

Часть II

**Технические требования
для изготовления космического аппарата
«Экспресс-АМУ1»**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КА «ЭКСПРЕСС-АМУ1»	5
2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К МПН КА «ЭКСПРЕСС-АМУ1»	6
2.1 Состав МПН	6
2.2 Общие определения	6
2.3 Миссия связи в диапазоне частот "Ku"	10
2.3.1 Зоны обслуживания	10
2.3.1.1 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России	10
2.3.1.1.1 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 1	10
2.3.1.1.2 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 2	11
2.3.1.1.3 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 3	12
2.3.1.2 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России	12
2.3.1.2.1 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 1	12
2.3.1.2.2 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 2	13
2.3.1.2.3 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 3	13
2.3.1.2.4 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 4	14
2.3.1.3 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России	14
2.3.1.3.1 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 1	14
2.3.1.3.2 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 2	15
2.3.1.3.3 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 3	16
2.3.1.3.4 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 4	16
2.3.1.4 Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России	18
2.3.1.4.1 Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 1	18
2.3.1.4.2 Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 2	18
2.3.1.4.3 Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 3	18
2.3.1.4.4 Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 4	18
2.3.1.5 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке	19
2.3.1.5.1 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке 1	19
2.3.1.5.2 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке 2	20
2.3.1.5.3 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке 3	20
2.3.1.6 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Африке	22
2.3.1.7 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке	22
2.3.1.7.1 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 1	22
2.3.1.7.2 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 2	23
2.3.1.7.3 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 3	24
2.3.1.7.4 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 4	25
2.3.1.8 Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в Африке	26
2.3.1.9 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе	26
2.3.1.10 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе	26
2.3.1.10.1 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе 1	27
2.3.1.10.2 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе 2	27
2.3.2 Пропускная способность	28
2.3.3 Центральная частота и ширина полосы пропускания канала	29
2.3.4 Схема маршрутизации каналов	32
2.3.5 Избирательность	33
2.3.6 Требования к связным характеристикам	33

2.3.6.1	Отношение усиления к шумовой температуре (G/T) системы приема	33
2.3.6.1.1	Характеристики отношения усиления к шумовой температуре (G/T) системы приема	33
2.3.6.1.2	Изоляция отношения усиления к шумовой температуре (G/T) системы приема	34
2.3.6.2	Эквивалентная изотропно излучаемая мощность.....	35
2.3.6.2.1	Характеристики ЭИИМ	35
2.3.6.2.2	Изоляция ЭИИМ.....	36
2.3.7	Резервирование.....	36
2.3.8	Требования к маяку.....	37
2.3.8.1	Требования к рабочим характеристикам	37
2.3.8.1.1	Зона обслуживания.....	37
2.3.8.1.2	Частота	38
2.3.8.1.3	Эффективная изотропно излучаемая мощность	38
2.3.8.1.4	Поляризация.....	38
2.4	Миссия связи в КА диапазоне частот	39
2.4.1	Зоны обслуживания	39
2.4.1.1	Зона обслуживания пользователей	39
2.4.1.2	Зона обслуживания территории шлюзов.....	42
2.4.2	Прямые линии связи	42
2.4.2.1	Частотный план	42
2.4.2.2	Пропускная способность прямых линий	44
2.4.2.3	Требования к рабочим характеристикам систем связи	45
2.4.2.3.1	Отношение усиления к шумовой температуре (G/T) входной секции.....	45
2.4.2.3.2	Эквивалентная изотропно излучаемая мощность.....	45
2.4.2.3.1	Поляризация.....	45
2.4.2.4	Резервирование.....	46
2.4.3	Обратные линии	47
2.4.3.1	Частотный план	47
2.4.3.2	Пропускная способность Обратных линий	48
2.4.3.3	Требования к рабочим характеристикам систем связи	49
2.4.3.3.1	Отношение усиления к шумовой температуре (G/T) приёмной системы	49
2.4.3.3.2	Эквивалентная изотропно излучаемая мощность.....	49
2.4.3.3.3	Поляризация.....	49
2.4.3.4	Резервирование.....	50
2.4.4	Требования к маяку.....	51
2.4.4.1	Требования.....	51
2.4.4.2	Требования к рабочим характеристикам	51
2.4.4.2.1	Зона обслуживания.....	51
2.4.4.2.2	Частота	51
2.4.4.2.3	Эквивалентная изотропно излучаемая мощность (EIRP).....	51
2.4.4.2.4	Поляризация.....	52

Введение

Настоящие «Исходные данные...» определяют минимальный состав и основные технические характеристики бортовых ретрансляционных комплексов модуля полезных нагрузок КА «Экспресс-АМУ1», а также частотные планы и ожидаемые зоны обслуживания приводятся в данном документе.

1 Основные технические требования к КА «Экспресс-АМУ1»

Основные технические характеристики КА приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика	Значение	
Тип орбиты	геостационарная	
Номинальная орбитальная позиция:	36 в.д.	
Срок активного существования	15 лет	
Вероятность безотказной работы КА, не менее	0,8	
Точность ориентации, обеспечиваемая подсистемой ориентации и стабилизации, не более: <ul style="list-style-type: none"> • по каналу тангажа • по каналу крена • по каналу рыскания 	0,1° 0,1° 0,1°	
Погрешность удержания по долготе и наклонению, не более	0,05°	
Используемая платформа:	По выбору претендента	
Масса КА на основе платформы	1. 3200 кг при прямом выведении	
не более	2. 6100 кг при использовании апогейной двигательной установки	
Наклонение при выведения	51,6°	
Средства выведения: - одиночный запуск	РН «Протон-М» с РБ «Бриз-М» (к. Байконур)	
Масса ПН : , не более		750 кг
Мощность электропитания, выделяемая на полезную нагрузку (круглосуточно в течение САС, включая периоды прохождения теней и коррекций параметров орбиты), не менее		13500 Вт
Отводимая тепловая мощность, не менее		8100 Вт

2 Основные технические требования к МПН КА «Экспресс-АМУ1»

2.1 Состав МПН

В МПН должны входить:

- БРТК Ку-диапазона (включая Маяки);
- БРТК Ка-диапазона
- Элементы подсистемы терморегулирования;
- Подсистема конструкции;
- Интерфейсный блок с платформой;

Примечание: под БРТК понимается совокупность оборудования ретранслятора и антенно-фидерной системы.

2.2 Общие определения

Канал связи

Часть полезной нагрузки (т. е. включающая антенны), необходимая для приема, усиления, преобразования частот, фильтрации и передачи сигналов по одному из каналов плана распределения частот.

Транспондер

Представляет цепь оборудования связи (включая компоненты), располагающуюся на борту КА между раскрывами антенн "Земля-борт" и "борт-Земля" для требуемой конфигурации Канала связи.

Зона обслуживания

Зоны, включая страны, участки и/или многоугольники. Если определены многоугольники, промежуточные точки указываются прямыми линиями в проекции Земли по азимуту, углу места, с высоты геостационарной орбиты. Все координаты задаются в десятичных градусах.

Входная секция

Представляет любой путь на канале связи между раскрывом антенны "Земля-борт", соответствующей этому каналу, и входом НРА.

Выходная секция

Любой маршрут на канале связи между выводом НРА и раскрывом передающей антенны.

Базисный вектор

Базисный вектор направлен от КА в сторону земной поверхности и выражается в системе координат КА.

Базисная точка

Точка пересечения базисного вектора, направленного от КА на геостационарной орбите, с поверхностью земли.

Целевая территория

Площадь земной поверхности, располагающаяся в пределах 150 км от базисной точки.

Линейная поляризация

Два линейных ортогональных компонента обозначены буквами X и Y. Когда говорят об электромагнитной волне с линейной поляризацией, X-поляризация является опорной, а ее плоскость образует с базисным вектором постоянный угол относительно плоскости, содержащей этот вектор и ось тангажа.

Опорная Y-поляризация определяется как поляризация, плоскость которой перпендикулярна плоскости X-поляризации и базисному вектору (см. выше).

Круговая поляризация

Два круговых ортогональных компонента определяются правой круговой поляризацией (RHC) и левой круговой поляризацией (LHC).

Когда говорят об электромагнитной волне с круговой поляризацией, правая круговая поляризация возникает в тех случаях, когда вектор напряженности электрического поля, наблюдаемый в любой фиксированной плоскости, нормальной к направлению распространения, если смотреть в направлении распространения (но не в обратном

направлении), со временем вращается вправо, или по часовой стрелке. Левая круговая поляризация возникает в тех случаях, когда вектор напряженности электрического поля вращается в обратном направлении (против часовой стрелки).

Используемая полоса

Полоса пропускания, в которой соблюдаются требования к всем рабочим характеристикам связи.

Сквозные рабочие характеристики

Рабочие характеристики, измеряемые между раскрытиями антенн "Земля-борт" и "борт-Земля".

эквивалентная изотропно излучаемая мощность (ЭИИМ)

представляет эквивалентную изотропно излучаемую мощность от КА исключительно из-за одного сигнала, принимаемого с Земли, и предназначенную для заданного канала.

Частота преобразования

Представляет разность между центральными частотами каналов "борт-Земля" и "Земля-борт".

Шлюз / хаб

Центральный узел топологии «звезда».

Связной терминал (ТТ)

Терминал конечного пользователя.

Расположение шлюза

Точная географическая точка, назначенная Шлюзу.

Зона обслуживания шлюза

Площадь, ограниченная окружностью определенного диаметра в проекции Земли по азимуту/углу места, определяемой с точки расположения КА на орбите, причем центр окружности совпадает с расположением шлюза.

Ячейка

Компонент Зоны обслуживания, в пределах которого соблюдаются минимальные требования к рабочим характеристикам систем связи. Если Зона обслуживания (согласно определению, данному в настоящем

документе) реализована в форме некоторого количества ячеек, то ячейки должны соприкасаться.

Блок ячеек шлюза

Определенное количество ячеек, которые соединены с определенной обслуживаемой территорией шлюза. На Шлюзе должны использоваться оба типа поляризации.

Обратные линии

Набор несущих, по которым терминалы пользователей передают информацию на шлюз/хаб.

Прямые линии

Набор несущих, принимаемых терминалы пользователей. Канал передачи данных со шлюза / хаба на терминалы.

Канал

Одна составляющая плана распределения частот и поляризаций.

Например, при организации Зоны обслуживания пользователя на базе N ячеек с M каналов на каждую ячейку создается $2 \times N \times M$ каналов, $N \times M$ прямых каналов (от Шлюза к узкому лучу) и $N \times M$ обратных каналов (от узкого луча к Шлюзу).

Канал типа F2

Представляет канал, в котором в полосе частот 500 МГц можно разместить три определенных канала от линии вверх к линии вниз Зоны обслуживания.

Канал типа F1

Представляет канал, в котором в полосе частот 500 МГц можно разместить один определенный канала с каналом типа F2 от линии вверх к линии вниз Зоны обслуживания.

Канал типа R2

Представляет канал, в котором в полосе частот 388 МГц можно разместить три определенных канала от линии вверх к линии вниз Зоны обслуживания.

Канал типа R1

Представляет канал, в котором в полосе частот 388 МГц можно разместить один определенный канала с каналом типа R2 от линии вверх к линии вниз Зоны обслуживания.

.

Входная секция (Канала связи)

Любой маршрут между линией вверх зоны обслуживания, соответствующей этому каналу, и входом НРА.

Соседние каналы

Любая пара каналов связи с одинаковой поляризацией, занимающие

соседние частотные каналы в плане распределения частот.
Плотность эквивалентной изотропно излучаемой мощности (EIRP)
Представляет мощность, нормированную по используемой полосе
характеристику усиления.

2.3 Миссия связи в диапазоне частот "Ku"

Полезная нагрузка в "Ku" диапазоне частот должна поддерживать работу до 61 (шестидесяти одного) транспондера на протяжении всего САС КА на орбите

2.3.1 Зоны обслуживания

КА должен обеспечивать следующие Зоны обслуживания, покрытие которых должно обеспечиваться с номинального положения на орбите.

- Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России
- Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России
- Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке
- Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке
- Зона обслуживания Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе

2.3.1.1 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России состоит из 4 (четырёх) участков: участки 1, 2, 3 и 4.

2.3.1.1.1 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 1

Зона обслуживания линии связи "Земля-борт" в России 1 включает в себя:

- сухопутные и морские участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами:

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 1 — Многоугольник			
37.40° E	56.64° N	50.20° E	52.78° N
36.59° E	55.41° N	53.09° E	55.47° N
37.24° E	54.02° N	53.60° E	57.30° N
40.42° E	51.99° N	51.62° E	57.61° N
44.32° E	48.14° N	43.63° E	57.09° N

Table 2.3.1.1.1. Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 1 — Многоугольник

- и следующие города:

Москва (SA1)	37.70° E	55.75° N
Нижний Новгород(SA1)	44.00° E	56.33° N
Самара (SA1)	50.17° E	53.23° N
Волгоград (SA1)	44.52° E	48.70° N

2.3.1.1.2 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 2

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 2 включает в себя:

- Зону обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 1;
- сухопутные и морские участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами:

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 2			
34.97° E	57.70° N	57.92° E	56.37° N
34.71° E	55.17° N	59.80° E	58.65° N
37.19° E	51.45° N	59.02° E	59.77° N
39.79° E	50.55° N	56.87° E	59.84° N
42.76° E	47.45° N	51.81° E	59.66° N
45.10° E	47.38° N	45.99° E	59.23° N
51.69° E	52.42° N	38.91° E	58.59° N

Таблица 2.3.1.1.2 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" России 2

2.3.1.1.3 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 3

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России 3 включает в себя:

- Зону обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 2;
- и следующие города:

Санкт-Петербург	30.32° E	59.95° N
Сочи	39.72° E	43.58° N

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России представлена на Рисунке

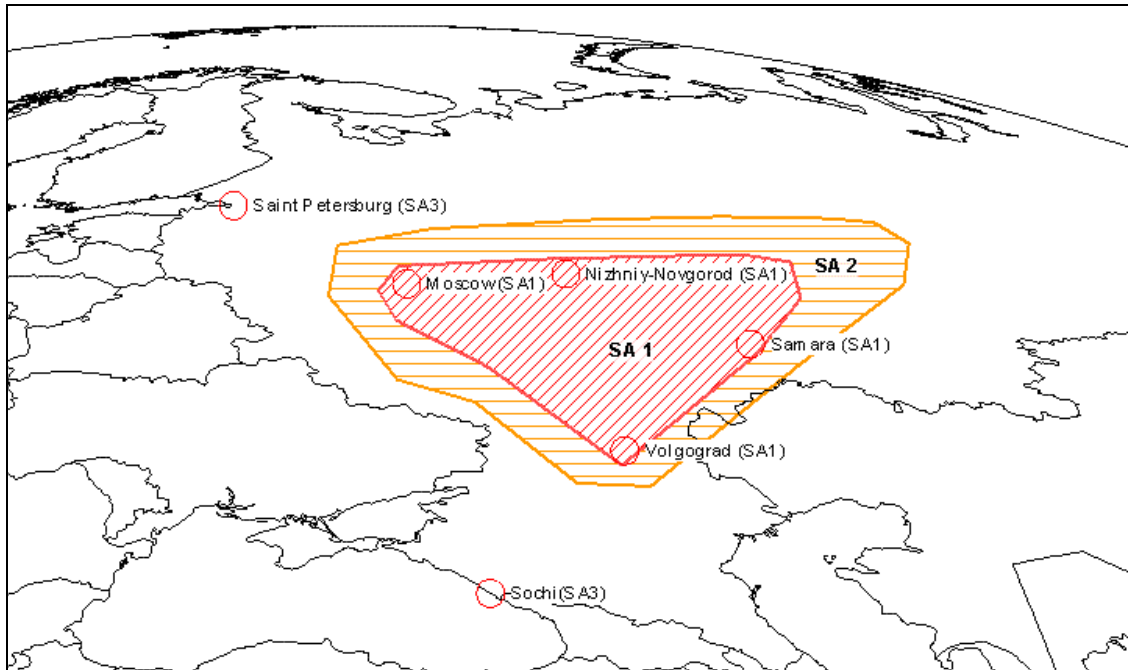


Рисунок 2.3.1.1 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России

2.3.1.2 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России состоит из 4 (четырёх) участков: участки 1, 2, 3 и 4.

2.3.1.2.1 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 1

Согласно определению, Зона изоляции линии по связи "Земля-борт" в России 1 идентична Зоне обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке

2.3.1.2.2 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 2

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 2 включает в себя сухопутные участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами:

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 2			
44.90° E	39.40° N	54.00° E	37.00° N
46.10° E	33.10° N		

Рисунок 2.3.1.2.2 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 2

2.3.1.2.3 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 3

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 3 включает в себя сухопутные участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами:

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 3			
46.10° E	33.10° N	61.50° E	31.00° N
54.00° E	37.00° N	60.70° E	25.20° N
60.00° E	37.00° N	54.00° E	26.50° N
61.10° E	36.50° N	48.20° E	30.30° N

Таблица 2.3.1.2.3 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 3

Зоны изоляции в России 2 и 3 представлены на Рисунке 2.3.1.2

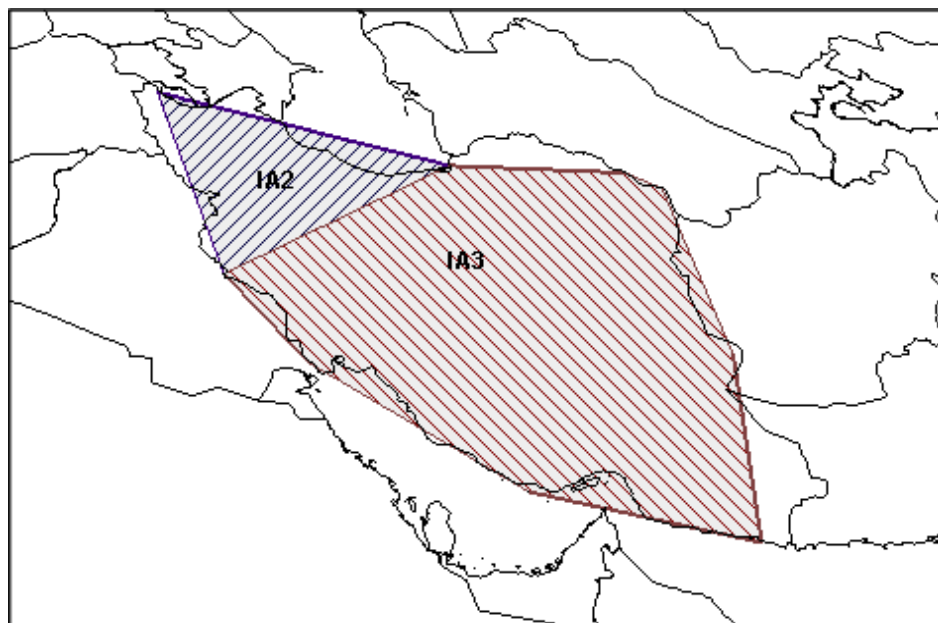


Рисунок 2.3.1.2 Зоны изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 2 и 3

2.3.1.2.4 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 4

Согласно определению, Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России 4 идентична Зоне обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе.

2.3.1.3 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России состоит из 4 (четырёх) участков: участки 1, 2, 3 и 4.

2.3.1.3.1 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 1

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 1 включает в себя:

- сухопутные и морские участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами:

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 1 — Многоугольник			
37.40° E	56.64° N	50.20° E	52.78° N
36.59° E	55.41° N	53.09° E	55.47° N
37.24° E	54.02° N	53.60° E	57.30° N
40.42° E	51.99° N	51.62° E	57.61° N
44.32° E	48.14° N	43.63° E	57.09° N

**Таблица 2.3.1.3.1 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 1—
Многоугольник**

- и следующие города:

Москва (SA1)	37.70° E	55.75° N
Нижний Новгород (SA1)	44.00° E	56.33° N
Самара (SA1)	50.17° E	53.23° N
Волгоград (SA1)	44.52° E	48.70° N

2.3.1.3.2 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 2

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 2 включает в себя:

- Зону обслуживания в России 1;
- сухопутные и морские участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами:

Зона обслуживания по линии связи "борт- Земля" в России 2— Многоугольник			
34.97° E	57.70° N	57.92° E	56.37° N
34.71° E	55.17° N	59.80° E	58.65° N
37.19° E	51.45° N	59.02° E	59.77° N
39.79° E	50.55° N	56.87° E	59.84° N
42.76° E	47.45° N	51.81° E	59.66° N
45.10° E	47.38° N	45.99° E	59.23° N
51.69° E	52.42° N	38.91° E	58.59° N

**Таблица 2.3.1.3.2 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 2—
Многоугольник**

- и следующий город:

Saint Petersburg (SA2)	30.32° E	59.95° N
------------------------	----------	----------

2.3.1.3.3 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 3

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 3 включает в себя:

- Зону обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 2;
- сухопутные и морские участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами:

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 3— Многоугольник			
48.68° E	61.62° N	45.57° E	45.53° N
43.44° E	61.02° N	47.97° E	47.40° N
36.25° E	59.61° N	55.18° E	52.57° N
33.00° E	58.22° N	59.88° E	54.45° N
32.35° E	55.54° N	65.94° E	57.30° N
33.25° E	52.33° N	64.34° E	61.40° N
35.45° E	50.44° N	62.11° E	61.93° N
40.33° E	46.57° N	58.30° E	62.16° N

**Table 2.3.1.2.3.3 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 3—
Многоугольник**

- и следующие города:

Сочи (SA3)	39.72° E	43.58° N
Калининград (SA3)	20.48° E	54.73° N

2.3.1.3.4 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 4

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 4 включает в себя:

- Зону обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 3;
- сухопутные и морские участки, ограниченные многоугольниками, заданными следующими координатами:

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 4— Многоугольник 1			
40.40° E	46.54° N	46.00° E	42.60° N
45.36° E	45.57° N	41.06° E	44.61° N
46.56° E	46.01° N	40.40° E	46.51° N
47.58° E	43.25° N		

**Таблица 2.3.1.3.4 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 4—
Многоугольник 1**

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 4 — Многоугольник 2			
33.20° E	52.27° N	29.41° E	46.25° N
25.05° E	52.19° N	34.06° E	45.79° N
23.30° E	49.20° N	38.72° E	47.71° N
25.48° E	48.62° N	35.39° E	50.31° N

**Таблица 2.3.1.3.5 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России 4—
Многоугольник 2**

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России представлена на Рисунке

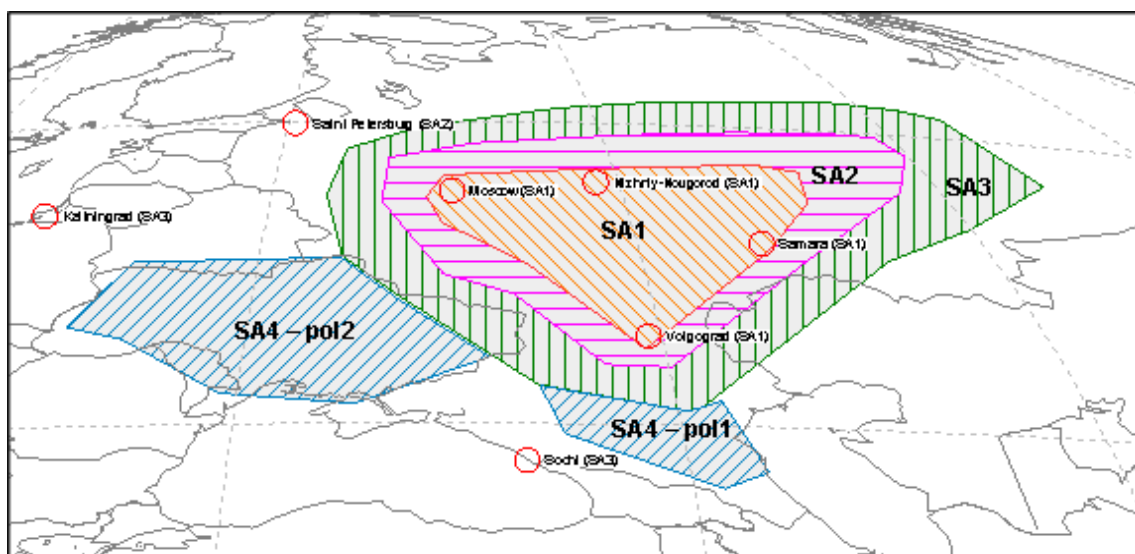


Рисунок 2.3.1.3 Зона обслуживания линии связи "борт-Земля" в России

2.3.1.4 **Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России**

Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России состоит из 4 (четырёх) участков: участки 1, 2, 3 и 4.

