передачи под управлением СС

ВСЕМИРНЫЙ ОПЕРАТОР СПУТНИКОВОЙ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

ИРИДИУМ



Iridium Communications Inc.

Iridium

Основана в **1998 году**

Первая в мире сеть **низкоорбитальной мобильной** спутниковой связи

Зона обслуживания обеспечивает покрытие 100% поверхности планеты

Единственный всемирный оператор спутниковой телефонной связи

Более 400 000 абонентов

Название системы «Иридиум» объясняется тем, что первоначально планировалось создать группировку из 77 спутников (это число равно атомному номеру химического элемента иридия)

Штаб-квартира расположена в г. Маклин, штат Виргиния, США

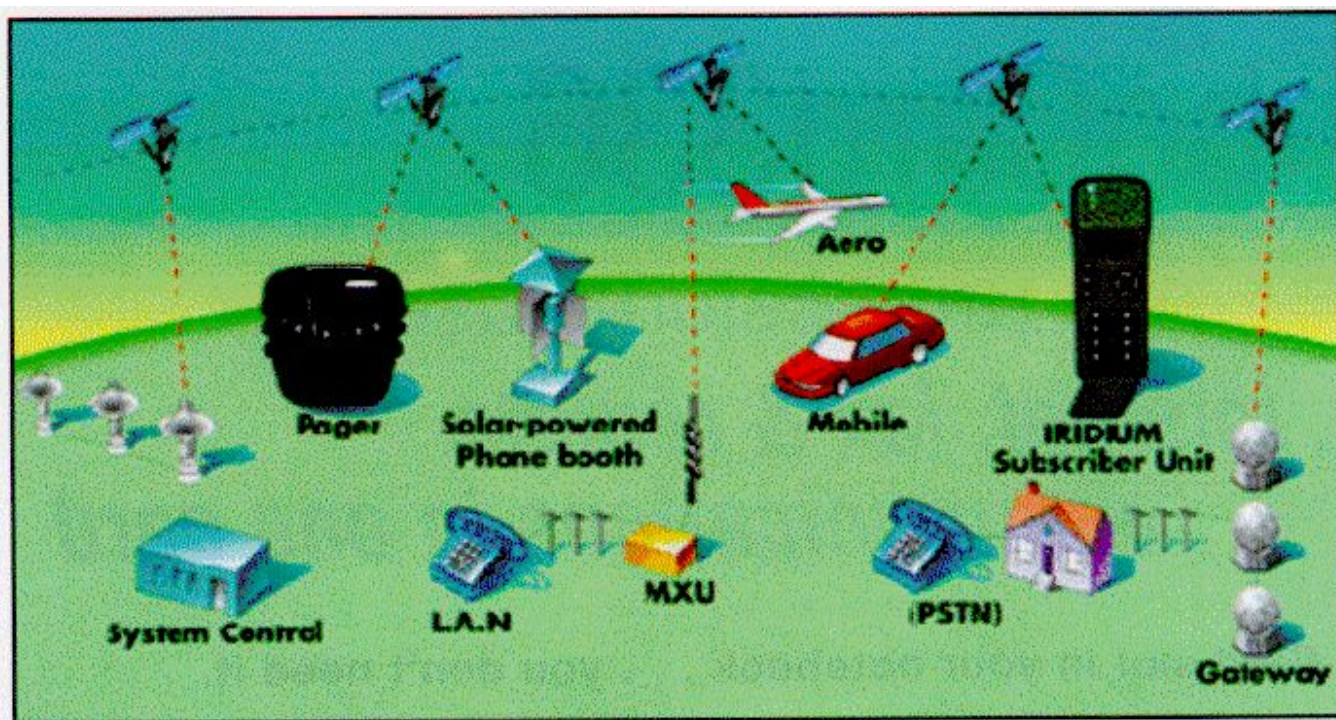
Предоставляемые услуги

(подвижная спутниковая служба)

