

Международный союз электросвязи

МСЭ-R
Сектор радиосвязи МСЭ

Отчет МСЭ-R SM.2182-2
(06/2019)

**Измерительные средства, доступные
для измерения излучений от космических
станций как ГСО, так и НГСО**

Серия SM
Управление использованием спектра



Международный
союз
электросвязи

Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Отчетов МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу <http://www.itu.int/publ/R-REP/en>)

Серия	Название
VO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра

Примечание. – Настоящий Отчет МСЭ-R утвержден на английском языке Исследовательской комиссией в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2022 г.

© ITU 2022

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

ОТЧЕТ МСЭ-R SM.2182-2

**Измерительные средства, доступные для измерения излучений
от космических станций как ГСО, так и НГСО**

(Вопрос МСЭ-R 232/1)

(2010-2017-2019)

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1	Введение.....	5
2	Орбитальные ресурсы для спутников	5
3	Спутниковые средства.....	5
4	Заключение	5
	Приложение 1 – Средства контроля космической радиосвязи в Германии.....	6
1	Описательная характеристика станции контроля космической радиосвязи	6
1.1	Общее описание.....	6
1.2	Функции	6
1.3	Характеристики системы.....	7
1.4	Параметры измерений.....	9
2	Задачи.....	9
2.1	Контроль занятости спектра.....	9
2.2	Определение местоположения	10
2.3	Измерение помех.....	10
2.4	Предзапусковый контроль.....	10
3	Рабочее время	10
4	Контактная информация.....	11
	Приложение 2 – Средства контроля космической радиосвязи в Китае	15
1	Общее введение.....	15
2	Средства контроля космической радиосвязи на Пекинской станции контроля	15
2.1	Системы контроля.....	15
2.2	Основные параметры некоторого наиболее часто используемого оборудования	19
2.3	Рабочее время и контактная информация	19

Приложение 3 – Средства контроля космической радиосвязи в Соединенных Штатах Федеральная комиссия связи (ФКС)	21
1 Характеристики станции контроля космической радиосвязи.....	21
1.1 Введение.....	21
1.2 Общее описание.....	21
1.3 Функции	21
1.4 Оборудование	22
1.5 Характеристики системы.....	23
2 Рабочее время и контактная информация.....	24
Приложение 4 – Средства контроля космической радиосвязи в Республике Корея	25
1 Информация о Центре контроля спутниковой радиосвязи (SRMC)	25
1.1 Общее описание.....	25
1.2 Функции	25
1.3 Характеристики системы.....	26
1.4 Параметры измерений.....	27
1.5 Передвижная система контроля спутниковой радиосвязи	28
2 Задачи	29
2.1 Измерение геостационарной спутниковой орбиты и характеристик передачи	29
2.2 Тщательное рассмотрение причин возникновения вредных интерференционных радиоволн.....	29
2.3 Предоставление данных измерений	29
3 Рабочее время и контактная информация.....	29
3.1 Рабочее время	29
3.2 Контактная информация.....	29
Приложение 5 – Средства контроля космической радиосвязи в Японии	30
1 Обзор	30
1.1 История вопроса	30
1.2 Функции	30
1.3 Конфигурация системы.....	31
1.4 Основные характеристики.....	31
1.5 Основные параметры измерений	35

Стр.

2	Основные операции	35
2.1	Измерение и анализ орбитальной позиции	35
2.2	Измерение и анализ различных радиопараметров	36
2.3	Измерение и анализ использования частот	36
2.4	Измерение и анализ радиоизлучений	37
2.5	Определение источника помех на линии вверх	38
3	Рабочее время	40
4	Контактная информация	40
	Приложение 6 – Средства контроля космической радиосвязи в Украине	40
1	Общее введение	40
2	Основные задачи Киевской станции контроля космической радиосвязи	41
3	Структура Киевской станции контроля космической радиосвязи	41
3.1	Антенны	42
3.2	Подсистема для диагностики и управления наземным оборудованием	42
3.3	Подсистема для измерения параметров спутникового излучения	42
3.4	Подсистема для геопозиционирования земных станций и вычисления спутниковых эфемерид	43
4	Контактная информация	44
	Приложение 7 – Средства контроля космической радиосвязи в Казахстане	44
	Приложение 8 – Станция контроля космической радиосвязи в Бразилии	48
1	Характеристики станции контроля космической радиосвязи	48
1.1	Введение	48
1.2	Общее описание и функции	48
1.3	Характеристики системы	49
1.4	РЧ-входной каскад и инфраструктура	50
2	Задачи	51
2.1	Измерения и анализ технических параметров	51
2.2	Операции геопозиционирования	51
3	Рабочее время и контактная информация	54

Приложение 9 – Средства контроля космической радиосвязи Султаната Оман Регуляторный орган электросвязи (TRA)	54
1 Общее описание	54
2 Функции	55
3 Характеристики системы.....	55
4 Структура станции контроля космической радиосвязи	56
4.1 Антенны	56
4.2 Подсистема диагностики и управления устройствами станции и наведения антенн на орбитальные позиции спутников	56
4.3 Подсистема контроля, обнаружения и определения характеристик спутниковых сигналов	57
4.4 Система определения местоположения передатчика (геопозиционирование)	59
4.5 Мобильная станция контроля	60
4.6 Беспилотная авиационная система (БАС).....	61
4.7 Опорный излучатель	61
4.8 Контроль цифрового телевизионного вещания.....	61
4.9 Подсистема проверки лицензий и занятости орбиты	62
4.10 Регистратор L-диапазона	63
5 Задачи	63
6 Рабочее время	63
7 Контактная информация.....	63

1 Введение

Задачи служб контроля радиосвязи, связанных с контролем излучений космических станций, находящихся на геостационарной (ГСО) или негеостационарной орбите (НГСО), в принципе такие же, как и задачи наземных радиослужб. Однако контроль излучений от наземных и космических станций различается в плане используемых технических средств и методов. В настоящем Отчете приведена информация о космических средствах контроля, находящихся в ведении регламентарных органов электросвязи во всем мире.

2 Орбитальные ресурсы для спутников

Орбитальные позиции для геостационарных спутников являются ценным и весьма ограниченным ресурсом, и поэтому информация о рабочем состоянии геостационарных спутников, записанная в Международном справочном регистре частот МСЭ (МСРИ), полезна для департаментов, администрации которых занимаются вопросами управления использованием спектра.

Негеостационарные спутниковые орбиты порождают дополнительные проблемы, поскольку спутники находятся в постоянном движении в орбитальной плоскости и, следовательно, их нелегко отслеживать.

Следует понимать, что необходимость в обнаружении и устранении вредных помех, создаваемых космическим станциям и самими этими станциями, может стать важной для администраций, в чьей юрисдикции нет заявленных спутников, но которые должны решать проблемы наземных помех, связанных со спутниками.

3 Спутниковые средства

В различных частях мира уже имеются несколько земных станций контроля, которые находятся в ведении регламентарных органов электросвязи и которые способны осуществлять сбор данных, относящихся к излучениям от космических станций. Некоторые из них оснащены так называемыми системами определения местоположения передатчика, обладающими возможностью геопозиционирования источников помех на поверхности Земли, воздействующих на космические спутники.

Технические проблемы с настройкой и эксплуатацией таких станций контроля, необходимость в значительном объеме денежных средств и, что не менее важно, потребность в операторах с достаточным опытом на таких станциях требуют тесного сотрудничества между станциями.

4 Заключение

В целях содействия сотрудничеству между этими станциями в приложениях к данному Отчету представлена информация об имеющихся во всем мире средствах контроля космической радиосвязи, находящихся в ведении регламентарных органов электросвязи. Приведены сведения о местоположении таких объектов и контактная информация. Эти станции контроля могут помочь другим администрациям в случаях, связанных со спутниковыми помехами или контролем. Каждая из упоминаемых в приложениях станций может покрыть часть дуги геостационарной орбиты в окрестностях своего географического расположения. Вся дуга геостационарной орбиты покрывается перечисленными станциями.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Хотя спутник находится в пределах видимости конкретной станции контроля, диаграмма направленности передающей антенны геостационарного спутника (зона обслуживания) и негеостационарные траектории орбит оказывают влияние на возможность отслеживания сигналов.

Приложение 1

Средства контроля космической радиосвязи в Германии

Станция "Леехайм" Федерального сетевого агентства Германии

1 Описательная характеристика станции контроля космической радиосвязи

1.1 Общее описание

Станция контроля космической радиосвязи "Леехайм" принадлежит Федеральному сетевому агентству по электричеству, газу, телекоммуникациям, почте и железным дорогам или, сокращенно, Федеральному сетевому агентству.

В сферу ответственности Агентства входят управление использованием спектра и контроль спектра. Станция контроля "Леехайм" находится на реке Рейн, приблизительно в 35 км к юго-западу от Франкфурта-на-Майне. Ее полностью подвижные антенны диаметром до 12 м направлены на космические спутники. Эти антенны не предназначены для целей коммерческих передач. Они являются центральным компонентом установки, применяемой для контроля частотного спектра, распределенного службам космической радиосвязи, и для обнаружения помех на используемых для спутниковой связи частотах.

1.2 Функции

Как вспомогательное средство при планировании и координации

Общее наблюдение за орбитой позволяет выявить фактическое использование частотного спектра космических служб. Сюда входят измерение загруженности спутникового ретранслятора и определение орбитальных позиций на геостационарной орбите.

Наблюдение за занятостью конкретных частот в сочетании, например, с процедурами координации радиочастот позволяет определить потенциальные помехи на раннем этапе, еще во время планирования спутниковых систем.

Испытания в полевых условиях могут помочь в оптимизации теоретических моделей, облегчающих совместное использование частот космическими и наземными службами.

Как инструмент для определения местоположения спутника и его эксплуатации

Телеметрия и отслеживание частот перед запуском гарантируют успешное определение местоположения геостационарных спутников.

Контроль спутниковых излучений, загруженности ретранслятора и позиции спутника является незаменимым инструментом, позволяющим компетентным органам проверять, эксплуатируется ли спутник в соответствии с данными, которые были предварительно опубликованы, скоординированы и заявлены на международном уровне.

Обработка помех позволяет обнаружить источники вредных помех, которые в противном случае будут продолжать препятствовать нормальной работе спутниковых или наземных радиослужб.

Выявление помех на линиях вверх

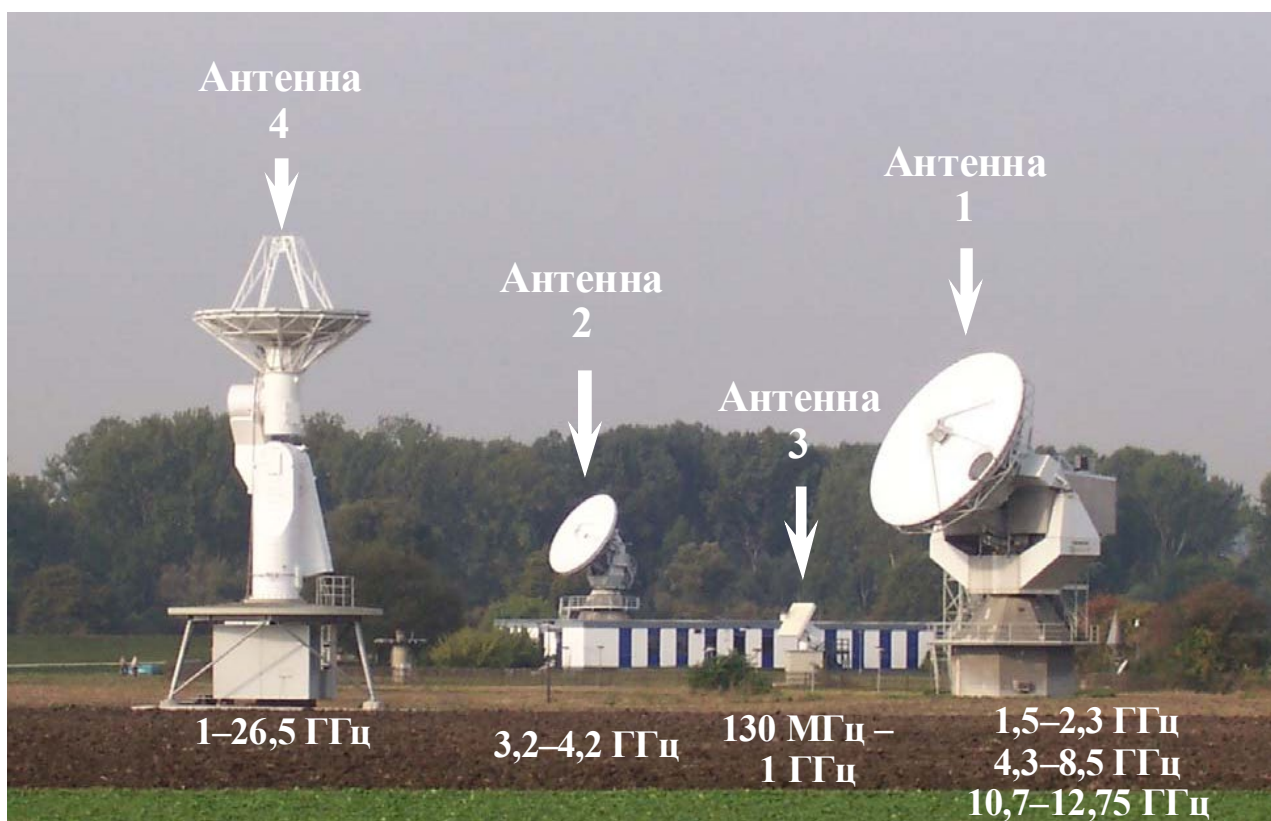
Участились случаи помех на линиях вверх, то есть случаев, когда спутник выступает не как источник помех, а как объект, испытывающий помехи. После того как пользователи получили прямой доступ к спутниковой пропускной способности, количество земных станций стремительно выросло. Земные станции являются основным источником помех на линиях вверх. Помехи могут быть вызваны как техническими, так и эксплуатационными сбоями. Кроме того, наблюдаются случаи незаконного использования спутниковых ретрансляторов и преднамеренного создания помех ретрансляторам. Уполномоченные органы, операторы и пользователи вынуждены разбираться с этой ситуацией.