2.3.1.4.1 **Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 1**

Согласно определению, Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 1 идентична Зоне обслуживания линии связи "борт-Земля" в Африке.

2.3.1.4.2 **Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 2**

Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 2 включает в себя территорию, ограниченную следующими координатами:

Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 2			
44.90° E	39.40° N	54.00° E	37.00° N
46.10° E	33.10° N		

Таблица 2.3.1.4.2 Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 2

2.3.1.4.3 **Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 3**

Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 3 должна включать в себя территорию, ограниченную следующими координатами:

Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 3			
54.00° E	37.00° N	45.41° E	36.55° N
46.10° E	33.10° N	48.93° E	38.16° N

Таблица 2.3.1.4.3. Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 3

2.3.1.4.4 **Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 4**

Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 4 должна включать в себя территорию, ограниченную следующими координатами:

Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 4			
46.10° E	33.10° N	61.50° E	31.00° N
54.00° E	37.00° N	60.70° E	25.20° N
60.00° E	37.00° N	54.00° E	26.50° N
61.10° E	36.50° N	48.20° E	30.30° N

Таблица 2.3.1.4.4. Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 4

Зоны изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 2, 3 и 4 представлены на Рисунке.

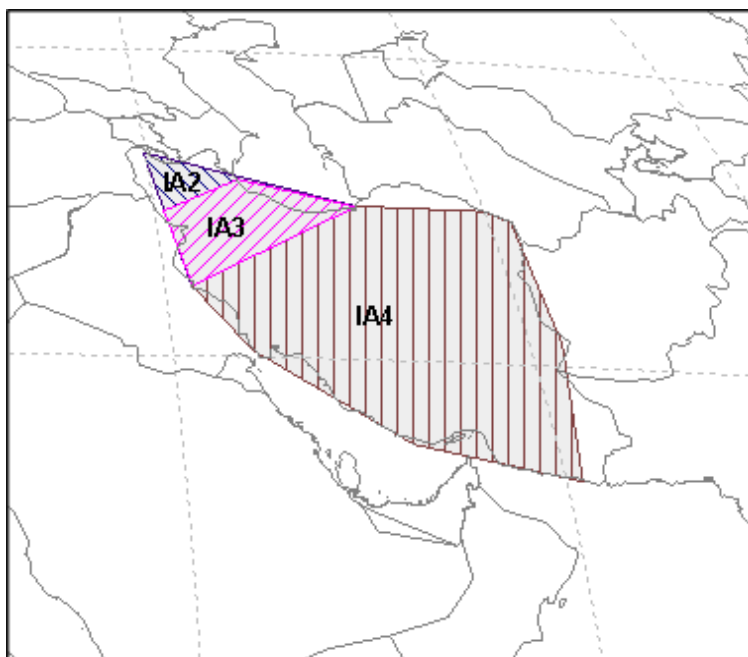


Рисунок 2.3.1.4 Зоны изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 2, 3 и 4

2.3.1.5 **Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке**

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке состоит из 3 (трех) участков: участки 1, 2 и 3.

2.3.1.5.1 **Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке 1**

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке 1 включает в себя следующие города:

Johannesburg (Republic of South Africa)	28.03° E	26.17° S
Adis Abeba (Ethiopia)	38.83° E	9.05° N
Kinshasa (Democratic Republic of Congo)	15.38° E	4.37° S
Luanda (Angola)	13.25° E	8.83° S
Nairobi (Kenya)	36.83° E	1.28° S
Dar es Salaam (Tanzania)	39.30° E	6.85° S
Abuja (Nigeria)	7.32° E	9.10° N
Lagos (Nigeria)	3.47° E	6.45° N

2.3.1.5.2 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке 2

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке 2 включает в себя следующие города:

Madrid (Spain)	3.67° W	40.44° N
Lisbon (Portugal)	9.13° W	38.71° N
Cagliari (Italy)	9.13° E	39.22° N

2.3.1.5.3 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке 3

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке 3 включает в себя сухопутные участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами:

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке 3			
13.8° W	16.3° N	34.1° E	20.2° S
17.1° W	14.6° N	37.6° E	16.8° S
11.8° W	7.0° N	40.0° E	15.2° S
8.0° W	4.5° N	39.7° E	10.9° S
4.8° E	6.0° N	38.8° E	9.1° S
6.1° E	4.4° N	38.6° E	5.7° S
8.9° E	3.4° N	40.4° E	0.9° S
9.1° E	1.5° S	44.9° E	3.5° N
13.3° E	6.2° S	46.4° E	8.3° N
14.7° E	11.3° S	43.3° E	12.5° N
13.2° E	14.5° S	39.4° E	15.2° N
14.1° E	16.2° S	36.7° E	14.8° N
20.9° E	17.3° S	34.2° E	8.3° N
24.4° E	17.6° S	32.1° E	4.4° N
25.9° E	17.4° S	27.8° E	5.4° N
28.8° E	20.8° S	24.3° E	8.9° N
31.9° E	22.1° S	14.5° E	12.7° N
32.8° E	24.4° S	5.2° E	13.5° N
34.7° E	24.2° S	3.8° W	13.2° N

Таблица 2.3.1.5.3 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке 3

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке представлена на Рисунке.

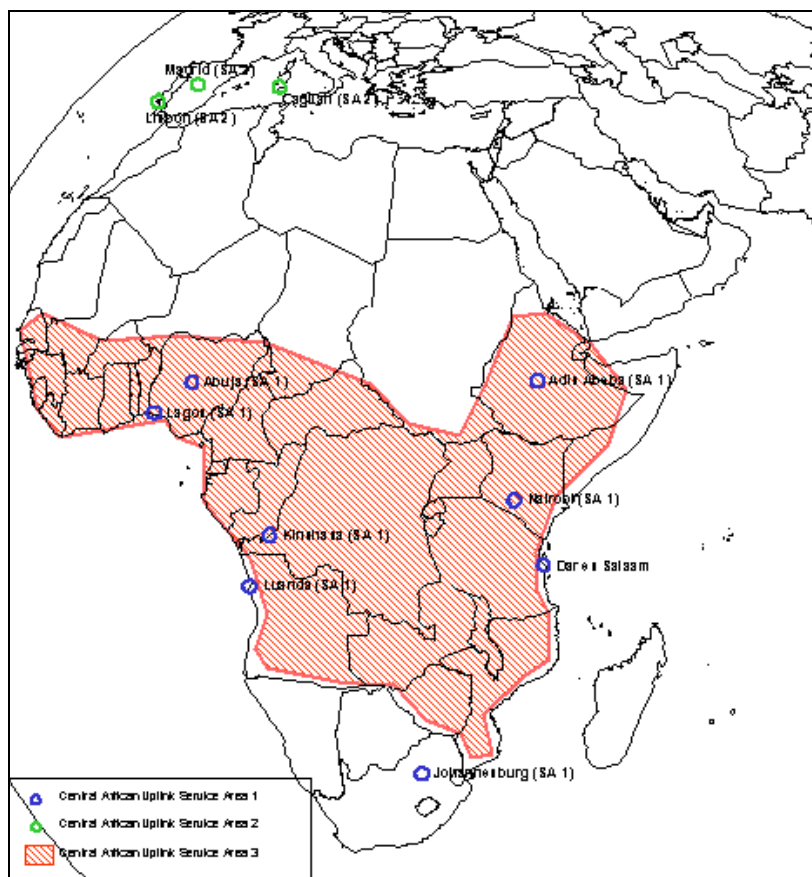


Рисунок 2.3.1.5 Зона обслуживания по линии связи "Земля-орт" в Африке

2.3.1.6 Зона изоляции по линии связи "Земля-орт" в Африке

Зона изоляции по линии связи "Земля-орт" в Африке включает в себя:

- участки, входящие в Зону обслуживания по линии связи "Земля-орт" в России;
- и Зоны изоляции по линии связи "орт-Земля" в России 2, 3 и 4.

2.3.1.7 Зона обслуживания по линии связи "орт-Земля" в Африке

Зона обслуживания по линии связи "орт-Земля" в Африке состоит из 4 (четырёх) участков: участки 1, 2, 3 и 4.

2.3.1.7.1 Зона обслуживания по линии связи "орт-Земля" в Африке 1

Зона обслуживания по линии связи "орт-Земля" в Африке 1 включает в себя сухопутные участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами:

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 1			
3.4° E	7.3° N	17.9° E	11.0° S
6.7° E	5.3° N	17.7° E	9.3° S
10.1° E	4.8° N	16.7° E	6.9° S
10.8° E	2.3° N	16.0° E	2.8° S
10.3° E	0.7° S	13.6° E	2.1° N
11.6° E	3.5° S	12.4° E	8.6° N
13.2° E	8.8° S	3.9° E	10.8° N
15.0° E	11.3° S		

Таблица 2.3.1.7.1 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 1

2.3.1.7.2 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 2

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 2 включает в себя:

- Зону обслуживания в Африке 1;
- сухопутные участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами:

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 2 — Многоугольник			
13.8° W	16.3° N	34.1° E	20.2° S
17.1° W	14.6° N	37.6° E	16.8° S
11.8° W	7.0° N	40.0° E	15.2° S
8.0° W	4.5° N	39.7° E	10.9° S
4.8° E	6.0° N	38.8° E	9.1° S
6.1° E	4.4° N	38.6° E	5.7° S
8.9° E	3.4° N	40.4° E	0.9° S
9.1° E	1.5° S	44.9° E	3.5° N
13.3° E	6.2° S	46.4° E	8.3° N
14.7° E	11.3° S	43.3° E	12.5° N
13.2° E	14.5° S	39.4° E	15.2° N
14.1° E	16.2° S	36.7° E	14.8° N
20.9° E	17.3° S	34.2° E	8.3° N
24.4° E	17.6° S	32.1° E	4.4° N
25.9° E	17.4° S	27.8° E	5.4° N
28.8° E	20.8° S	24.3° E	8.9° N
31.9° E	22.1° S	14.5° E	12.7° N
32.8° E	24.4° S	5.2° E	13.5° N
34.7° E	24.2° S	3.8° W	13.2° N

Таблица 2.3.1.7.2 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 2 — Многоугольник

- и острова Реюньон и Маврикий

2.3.1.7.3 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 3

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 3 включает в себя:

- Зону обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 2;
- и следующий город:

Victoria (Seychelles)	55.46° E	4.63° S
-----------------------	----------	---------

2.3.1.7.4 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 4

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке 4 включает в себя следующие города:

Johannesburg (Republic of South Africa)	28.03° E	26.17° S
Lisbon (Portugal)	9.13° W	38.71° N
Madrid (Spain)	3.67° W	40.44° N
Cagliari (Italy)	9.13° E	39.22° N

Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке представлена на Рисунке.