- телефонная (голосовая) связь (4800 бит/с)
- передача факсимильных сообщений
- передача компьютерных данных (7400 бит/с)
- передача сообщений о координатах абонента
- пропускная способность – 56 000 дуплексных телефонных каналов

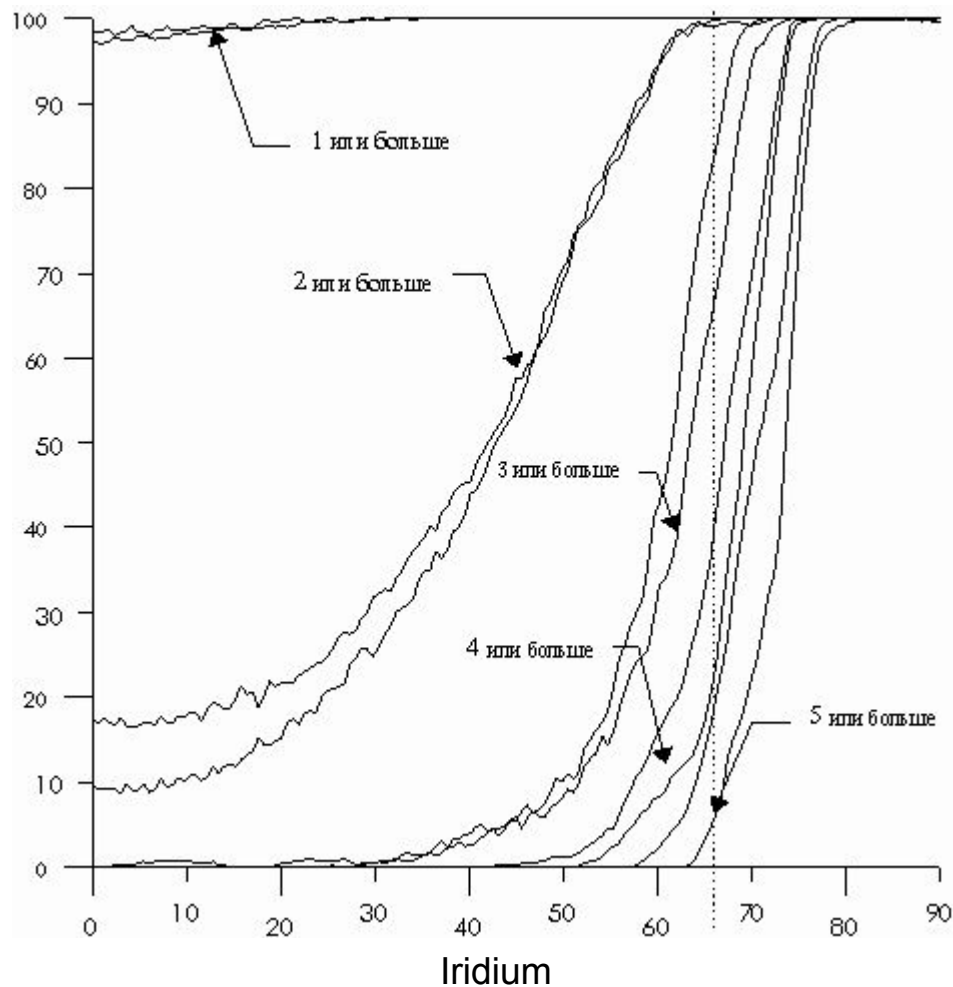
В отличие от наземных сетей связи, спутниковая система отслеживает местоположение телефона, обеспечивая, таким образом, прохождение сигнала до абонента вне зависимости от его местонахождения

Относительно малое расстояние до низкоорбитального спутника (в 46 раз ближе, чем ГО ИСЗ) обеспечивает малую задержку сигнала и улучшенное качество разговора



Iridium

Наблюдаемость ИСЗ Iridium под углом места большим 10° в зависимости от географической широты