Система контроля регистрирует источники помех, принимая их сигналы по двум различным каналам – от испытываемого помехи спутника и от соседнего спутника. Станция "Леехайм" определяет разность времени и частот полученных сигналов, обрабатывает эти данные, а затем устанавливает географические координаты передатчика. Как только становится известно местонахождение источника помех, помехи от такого источника могут быть оперативно устранены.

1.3 Характеристики системы

Расположение: 49°51'13" с. ш. 08°23'50" в. д.

Видимая дуга геостационарной орбиты: от 67° з. д. до 83° в. д.



SM.2182-Annex1-01

Антенна 1

Антенна 1, представляющая собой лучеводную антенну Кассегрена диаметром 12 м, – это широкополосная антенна, предназначенная для покрытия частотного диапазона 1–13 ГГц. Узкие фидерные линии с оптимизированными характеристиками на 1,5–1,8 ГГц, 2,1–2,3 ГГц и 10,7–12,75 ГГц являются предварительным условием для так называемого моноимпульсного сопровождения, необходимого для высокоточного наведения антенны. Настраиваемый поворотный отражатель и скользящая фидерная линия допускают переключение между диапазонами частот.

Широкий частотный интервал 4,3–8,5 ГГц антенны 1 не допускает моноимпульсного сопровождения. Однако эта антенна обладает возможностью точного, управляемого с помощью компьютера сопровождения позиции во всех диапазонах частот.

Антенна 2

Антенна 2 – это антенна Кассегрена с узкополосным фидерным каналом в частотном диапазоне 3,2–4,2 ГГц, ее диаметр составляет 8,5 м. Эта антенна на данный момент имеет ограниченную эксплуатационную готовность.

Антенна 3

Антенна 3, представляющая собой квадрат со стороной 2,4 м, содержит три сектора антенных решеток из симметричных вибраторов различного размера и покрывает в совокупности диапазон частот от 130 до 1000 МГц.

Антенна 4

Антенна 4 – это прямофокусная многодиапазонная антенна диаметром 7 м, покрывающая диапазон 1–26,5 ГГц. Этот диапазон состоит из восьми поддиапазонов, каждый из которых немного перекрывает соседний. Соответствующие фидерные системы частично состоят из скрещенных диполей и частично из рупорных облучателей. Фидерный блок размещен в фокусе параболического отражателя. Назначение на определенный частотный поддиапазон выполняется путем поворота блока.

Такая антенна (с монтажом типа "X-Y") особенно подходит для спутников с негеостационарной орбитой.

Антенна 5

Антенна 5, представляющая собой прямофокусную антенну диаметром 3 м с широкополосным логарифмическим периодическим фидерным сигналом от 1 до 26,5 ГГц, в основном используется в Ка-диапазоне в полосе частот 17,7–21,2 ГГц. Антенна смонтирована на мачте исключительно для дуги геостационарной орбиты.

Многонаправленные антенны

Станция также располагает многонаправленными антеннами для одновременного наблюдения за всеми излучениями с неба в определенном частотном диапазоне, например для наблюдения за многоспутниковой системой. Частотный диапазон от 100 до 2500 МГц.

Сопровождение антенны, управляемое компьютером

Управляемое компьютером сопровождение антенн 1, 3 и 4 позволяет отслеживать геостационарные и негеостационарные спутники с помощью так называемых двусторонних элементов (TLE).

Параметры антенны

Сводка параметров антенн 1–5 приведена в таблице 1.

Система определения местоположения передатчика

Система определения местоположения передатчика предназначена для обнаружения места нахождения радиопередатчиков на поверхности Земли. Суть концепции заключается в нахождении параметров треугольника между искомым передатчиком и двумя спутниками путем измерений времени и частот. Система работает посредством двух контрольных антенн, функционирующих в одних и тех же полосах частот.

Комбинация антенн 1 и 4, или 2 и 4, или 5 и 4 вместе с соседним спутником или со спутником, подвергающимся помехам, образуют совокупность измеряющих элементов.

Пример результатов таких измерений показан на рисунке 1.

Эталонный передатчик для системы определения местоположения передатчика

Четыре эталонных передатчика передают референсные сигналы для системы определения местоположения передатчика, а также могут быть использованы как калибровочное устройство для коррекции спутниковых параметров орбиты. Это позволяет проводить автономные измерения, не требующие опоры на недостаточные орбитальные данные и внешние референсные излучения. В Германии также возможна и мобильная эксплуатация передатчиков.

Используются следующие диапазоны частот на передачу:

С-диапазон: 5850–6850 МГц, Ku-диапазон: 12 750–14 500 МГц, Ка-диапазон: 17 300–18 400 МГц.

Частотный диапазон

Диапазон частот станции представлен частотами от 130 МГц до 26,5 ГГц без каких-либо разрывов.

Эксплуатация системы приземления ретранслятора ограничена частотами, доступными для антенн 1, 2 и 5. Они покрывают все полосы частот фиксированной спутниковой службы (космос-Земля) до 21,2 ГГц, а именно 1,5–1,8/2,1–2,3/3,2–4,2/4,3–8,5/10,7–12,75/17,7–21,2 ГГц.

Прибор для регистрации частотного спектра

Прибор для регистрации частотного спектра может быть подключен к любой антенне станции. Возможен простой выбор шести полос частот шириной до 100 МГц. Спектры этих полос могут быть псевдосинхронно просканированы в режиме работы с разделением времени, а затем выведены в виде спектральных диаграмм.

Устройство для проведения измерений ниже уровня собственных шумов

Для измерения излучений с низкой плотностью потока мощности может использоваться метод контроля, при котором уровень собственных шумов может быть понижен, как правило, на 12–15 дБ. Это достигается многочисленными измерениями последовательных спектров, оцифровки сигнала и его обработки. Это устройство позволяет отобразить спектры ниже уровня собственных шумов шириной до 100 МГц в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SM.1681.

1.4 Параметры измерений

Станция может измерять или определять такие характеристики излучения, как:

- частота;
- доплеровский сдвиг частоты;
- спектр и ширина полосы частот;
- класс излучения и вид модуляции;
- поляризация;
- плотность потока мощности (ППМ) в эталонной полосе частот;
- общая плотность потока мощности;
- эквивалентная изотропно излучаемая мощность (э.и.и.м.).

В случае излучения телевизионных систем:

- поднесущие частоты звукового сопровождения;
- кодирование;
- источники программ и т. д.

Благодаря недостаточным скоростям вращения четырех антенн в горизонтальной (по азимуту) и вертикальной (по углу места) плоскостях данные параметры могут быть измерены даже во взаимодействии со спутниками, которые находятся на негеостационарных орбитах.

Станция может производить измерение и запись орбитальных траекторий в диапазонах частот 1,5–1,8 ГГц; 2,1–2,3 ГГц и 10,75–12,75 ГГц при использовании моноимпульсного сопровождения.

2 Задачи

2.1 Контроль занятости спектра

Контроль занятости спектра означает систематическое наблюдение за радиочастотным спектром в следующих целях:

- определение основных характеристик всех обнаруживаемых излучений от космических станций;

- определение превышения пределов или наличия отклонений от данных, которые были опубликованы, скоординированы и/или заявлены на международном уровне;
- получение информации о фактической занятости полос частот космическими станциями;
- получение информации о фактической занятости геостационарных орбитальных позиций космическими станциями.

Полученные результаты хранятся в базе данных и дополняются принтом спектров для каждого наблюдаемого излучения или их совокупности. В таком формате (атлас частот: таблица 2) эти результаты могут быть использованы для сравнения с параметрами, зарегистрированными, скоординированными и заявленными на международном уровне. Эти измерения могут быть проведены как для геостационарной, так и для негеостационарной орбиты.

2.2 Определение местоположения

В тех случаях, когда наклон или эллиптичность спутниковой орбиты могут вызвать помехи в отношении соседнего спутника, необходимо произвести измерение траектории занятой спутником позиции. Это осуществляется с помощью многоимпульсного сопровождения за 24-часовой период. Траектория занятой спутником позиции дается в географических координатах (подспутниковая точка) или указывается на астрономической сетке.

2.3 Измерение помех

При поступлении сообщения о помехах необходимо провести полный анализ сообщаемых данных. Первоначальные измерения могут подтвердить сообщаемые данные или же потребовать их изменения. В принципе существуют две возможности: источник помех находится либо в космосе, либо на поверхности Земли.

Если источник помех находится в космосе, то вновь имеются две возможности: либо известный спутник излучает сигнал, не соответствующий опубликованным, скоординированным и/или заявленным данным, либо источником помех является неизвестный спутник. Для определения источника помех в космосе необходимо провести измерения, аналогичные проводимым для контроля занятости, но с той разницей, что цель будет другой.

Если источник помех находится на поверхности Земли и проявляет себя во время передачи сигнала со спутника, то необходимо провести измерения для определения местоположения передатчика.

2.4 Предзапусковый контроль

На этапе, предшествующем запуску спутника, частоты, используемые для телеметрии, телеуправления и сопровождения, контролируются в отношении запланированной орбиты.

Такие измерения способствуют более безопасному запуску и более безопасному расположению спутника в пространстве.

3 Рабочее время

Часы работы на станции "Леехайм":

Понедельник–четверг	с 08:00 до 16:00 по местному времени
Пятница	с 08:00 до 15:00 по местному времени.

Вследствие гибкого графика станция может работать не только в обозначенные часы.

В установленные законом нерабочие дни (праздники) станция контроля "Леехайм" не работает.

4 Контактная информация

Bundesnetzagentur
Satelliten-Messstelle
D 64560 Riedstadt
Germany

В обычное рабочее время со станцией можно связаться следующим образом:

Тел.: +49 6158 940-0
Факс: +49 6158 940-180
Эл. почта: Space.Monitoring@BNetzA.de

В нерабочие часы на автоответчике оставлено сообщение о том, как можно связаться с оператором станции.

ТАБЛИЦА 1
Параметры антенн
Станция контроля космической радиосвязи "Леехайм"

Параметр	Антенна 1				Антенна 2**	Антенна 3			Антенна 4								Антенна 5***
Диапазон частот (ГГц)	1,5–1,8	2,1–2,3	4,3–8,5	10,7–12,75	3,2–4,2	0,13–0,25	0,25–0,5	0,5–1,0	1,0–2,0	1,9–3,3	3,2–4,4	4,3–7,3	7,2–10,1	9,9–12,75	12,5–17,7	17,3–26,5	17,7–21,2
Тип антенны	Полностью подвижная в горизонтальной и вертикальной плоскостях лучеводная антенна Кассегрена				Полностью подвижная в горизонтальной и вертикальной плоскостях антенна Кассегрена	Полностью подвижная в горизонтальной и вертикальной плоскостях плоскостная антенная решетка из симметричных вибраторов			Полностью подвижная прямофокусная антенна с монтажом типа XY								Подвижная в горизонтальной и вертикальной плоскостях прямофокусная антенна на мачте
Размер антенны	Ø = 12 м				Ø = 8,5 м	4 м ²	2 м ²	2 м ²	Ø = 7 м								Ø = 3 м
Поляризация	LX LY	LX LY	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	RHC LHC	LX, LY	LX, LY	LX, LY	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY RHC, LHC	LX, LY RHC LHC	LX, LY	LX, LY	LX, LY
Поляризационная подстройка	нет	Нет	да	да	нет	нет			да								да
КНД антенны (дБи)	44	47	49–56	61–62	48–50	8–11	10–14	14–18	34–39	40–45	45–47	47–50	51–54	54–56	56–57	58–59	47–50
Добротность антенны (G/T) (дБ/К)	22	25	27–33	39–41	25–29	–			15–19	20–23	24–26	26–28	29–31	32–33	32–33	34–33	19–21
Скорость вращения	По азимуту 16°/с По углу места 3,5°/с				По азимуту 5°/с По углу места 5°/с	По азимуту 10°/с По углу места 10°/с			По оси X 3,5°/с По оси Y 3,5°/с								По азимуту 0,5°/с По углу места 0,5°/с
Ускорение	10°/с ²				5°/с ²	10°/с ²			3,5°/с ²								
Управление положением антенны	Моно-импульсное сопровождение	нет	Моно-импульсное сопровождение	Ручное, программируемое сопровождение	Ручное	Ручное, программируемое сопровождение			Ручное, программируемое сопровождение								Ручное
	Ручное, программируемое сопровождение																
Уровень неопределенности, среднеквадратическая погрешность	1,6 дБ (доверительный уровень 95%)				Неприменимо	1,6 дБ (доверительный уровень 95%)			1,6 дБ (доверительный уровень 95%)								Неприменимо
Частотная неопределенность	1 × 10 ⁻¹² (рубиниевый эталон частоты)																

** Ограниченная эксплуатационная готовность.

*** Действующая в 2009 году.

ТАБЛИЦА 2
Примерный частотный атлас
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ И НАБЛЮДЕНИЙ

Идентификация станции		Результаты определения местоположения					
<1>	Космическая станция XYXYXSAT-1R	<110>	<190>	Примечание	Дата наблюдения ГГММДД	<191>	
<2>	Ответственная администрация: XYZ	Орбитальная позиция [°]	Угол возвышения станции "Леехайм" [°]				Расстояние [км]
<3>	Номинальная позиция: 15,5° в. д.	15,5° в. д.	32,47°				

Сигнал	<115> Частота [МГц]	Примечания	<116> Ширина полосы излучения	Примечания	<117> ППМ [дБВт]	Примечания	<118> э.и.и.м. [дБВт]	Примечания	<119> Поляризация	Примечания	<131> Занятость	Спектры ГГММДД:ЧЧММ	Положение	Наблюдение/регистрация ГГММДД:ММДД	Приложение
A	2210,000		1M00												
O	2210,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2210,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2218,500		1M00												
O	2218,500	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2218,500	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2281,000		1M00												
O	2281,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2281,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	
A	2288,000		1M00												
O	2288,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-X					040421-0422	
O	2288,000	4499	100M	599	-152,0	4699			L-Y					040420-0421	

A = присвоенный, M = измеренный, O = наблюдаемый, V = присвоенный пеленгационный передатчик; N = без присвоения

Основные условные обозначения (извлечения)

Общие положения

Термин "присвоенный" всегда употребляется, если данные по наблюдаемой космической станции записаны в публикациях МСЭ и если измеренные характеристики можно сопоставить с опубликованными характеристиками. Этот термин используется независимо от фактических обстоятельств.