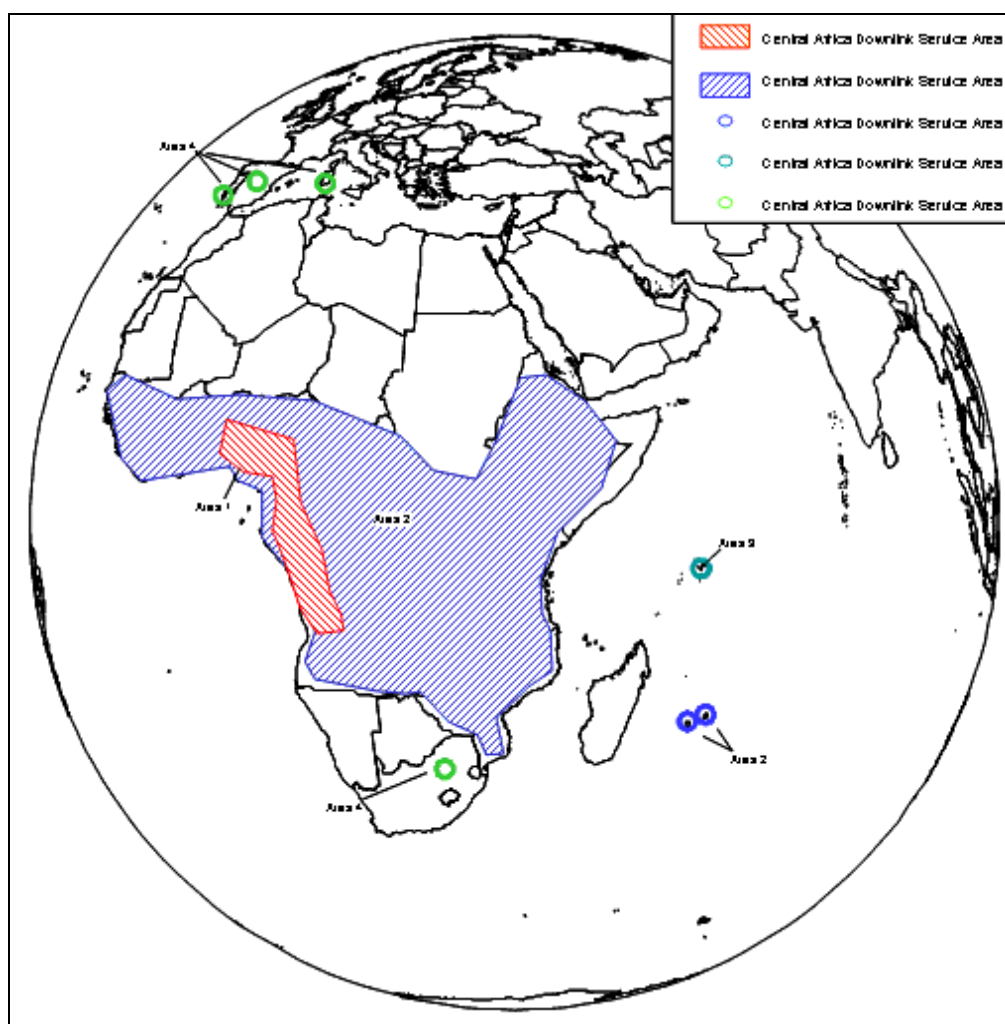


Рисунок 2.3.1.6 Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке

2.3.1.8 Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в Африке

Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в Африке включает в себя:

- Зону обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России;
- Зоны изоляции по линии связи "борт-Земля" в России 2, 3 и 4.

2.3.1.9 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе включает в себя следующий город:

Rambouillet (France)	1.79° E	48.55° N
----------------------	---------	----------

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе представлена на Рисунке.

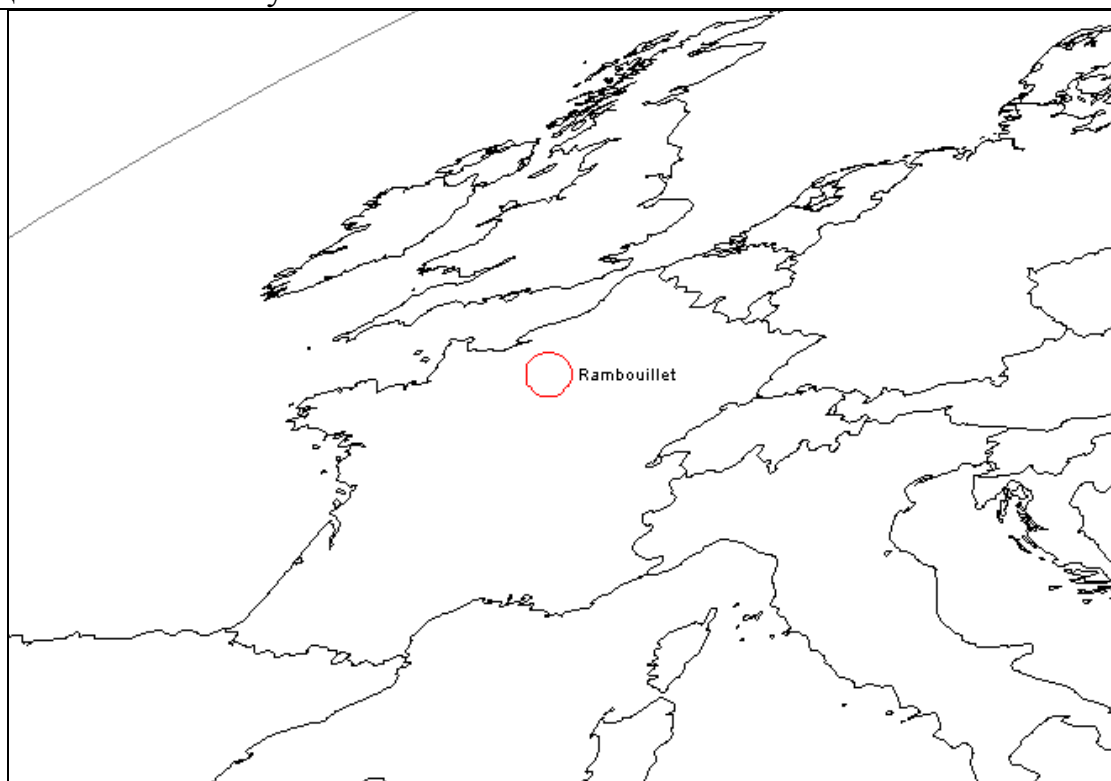


Figure 2.3.1.7 Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе

2.3.1.10 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе состоит из 2

(двух) участков: участки 1 и 2.

2.3.1.10.1 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе 1

Согласно определению, Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе 1 идентична Зоне обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России.

2.3.1.10.2 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе 2

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе 2 включает в себя сухопутные и морские участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами:

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе 2			
22.67° W	29.48° N	78.66° E	11.93° N
8.61° W	32.96° N	78.55° E	8.16° N
5.42° W	35.65° N	73.19° E	2.03° N
10.67° E	37.32° N	73.17° E	1.82° N
20.06° E	35.48° N	58.54° E	21.88° S
30.63° E	42.09° N	24.69° E	35.78° S
65.76° E	56.18° N	16.28° E	33.75° S
73.02° E	48.73° N	11.16° E	18.40° S
77.73° E	38.03° N	9.68° E	3.59° S
78.00° E	30.34° N	3.88° E	2.04° N
78.79° E	25.17° N	11.19° W	3.68° N
80.11° E	20.12° N	19.04° W	13.90° N

Таблица 2.3.1.10.2 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе 2

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе 2 представлена на Рисунке.

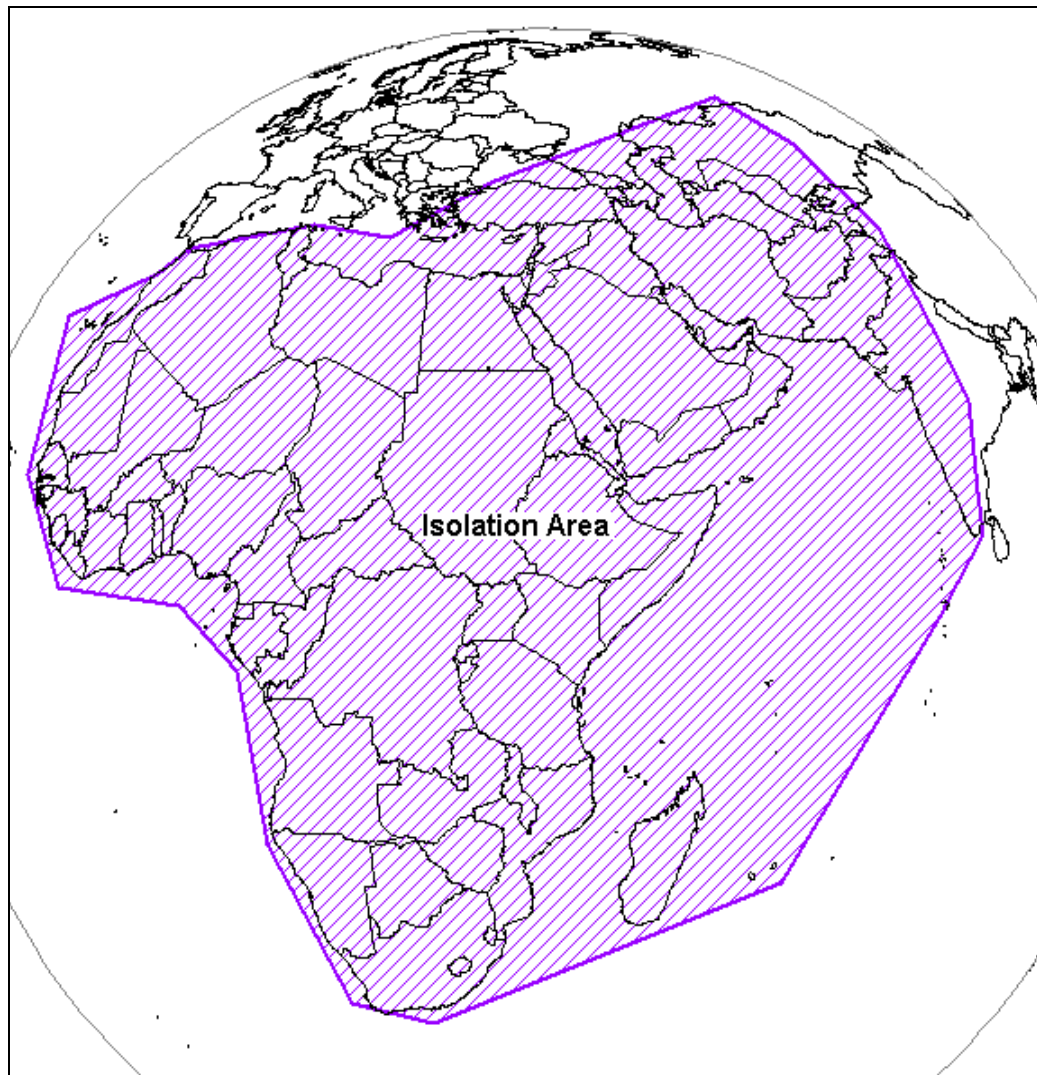


Figure 2.3.1.8 Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе 2

2.3.2 Пропускная способность

КА должен обеспечивать эксплуатацию:

- 53 (пятидесяти трех) транспондеров, при условии, что 28 (двадцать восемь) транспондеров эксплуатируются при минимально необходимой EIRP в зоне обслуживания России, а 25 (двадцать пять) транспондеров эксплуатируются при минимально необходимой EIRP в Зоне обслуживания в Африке на протяжении всего САС КА при запасах по подсистеме электропитания;
- 61 (шестидесяти одного) транспондера со снижением минимальной необходимой EIRP на 0,5 дБ в течение всего САС КА, исходя из следующих предположений:

- 2% запас по панелям солнечных батарей с одним отказом одной элементарной секции на каждом крыле;
- 75% DOD для батарей с одним отказом ячейки/модуля ячеек на каждую батарею.

Должна обеспечиваться эксплуатация всех транспондеров Ku диапазона при минимальной необходимой EIRP, при условии, что транспондеры Ka диапазона не работают на полную мощность.

2.3.3 Центральная частота и ширина полосы пропускания канала

Каналы объединены в 2 (две) группы по линии вниз, далее обозначенные EA и ER. Ниже указаны диапазоны частот, в которых работают эти группы каналов.