Применяется многократное использование частот

Необходимая развязка обеспечивается за счет пространственного разнесения лучей

Повторное использование частоты допускается в каждом седьмом луче

На ИСЗ производится сложная обработка сигналов, заключающаяся в разделении поступающих уплотненных сигналов на отдельные цифровые последовательности и последующее их объединение в соответствии с требуемой адресацией в высокоскоростной цифровой поток для передачи по межспутниковому каналу и фидерной линии

Абонент имеет индивидуальный номер, который сохраняется за ним вне зависимости от его места нахождения. Информация о местонахождении абонента всегда содержится в памяти шлюзовой станции, к которой приписан абонент. Для обновления информации о местонахождении абоненту достаточно воспользоваться своим терминалом

Формирование множественного доступа в L-диапазоне

FDMA реализуется путем разделения всей выделенной полосы частот 1616...1626,5 МГц (шириной 10,5 МГц) на 250 частотных полос (шириной 41,67 кГц), в каждой из которых формируется одна несущая

TDMA реализуется путем уплотнения по времени каждой несущей четырьмя каналами со скоростью 4,8 кбит/с (суммарная скорость передачи данных на каждой несущей составляет 50 кбит/с)

В одном временном кадре передаются сигналы линий «вверх» и «вниз»
Длительность кадра МДВР – 90 мс, длительность субкадра для передачи одного канала – 8,28 мс

Требуемое отношение энергии сигнала к спектральной плотности шума в абонентском канале – 6,1 дБ

Формирование множественного доступа в *Ка*-диапазоне на фидерной линии

FDMA реализуется разделением всей выделенной полосы частот на линии «вверх» 29,1...29,3 ГГц и на линии «вниз» 19,4...19,6 ГГц (шириной 200 МГц) на 12 частотных полос (шириной 15 МГц), в каждой из которых формируется отдельная несущая

Скоростью передачи данных на одной несущей 6,25 Мбит/с
Передача осуществляется с кодированием со скоростью $1/2$, т.е. скорость передачи информации составляет 3,125 Мбит/с

Каждый ИСЗ одновременно может передавать две несущие общей пропускной способностью около 3000 каналов

Требуемое отношение энергии сигнала к спектральной плотности шума в фидерной линии составляет 7,9 дБ, вероятность ошибки 10^{-7}

Формирование множественного доступа в *Ка*-диапазоне на межспутниковой линии

Межспутниковые каналы связи каждого ИСЗ организуются с четырьмя соседними спутниками, два из которых расположены в той же орбитальной плоскости, а два других – в соседних орбитальных плоскостях

FDMA реализуется разделением всей выделенной полосы 23,18...23,38 ГГц (шириной 200 МГц) на 8 частотных полос (шириной 25 МГц), в каждой из которых может передаваться отдельная несущая