Если одна и та же позиция была присвоена нескольким космическим станциям и...

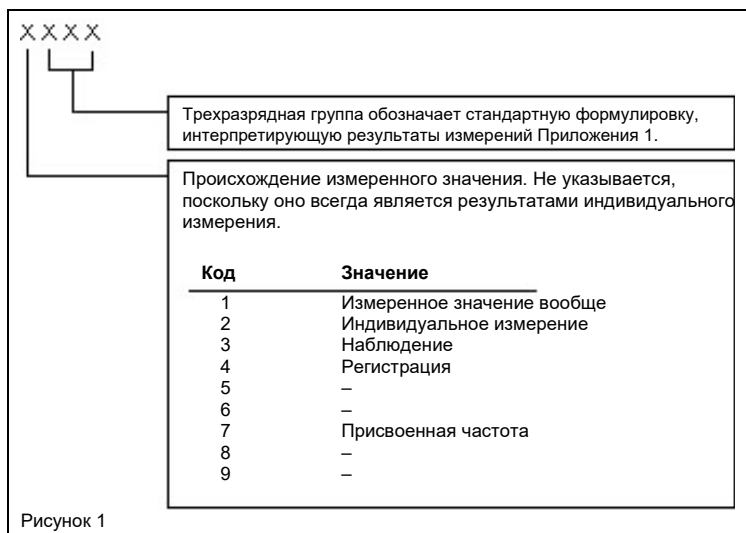
...

Значение весового кода

Каждый ряд с результатами измерений и наблюдений содержит дополнительные столбцы, озаглавленные "Примечания" после следующих столбцов:

- <110> Позиция
 - <115> Частота
 - <116> Ширина полосы излучения и характеристики излучения
 - <117> ППМ в эталонной полосе частот
 - <118> э.и.и.м.
 - <119> Поляризация
 - <1> Название космической станции
- Название указано под <1>. Любая неизвестная космическая станция обозначается как "UNKNOWN" (НЕИЗВЕСТНАЯ), также указывается воображаемая номинальная позиция.
- <2> Ответственная администрация
 - <8> Номинальная географическая

долгота геостационарной спутниковой орбиты в градусах. Отрицательные и положительные значения обозначают позиции к западу и востоку относительно меридиана, проходящего через Гринвич...



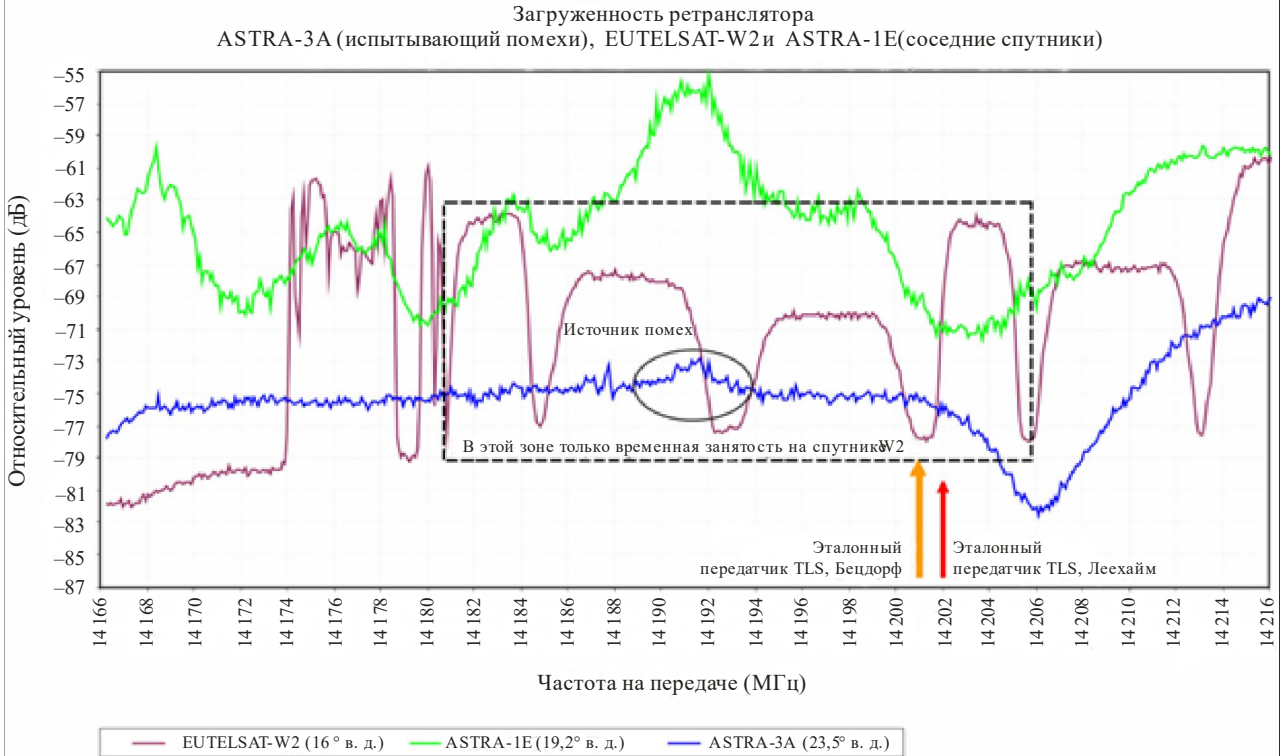
Конец извлечений! Условные обозначения могут занимать объем нескольких страниц, в зависимости от запроса.

РИСУНОК 1

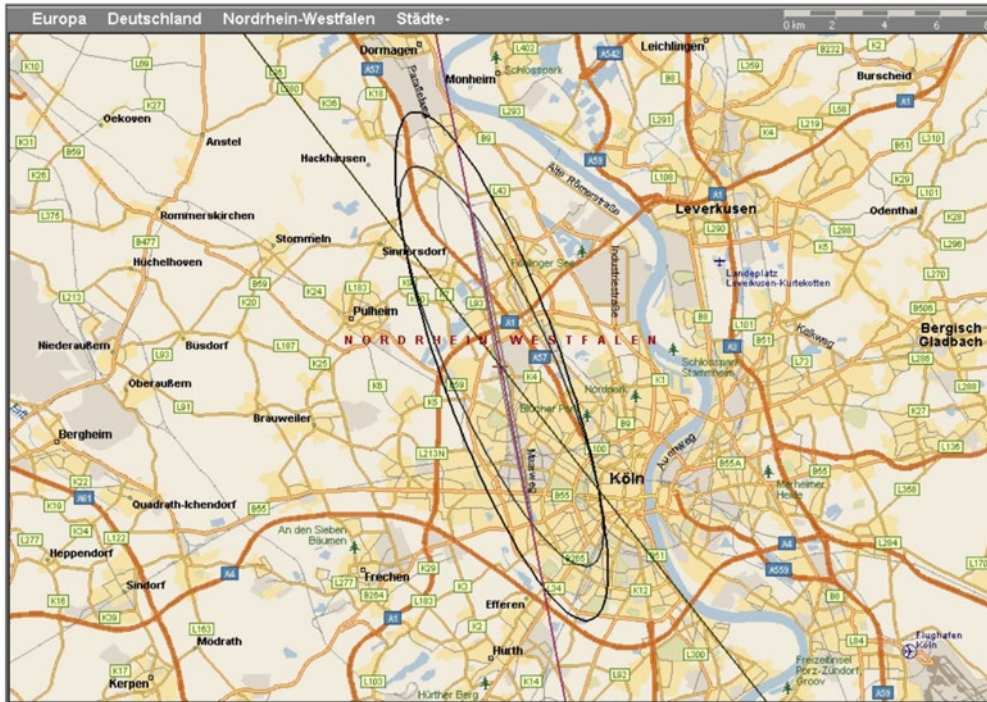
Примерный результат измерений для определения местоположения передатчика

Отчет о наземном геопозиционировании

Примечание (включая спектральную диаграмму, если она имеется)



SM.2182-01



SM.2182-Annex1-02

Приложение 2

Средства контроля космической радиосвязи в Китае

1 Общее введение

Станция контроля в Пекине, находящаяся в прямом подчинении Государственного центра контроля радиосвязи (SRMC) Министерства промышленности и информационных технологий (МИТ), является комплексом, способным обеспечить контроль ВЧ, ОВЧ и УВЧ диапазонов частот, проверку электромагнитной совместимости, а также контроль космической радиосвязи. Что касается контроля космической радиосвязи, станция может обеспечить контроль геостационарных и негеостационарных спутников в пределах видимой дуги от 50° до 180° восточной долготы. Этот комплекс располагается в округе Дасин приблизительно в 20 км к югу от Пекина, и зарегистрирован в МСЭ как станция контроля.

2 Средства контроля космической радиосвязи на Пекинской станции контроля

Пекинская станция контроля была основана в 2003 году; она играет важную роль в управлении радиосвязью в Китае и гарантирует эффективное использование спектра и безопасную эксплуатацию спутников. Сюда входит урегулирование 30 случаев спутниковых помех (к 2008 году), обеспечение трансляции в режиме спутникового вещания Олимпийских игр 2008 года, проходивших в Пекине, и поддержка переговоров по координации спутников.

2.1 Системы контроля

Пекинская станция поддерживает семь систем контроля геостационарных и негеостационарных спутников. Эти семь систем описаны в следующих пунктах.

2.1.1 Система 1

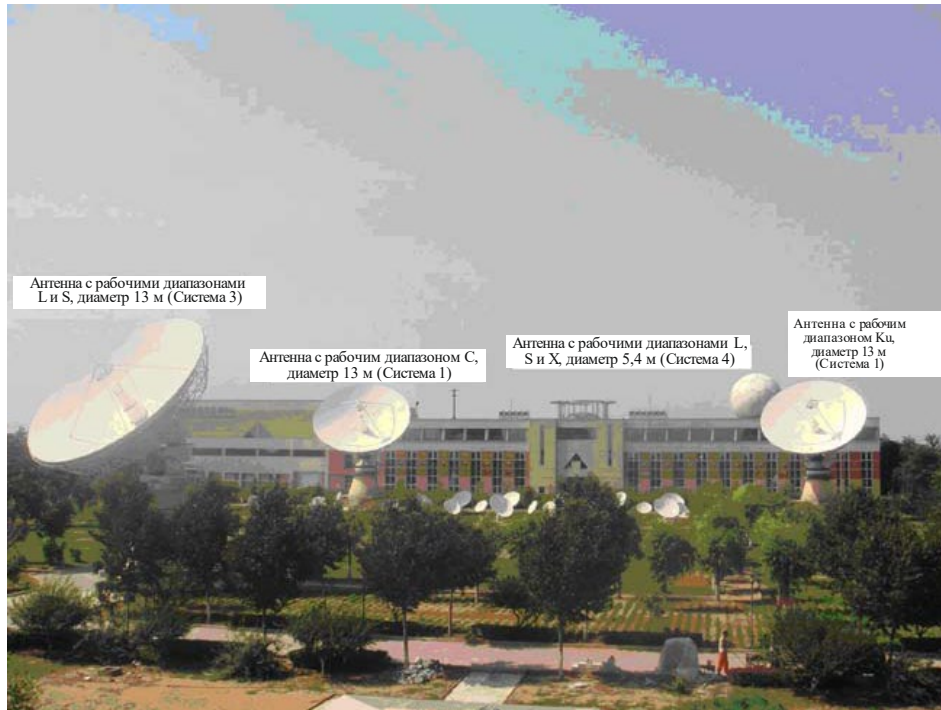
Эта система состоит из антенны диаметром 13 м, работающей в С-диапазоне, и антенны такого же диаметра, работающей в Ku-диапазоне, которые предназначены для геостационарных спутников с приемным и измерительным оборудованием на борту. Кроме того, система располагает двумя резервными антеннами диаметром 7,3 м. Четыре антенны этой системы являются самыми первыми антеннами станции. Две антенны Кассегрена диаметром 13 м и измерительное оборудование позволяют проводить измерения следующих параметров:

- частота;
- ширина полосы частот;
- вид модуляции;
- плотность потока мощности (ППМ);
- поляризация;
- спутниковая орбита (ГСО).

Две измерительные системы могут быть настроены на любую диапазонно-поляризационную конфигурацию, с тем чтобы можно было обеспечить высокую гибкость. Имеются и две резервные антенны диаметром 7,3 м (с более низкой скоростью), дублирующие антенны диаметром 13 м (см. рисунки 2 и 3).

РИСУНОК 2

Антенны, относящиеся к системам 1, 3 и 4



SM.2182-02

РИСУНОК 3

Две резервные антенны диаметром 7,3 м



SM.2182-03

2.1.2 Система 2

Эта система состоит из четырех антенн диаметром 7,3 м, работающих в двух диапазонах – С и Ku (см. рисунок 4), которые предназначены для геостационарных спутников с приемным и измерительным оборудованием на борту. У данной системы имеются также две системы геопозиционирования. Четыре высокоскоростные антенны, работающие в С- и Ku-диапазонах, идентичны друг другу по параметрам. Поскольку основной задачей этой системы является определение помех, то она оснащена высокопроизводительными приемниками системы контроля и двумя системами геопозиционирования. Излучатели помех могут быть обнаружены, измерены и локализованы с высокой точностью, как правило, в пределах десятков километров (по большой оси). Затем может быть инициирована конечная стадия поиска с помощью передвижных средств контроля.

