

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R S.1758

**Описание характеристик систем на высокой околоземной орбите
в фиксированной спутниковой службе**

(2006)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации описываются характеристики систем на высокой околоземной орбите (ВОО) в фиксированной спутниковой службе (ФСС) в целях проведения исследований совместного использования частот. Назначение Рекомендации – обеспечить администрации информацией о системах ВОО ФСС для применения в проведении исследований по совместному использованию частот с другими типами систем НГСО ФСС, с сетями ГСО ФСС, а также с системами и сетями других служб, распределенных на совместной с ФСС первичной основе. Представленная информация включает в себя такие параметры, как характеристики орбиты, активная дуга, повторяющиеся следы орбиты на поверхности Земли, антенны соответствующих земных станций, углы места, эстафетные передачи и угловое разрешение со стороны дуги ГСО.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что в соответствии с Регламентом радиосвязи (РР) полосы частот фиксированной спутниковой службы (ФСС) могут использоваться как спутниковыми сетями геостационарной спутниковой орбиты (ГСО), так и спутниковыми системами НГСО;
- b) что большинство таких полос частот ФСС также совместно используются наземными службами;
- c) что спутниковые системы на высокой околоземной орбите (ВОО), характеристики которых описываются в настоящей Рекомендации, являются системами НГСО;
- d) что характеристики помех, причиняемых сетям ГСО со стороны большинства систем ВОО ФСС, обусловлены тем фактом, что их линии обслуживания действуют только в активных дугах, которые поддерживают большее угловое разнесение в отношении линий ГСО;
- e) что системы ВОО ФСС могут предоставлять услуги в высокоширотных районах с большими углами места, чем сети ГСО ФСС;
- f) что системы ВОО ФСС имеют потенциал для повышения использования полос частот ФСС без создания перегрузки ГСО;
- g) что администрациям было бы полезно иметь источник информации о системах ВОО ФСС для применения при проведении исследований по совместному использованию частот с другими типами систем НГСО ФСС, с сетями ГСО ФСС, а также с системами и сетями в других службах, распределенных на совместной с ФСС первичной основе,

признавая,

- a) что некоторые спутниковые системы ВОО много лет успешно работают в ФСС;
- b) что недавно в БР МСЭ поступила информация о дополнительных системах ВОО ФСС;
- c) что МСЭ-R проводил и продолжает проводить исследования в отношении влияния помех со стороны спутников ВОО ФСС на приемники ФС, учитывая характеристики спутников ВОО ФСС;

d) что были разработаны и разрабатываются Рекомендации МСЭ-R в отношении систем ВОО ФСС, однако до сих пор отсутствуют общие описания характеристик и справочные материалы для систем ВОО ФСС;

e) что, возможно, описание характеристик систем ВОО ФСС и систем ВОО в некоторых других службах радиосвязи различаются,

рекомендует,

1 чтобы термин "ВОО" использовался в том случае, когда имеются в виду типы систем НГСО ФСС, описание характеристик которых приводится в п. 1 Приложения 1 к настоящей Рекомендации;

2 чтобы материал, содержащийся в Приложении 1 к настоящей Рекомендации, применялся для проведения исследований по совместному использованию частот, связанных с системами ВОО ФСС.

Приложение 1

Характеристики спутниковых систем ВОО ФСС

1 Общие характеристики спутников ВОО ФСС и спутниковых систем ВОО ФСС

Спутниковая система ВОО ФСС является системой НГСО, которая включает в себя спутник либо спутники, использующие эллиптическую орбиту со всеми следующими орбитальными и эксплуатационными характеристиками:

- Геостационарный период (23 час. 56 мин.), умноженный на m/n , где m и n целые числа, дает в результате n апогеев каждые m дней. Отношение m/n может быть меньше, равно либо больше 1 (таким образом, имеем фиксированный след орбиты на поверхности Земли каждые m дней), в результате чего можно выделить три вида орбит:
 - *Геостационарная ВОО*: ВОО с орбитальным периодом 23 час. 56 мин. ($m/n = 1$).
 - *Субгеостационарная ВОО*: ВОО с геостационарным периодом, умноженным на отношение m/n , меньшее единицы (например, 11 час. 58 мин., 5 час. 59 мин. и т. д.).
 - *Супергеостационарная ВОО*: ВОО с геостационарным периодом, умноженным на отношение m/n , большее единицы (например, 47 час. 52 мин.).
- Наклонение между 35 и 145°.
- Высота апогея как минимум 18 000 км.
- Передачи несущей обслуживания, отличные от передач несущей телеметрии и команд, ограничены одной активной дугой либо несколькими активными дугами в пределах орбиты, как подробно описано в п. 1.1.

Термин "ВОО" применяется для обозначения этого типа орбиты.

Возможны многие варианты разработок и эксплуатации систем ВОО. Наличие таких вариантов обусловлено тем, что системы ВОО имеют различные задачи либо различные критерии оптимизации. К примерам характеристик, различающихся в зависимости от системы, можно отнести частоты; размер зоны обслуживания; минимальные углы места; использование полнодвижущихся антенн, антенн с ограниченными возможностями слежения либо фиксированных антенн земных терминалов; размер активных дуг; число одновременно работающих спутников; и число активных дуг, в пределах которых работает спутник.

Группировки спутников ВОО с регулируемыми точечными лучами, вероятно, имеют зоны обслуживания в пределах зон покрытия, соответствующих большим углам места активных спутников, за исключением случаев, когда системы ВОО сконструированы таким образом, чтобы обеспечивать глобальное обслуживание "восток-запад" на северных широтах.

Типичные спутниковые системы ВОО ФСС обладают некоторыми либо всеми представленными ниже особыми эксплуатационными особенностями:

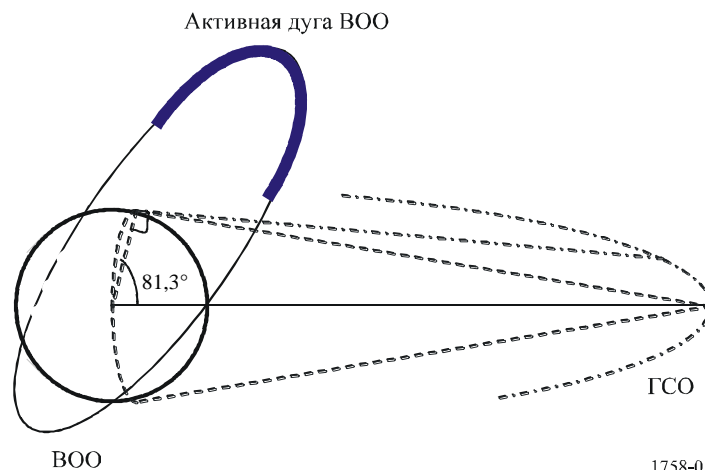
1.1 Активная дуга

За исключением функций космических операций, каждый спутник в спутниковой системе ВОО ФСС работает только на конкретной части своей орбиты, известной как активная дуга. Все передачи несущей обслуживания в ФСС в направлении к отдельному спутнику ВОО и от него прекращаются, когда спутник находится вне своей активной дуги. В зависимости от орбитального периода часть активной дуги орбиты повторяется над одним либо более местоположением на Земле. Отметим, что в случае почти круговых орбит возможны две активные дуги в пределах одной орбиты, каждая из которых находится над южной и северной полусферами.

Размер активной(ых) дуги (дуг) для определенной системы зависит от конкретной разработки системы. Активная дуга, в основном, спроектирована таким образом, чтобы охватить точку апогея либо самую высокую широту орбиты. Это делается для того, чтобы свести к минимуму изменения азимута и угла места спутника в месте расположения земных станций, которые с ним работают. Кроме того, для недопущения создания чрезмерных помех в отношении и со стороны ГСО/ФСС с одинаковыми частотами длина активной дуги обычно устанавливается таким образом, чтобы она не пересекалась ни с одной линией между ГСО и поверхностью Земли (рис. 1). Для обеспечения непрерывного обслуживания на каждой активной дуге все время будет находиться как минимум один спутник из заданной спутниковой системы ВОО ФСС.