Каналы	Полоса пропускания (МГц)	Диапазон частот по линии связи "Земля-борт" (ГГц)	Диапазон частот по линии связи "борт-Земля" (ГГц)
EA	33	17.30 to 18.40	11.70 to 12.50
ER	33		

Таблица 2.3.3.1 Группы каналов

В таблице 2.3.3.2 указаны центральные частоты линий связи "Земля-борт" и "борт-Земля".

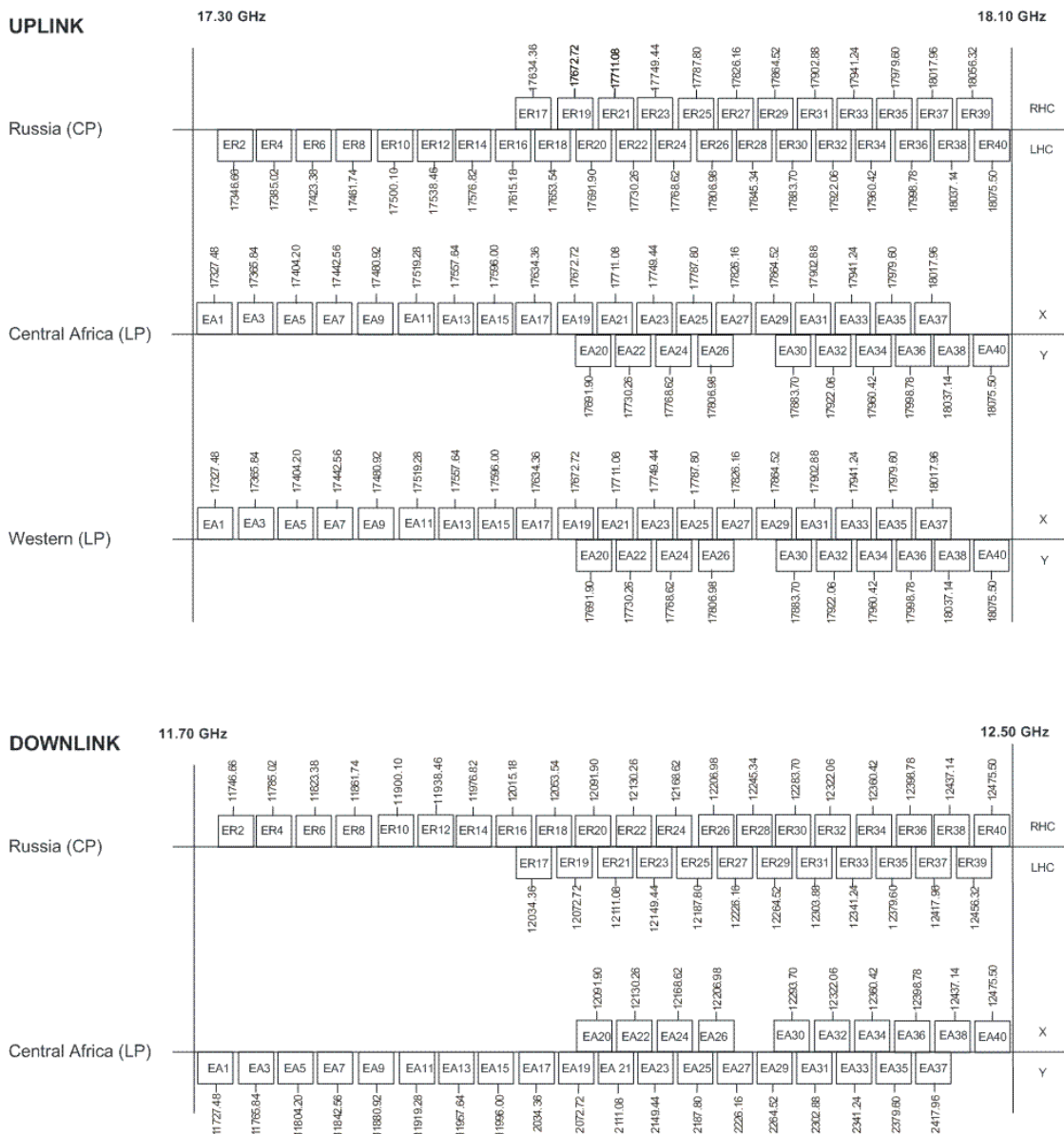
В таблице 2.3.3.2 приведены полосы пропускания каналов.

Номер канала	Частота линии связи "Земля-борт" (МГц)	Частота линии связи "борт-Земля" (МГц)	Полоса пропускания канала (МГц)	Поляризация линии связи "Земля-борт"	Поляризация линии связи "борт-Земля"
ER2	17346.66	11746.66	33	LHCP	RHCP
ER4	17385.02	11785.02	33	LHCP	RHCP
ER6	17423.38	11823.38	33	LHCP	RHCP
ER8	17461.74	11861.74	33	LHCP	RHCP
ER10	17500.10	11900.10	33	LHCP	RHCP
ER12	17538.46	11938.46	33	LHCP	RHCP
ER14	17576.82	11976.82	33	LHCP	RHCP
ER16	17615.18	12015.18	33	LHCP	RHCP
ER17	17634.36	12034.36	33	RHCP	LHCP
ER18	17653.54	12053.54	33	LHCP	RHCP
ER19	17672.72	12072.72	33	RHCP	LHCP
ER20	17691.90	12091.90	33	LHCP	RHCP
ER21	17711.08	12111.08	33	RHCP	LHCP
ER22	17730.26	12130.26	33	LHCP	RHCP
ER23	17749.44	12149.44	33	RHCP	LHCP
ER24	17768.62	12168.62	33	LHCP	RHCP
ER25	17787.80	12187.80	33	RHCP	LHCP
ER26	17806.98	12206.98	33	LHCP	RHCP
ER27	17826.16	12226.16	33	RHCP	LHCP
ER28	17845.34	12245.34	33	LHCP	RHCP
ER29	17864.52	12264.52	33	RHCP	LHCP
ER30	17883.70	12283.70	33	LHCP	RHCP
ER31	17902.88	12302.88	33	RHCP	LHCP
ER32	17922.06	12322.06	33	LHCP	RHCP
ER33	17941.24	12341.24	33	RHCP	LHCP
ER34	17960.42	12360.42	33	LHCP	RHCP
ER35	17979.60	12379.60	33	RHCP	LHCP
ER36	17998.78	12398.78	33	LHCP	RHCP
ER37	18017.96	12417.96	33	RHCP	LHCP
ER38	18037.14	12437.14	33	LHCP	RHCP
ER39	18056.32	12456.32	33	RHCP	LHCP
ER40	18075.50	12475.50	33	LHCP	RHCP
EA1	17327.48	11727.48	33	X	Y
EA3	17365.84	11765.84	33	X	Y
EA5	17404.20	11804.20	33	X	Y
EA7	17442.56	11842.56	33	X	Y
EA9	17480.92	11880.92	33	X	Y
EA11	17519.28	11919.28	33	X	Y

Номер канала	Частота линии связи "Земля-борт" (МГц)	Частота линии связи "борт-Земля" (МГц)	Полоса пропускания канала (МГц)	Поляризация линии связи "Земля-борт"	Поляризация линии связи "борт-Земля"
EA13	17557.64	11957.64	33	X	Y
EA15	17596.00	11996.00	33	X	Y
EA17	17634.36	12034.36	33	X	Y
EA19	17672.72	12072.72	33	X	Y
EA20	17691.90	12091.90	33	Y	X
EA21	17711.08	12111.08	33	X	Y
EA22	17730.26	12130.26	33	Y	X
EA23	17749.44	12149.44	33	X	Y
EA24	17768.62	12168.62	33	Y	X
EA25	17787.80	12187.80	33	X	Y
EA26	17806.98	12206.98	33	Y	X
EA27	17826.16	12226.16	33	X	Y
EA29	17864.52	12264.52	33	X	Y
EA30	17883.70	12283.70	33	Y	X
EA31	17902.88	12302.88	33	X	Y
EA32	17922.06	12322.06	33	Y	X
EA33	17941.24	12341.24	33	X	Y
EA34	17960.42	12360.42	33	Y	X
EA35	17979.60	12379.60	33	X	Y
EA36	17998.78	12398.78	33	Y	X
EA37	18017.96	12417.96	33	X	Y
EA38	18037.14	12437.14	33	Y	X
EA40	18075.50	12475.50	33	Y	X

Таблица 2.3.3.2 Центральные частоты, полоса пропускания канала и поляризация

На рисунке 2.3.3.1 представлен частотный план.


Рисунок 2.3.3.1 Частотный план

2.3.4 Схема маршрутизации каналов

Для каждого канала в отдельности по линиям связи "Земля-борт" и "борт-Земля" должна обеспечиваться схема подключений, указанная в следующей таблице.

Группа каналов	Зона покрытия по линии связи "Земля-борт"	Зона покрытия по линии связи "борт-Земля"
ER	Россия	Россия
EA	Африка или Запад	Африка

Таблица 2.3.4.1 Маршрутизация каналов

2.3.5 Избирательность

Определено 8 (восемь) наборов транспондеров (см. таблицу 2.3.5.1); по которым должна обеспечиваться следующая избирательность:

Комплект 1	ER8	ER10
Комплект 2	ER12	ER14
Комплект 3	ER17	ER18
Комплект 4	ER21	ER23
Комплект 5	EA1	EA21
Комплект 6	EA3	EA23
Комплект 7	EA5	EA25
Комплект 8	EA7	EA27

Таблица 2.3.5.1 Избирательность каналов

- Для эксплуатации 53 (пятидесяти трех) транспондеров избирательность должна обеспечивать работу как минимум 1 (одного) канала из каждого набора.
- Для эксплуатации 61 (шестидесяти одного) транспондера избирательность должна обеспечивать работу обоих (2) каналов из каждого набора.

2.3.6 Требования к связным характеристикам

2.3.6.1 Отношение усиления к шумовой температуре (G/T) системы приема

2.3.6.1.1 Характеристики отношения усиления к шумовой температуре (G/T) системы приема

На центральной частоте любого канала в направлении любой точки в пределах соответствующих Зон обслуживания (см. Раздел 2.3.1.) коэффициент G/T системы приема должен быть по меньшей мере равным значениям, приведенным в следующих таблицах.

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России	Минимальный коэффициент G/T (дБ/К)
Зона 1	8.5
Зона 2	7.5
Зона 3	3.0

Таблица 2.3.6.1.1.1 Минимальный коэффициент G/T в пределах Зоны обслуживания по линии связи "Земля-борт" в России

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке	Минимальный коэффициент G/T (дБ/К)
Зона 1	0
Зона 2	-2.0
Зона 3	-6.0

Таблица 2.3.6.1.1.2 Минимальный коэффициент G/T в пределах Зоны обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Африке

Зона обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе	Минимальный коэффициент G/T (дБ/К)
Зона	4.0

Таблица 2.3.6.1.1.3 Минимальный коэффициент G/T в пределах Зоны обслуживания по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе

2.3.6.1.2 . Изоляция отношения усиления к шумовой температуре (G/T) системы приема

Коэффициент G/T системы приема любого канала связи в любой точке в пределах Зон изоляции (см. Раздел 2.3.1) не должен превышать значения, приведенные в следующих таблицах.

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в России	Максимальный коэффициент G/T (дБ/К)
Зона 1	-32.0
Зона 2	-9.0
Зона 3	-16.5
Зона 4	-32.0

Таблица 2.3.6.1.2.1 Максимальный коэффициент G/T в пределах Зоны изоляции по линии связи "Земля-борт" в России

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Африке	Максимальный коэффициент G/T (дБ/К)
Зона	-23.0

Таблица 2.3.6.1.2.2 Максимальный коэффициент G/T в пределах Зоны изоляции по линии связи "Земля-борт" в Африке

Зона изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе	Максимальный коэффициент G/T (дБ/К)
Зона 1 (Россия)	-21.0
Зона 2 (Полигон)	-36.0

Таблица 2.3.6.1.2.3 Максимальный коэффициент G/T в пределах Зоны изоляции по линии связи "Земля-борт" в Западной Европе

2.3.6.2 Эквивалентная изотропно излучаемая мощность

2.3.6.2.1 Характеристики ЭИИМ

В любой точке Зон обслуживания линии связи "борт-Земля" (см. Раздел 2.3.1.) EIRP (далее «минимальное EIRP») на центральной частоте любого канала связи должна быть по меньшей мере равной значениям, приведенным в следующей таблице.