РИСУНОК 4

Четыре антенны диаметром 7,3 м, относящиеся к системе 2, и эталонные передатчики (на крыше)



SM.2182-04

2.1.3 Система 3

Эта система состоит из антенны диаметром 13 м, работающей в L- и S-диапазонах (см. рисунок 2), которая предназначена для геостационарных спутников с приемным и измерительным оборудованием на борту. Она имеет такую же структуру, как и Система 1, за исключением того, что она охватывает другие диапазоны.

2.1.4 Система 4

Эта система включает антенну диаметром 5,4 м, работающую в L-, S- и X-диапазонах, которая предназначена для негеостационарных спутников с приемным и измерительным оборудованием на борту. Система способна отслеживать негеостационарные спутники на основе расчетов эфемериды и регистрации параметров излучений спутников.

2.1.5 Система 5

Эта система способна управлять 12 эталонными передатчиками (диапазоны С и Ku) для целей геопозиционирования. Эталонные передатчики расположены в различных регионах страны. Референсные сигналы с хорошим географическим распределением важны для работы системы геопозиционирования. Но в то же время они не всегда доступны для спутниковой пары. Признавая это, Государственный центр контроля радиосвязи (SRMC) установил 12 специальных эталонных передатчиков на шести различных станциях контроля, включая Пекинскую станцию. На каждой станции установлено управляющее программное обеспечение, что дает возможность управлять этими антеннами внутри локальной сети Государственного центра контроля радиосвязи.

2.1.6 Система 6

Эта система является передвижной (см. рисунок 5), обладает портативным оборудованием и используется для измерения сигналов, передаваемых или принимаемых спутниками. Передвижная система используется также и для контроля наземных сигналов. Это передвижное средство имеет принимающие системы, которые покрывают частоты от 1 до 18 ГГц. Антенны и фидеры принимающей системы могут двигаться вручную. Система способна проводить измерения основных параметров сигналов и декодировать телевизионные сигналы. Зона контроля может быть улучшена благодаря использованию шестиметровой телескопической мачты.

РИСУНОК 5

Передвижная система контроля



SM.2182-05

2.1.7 Система 7

Эта система предназначена для контроля спутникового вещания. В ней используются 24 небольшие антенны (телевизионные приемные антенны, см. рисунок 6) диаметром от 1,8 до 3,2 м для измерения передач сигналов спутникового вещания. Данная система также включает ряд спутниковых телевизионных приемников для различных каналов телевидения. Поскольку вещание является одной из важных космических служб, признано необходимым и экономически выгодным использовать в рамках контроля космической связи небольшие антенны для измерения телевизионных параметров качества передачи.

РИСУНОК 6

Телевизионные приемные антенны для контроля спутникового вещания



SM.2182-06

Все вышеперечисленные системы могут быть выведены на 12 компьютерных экранов. Подключив компьютер с графическим интерфейсом к системе с клавиатурой, мышью и видеоадаптером, пользователь может легко получить доступ к любому графическому интерфейсу шести выведенных на экран систем, за исключением передвижной системы контроля.

2.2 Основные параметры некоторого наиболее часто используемого оборудования

Параметры приведены в таблице 3.

2.3 Рабочее время и контактная информация

Рабочее время: с 08:00 до 16:00 (пекинское время) по рабочим дням.

Контактная информация: Для официальных контактов рекомендуется связываться по факсу +86 10 6800 9299 (Главное управление Государственного центра контроля радиосвязи).

ТАБЛИЦА 3

Основные параметры антенн

Пекинская станция контроля космической радиосвязи, Государственный центр контроля радиосвязи

Основные параметры систем с первой по четвертую приведены в таблице 3:

Параметр	Система 1				Система 2		Система 3		Система 4		
	Диапазон частот (ГГц)	3,4–4,2; 4,5–4,8	10,7–12,75	3,4–4,2	10,7–12,75	3,4–4,2	10,7–12,75	1,45–1,75	2,1–2,8	1,45–1,75	2,1–2,8
Тип антенны	Полностью подвижная в горизонтальной и вертикальной плоскостях антенна Кассегрена		Подвижная в горизонтальной и вертикальной плоскостях антенна на мачте		Полностью подвижная в горизонтальной и вертикальной плоскостях антенна Кассегрена		Полностью подвижная в горизонтальной и вертикальной плоскостях антенна Кассегрена		Полностью подвижная прямофокусная антенна с монтажом типа XY		
Размер антенны	Ø = 13 м		Ø = 7,3 м		Ø = 7,3 м		Ø = 13 м		Ø = 5,4 м		
Поляризация	LX, LY, RHC, LHC				LX, LY, RHC, LHC		LX, LY, RHC, LHC		RHC, LHC		
Поляризационная подстройка	да				да		да		нет		
КНД антенны (дБи)*	53(4)	62(12,5)	48(4)	58(12,5)	47(4)	57(12,5)	45(1,6)	48(2,45)	35(1,6)	39(2,45)	49(8)
Добротность антенны (G/T) (дБ/К)	32	39	29	37	27	36	24	28	12	16	27
Скорость вращения	По азимуту и углу места 3°/с		По азимуту и углу места 0,1°/с		По азимуту и углу места 1°/с		По азимуту и углу места 1°/с		По оси X 5°/с По оси Y 5°/с		
Управление положением антенны	Моноимпульсное сопровождение		Пошаговое сопровождение		Пошаговое сопровождение		Пошаговое сопровождение		Моноимпульсное сопровождение, программируемое сопровождение		

* 53(4) означает 53 дБи на 4 ГГц.

Приложение 3

Средства контроля космической радиосвязи в Соединенных Штатах Америки

Федеральная комиссия связи (ФКС)

1 Характеристики станции контроля космической радиосвязи

1.1 Введение

Колумбийская станция спутникового контроля находится в ведении Бюро по обеспечению исполнения (ЕВ) Федеральной комиссии связи Соединенных Штатов. Это Бюро отвечает за обеспечение соблюдения правил и расследование случаев помех среди многих служб радиосвязи, включая спутниковые службы. Координация спутников и лицензирование входят в функции Международного бюро Федеральной комиссии связи.

1.2 Общее описание

Бюро по обеспечению исполнения Федеральной комиссии связи эксплуатирует спутниковую приемную систему с 1979 года в Колумбийском отделении в целях выполнения возложенных на Бюро задач, связанных со службами космической связи. Станция спутникового контроля расположена в городе Колумбия, штат Мэриленд, примерно в 35 км (22 милях) к северу от Вашингтона, округ Колумбия. Данная станция является единственной станцией спутникового контроля, которой располагает ФКС.



SM.2182-Annex3-01

1.3 Функции

1.3.1 Основные обязанности Бюро по обеспечению исполнения (ЕВ) в области спутниковых служб заключаются в следующем:

- выполнение обязательств по оказанию помощи операторам спутниковой связи в решении проблем в соответствии с разделом 47 Кодекса федеральных правил США и параграфом 25.274 Правил Федеральной комиссии связи;

- выполнение международных обязательств по расследованию спутниковых помех, о которых сообщается через Международный союз электросвязи (МСЭ) и иные органы, регулирующие вопросы гражданской спутниковой связи. Колумбийская станция зарегистрирована в МСЭ как станция контроля космической радиосвязи;
- проведение исследований использования спектра, когда это необходимо Бюро по обеспечению исполнения и другим бюро ФКС;
- если необходимо расследование и урегулирование жалоб о нарушениях правил;
- проведение расследований от имени других бюро ФКС или в сотрудничестве с ними;
- проведение технической части расследований случаев преднамеренных помех спутникам (раздел 18, Свод законов США, параграф 1367) в сотрудничестве с Министерством юстиции;
- сбор и распространение информации по связанным со спутниками вопросам.

1.3.2 Разрешение проблем помех является первоочередной задачей деятельности станции в настоящее время. При проведении расследований, связанных с помехами, в функции станции и работающего в ней персонала входят:

- анализ некоторых жалоб на связанные со спутниками помехи, поступающих непосредственно в ФКС, с целью их категоризации и надлежащего урегулирования;
- обеспечение себя информацией по жалобам, сочтенным не относящимися к спутниковым помехам, и/или же перенаправление жалоб в соответствующее бюро или отделение ФКС для дальнейшей работы с жалобой;
- работа с подавшими претензию лицами или организациями для определения помех с использованием методов анализа сигналов, демодуляции, а также иных средств;
- рассмотрение документов ФКС (лицензий, разрешений на строительство, особых временных разрешений) для определения возможных источников помех;
- проведение наблюдений или измерений, которые могут понадобиться для документирования нарушения правил ФКС;
- инспектирование или установление других контактов с обладателями лицензий Федеральной комиссии связи, если что-либо необходимо "включить/выключить" или провести иные испытания для проверки источников помех;
- проведение последующих расследований, а также выпуск уведомлений о нарушениях или других официальных документов;
- проведение или координация измерений на местах, или проведение наземной пеленгации, когда общее местоположение источника помех выявлено спутниковым оператором, оператором наземной станции или другими сторонами либо стало известно иным путем;
- установление контактов и координация с другими гражданскими регламентарными органами и МСЭ по вопросам помех, требующим международной координации (то есть когда источники помех, находящиеся в США, создают помехи спутникам и других стран или источники помех в других странах создают помехи зарегистрированным спутникам США).

1.4 Оборудование

Основной антенной является полностью подвижная антенна диаметром 5 м с азимутальным механизмом, расположенным над угломестным, которая изготовлена компанией Scientific-Atlanta. Она покрывает спектр приблизительно от 1 до 12,2 ГГц в четырех диапазонах через ручную устанавливаемые рупорные облучатели и блоки усилителей. Контрольно-измерительные приборы данной антенны позволяют проводить анализ спектра непосредственно на радиосигнале. Более подробная информация приведена в пункте 1.5.



SM.2182-Annex3-02

Антенна с полярной подвеской диаметром 3 м, использующая стандартные преобразователи С- и Ku-диапазона с низким уровнем шумов, также применяется для наблюдений за геостационарными спутниками в той части дуги геостационарной орбиты, которая находится над США (приблизительно 72° – 137° з. д.



SM.2182-Annex3-03

1.5 Характеристики системы

1 Название станции:

Колумбия, Мэриленд (Соединенные Штаты Америки)

2 Географические координаты:

$76^{\circ}49'$ з. д. $39^{\circ}10'$ с. ш.

3 Часы работы:

Варьируются в зависимости от необходимости

4 Информация об основной используемой антенне:

Фидерная, параболическая антенна Кассегрена диаметром 5 м для частотного диапазона 1–12 ГГц, скорость углового вращения $17^{\circ}/с$

- 5 Диапазон азимута и углов места:
0–360°, 0–90°
- 6 Максимально достижимая точность при определении орбитальной позиции космических станций:

$$\frac{0,3^\circ}{f[\text{ГГц}]}$$
- 7 Данные о поляризации системы:
Двойная ортогональная линейная, механическая регулировка
(с электронной круговой поляризацией в некоторых диапазонах)
- 8 Шумовая температура системы:
3,7–4,2 ГГц: 250 К
11,7–12,2 ГГц: 600 К
- 9 Диапазоны частот с максимально достижимой точностью частотных измерений для каждого частотного диапазона:
а) 1–12 ГГц: 1×10^{-9}
б) 3,7–4,2 ГГц: 1×10^{-9}
в) 11,7–12,2 ГГц: 1×10^{-9}
- 10 Диапазоны частот, в которых можно произвести измерение напряженности поля или плотности потока мощности:
3,7–4,2 ГГц
11,7 ГГц–12,2 ГГц
- 11 Минимальное значение измеряемой напряженности поля или плотности потока мощности с указанием достижимой точности измерений:
–175 дБВт/м² ± 1 дБ (3,7–4,2 ГГц)
–165 дБВт/м² ± 2 дБ (11,7–12,2 ГГц)
- 12 Информация об измерениях ширины полосы:
Измерения ширины полосы частот осуществляются методами, описанными в главе 4.5 Справочника МСЭ по контролю за использованием спектра
- 13 Информация об измерениях занятости спектра:
Информация по отслеживанию спектра может быть собрана по запросу
- 14 Информация об измерениях занятости орбит:
Измерения занятости орбит могут быть проведены по запросу

Видимая дуга геостационарной орбиты для антенны диаметром 5 м простирается примерно от 5° до 148° з. д.

2 Рабочее время и контактная информация

Обычные часы работы: с 8:00 до 16:30 (восточное поясное время) с понедельника по пятницу.

Местонахождение станции:

Columbia Operations Center
9200 Farm House Lane,
Columbia, MD 21046

Для голосовой связи: 301-725-0555

Факс: 301-206-2896

Работа, связанная с помехами, является первоочередной задачей деятельности станции в настоящее время.

Вне обычных рабочих часов связь со станцией возможна через Центральный офис Федеральной комиссии связи, находящийся в Вашингтоне, округ Колумбия. Оперативный центр ФКС (FCCOC) работает в круглогодичном и круглосуточном режиме; голосовая связь – 202-418-1122 или факс – 202-418-2812.

Приложение 4

Средства контроля космической радиосвязи в Республике Корея

1 Информация о Центре контроля спутниковой радиосвязи (SRMC)

1.1 Общее описание

Центр контроля спутниковой радиосвязи (SRMC) является правительственным учреждением Главного управления радиосвязи (CRMS) под эгидой Министерства науки и ИКТ (MIST). Центр контроля расположен в Сон-мён, Ичхоне-си, Кёнги-до, Южная Корея, в 80 км от Сеула; контроль спутниковых радиоволн ведется с августа 2002 года. К основным сооружениям Центра относятся главное здание площадью 2198 м², два здания для антенн и охраняемое здание на участке площадью 49 587 м². Кроме того, имеется оснащенный современным оборудованием конференц-зал, вмещающий более 150 человек.