РИСУНОК 1

Иллюстрация активной дуги ВОО, ограниченной так, чтобы не пересекаться ни с одной линией между ГСО и поверхностью Земли



1758-01

1.2 Повторяющиеся следы орбиты на поверхности Земли

Спутники ВОО имеют повторяющиеся следы орбиты на поверхности Земли (т. е. линию, являющуюся набором подспутниковых точек, отражающих движение спутника вокруг Земли), спроектированные таким образом, чтобы их активные дуги возникали в оптимальных положениях для требуемых зон покрытия. Для получения повторяющегося следа орбиты на поверхности Земли период вращения орбиты должен представлять собой величину, кратную величине периода вращения Земли вокруг своей оси либо содержащуюся в этой величине целое число раз. В зависимости от размера активной дуги и числа спутников в спутниковой системе ВОО ФСС повторяющиеся следы орбиты на поверхности Земли могут способствовать расширению повторного использования частот отдельными спутниковыми системами ВОО ФСС, использующими такие типы орбит.

Характеристики активной дуги могут также обусловить практически постоянные углы наблюдения со стороны земных станций. Системы ВОО ФСС могут состоять из множества спутников ВОО, которые следуют единственному повторяющемуся следу орбиты на поверхности Земли, либо из множества спутников ВОО, которые используют различные повторяющиеся следы орбиты на поверхности Земли.

1.3 Антенны соответствующих земных станций

В зависимости от размера активной дуги и особенностей орбиты данной системы ВОО ФСС на соответствующих земных станциях, как правило, используются антенны одного из следующих четырех типов (отметим, что может существовать более одного типа земной станции, связанной с конкретной системой ВОО):

- антенны с двойным слежением;
- антенны, имеющие возможность слежения с прерыванием для переключения со спутника, покидающего активную дугу, на спутник, выходящий на нее;
- единственная антенна слежения в особом случае, когда два спутника, участвующие в эстафетной передаче, очень близко расположены в момент ее осуществления;
- единственная антенна без функции слежения, обладающая достаточно широким лучом для покрытия всей активной дуги.

1.4 Большие углы места земных станций спутниковой системы ВОО ФСС в зонах обслуживания, расположенных на средних и высоких широтах

Это позволяет получить преимущества больших углов места в местоположениях с малыми углами места по отношению к ГСО.

1.5 Непрерывное обслуживание с эстафетной передачей

Спутниковые системы ВОО ФСС, использующие достаточное число спутников, имеют возможность обеспечивать постоянное наличие, по крайней мере, одного спутника в пределах каждой активной дуги, таким образом обеспечивая непрерывное покрытие. Эстафетная передача между спутниками может быть нечастой, с непрерывным многочасовым обслуживанием, обеспечиваемым одним спутником ВОО, в зависимости от выбранной орбиты и задач проектирования системы.

1.6 Угловое разрешение со стороны геостационарной спутниковой орбиты

Спутниковая система ВОО ФСС может эксплуатироваться таким образом, что во всех точках в пределах зоны обслуживания ВОО будет иметь место большое угловое разрешение между ее спутниками, находящимися в любом месте их активной(ых) дуги (дуг), и всеми точками на геостационарной спутниковой орбите (см. Рекомендацию МСЭ-R S.1713). Для положений ФСС с использованием направленных антенн это улучшает совместное использование частот спутниковой системой ВОО ФСС и спутниковыми сетями геостационарной спутниковой орбиты без значительного ограничения полезного покрытия системы ВОО.