Russian Downlink Service Area Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России	Minimum EIRP (dBW) Минимальное значение EIRP (дБ/Вт)
Area 1	54.0
Area 2	53.0
Area 3	52.0
Area 4	50.0

Table 2.3.6.2.1.1 Minimum Required EIRP within the Russian Downlink Service Area / Минимальная необходимая EIRP в пределах Зоны обслуживания по линии связи "борт-Земля" в России

African Downlink Service Area Зона обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке	Minimum EIRP (dBW) Минимальное значение EIRP (дБ/Вт)
Area 1	48.0
Area 2	46.0
Area 3	42.0
Area 4	38.0

Таблица 2.3.6.2.1.2 Минимальная необходимая EIRP в пределах Зоны обслуживания по линии связи "борт-Земля" в Африке

2.3.6.2.2 Изоляция ЭИИМ

В любой точке в пределах Зон изоляции (см. Раздел 2.3.1) ЭИИМ на центральной частоте любого канала связи не должна превышать значения, указанные в следующих таблицах.

Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в России	Максимальная ЭИИМ (дБ/Вт)
Зона Изоляции 1	13.0
Зона Изоляции 2	49.0 (*)
Зона Изоляции 3	49.0 (*)
Зона Изоляции 4	25.0 (*)

(*) Применяется только для каналов с LHCP

Таблица 2.3.6.2.2.1 Максимальная ЭИИМ в пределах Зоны изоляции по линии связи "борт-Земля" в России

Зона изоляции по линии связи "борт-Земля" в Африке	Максимальная ЭИИМ (дБ/Вт)
Зона Изоляции	25.0

Таблица 2.3.6.2.2.2 Максимальная ЭИИМ в пределах Зоны изоляции по линии связи "борт-Земля" в Африке

2.3.7 Резервирование

Меры резервирования полезной нагрузки должны быть достаточными для удовлетворения требований к надежности. Должны быть обеспечены как минимум следующие меры резервирования:

- для тех активных широкополосных устройств, которые одновременно используются девятью или более каналами связи —

по меньшей мере, резервирование по схеме «четыре к двум», «пять к трем», «шесть к четырем», «девять к шести» или «одиннадцать к восьми» (где применимо);

- для тех активных широкополосных устройств, которые одновременно используются менее чем девятью каналами связи — по меньшей мере, резервирование по схеме «один к двум», «шесть к четырем», «восемь к шести» или «одиннадцать к восьми» (где применимо);
- для тех активных устройств, которые используются только одним каналом связи, количество резервных устройств определяется следующим образом:

Количество действующих устройств	Минимальное количество необходимых резервных устройств
1, 2 или 3	1
4 to 24	2
> 24	4

Таблица 2.3.8. Минимальное количество необходимых резервных устройств

2.3.8 Требования к маяку

Для обеспечения наведения земных станций на космический аппарат должны быть предусмотрены функции радиомаяка в диапазоне 11,70-12,50 ГГц.

2.3.8.1 Требования к рабочим характеристикам

В составе полезной нагрузки в диапазоне частот "Ku" должны быть два радиомаяка, обозначенные B1L и B2R. Должна быть предусмотрена возможность независимого включения и отключения любого из радиомаяков со стороны наземного пункта управления. Все радиомаяки должны иметь резервирование по схеме «два к одному» или «три к двум».

2.3.8.1.1 Зона обслуживания

Зона обслуживания радиомаяков должна быть составной и содержать в

себе обслуживаемые территории в России и Африке (см. Раздел 2.3.1). Функции радиомаяка могут обеспечиваться телеметрическим сигналом. В этом случае должно быть предусмотрено независимое переключение модуляции на каждом сигнале средствами телеуправления.

2.3.8.1.2 Частота

Радиомаяки должны работать на следующих частотах.

Радиомаяк	Частота
B1L	11 700.50 MHz (TBC)
B2R	11 702.50 MHz (TBC)

Таблица 2.3.7.1.2.1 Частоты радиомаяков

2.3.8.1.3 Эффективная изотропно излучаемая мощность

В любых точках своей Зоны обслуживания (см. выше) радиомаяк должен иметь EIRP, по меньшей мере, равную значениям, приведенным в следующей таблице.

Если требования к радиомаяку осуществляются с использованием телеметрического сигнала, то после применения модуляции и измерения дальности мощность остаточной несущей должна отвечать требованиям по EIRP.

Маяк	Россия	Африка
B1L	11.0 dBW	8.0 dBW
B2R	11.0 dBW	8.0 dBW

Таблица 2.3.7.1.3.1 Минимальная необходимая EIRP радиомаяка

2.3.8.1.4 Поляризация

Радиомаяк B1L должен иметь поляризацию LHCP.
Радиомаяк B2R должен иметь поляризацию RHCP.

2.4 Миссия связи в КА диапазоне частот

Основная цель системы связи в Ка диапазоне частот состоит в обеспечении двусторонней связи по топологии «звезда». Таким образом, для доступа ко всему спектру услуг (включая профессиональные и потребительские приложения) терминалы конечного пользователя должны принимать и передавать данные на центральный шлюз.

2.4.1 Зоны обслуживания

Зона обслуживания состоит из двух фиксированных участков: Зона обслуживания пользователей и Зона обслуживания шлюза. Требования по пропускной способности, G/T и EIRP влекут за собой многоточечное покрытие Зоны обслуживания пользователя. Зона покрытия должна быть неразрывной.

2.4.1.1 Зона обслуживания пользователей

Зона обслуживания пользователей включает в себя сухопутные и морские участки, ограниченные многоугольником, заданным следующими координатами.

Зона обслуживания пользователей			
29.70° E	66.10° N	59.36° E	51.42° N
32.76° E	69.82° N	54.56° E	50.76° N
37.08° E	64.54° N	53.64° E	51.45° N
42.25° E	66.40° N	48.58° E	50.01° N
44.12° E	63.14° N	48.80° E	46.28° N
49.54° E	65.70° N	48.13° E	41.66° N
50.67° E	61.96° N	39.58° E	43.05° N
56.83° E	64.58° N	36.82° E	45.29° N
57.17° E	61.04° N	35.22° E	51.22° N
63.64° E	63.26° N	32.95° E	52.94° N
63.77° E	60.25° N	27.85° E	56.40° N
69.44° E	61.54° N	28.55° E	60.94° N
71.93° E	60.53° N	30.34° E	61.91° N
65.67° E	55.11° N	29.80° E	66.02° N
62.09° E	53.97° N	29.70° E	66.10° N

Таблица 2.4.1.1 Зона обслуживания пользователей

Зона обслуживания пользователя с номинального положения на орбите представлена на Рисунке

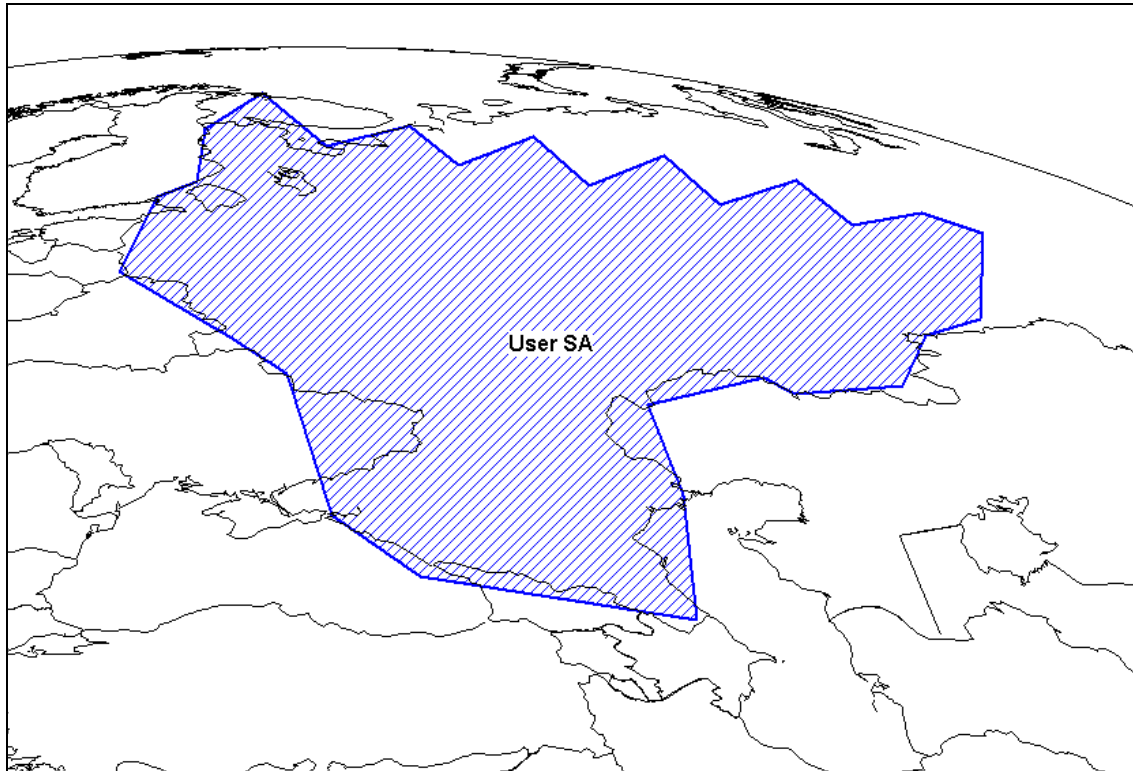


Рисунок 2.4.1.1. Зона обслуживания пользователей

Подрядчик должен определить структуру рабочих Ячеек для Зоны обслуживания пользователя.
На Рисунке 2.4.1.1-1 приводится пример многоточечной зоны покрытия и назначения точек для Зоны обслуживания пользователя.