1.2 Функции

- Отслеживание и прием радиоволн (1,45~21,2 ГГц, диапазоны L/S/C/X/Ku/Ka), передаваемых со спутника, на участке от 55° в. д. до 160° з. д.;
- измерение орбитальных данных и характеристик передачи сигнала геостационарного спутника;
- проверка соответствия радиоволн Регламенту радиосвязи МСЭ (PP);
- быстрый поиск источника помех, когда создаются вредные радиопомехи.

РИСУНОК 7

Центр контроля спутниковой радиосвязи: антенны 1 и 2



SM.2182-07

1.3 Характеристики системы

- Наблюдаемая геостационарная орбита: от 55° в. д. до 160° з. д.
- Антенны 1 и 2.

Параметр		Антенны 1 и 2
Диапазоны частот (ГГц)	L-диапазон	1,450–1,800
	S-диапазон	2,170–2,655
	C-диапазон	3,400–4,800
	X-диапазон	6,700–7,750
	Ku-диапазон	10,700–12,750
	Ka-диапазон	17,700–21,200
Тип антенны		Лучеводная антенна Кассегрена
Диаметр антенны (м)		13
КНД антенны (дБи)		44,2–64,6
Ширина диаграммы направленности при половинной мощности (градусы)		1,0–0,1
Показатель добротности (G/T) (дБ/К)		22,6–40,0

Параметр	Антенны 1 и 2
Максимальная скорость антенн – по азимуту (градусы/с) – по углу места (градусы/с) – поляризация (градусы/с)	5 2,5 1,5
Диапазон перемещения – азимут (градусы) – угол места (градусы)	±270 0–90
Управление	Управляемое компьютером автоматическое сопровождение,
Поляризация	Круговая поляризация Линейная поляризация
Устранение доплеровского сдвига частоты (кГц)	–
Погрешности измерений – плотность потока мощности (дБ) – частота	±1,5 2×10^{-14}

Обе антенны являются лучеводными антеннами Кассегрена диаметром 13 м. Эти антенны идентичны друг другу в плане функциональности и эксплуатационных параметров; они состоят из фидерной системы, отражателя, основания, блока управления антенной (ACU) и подсистемы ЛВС. Фидерная система имеет следующий порядок: рупор → ответвитель мод → антенное разветвляющее устройство. Фидерная система имеет функцию регулировки поляризации (круговой или линейной). Кроме того, шесть рупорных облучателей крепятся на круглое вращающееся устройство, с тем чтобы можно было выбрать частоту диапазонов L, S, C, X, Ku и Ka. Антенная система является многодиапазонной и сконструирована для приема шести частотных диапазонов. Спутниковая радиоволна последовательно передается от главного отражателя к подчиненному отражателю, от него – к зеркалу, от зеркала – к рупорному облучателю, от облучателя – к блоку управления поляризацией, а затем – в помещение, где проводятся измерения. Рифленая структура рупорного облучателя позволяет точно отслеживать спутниковую орбиту и производить коррекцию эффекта Доплера благодаря смонтированной радиотарелке, которая осуществляет моноимпульсное сопровождение для каждого диапазона.

Система управления антенной позволяет выбрать непосредственное управление антенной, управление скоростью или выбрать поляризацию. В данном случае оператор антенны может самостоятельно управлять этими функциями. Кроме того, можно производить измерение радиоволн и автоматически отслеживать спутник в резервированное время в рамках программы контроля спутниковых радиоволн).

Две антенны с одинаковыми эксплуатационными параметрами играют важную роль в изучении причин возникновения вредных радиопомех, а также повышают достоверность результатов контроля спутниковых радиоволн.

1.4 Параметры измерений

- Измерение орбитальной позиции космической станции;
- измерение характеристик передачи спутниковых радиоволн:
 - распознавание поляризации;
 - средняя частота;
 - ширина занятой полосы частот;
 - интенсивность побочного излучения;
 - плотность потока мощности (ППМ);
 - э.и.и.м.;

- частота и вид модуляции;
 - демодуляция вещательных сигналов (видео/аудио);
- коэффициент использования частоты.

1.5 Передвижная система контроля спутниковой радиосвязи

– Назначение:

- осуществление контроля спутниковой радиосвязи, когда возможности стационарной системы контроля ограничены;
- проведение измерений в любое время и в любом месте в интересах пользователя спутника.

– Характеристики:

- наблюдаемые частоты: диапазоны L, S, C, X, Ku, Ka (спутниковые), 200 МГц ~ 40 ГГц (наземные);
- высота: 3,62 м;
- масса: 5 тонн.

– Конфигурация:

- система контроля спутниковой радиосвязи;
- система определения наземных помех (включая программное обеспечение);
- база данных, навигация, система питания и т. д.

– Задачи:

- контроль спутниковой радиосвязи;
- расследование помех;
- контроль условий приема спутникового телевизионного сигнала;
- изучение внешних спутниковых радиоусловий.

РИСУНОК 8

Передвижная система контроля спутниковой радиосвязи



2 Задачи

2.1 Измерение геостационарной спутниковой орбиты и характеристик передачи

- Проведение измерений спутниковой орбиты и характеристик передачи в целевом диапазоне с использованием регулярного метода:
 - Определение, соответствуют ли спутниковые радиоволны с космической станции орбитальным данным и характеристикам передачи согласно регистрационным требованиям МСЭ-R.
 - Получение информации о регистрации спутника, сведений о местонахождении и измерение орбитальной позиции.
 - Обеспечение защиты работы спутниковых сетей от вредных помех путем определения источника помех, после того как была проанализирована цепочка измерений и исследованы вредные интерференционные радиоволны.
 - Направление данных контроля (в форме для базы данных) в Главное управление радиосвязи (CRMS) и в МСЭ.

2.2 Тщательное рассмотрение причин возникновения вредных интерференционных радиоволн

- Обеспечение защиты спутниковой сети путем поиска помех между радиоволнами с наземной станции и спутниковой сети или других спутниковых сетей; изучение причины возникновения помех и их устранение.
- Активное участие в решении проблемы помех спутниковой сети путем расчета частотного сдвига при приеме сигналов и выдвижения предположения о местонахождении источника помех, используя доплеровский сдвиг частоты и разницу во времени приема ответного сигнала, показывающую прием радиоволны согласно дистанции сигнала, который был подан на две антенны через другие маршруты при возникновении помех в спутниковой сети.

2.3 Предоставление данных измерений

- Данные о спутниковых радиоволнах используются при регистрации спутниковых сетей связи этой страны, проведении научных исследований основных спутниковых технологий, наблюдении за состоянием спутников во время эксплуатации и т. д.

3 Рабочее время и контактная информация

3.1 Рабочее время

Офис и отдел управления (эксплуатации спутника)

Понедельник–пятница: с 9:00 до 18:00

В субботу, воскресенье и праздничные дни станция не работает.

3.2 Контактная информация

100 Sinam-ro, Seolseong-myeon, Icheon-si
Gyeonggi-do 17413, Republic of Korea
Satellite Radio Monitoring Center Office

Тел.: +82 31 644 5921

Факс: +82 31 644 5829

Oh HwaSeok

Тел.: +82 31 644 5942

Факс: +82 31 644 5829

Эл. почта: ohs0301@korea.kr

Seong Ji Eon

Тел.: +82 31 644 5991

Факс: +82 31 644 5829

Эл. почта: srmc@korea.kr

Приложение 5

Средства контроля космической радиосвязи в Японии

1 Обзор

1.1 История вопроса

Начало контролю космической радиосвязи в Японии было положено в 1998 году, когда были созданы первые средства контроля космической радиосвязи. С 2008 по 2010 год Министерство внутренних дел и связи – правительственное учреждение, ответственное за вопросы административного управления радиосвязью в Японии – обновило средства контроля первого поколения вследствие их устаревания. Эксплуатация новых средств контроля началась с апреля 2010 года.

Средства контроля космической радиосвязи располагаются в городе Миура, префектура Канагава, на 35° с. ш. и 139° в. д., приблизительно в 60 км к югу от центральной части Токио. Объект находится на холме с видом на Тихий океан. Его основными компонентами являются две параболические антенны диаметром 13 м, способные осуществлять контроль пяти диапазонов (L/S/C/Ku/Ka).

1.2 Функции

1.2.1 Контроль за собственными и иностранными спутниками

Видимая дуга (видимая часть геостационарной спутниковой орбиты) располагается между 67° в. д. и 147° з. д. В настоящее время в этом диапазоне находятся около 300 спутников, и все эти спутники являются объектами контроля. Проводятся измерения орбитальных позиций спутников и различных параметров радиоволн в целях обеспечения надлежащего использования спутниковой радиосвязи, а также исследования и анализ использования частот и радиоизлучения для содействия эффективному распределению полос частот спутниковым службам.

1.2.2 Устранение помех

Новые средства контроля космической радиосвязи, которые были введены в эксплуатацию в апреле 2010 года, оснащены уникальной системой, позволяющей определять источник помех на линии вверх. Эта система была разработана в Японии, аналогов ей не было. Определение источника помех на линии вверх позволяет осуществлять упреждающий контроль и устранение вредных помех.

1.2.3 Сбор данных для использования их при международной координации сетей спутниковой связи

Различные данные, собираемые в ходе ежедневных операций контроля, записываются и накапливаются в надлежащем формате, позволяющем в случае необходимости воспроизвести и проанализировать их. Эти данные используются в качестве основной информации для международной координации сетей спутниковой связи. Кроме того, новые средства контроля космической радиосвязи обладают возможностью преобразования формата данных, делая файлы данных совместимыми с форматами, которые используются для международной передачи данных.

1.3 Конфигурация системы

Японские средства контроля космической радиосвязи главным образом состоят из наружных антенн (2 многодиапазонных параболических антенн диаметром 13 м, способных работать в диапазонах L/S/C/Ku/Ka, и 7 фиксированных антенн, выполняющих резервную функцию в каждом диапазоне) и внутреннего оперативного центра, который подключен к антеннам посредством высокоскоростных линий связи.

С помощью наружных антенн, дистанционно управляемых из оперативного центра, осуществляется измерение орбитальных позиций и радиоизлучения геостационарных спутников. Данные о спектре и изображения также контролируются и записываются. Данные измерений передаются в оперативный центр и отображаются для архивирования и анализа. Кроме того, оперативный центр обеспечивает функцию управления эксплуатацией всех средств контроля космической радиосвязи в целом.

На рисунках 9 и 10 показаны конфигурация и компоновка системы контроля космической радиосвязи на рисунке 11 – конфигурация антенны диаметром 13 м.

1.4 Основные характеристики

В таблице 4 приведены основные характеристики антенны диаметром 13 м, которая предназначена для контроля космической радиосвязи.

РИСУНОК 9

Конфигурация системы контроля космической радиосвязи

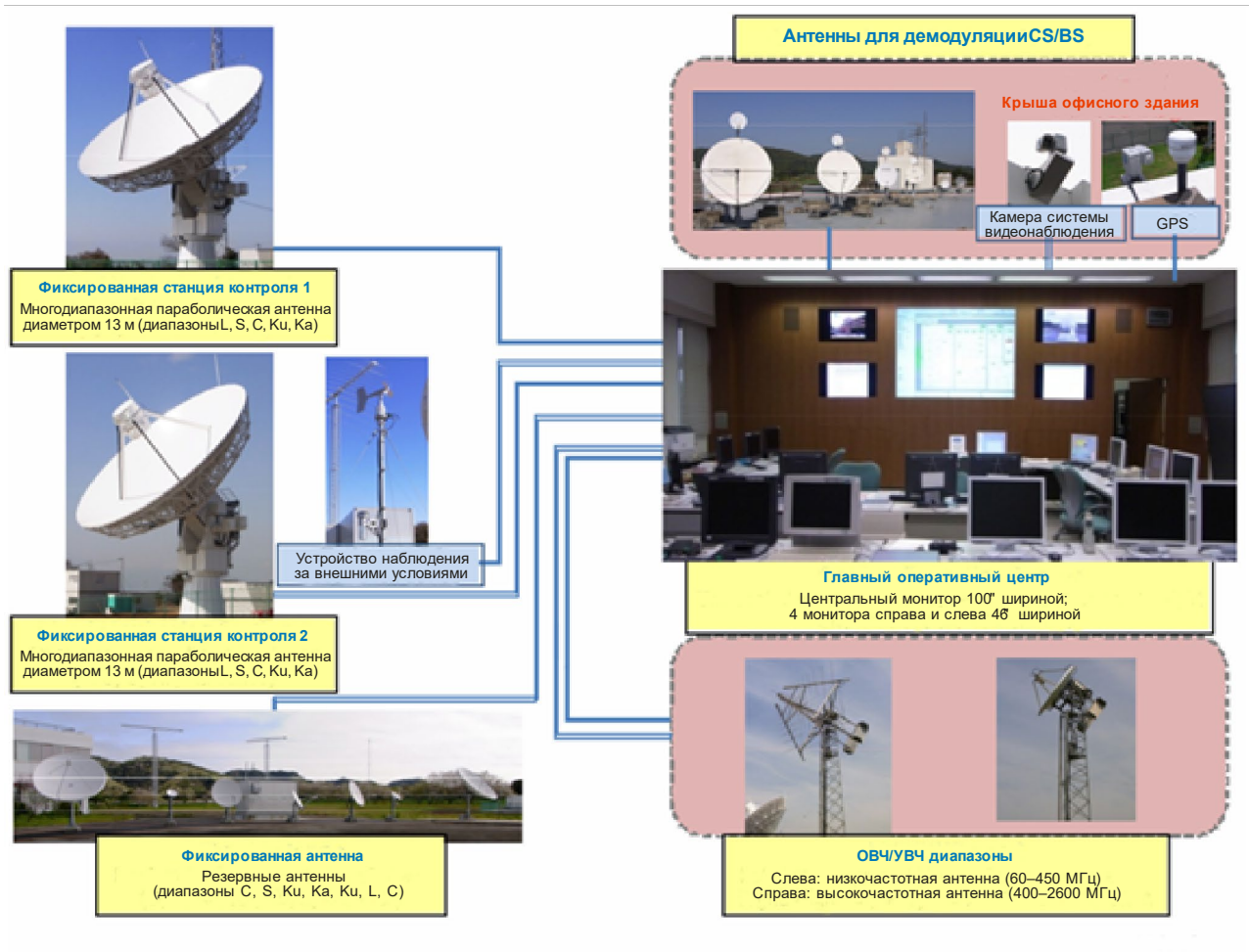
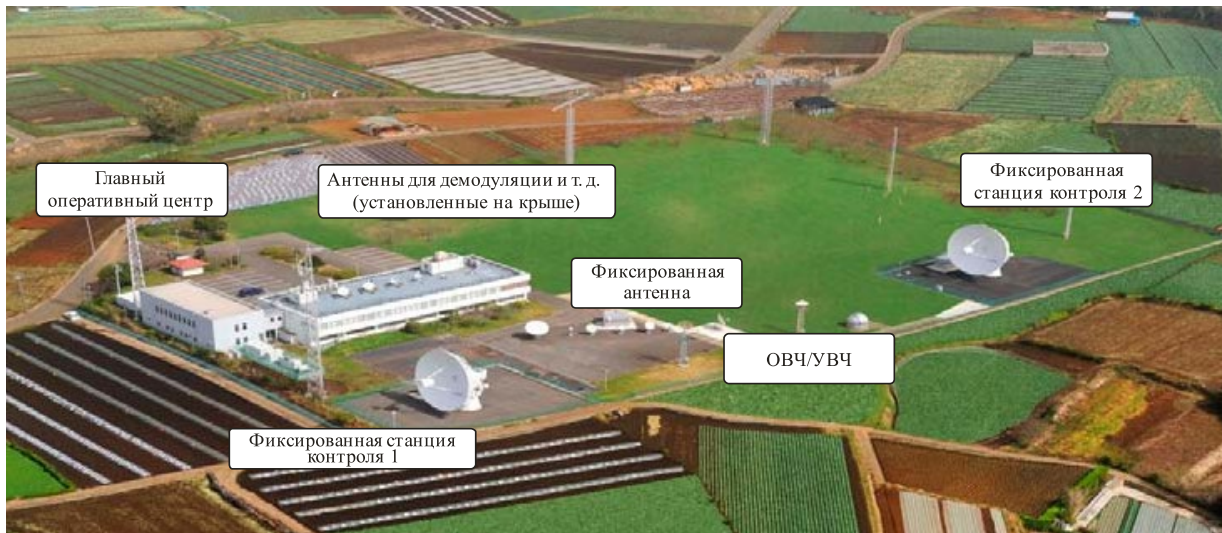