1.7 Группировки ВОО, поддерживающие земные станции с малыми антеннами без возможности слежения

В некоторых системах идентичные, одинаково синхронизированные по времени спутники, формирующие группировку с одним повторяющимся следом орбиты на поверхности Земли и работающие только в активных дугах, которые имеют очень маленький угловой диапазон около апогея, представляют собой систему с теми же характеристиками видимости спутника, что и сеть ГСО. Даже несмотря на то, что их орбиты, несомненно, не являются геостационарными, работающие в подобной группировке ВОО спутники остаются почти фиксированными по отношению к точкам на поверхности Земли.

2 Примеры ВОО

На рис. 2–5 представлены четыре примера ВОО.

На рисунке 2 показан след на поверхности Земли от ВОО с орбитальным периодом 7 час. 59 мин., эксцентриситетом 0,64 и наклоном 63,4°. Выделенная часть орбиты обозначает активную дугу, находящуюся выше 45° северной широты.

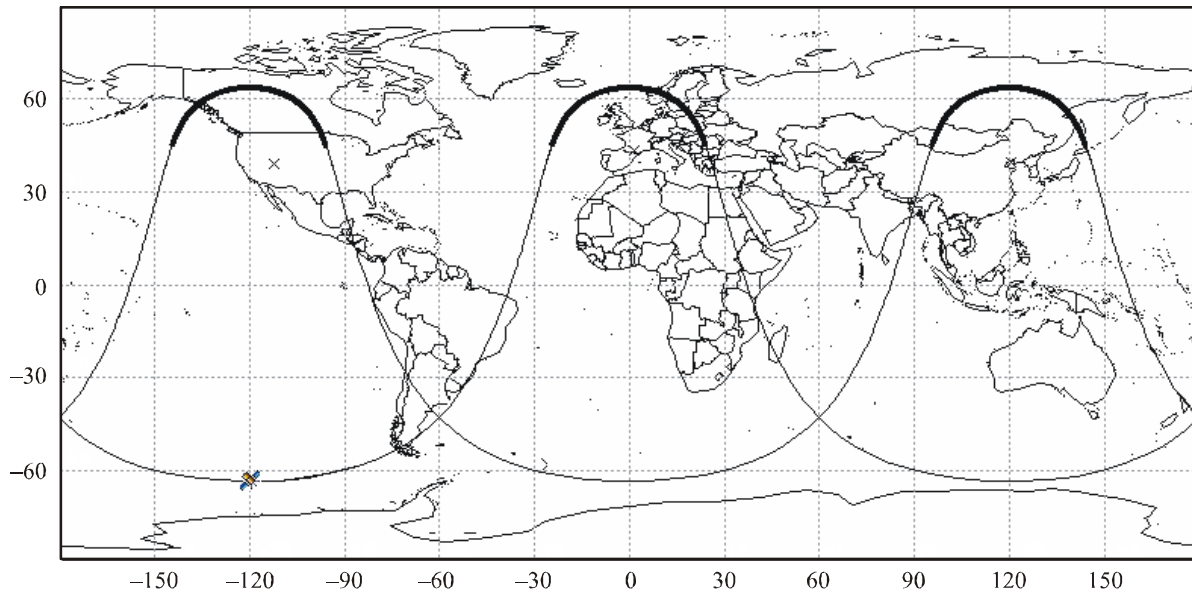
На рисунке 3 показан след на поверхности Земли от ВОО с орбитальным периодом 11 час. 58 мин., эксцентриситетом 0,72 и наклоном $63,4^\circ$. Выделенная часть орбиты обозначает активную дугу, находящуюся выше 25° северной широты.

На рисунке 4 показан след на поверхности Земли от ВОО с орбитальным периодом 23 час. 56 мин., эксцентриситетом 0,1 и наклоном 45° . Выделенная часть орбиты обозначает активную дугу, находящуюся выше 30° северной широты.