Скоростью передачи данных на одной несущей 25 Мбит/с

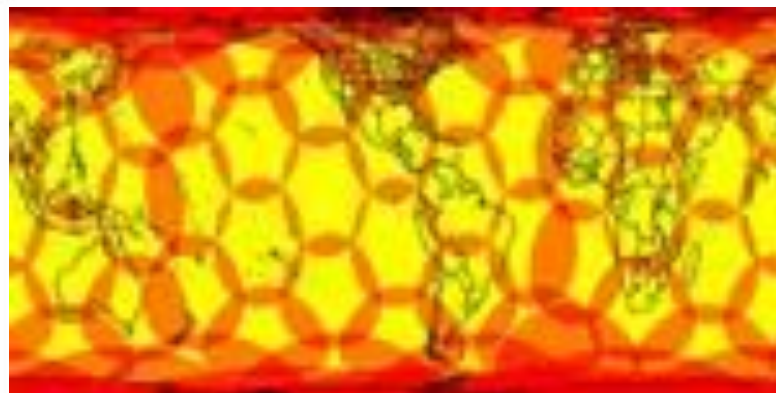
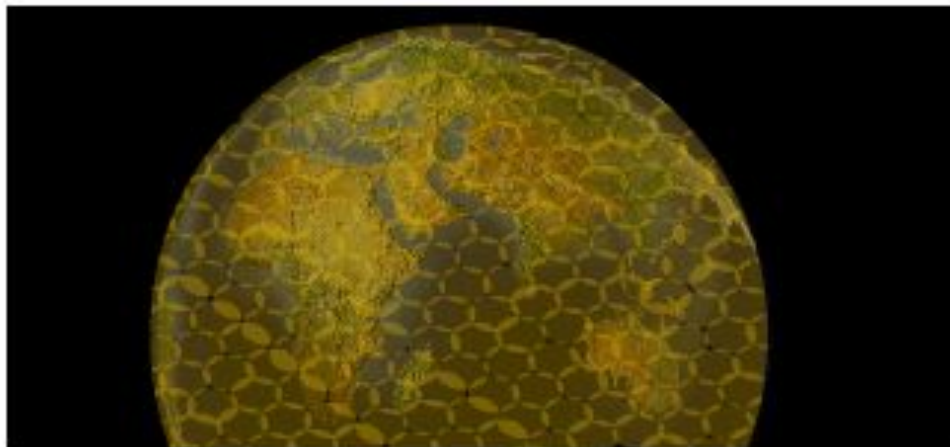
Передача осуществляется с кодированием со скоростью $1/2$, т.е. скорость передачи информации составляет 12,5 Мбит/с

Спутник одновременно может передавать четыре несущие, по одной на каждый из соседних ИСЗ, с общей пропускной способностью около 6 000 каналов

Требуемое отношение энергии сигнала к спектральной плотности шума составляет 7,9 дБ, вероятность ошибки 10^{-7}

Зона обслуживания системы охватывает всю поверхность Земли

Общее количество лучей – 3168, из них активных – 2100 (соседние ИСЗ могут формировать сильно перекрывающиеся зоны, которые должны обслуживаться только одним ИСЗ)



В средних широтах в поле видимости подвижной абонентской станции, как правило, одновременно оказывается несколько ИСЗ

СОСТАВ СИСТЕМЫ Iridium

- **Космический сегмент**

Низкоорбитальные ИСЗ с ретрансляторами

Используется механизм **межспутниковых связей** для передачи сигнала с одного ИСЗ на другой без необходимости ретрансляции этого сигнала на Землю

Межспутниковые связи теоретически позволяют сети функционировать при наличии всего лишь одной станции сопряжения, на которую будут поступать все абонентские звонки

- **Земной сегмент**

Сетевая координирующая станция и станции сопряжения (СС)

- **Пользовательский сегмент**

Спутниковые телефоны и спутниковые пейджеры

Космический сегмент Iridium

- количество спутников на орбите 66 основных и 6 резервных
- количество орбитальных плоскостей 6 (11 спутников в каждой плоскости)
- наклонение орбитальной плоскости $86,4^\circ$
- угловое расстояние между соседними орбитальными плоскостями составляет $31,6^\circ$
(между плоскостями 1 и 6 – 22°)
- высота орбиты 780 км
- период обращения 100 мин. 28 с
- общая потребляемая мощность 1,4 кВт
- количество лучей, формируемых одним ИСЗ (L-диапазон) .. 48
- пропускная способность одного ИСЗ (L-диапазон) 3840 каналов
- емкость одного активного луча 4 ... 960 каналов
- средняя мощность канала 16 дБВт
- диаметр луча около 50 км
- масса ИСЗ 689 кг
- срок службы ИСЗ 7 ... 9 лет



Связь с абонентами поддерживается посредством 3 главных антенн (АФАР) (ММА — Main Mission Antenna) размером 86×186 см