РИСУНОК 10

Компоновка системы контроля космической радиосвязи



– **Фиксированные станции контроля 1 и 2 (диапазоны L, S, C, Ku, Ka)**

Станция контроля в Миуре получает сигналы с геостационарных спутников, находящихся в диапазоне видимости (видимая дуга располагается между 67° в. д. и 147° з. д.).

– **Фиксированная антенна (диапазоны L, S, C, Ku, Ka)**

Семь фиксированных антенн, выполняющих резервную функцию в каждом диапазоне частот и поляризации, установлены на случай сбоев или технического обслуживания фиксированных станций контроля.

– **Антенны ОВЧ/УВЧ диапазона (60–2600 МГц)**

Принимают сигналы в основном от негеостационарных спутников, настраивая частоты (60–450 МГц – низкие и 400–2600 МГц – высокие)

– **Главный оперативный центр**

Оборудован приборами для записи данных, их обработки и воспроизведения. Посредством дистанционного управления с помощью терминалов контроля центр анализирует данные, полученные фиксированными станциями контроля, фиксированными антеннами и антеннами ОВЧ/УВЧ диапазона. Оттуда же происходит наблюдение и управление всей системой в целом.

РИСУНОК 11

Конфигурация антенны диаметром 13 м

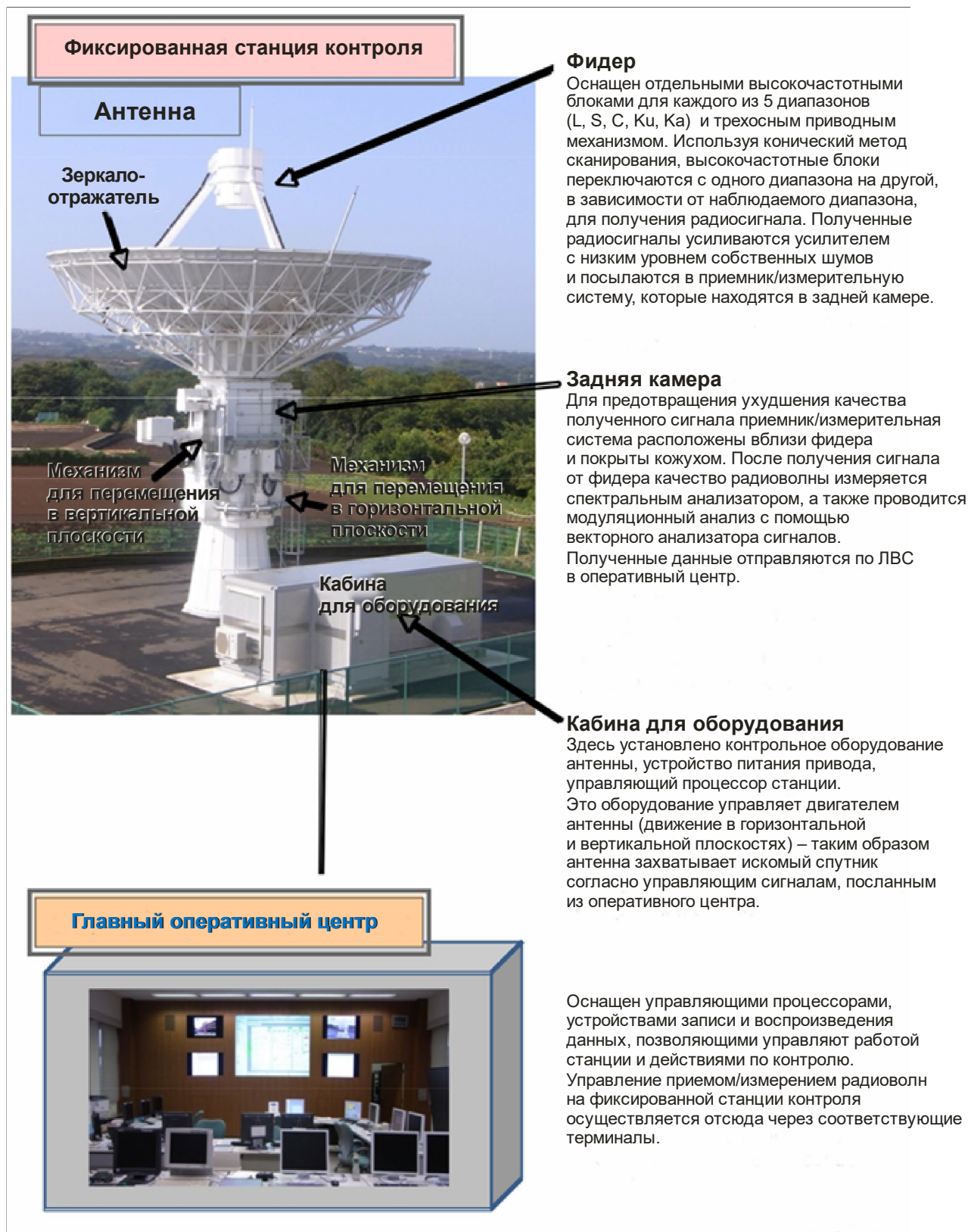


ТАБЛИЦА 4

**Основные характеристики антенны диаметром 13 м, предназначенной
для контроля космической радиосвязи**

Пункт	Характеристики				
	L-диапазон	S-диапазон	C-диапазон	Ku-диапазон	Ka-диапазон
Частотный диапазон приема	1,525 МГц 1,710 МГц	2,120 МГц 2,690 МГц	3,400 МГц 4,800 МГц	10,700 МГц 12,750 МГц	17,700 МГц 22,000 МГц
Поляризация	Линейная поляризация(вертикальная и горизонтальная) Круговая поляризация (правосторонняя и левосторонняя)				
Диапазон перемещения антенны	Горизонтальная плоскость: от -90° до $+90^\circ$ Вертикальная плоскость: от 0° до 90°				
Скорость перемещения антенны	Горизонтальная плоскость: $0,9^\circ/\text{с}$ или быстрее Вертикальная плоскость: $0,25^\circ/\text{с}$ или быстрее				

1.5 Основные параметры измерений

К основным параметрам, замеряемым на станции контроля космической радиосвязи, относятся:

- частота;
- спектр;
- ширина занятой полосы частот;
- поляризация;
- плотность потока мощности;
- э.и.и.м.;
- интенсивность побочного излучения;
- демодуляция телевизионных вещательных сигналов.

2 Основные операции

2.1 Измерение и анализ орбитальной позиции

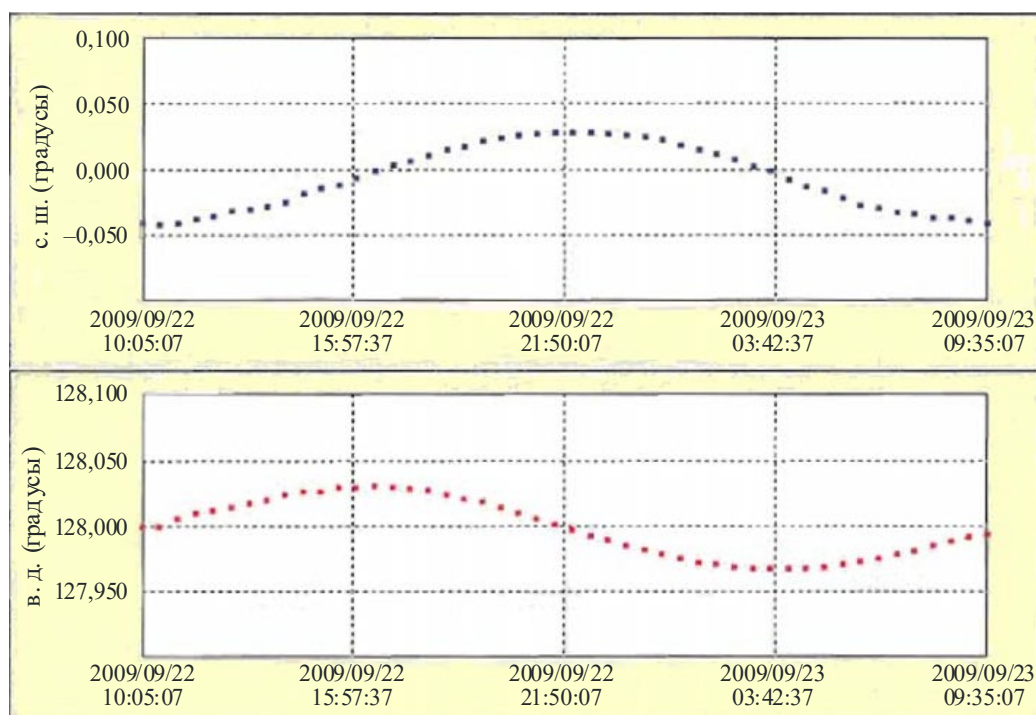
Орбитальные позиции спутников в пределах диапазона видимости измеряются для определения того, эксплуатируется ли каждый спутник в границах допустимого диапазона относительно его номинальной орбитальной позиции.

При измерении орбитальных позиций спутников значения направления антенны (азимут/вертикаль) выдает автоматически система сопровождения, затем эти значения используются для анализа орбитальной позиции (широта и долгота). Автоматические измерения для контроля орбитальных позиций вращающихся спутников проводятся в течение более длительных периодов.

При анализе орбитальной позиции данные измерений выводятся в виде графика, чтобы можно было определить, остается ли спутник в допустимых для него пределах. Для вывода графической информации используются несколько вариантов: на рисунке 12 в качестве примера приведен выведенный на экран график изменения во времени.

РИСУНОК 12

Анализ орбитальной позиции (пример графика изменения во времени)



SM.2182-12

2.2 Измерение и анализ различных радиопараметров

Различные параметры радиоизлучения спутников, которое подлежит контролю, измеряются с целью определения того, соответствует ли качество радиоволны значениям, установленным в японском Законе о радиосвязи, а также в Регламенте радиосвязи МСЭ и Приложениях к нему.

Параметрами, измеряемыми в качестве показателей качества радиосигнала, являются частота немодулированного сигнала, ширина занятой полосы частот, электрическая мощность, эквивалентная изотропно излучаемая мощность (э.и.и.м.) и плотность потока мощности. Система способна проводить одновременные измерения двух различно поляризованных волн (сочетание либо вертикально/горизонтально поляризованных волн, либо волн с правосторонней/левосторонней круговой поляризацией), а также измерение широко- и узкополосных диапазонов.

Эти радиопараметры анализируются путем извлечения параметров из определенной несущей частоты на основе маркеров, обозначающих анализируемый частотный диапазон, и пороговых значений, определенных для каждого параметра, а затем данные выводятся в виде графика. Спектры, выходящие за пределы пороговых значений, будут автоматически определены и обозначены. Когда измерения осуществляются в течение длительного времени, то результаты измерений за какой-либо определенный момент времени могут быть выбраны и проанализированы с использованием функций перемотки вперед/назад или покадрового воспроизведения.

На рисунке 13 показан пример выведенных на экран результатов анализа радиопараметров.