На рисунке 5 показан след на поверхности Земли супергеостационарной ВОО с орбитальным периодом 47 час. 52 мин., наклоном $63,4^\circ$ и эксцентриситетом около 0; выделенная часть орбиты обозначает две активные дуги, находящиеся выше 25° южной и северной широты.

РИСУНОК 2

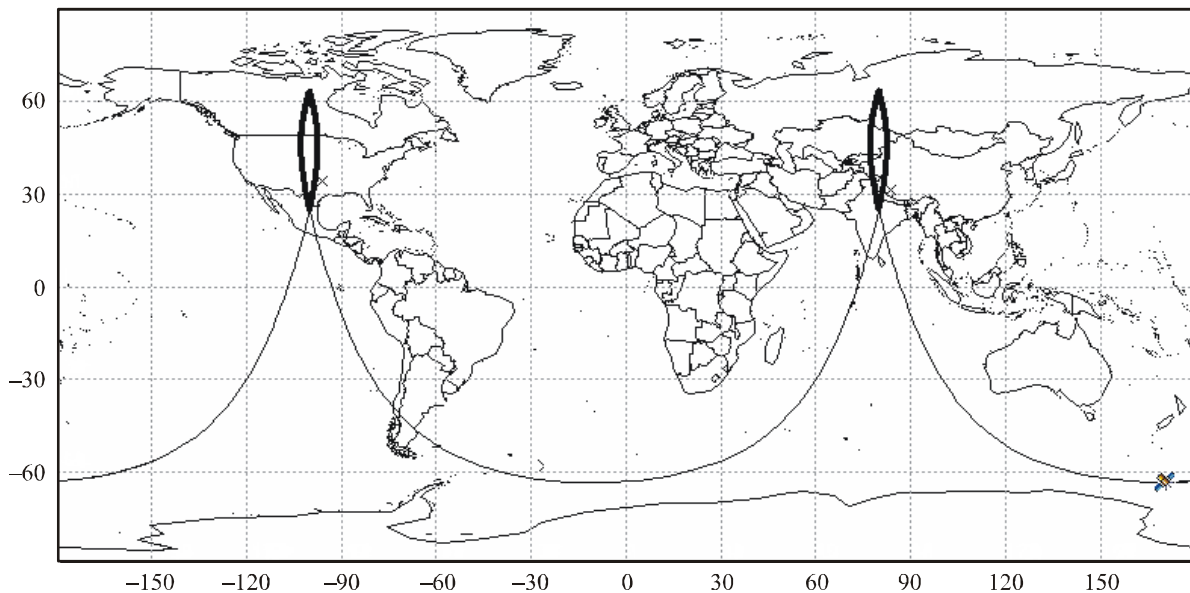
След на поверхности Земли субгеостационарной ВОО с 8-часовыми орбитами