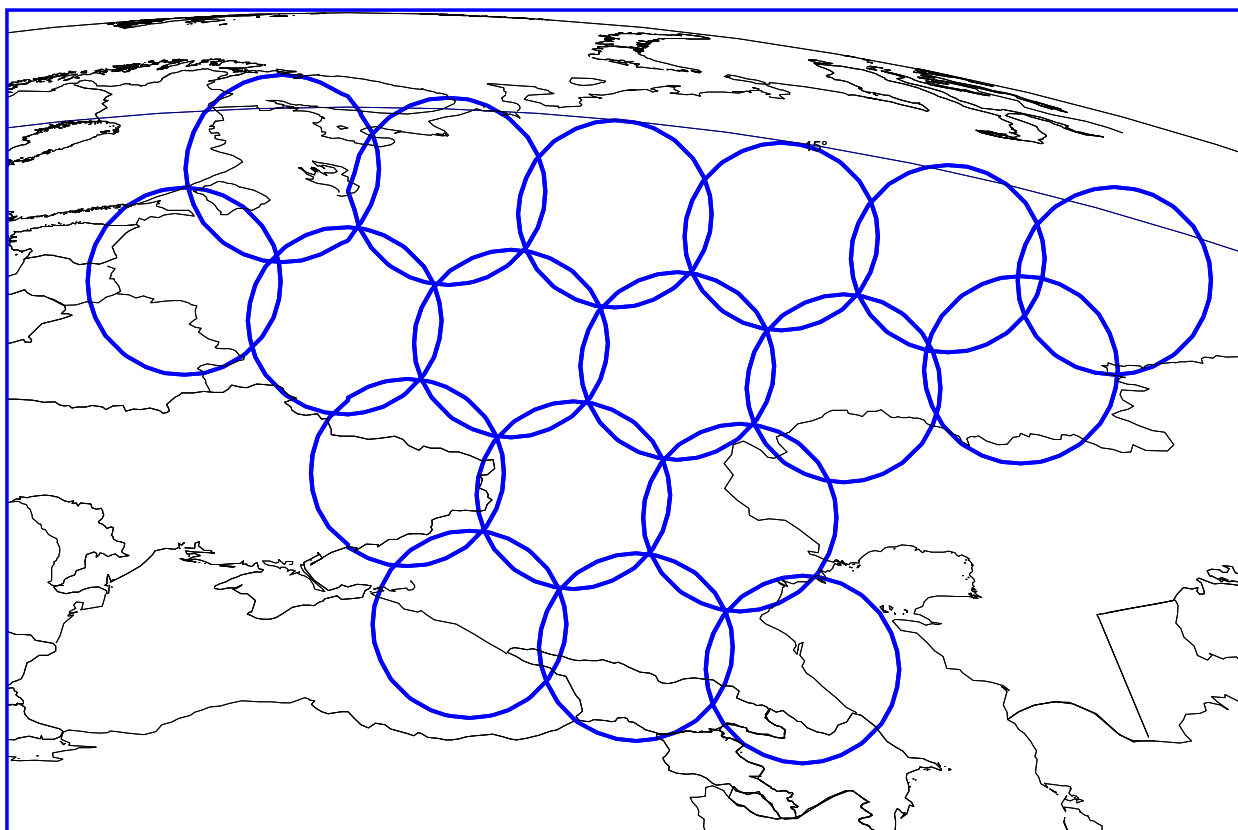


Рисунок 2.4.1.1-1. Пример многоточечной зоны покрытия

Номер луча	Долгота	Широта
1	*	*
2	*	*
3	*	*
4	*	*
5	*	*
6	*	*
7	*	*
8	*	*
9	*	*
10	*	*
11	*	*
12	*	*
13	*	*
14	*	*
15	*	*
16	*	*
17	*	*
18	*	*

* будет представлено Подрядчиком

Рисунок 2.4.1.1-2 Пример назначения точек

2.4.1.2 Зона обслуживания территории шлюзов

Каждая Зона обслуживания шлюза должна состоять из участка земли, ограниченного окружностью, диаметр которой указан ниже, в азимутальной / угломестной проекции Земли, определяемой с номинальной точки расположения КА на орбите; расположение центров окружностей указано ниже.

Наименование	Долгота	Широта	Категория	Диаметр Зоны обслуживания	Идентификатор шлюза по умолчанию
Дубна	37.25° E	56.74° N	Номинальный	0.20°	1
Сочи	39.72° E	43.58° N	Дополнит.	0.20°	2

Таблица 2.4.1.2 Обслуживаемые территории шлюзов

При работе на орбите должна быть предусмотрена возможность выбрать любую из 2-х (две) зон Обслуживания шлюзов, исходя из поляризации. С одной и той же Зоны обслуживания может быть организовано несколько линий вверх.

Каждая Зона обслуживания шлюза должна быть способна использовать общую полосу пропускания в размере 3,75 ГГц на прямых линиях, а также общую полосу пропускания в размере 2,64 ГГц на обратных линиях (в соответствии с частотным планом, который определен в следующих Разделах).

2.4.2 Прямые линии связи

2.4.2.1 Частотный план

Частотный план прямых линий миссии связи в "Ka" диапазоне частот определен в диапазоне "Ka-FSS" (номинально: 27,5 – 29,5 ГГц), а для обратных линии — в специальном "Ka" диапазоне (19,7 – 20,2 ГГц). В частотном плане должна использоваться семицветная схема многократного использования частот в специальном диапазоне "Ka" (она является производной от четырехцветной схемы многократного использования частот).

Ниже приведен частотный план прямых линий связи.

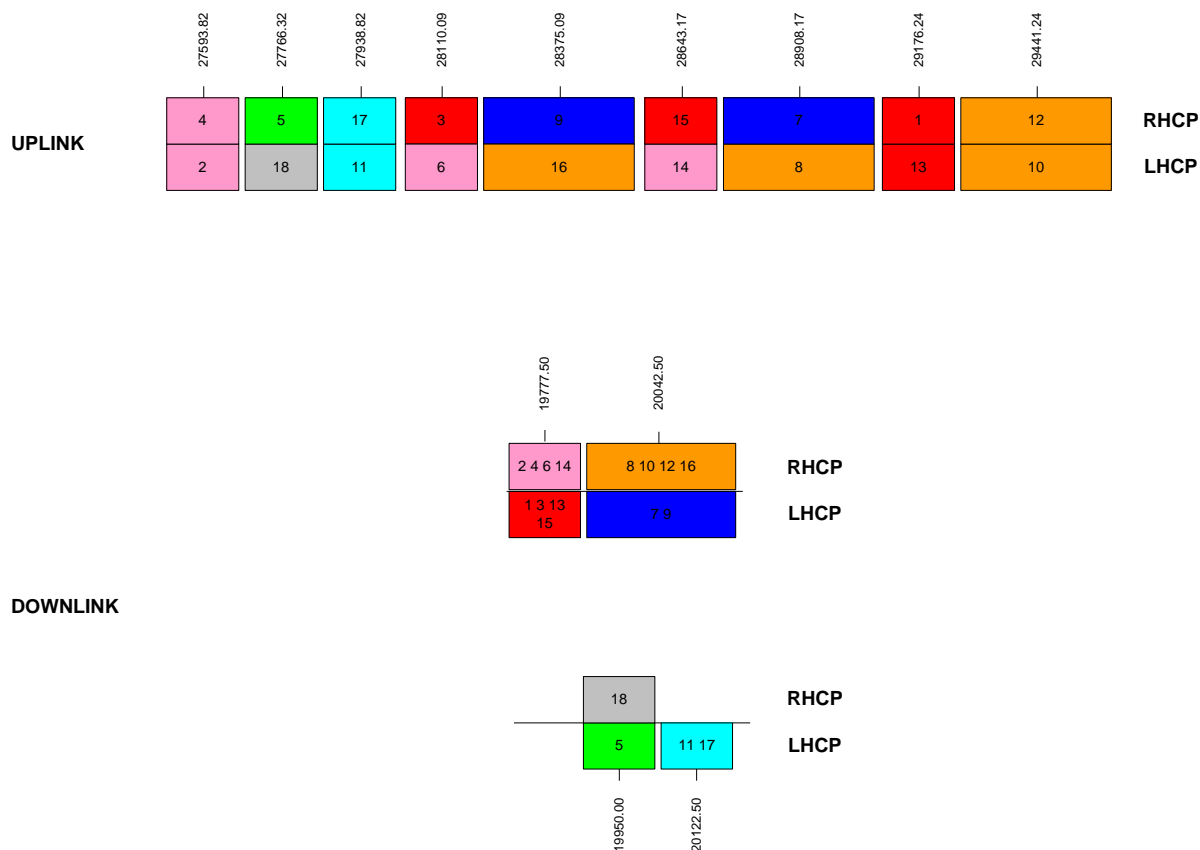


Рисунок 2.4.2.1 Частотный план, связанный с рабочими зонами обслуживания шлюза

Схема подключений приведена в Таблице ниже.

Диапазон частот по линии вверх	Диапазон частот по линии вниз	Зона покрытия по линии вверх	Зона покрытия по линии вниз
27.5-29.5 GHz*	19.7-20.2 GHz	Зона обслуживания шлюза	Зона обслуживания пользователей

(*)Заметим, что два канала выходят за пределы границы диапазона 29,5 ГГц

Таблица 2.4.2.1.1 Схема подключения каналов

В Таблице указаны центральные частоты по линиям вверх и вниз.
 В Таблице приведены полосы пропускания каналов.
 В Таблице приведены данные о сдвоенных каналах.

Канал	Тип	Полоса пропускания (МГц)	Центральная частота по линии вверх (МГц)	Центральная частота по линии вниз (МГц)	Поляризация по линии вверх	Поляризация по линии вниз	Пары каналов (ТВА)
1	F2	155	29176.24	19777.50	RHCP	LHCP	10
2	F2	155	27593.82	19777.50	LHCP	RHCP	5, 17
3	F2	155	28110.09	19777.50	RHCP	LHCP	16
4	F2	155	27593.82	19777.50	RHCP	RHCP	18, 11
5	F2	155	27766.32	19950.00	RHCP	LHCP	2, 17
6	F2	155	28110.09	19777.50	LHCP	RHCP	9
7	F1	315	28908.17	20042.50	RHCP	LHCP	14
8	F1	315	28908.17	20042.50	LHCP	RHCP	15
9	F1	315	28375.09	20042.50	RHCP	LHCP	6
10	F1	315	29441.24	20042.50	LHCP	RHCP	1
11	F2	155	27938.82	20122.50	LHCP	LHCP	4, 18
12	F1	315	29441.24	20042.50	RHCP	RHCP	13
13	F2	155	29176.24	19777.50	LHCP	LHCP	12
14	F2	155	28643.17	19777.50	LHCP	RHCP	7
15	F2	155	28643.17	19777.50	RHCP	LHCP	8
16	F1	315	28375.09	20042.50	LHCP	RHCP	3
17	F2	155	27938.82	20122.50	RHCP	LHCP	2, 5
18	F2	155	27766.32	19950.00	LHCP	RHCP	4, 11

Таблица 2.4.2.1.2 Центральные частоты, полоса пропускания канала и поляризация

2.4.2.2 . Пропускная способность прямых линий

Минимальная пропускная способность прямых линий по Зоне обслуживания пользователей должна в общем составлять 3,75 ГГц при соблюдении требований по ЭИИМ на линии вниз в специальном диапазоне "Ка".

Сведения о Зоне обслуживания пользователя, количестве Ячеек и соответствующих каналах, приведены в следующей таблице.

Зона покрытия	Определение	Тип канала	Количество ячеек
Зона обслуживания пользователей	Определено полигоном *	F1	6
		F2	12

* Реализуется с использованием лучей стандартного диаметра 0,60°

Как видно из приведенной выше таблицы, в Зоне обслуживания пользователя используется 6 Ячеек с Каналами типа F1 и 12 Ячеек с Каналами типа F2.

2.4.2.3 Требования к рабочим характеристикам систем связи

2.4.2.3.1 Отношение усиления к шумовой температуре (G/T) входной секции

На центральной частоте любого канала в направлении Зоны обслуживания шлюзов G/T входной секции прямых линий должно быть по меньшей мере равным значениям, приведенным в Таблице.

Зона обслуживания шлюза	Минимальный G/T (дБ/К)	
	Точка	Зона обслуживания
Дубна	20.0	18.0
Сочи	20.0	18.0

Таблица 2.4.2.3.1. Минимальный G/T

2.4.2.3.2 Эквивалентная изотропно излучаемая мощность

В пределах Зоны обслуживания пользователей (см. Раздел 2.4.1.1) минимальная плотность EIRP по линии вниз Прямых линий должна быть по меньшей мере равна значениям, приведенным в Таблице ниже. Это требование должно применяться ко всем полосам пропускания (см. Раздел 2.4.2.1.).

Процент от Зоны обслуживания пользователя	Минимальная плотность EIRP (дБ/Вт/МГц)
60%	36.0
80%	35.0
95%	34.0
100%	32.0

Таблица 2.4.2.3.2 Минимальная плотность EIRP

2.4.2.3.1 Поляризация

2.4.2.3.1.1 Определение поляризации

Поляризация должна быть круговой.

2.4.2.3.1.2 Поляризация по линии вниз

Требования к поляризации сигналов, передаваемых с КА, указаны в Таблице.

2.4.2.3.1.3 Поляризация по линии вверх

Требования к поляризации любых сигналов, принимаемых КА, указаны в Таблице.