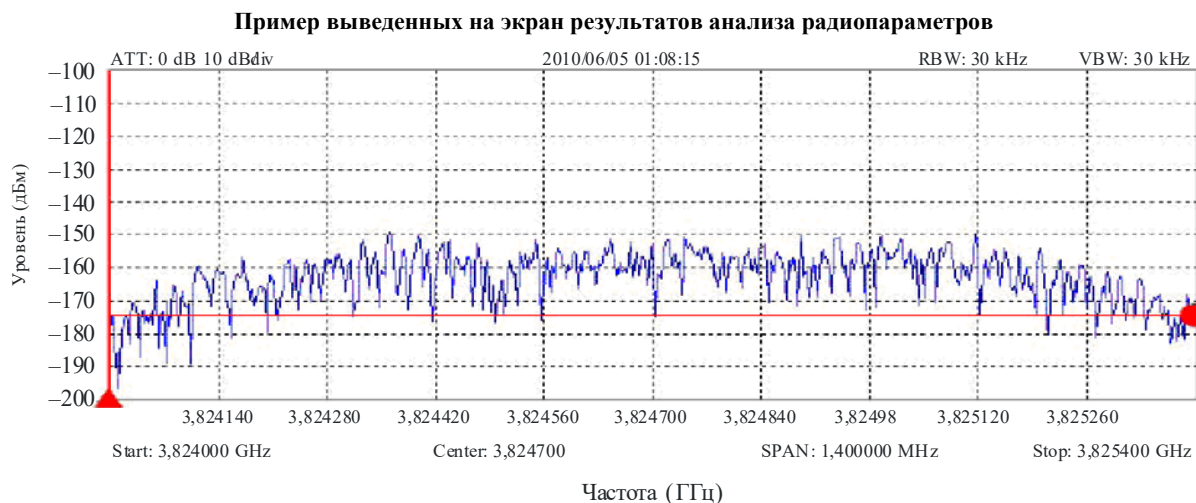
2.3 Измерение и анализ использования частот

Временная загруженность в период измерения и занятость частот в конкретных полосах частот анализируются на основе радиоизлучения от спутников. Тенденция использования частот (при фактическом наличии радиоволн) может быть проконтролирована путем анализа вышеупомянутых параметров.

Тенденция использования частот в пределах анализируемого частотного диапазона может быть выведена в "каскадном" виде, где цвет соответствует уровням приема сигнала. Временная загруженность и занятость частот выводятся в числовом виде.

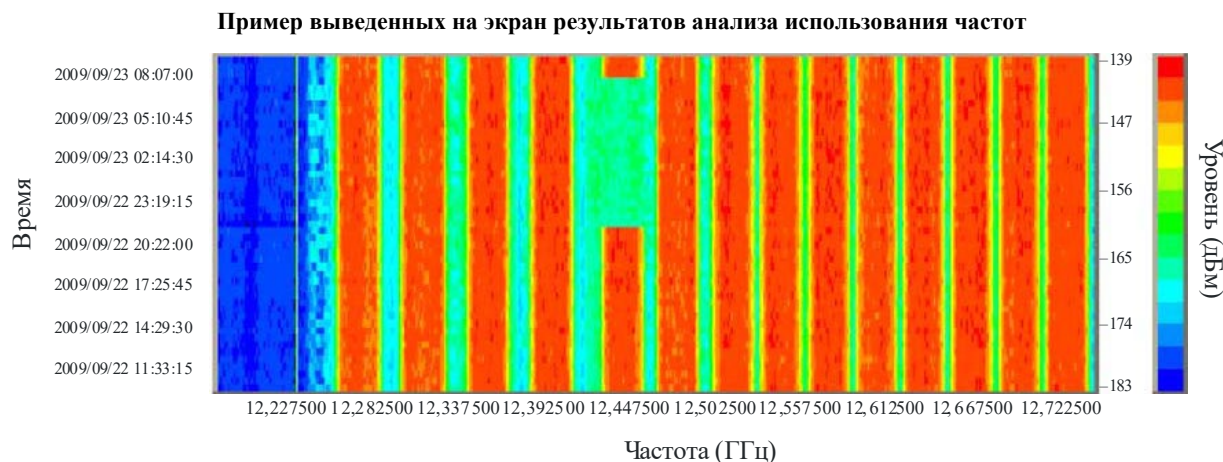
На рисунке 14 показан пример выведенных на экран результатов анализа использования частот.

РИСУНОК 13



SM.2182-13

РИСУНОК 14



SM.2182-14

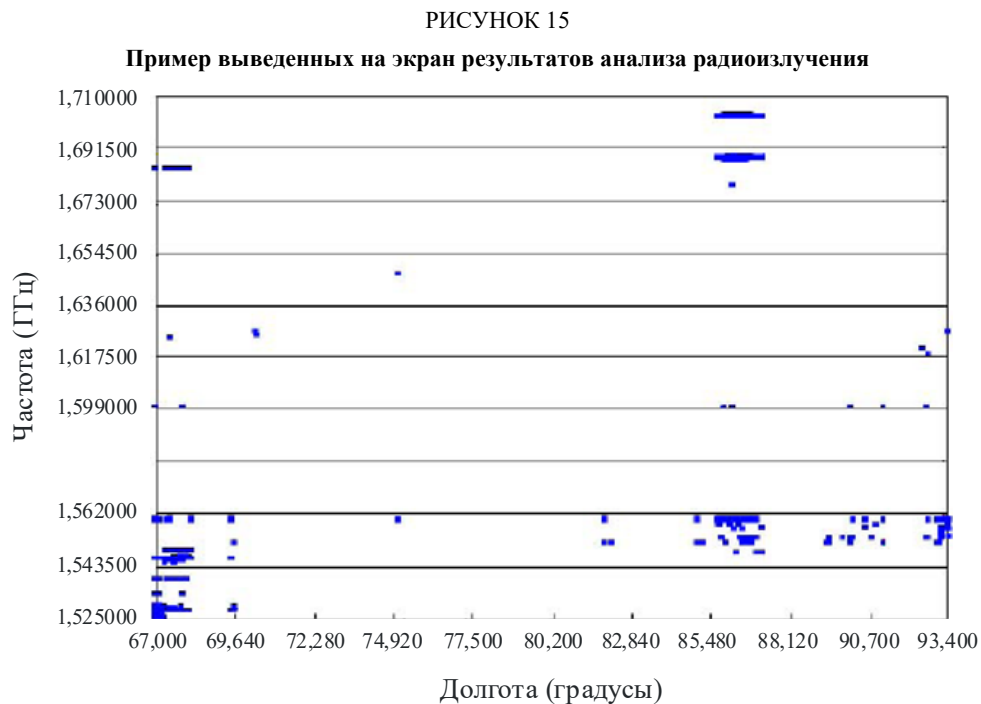
2.4 Измерение и анализ радиоизлучений

Спектр радиоволн, передаваемых со спутников, измеряется и анализируется в отношении зарегистрированных орбитальных позиций в целях контроля работы спутников.

Спектры измеряются посредством того, что антенна движется вдоль геостационарной спутниковой орбиты, вычерчивая дугу или спиральную траекторию.

Результаты измерений сверяются с регистрационной информацией, содержащейся в базе данных орбитальных позиций. Название спутника и орбитальная позиция выводятся в списке тех измеренных значений, которые соответствуют значениям из базы данных. Те значения, которые не соответствуют никаким данным регистрации из базы данных, выводятся на экран с пометкой о том, что спутник является незарегистрированным.

На рисунке 15 показан пример выведенных на экран результатов анализа радиоизлучения.



SM.2182-15

2.5 Определение источника помех на линии вверх

Система определения источника помех на линии вверх – это система, выявляющая местонахождение источника помех в случае, когда имеется интерференция с вовлечением линии, которая передает сигнал на спутник.

В данном случае происходит прием радиоволн с двух соседних спутников. Как правило, для приема радиоволн используются фиксированные станции контроля 1 и 2 (то есть антенны этих станций).

Сигналы от спутника, испытывающего помехи, называются главными сигналами, а сигналы от соседнего спутника (который используется для измерений на линии вверх) – боковыми сигналами. Два типа сигналов, то есть целевой сигнал с помехами и референсный сигнал для обеспечения точности при определении источника помех, поступают соответственно от главного и соседнего (бокового) спутников. Другими словами, местоположение земной станции, создающей помехи (то есть искомого источника), рассчитывается измерением на линии вверх четырех различных сигналов: целевых (главного и бокового) и референсных (главного и бокового).

Если интерференционная волна является незатухающей, то будут сложности с точным определением разницы во времени приема ответного сигнала, поэтому измерения повторяются многократно в течении некоторого времени, чтобы можно было вычислить частотный сдвиг при приеме сигналов. Кроме того, если сдвиги спутника незначительные, то доплеровский частотный сдвиг, скорее всего, не произойдет. Это усложняет точный расчет частотного сдвига при приеме сигналов. В таких случаях выводится только значение разницы во времени приема ответного сигнала, отображаемое на карте для содействия определению источника помех.

На рисунке 16 показан механизм системы определения источника помех на линии вверх, а на рисунке 17 – пример выведенных на экран результатов определения источника помех.

РИСУНОК 16

Механизм системы определения источника помех на линии вверх

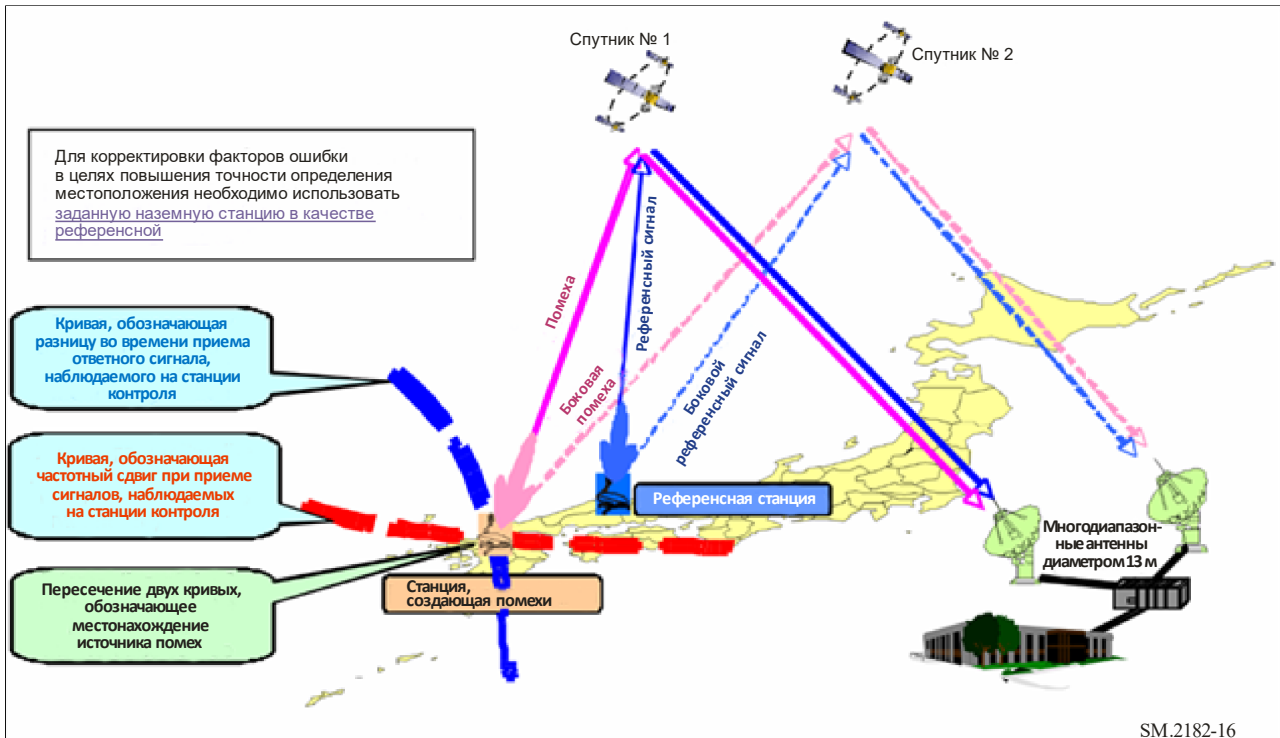
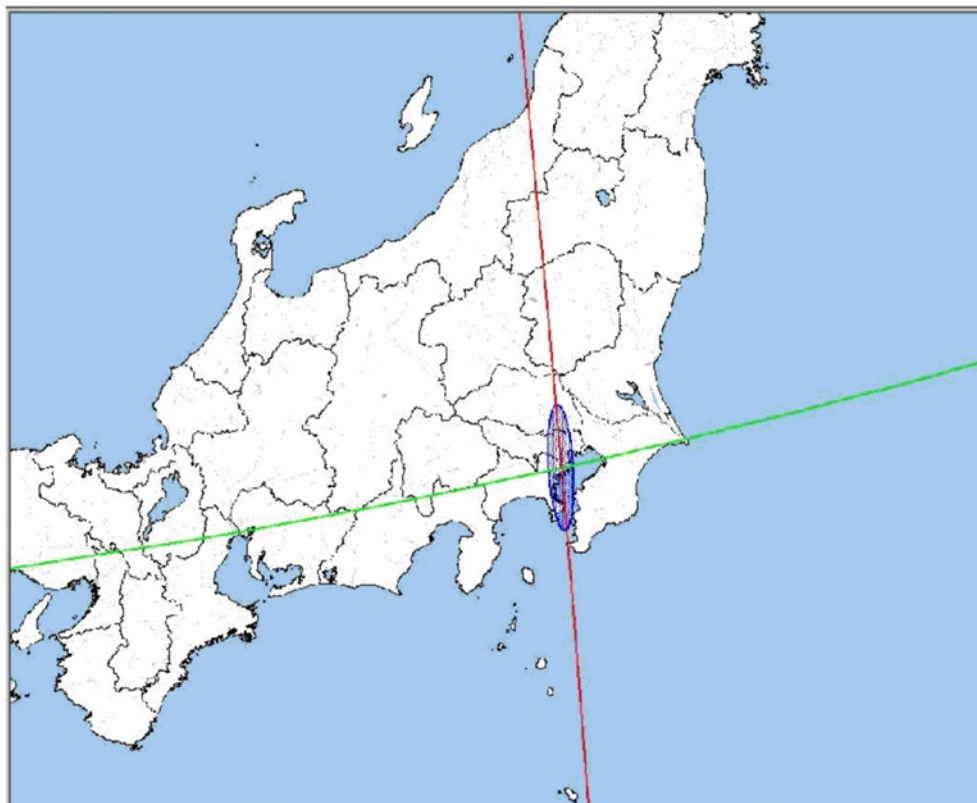


РИСУНОК 17

Пример выведенных на экран результатов определения источника помех



3 Рабочее время

Обычные часы работы: с 8:30 до 5:15 (по местному времени) по будням.