1758-02

РИСУНОК 3

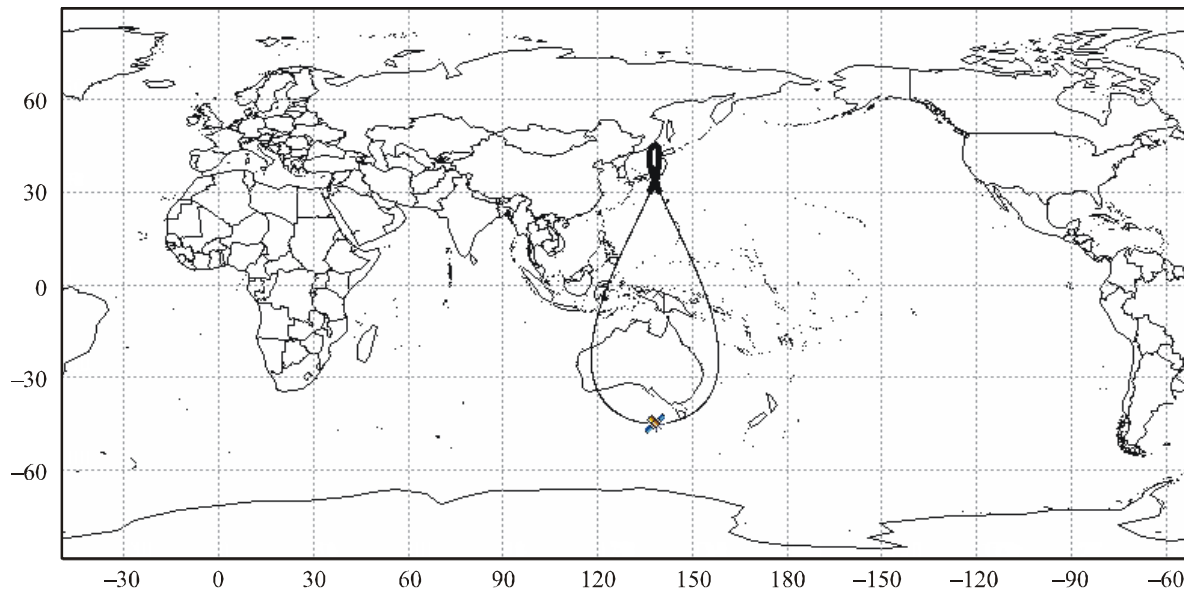
След на поверхности Земли субгеостационарной ВОО с 12-часовыми орбитами



1758-03

РИСУНОК 4

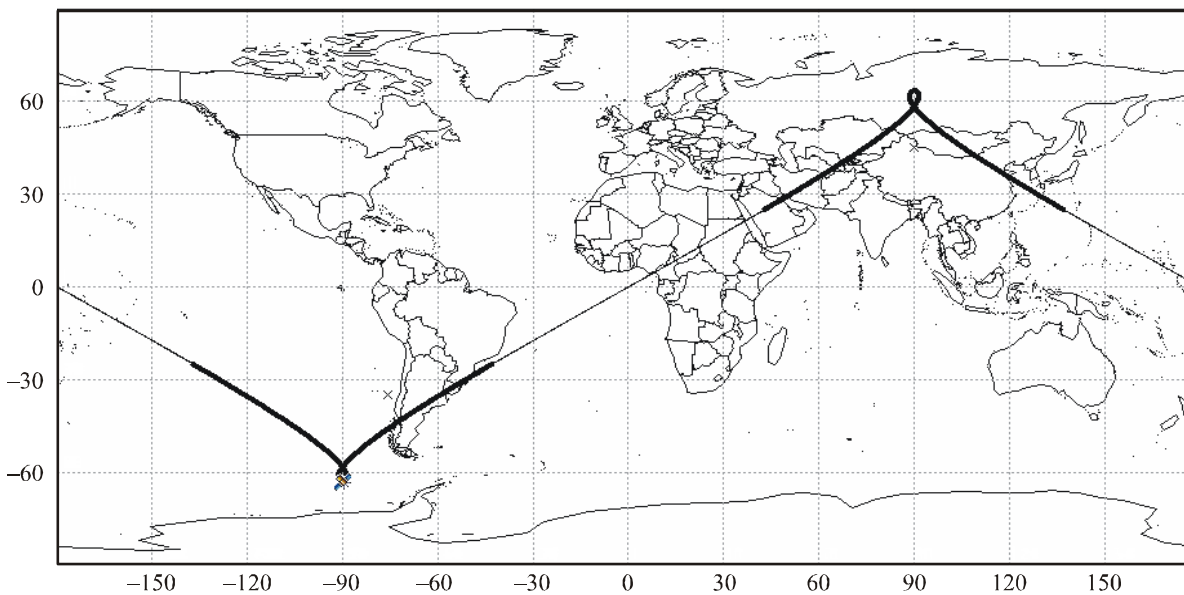
След на поверхности Земли геостационарной ВОО с 24-часовыми орбитами



1758-04

РИСУНОК 5

След на поверхности Земли супергеостационарной ВОО с 48-часовыми орбитами



1758-05