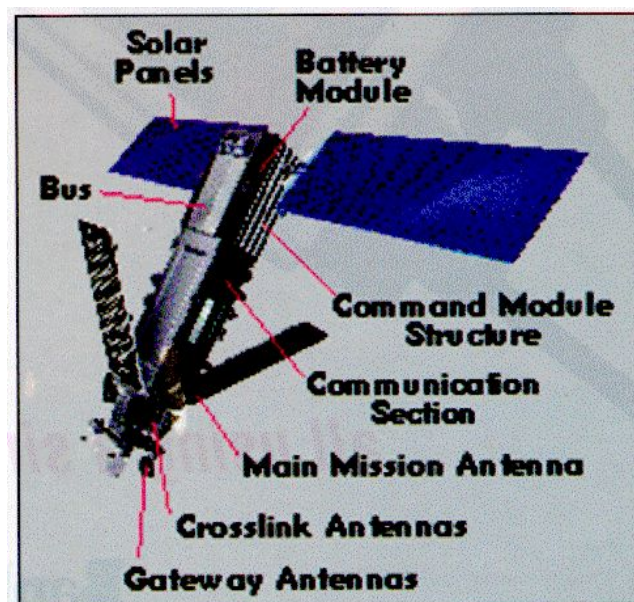
Фидерные линии формируются в *Ка*-диапазоне при помощи четырех зеркальных антенн

Межспутниковые линии связи формируются четырьмя комплектами ретрансляционного оборудования в *Ка*-диапазоне

Общая полоса межспутниковой линии разделена на 8 частотных каналов. В каждом направлении пропускная способность составляет 25 Мбит/с

Антенны ИСЗ для связи с соседними спутниками (АФАР) в той же орбитальной плоскости являются неподвижными. Связь с ИСЗ в соседних орбитальных плоскостях осуществляется при помощи антенн с механизмом слежения

Солнечные батареи обеспечивают постоянную мощность около 800 Вт на освещенном участке орбиты и 500 Вт на теневом. В моменты пиковых нагрузок дополнительная мощность обеспечивается аккумуляторными батареями



Iridium

Комплекс управления космической группировкой включает четыре основных компонента:

- Основной центр управления (расположен в г. Маклин, вблизи г. Вашингтон, на севере штата Виргиния, США)
- Запасной центр управления (г. Фучино, Италия)
- Станции телеметрии и контроля (2 – на северо-западе и северо-востоке Канады, 1 – на Гавайских о-вах (США), 1 – в Исландии). Станции регулируют положение и работоспособность спутников во время их вывода на орбиту и последующего полета
- Сеть передачи данных, связывающая воедино все компоненты комплекса управления

Комплекс управления не принимает участия в процессе установления соединений, а управляет состоянием космических аппаратов и орбитальной группировки в целом, передает на станции сопряжения информацию о положении спутников, обеспечивает связной ресурс и управление спутниковой сетью связи в критических ситуациях

Комплекс управления не участвует в процессе установления телефонных соединений между конкретными абонентам



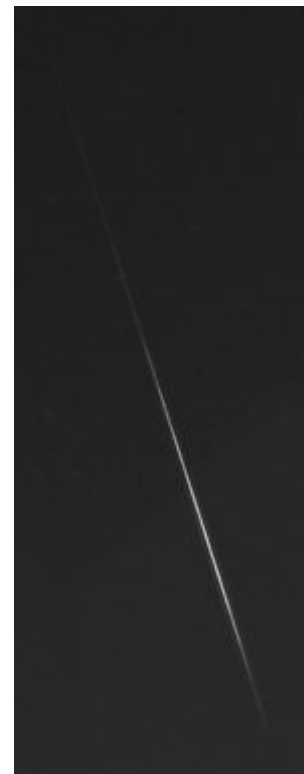
Iridium

Вспышка «Иридиума»

Время от времени одна из антенн ММА отражает солнечные лучи на поверхность Земли, создавая блик диаметром около 10 км, движущийся по поверхности планеты

Для земного наблюдателя это выглядит как плавное появление и последующее плавное исчезновение ярчайшей звезды