2.4.2.4 Резервирование

Меры резервирования полезной нагрузки должны быть достаточны для удовлетворения требованиям по надежности КА. Должны быть обеспечены как минимум следующие меры резервирования:

- для LNA — по меньшей мере четыре резервных устройства, основанные по меньшей мере на одном кольце, которое может быть интегрировано с устройствами, используемыми для обратных линий;
- для частотных преобразователей — по меньшей мере, одно резервное устройство на каждое кольцо;
- для основного опорного генератора (если он применяется) — по меньшей мере два резервных устройства.
- для тех активных устройств, которые одновременно используются одним или двумя каналами связи, *например* НРА, — три резервных устройства, использующие, по меньшей мере, одно кольцо.

Кроме того, если используются НРА с двумя источниками питания, резервные НРА не должны использовать те же источники питания, что и НРА номинального пути.

Первый отказ НРА в определенном кольце не должен влиять на не связанные с отказом Ячейки, т. е. Ячейки, не использующие то же самое оборудование (включая источник питания).

2.4.3 Обратные линии

2.4.3.1 Частотный план

Частотный план для обратных линий полезной нагрузки Ка диапазона частот расположен в специальном диапазоне (29,5 – 30,0 ГГц) для линии вверх и в диапазоне "Ка-FSS" (18,4 – 19,7 ГГц) для линии вниз. В частотном плане должна быть использована семицветная схема многократного использования частот в специальном диапазоне "Ка". Ниже приведен частотный план обратных линий.

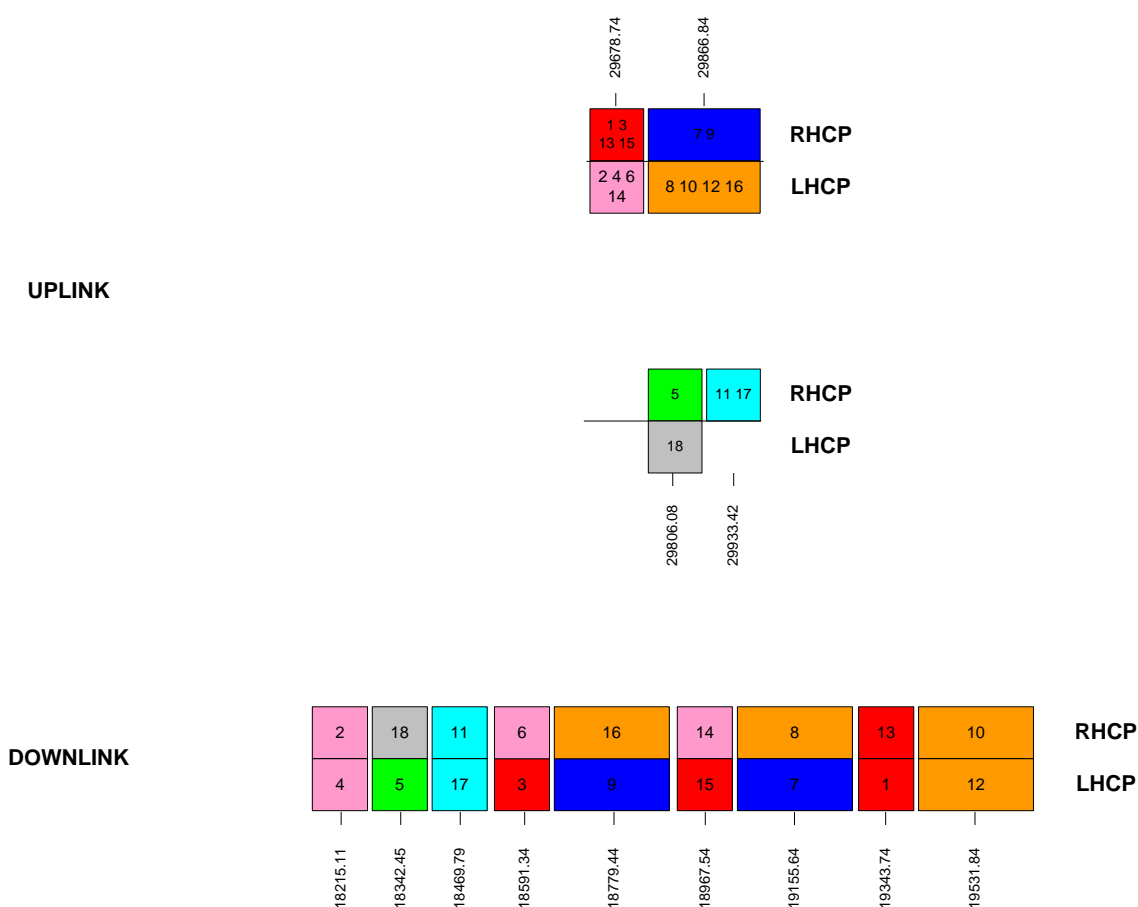


Рисунок 2.4.3.1 Частотный план отношения, связанный с рабочей Зоной обслуживания шлюза

Схема подключений приведена в Таблице ниже.

Диапазон частот по линии вверх	Диапазон частот по линии вниз	Зона покрытия по линии вверх	Зона покрытия по линии вниз
29.5-30.0 GHz	18.1-19.7 GHz	User Service Area	Gateway Service Area

Таблица 2.4.3.1.1 Схема подключения Обратных линии связи

В Таблице указаны центральные частоты по линиям вверх и вниз. В Таблице приведены полосы пропускания каналов.

Канал	Тип	Полоса пропускания (МГц)	Центральная частота по линии вверх (МГц)	Центральная частота по линии вниз (МГц)	Поляризация по линии вверх	Поляризация по линии вниз
1	R2	110	29678.74	19343.74	RHCP	LHCP
2	R2	110	29678.74	18215.11	LHCP	RHCP
3	R2	110	29678.74	18591.34	RHCP	LHCP
4	R2	110	29678.74	18215.11	LHCP	LHCP
5	R2	110	29806.08	18342.45	RHCP	LHCP
6	R2	110	29678.74	18591.34	LHCP	RHCP
7	R1	220	29866.84	19155.64	RHCP	LHCP
8	R1	220	29866.84	19155.64	LHCP	RHCP
9	R1	220	29866.84	18779.44	RHCP	LHCP
10	R1	220	29866.84	19531.84	LHCP	RHCP
11	R2	110	29933.42	18469.79	RHCP	RHCP
12	R1	220	29866.84	19531.84	LHCP	LHCP
13	R2	110	29678.74	19343.74	RHCP	RHCP
14	R2	110	29678.74	18967.54	LHCP	RHCP
15	R2	110	29678.74	18967.54	RHCP	LHCP
16	R1	220	29866.84	18779.44	LHCP	RHCP
17	R2	110	29933.42	18469.79	RHCP	LHCP
18	R2	110	29806.08	18342.45	LHCP	RHCP

Таблица 2.4.3.1.2 Центральные частоты, полоса пропускания канала и поляризация

2.4.3.2 Пропускная способность Обратных линий

Суммарная минимальная пропускная способность Обратных линии в Зоне обслуживания должна составлять 2,64 ГГц при соблюдении минимальных требований по G/T по линии вверх в специальном диапазоне "Ka".

Сведения о Зоне обслуживания пользователя, количестве Ячеек и соответствующих каналах приведены в следующей таблице.

Зона покрытия	Определение	Тип канала	Количество ячеек
Зона обслуживания пользователей	Определено полигоном *	R1	6
		R2	12

* Реализуется с использованием лучей стандартного диаметра 0,60°

Как видно из приведенной выше таблицы, в Зоне обслуживания пользователя используется 6 Ячеек с Каналами типа R1 и 12 Ячеек с

Каналами типа R2.

2.4.3.3 Требования к рабочим характеристикам систем связи

2.4.3.3.1 Отношение усиления к шумовой температуре (G/T) приёмной системы

Для центральных частот любого канала в направлении любой точки в Зоне обслуживания пользователей, G/T приёмной системы Обратных линий должно быть по меньшей мере равно значениям, приведенным, в следующей таблице.

Процент от Зоны обслуживания пользователя	Минимальное G/T (дБ/К)
60%	18.0
80%	17.0
95%	16.0
100%	14.0

Таблица 2.4.3.3.1. Минимальное G/T приемной системы в пределах Зоны обслуживания пользователей

Между данными точками характеристики должны быть, по меньшей мере, равны значениям, определяемых путем линейной интерполяции значений между двумя соседними точками.

2.4.3.3.2 Эквивалентная изотропно излучаемая мощность

В пределах Зон обслуживания шлюзов Минимальная необходимая ЭИИМ Обратных линии должна быть по меньшей мере равна значениям, приведенных в Таблице.

Зона обслуживания шлюза	Минимальное значение EIRP (дБВт)	
	Точка	Обслуживания
Дубна	61.0	59.0
Сочи	61.0	59.0

Таблица 2.4.3.3.2 Минимальное значение EIRP в пределах Зон обслуживания шлюзов

2.4.3.3.3 Поляризация

2.4.3.3.3.1 *Определение поляризации*

Поляризация должна быть круговой.

2.4.3.3.3.2 *Поляризация по линии вниз*

Требования к поляризации сигналов, передаваемых с КА, указаны в Разделе 2.4.3.1.2

2.4.3.3.3.3 *Поляризация по линии вверх*

Требования к поляризации любых сигналов, принимаемых КА, указаны в Разделе 2.4.3.1.2.

2.4.3.4 **Резервирование**

Меры резервирования полезной нагрузки должны быть достаточны для удовлетворения требованиям по надежности КА. Должны быть обеспечены как минимум следующие меры резервирования:

- для LNA — по меньшей мере, три резервных устройства, основанные, по меньшей мере, на одном кольце, которое может быть интегрировано с устройствами, используемыми для прямых линии;
- для частотных преобразователей — по меньшей мере одно резервное устройство на каждое кольцо;
- для тех активных устройств, которые одновременно используются пятью или более каналами связи, например НРА, — одно резервное устройство, использующее, по меньшей мере, одно кольцо.

Кроме того, если используются НРА с двумя источниками питания, резервные НРА не должны использовать те же источники питания, что и НРА номинального маршрута.

Первый отказ LNA в определенном кольце, используемом для Точки пользователя, не должен влиять на Зоны обслуживания шлюзов.

Первый отказ НРА в определенном кольце не должен влиять на не связанные с отказом Ячейки, т.е. Ячейки, не использующие то же самое оборудование (включая источник питания).

2.4.4 Требования к маяку

2.4.4.1 Требования

Функции радиомаяка должны быть организованы в диапазоне "Ка" (18,1 – 20,2 ГГц).

Требуется один радиомаяк, обозначенный В1. Должна быть предусмотрена возможность включения и отключения радиомаяка со стороны наземного пункта управления.

Передатчик радиомаяка должен иметь резервирование по схеме «два к одному».

2.4.4.2 Требования к рабочим характеристикам

2.4.4.2.1 Зона обслуживания

Зона обслуживания радиомаяка совпадает с Зоной обслуживания пользователей (см. Раздел 2.4.1.1).

2.4.4.2.2 Частота

Функции радиомаяка должны поддерживать следующие частоты.

Радиомаяк	Частота
В1	19 675.00 MHz (ТВС)

Таблица 2.4.4.2.2 Частота радиомаяка

2.4.4.2.3 Эквивалентная изотропно излучаемая мощность (EIRP)

2.4.4.2.3.1 Характеристики EIRP

EIRP для радиомаяка должен быть по меньшей мере равным 12,0 дБВт в направлении любой точки в пределах Зоны обслуживания (см. выше).

2.4.4.2.3.2 Стабильность EIRP

Изменение EIRP радиомаяка в направлении любой точки в пределах

зоны покрытия не должны превышать 0,2 дБ (peak-to-peak) за любые 2 минуты.

2.4.4.2.4 Поляризация

Сигнал радиомаяка должен иметь линейную Х-поляризацию. Плоскость опорной Х-поляризации должна образовывать с Базисным вектором угол $93,535^\circ$ против часовой стрелки (если смотреть в направлении Земли) с геостационарной орбиты, относительно плоскости, содержащей этот вектор и ось тангажа. Базисным вектором является вектор, направленный от КА на $0,21^\circ$ к западу и на $6,07^\circ$ к северу в системе координат КА.