Явление продолжается менее 10 с



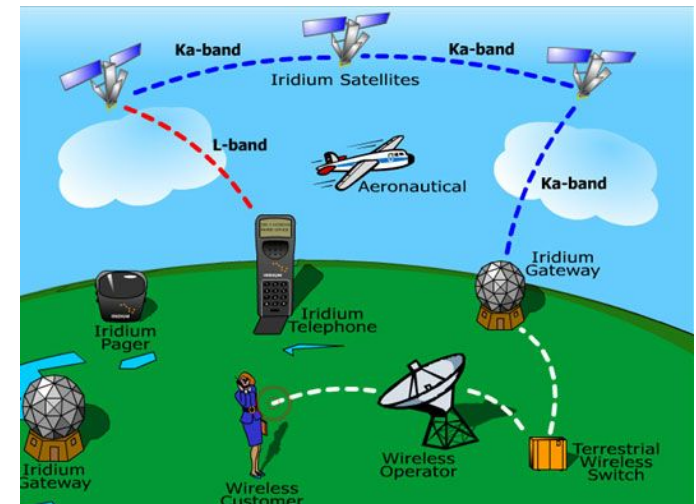
Фотография вспышки «Иридиума», снятая с выдержкой 30 с

Земной сегмент Iridium

Состоит из сетевой координирующей станции и станций сопряжения
Координирующая станция управляет всей сетью и осуществляет ее непрерывный мониторинг

Основными функциями станции сопряжения (СС) является:

- Сопряжение системы Iridium с наземными сетями общего пользования (телефонными сетями и сетями передачи данных)
- Установление соединений между абонентами
- Введение базы данных абонентов и оборудования
- Формирование исходной информации для биллинга



Iridium

Все СС унифицированы

Проект типовой СС разрабатывался компанией Motorola

Ядром СС является цифровой коммутатор Siemens GSM-D900

Связь с орбитальной группировкой поддерживается при помощи антенных постов (2–3), разнесенных на расстояние до 40 км для уменьшения зависимости от погодных условий

Каждый антенный пост состоит из 1–2 антенных терминалов с полноповоротными зеркальными антеннами диаметром 2,3 м

Все СС связаны между собой и с центрами управления орбитальной группировкой наземными линиями передачи данных



Iridium

Пользовательский сегмент Iridium

Спутниковые телефоны, спутниковые пейджеры, стационарные, автомобильные и морские комплекты, посредством которых абонент получает доступ в сеть Iridium и пользуется ее услугами

Спутниковые телефоны Iridium внешне выглядят как «трубки» и работают в двух режимах – спутниковом и сотовом стандарта GSM



Технические характеристики абонентского терминала Iridium

Диапазон частот,.....	1616 ... 1626,5 МГц
Скорость передачи	
- голос	4,8 кбит/с
- данные	2,4 кбит/с
Мощность передатчика	0,6 Вт
ЭИИМ	1,4 дБВт
Добротность G/T	-23,8 дБ/К
Доступ абонентов	FDMA/TDMA, IDR
Вид модуляции	ФМ-4
Вероятность ошибки на бит	10^{-4} ... 10^{-5}
Антенна	штырь длиной 8 см
Питание	Аккумуляторные батареи или сеть переменного тока

Преимущества ССС с ИСЗ НО по сравнению с ССС с ИСЗ ГСО

- значительное уменьшение стоимости запуска ИСЗ, поскольку созвездие спутников формируется с помощью вывода на низкую орбиту контейнера, и спутники через определенные интервалы времени выбрасываются из него (в качестве ракеты-носителя могут быть использованы межконтинентальные баллистические ракеты военного применения)
- увеличение пропускной способности космического сегмента за счет улучшения энергетического баланса в радиолиниях
- повышение надежности системы за счет возможности размещения в космосе, значительно большего количества спутниковых ретрансляторов, чем в ССС ГСО
- снижение требований к техническим и эксплуатационным характеристикам антенн ЗС
- малые расстояния между ИСЗ и ЗС обеспечивают возможность использования приемопередающих устройств с низкой энергетикой и позволяет создать миниатюрные ЗС, что существенно расширяет круг потенциальных абонентов
- лучшее покрытие полярных областей