4 Контактная информация

Radio Monitoring Office
Electromagnetic Environment Division, Radio Department
Telecommunications Bureau
Ministry of Internal Affairs and Communication (MIC)
1-2 Kasumigaseki 2-chome
Chiyoda-ku
Tokyo 100-8926
Japan

Эл. почта: kanshikokusai@ml.soumu.go.jp

Приложение 6

Средства контроля космической радиосвязи в Украине

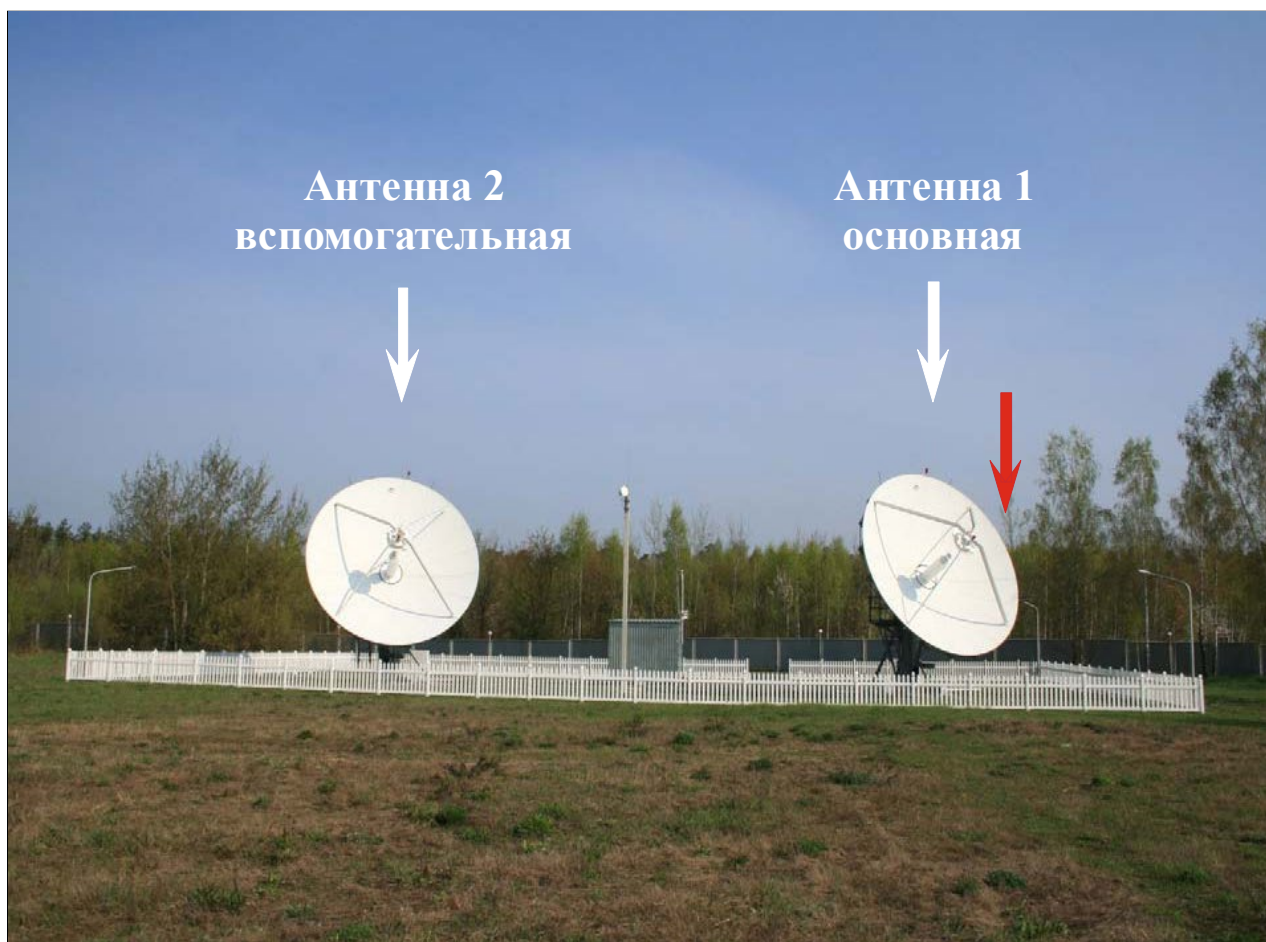
1 Общее введение

Киевская станция контроля космической радиосвязи является частью системы контроля радиосвязи Украинского государственного центра радиочастот (УГЦР). В сферу ответственности УГЦР входят управление использованием спектра и контроль за использованием спектра в диапазонах частот для гражданской связи.

Киевская станция контроля космической радиосвязи предназначена для измерения параметров излучений несущих частот земных и спутниковых станций, а также для определения местоположения земных станций (геопозиционирование) в С-диапазоне (3,4–5,25 и 5,725–7,025 ГГц) и Ku-диапазоне (10,7–14,8 ГГц). Станция способна вести наблюдение за сигналами земных станций, ретранслируемыми спутниками, находящимися на ГСО в орбитальных позициях от 20° з. д. (азимут 237° и высота 15°) до 80° в. д. (азимут 123° и высота 15°).

Киевская станция контроля была основана в 2009 году и ее развитие все еще продолжается.

Географические координаты станции: 50°26'54" с. ш. и 30°17'30" в. д.



SM.2182-Annex6-01

2 Основные задачи Киевской станции контроля космической радиосвязи

К основным задачам Киевской станции контроля космической радиосвязи относятся:

- проверка соответствия параметров излучений тем значениям, которые указаны в допусках на эксплуатацию или в технических условиях;
- наблюдение за занятостью полос частот;
- обнаружение вредных помех при поступлении жалоб со стороны пользователей спектра, от юридических и физических лиц;
- выявление случаев нарушения использования частот и определение местонахождения незаконного передающего оборудования с целью принятия законных мер для устранения нарушений и выключения незаконного оборудования;
- деятельность по радиоконтролю в рамках международного сотрудничества по вопросам использования радиочастотных ресурсов.

3 Структура Киевской станции контроля космической радиосвязи

Киевская станция контроля состоит из четырех функциональных подсистем:

- 2 приемных спутниковых антенн диаметром 7,3 м;
- подсистемы для диагностики и управления наземным оборудованием станции контроля космической радиосвязи, а также для наведения антенн на заданные спутники;

- подсистемы для измерения параметров спутникового излучения, несущих частот спутниковых станций и для ведения базы данных;
- подсистемы для геопозиционирования земных станций и вычисления спутниковых эфемерид.

3.1 Антенны

Параметры антенн приведены в таблице 5.

ТАБЛИЦА 5

Параметр	Антенна 1	Антенна 2
Тип антенны	Антенна Кассегрена	Антенна Кассегрена
Диаметр антенны (м)	7,3	7,3
Частотный диапазон	С/Ку	С/Ку
КНД антенны (дБи)	49,73/58,41	49,50/58,84
Поляризация	Круговая/линейная	Круговая/линейная
Азимут	120°	120°
Угол места	0–90°	0–90°
Угол поворота при поляризации	±90°	±90°

3.2 Подсистема для диагностики и управления наземным оборудованием

Эта подсистема позволяет проверить исправность системных компонентов антенны и определить наличие сбоев в оборудовании. Кроме того, она предназначена для наведения антенн на заданные спутники (как в ручном, так и в автоматическом режиме) с использованием интегрированной базы данных, содержащей параметры спутников.

3.3 Подсистема для измерения параметров спутникового излучения

Посредством спутника можно произвести множество измерений параметров сигналов, исходящих с земной станции.

Программное обеспечение этой подсистемы позволяет измерить следующие параметры радиоэлектронных средств:

- вид модуляции (BPSK, QPSK, 8-PSK, OQPSK, 16-QAM, 16-APSK, 32-APSK, CW, MSK);
- скорость передачи в цифровых системах;
- центральная частота;
- эквивалентная изотропно излучаемая мощность (э.и.и.м.);
- диапазон частот (полоса пропускания);
- отношение несущая-помеха (C/N_0);
- скорость передачи данных;
- коэффициент ошибок по битам (КОБ);
- стандарт несущей (DVB-S, DVB-S2, IESS-308, IESS-309, IESS-310, IESS-315);
- упреждающая коррекция ошибок (1/2, 2/3, 2/5, 3/4, 3/5, 4/5, 5/6, 7/8, 8/9, 9/10).

Система позволяет хранить измеренные данные и сравнивать их с уже существующими в базе данных частотными присвоениями или с параметрами, которые были измерены ранее. Кроме того, имеется возможность сканирования спутниковых ретрансляторов с целью определения всех несущих частот и их идентификации путем сравнения с имеющейся в базе данных информацией.

3.4 Подсистема для геопозиционирования земных станций и вычисления спутниковых эфемерид

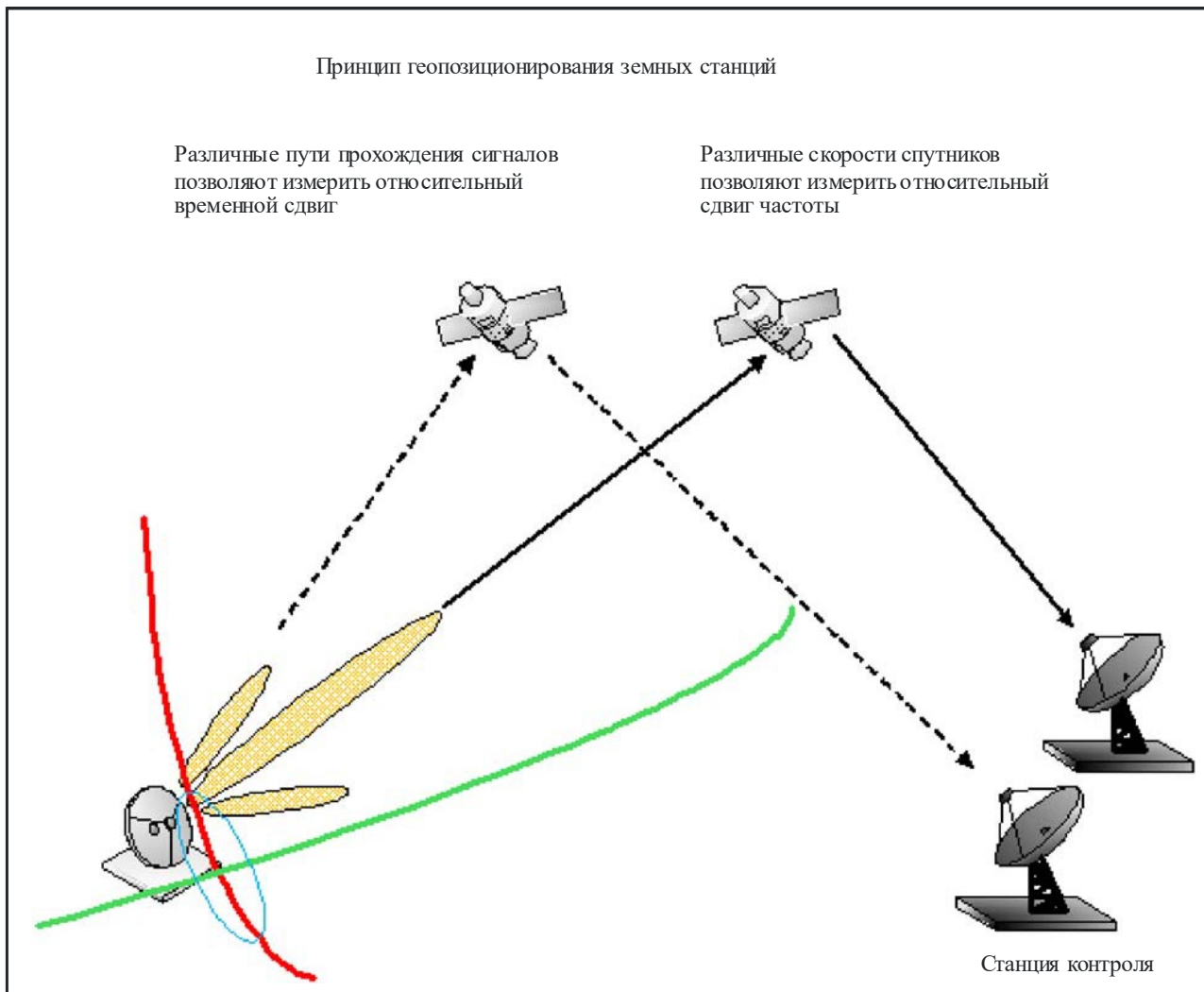
Принципы нахождения земных станций (геопозиционирование) базируются на анализе сигналов, которые передаются земной станцией и ретранслируются спутником. В то время как целевой сигнал (главный лепесток) передается определенному спутнику, часть бокового лепестка этого сигнала передается соседнему спутнику (работающему на той же частоте, с такой же поляризацией и имеющему такую же зону обслуживания). Станция контроля космической радиосвязи принимает сигнал с двух направлений, преобразует его, а затем оцифровывает.

Различные позиции спутников на геостационарной орбите и прохождение сигнала по различным путям через два или более спутников позволяют получить значение относительного временного сдвига и построить кривую позиции на поверхности Земли (временной график) (красная линия на рисунке, приводимом ниже).

Принимая во внимание сдвиги спутников в течение заданного времени, смещение и частоту колебаний спутниковых генераторов, можно произвести расчет относительного сдвига частоты и построить кривую позиции на поверхности Земли (частотный график) (зеленая линия на рисунке, приводимом ниже).

Используя полученные данные, станция контроля космической радиосвязи рассчитывает эллипс, внутри которого находится искомая земная станция.

Вследствие временных задержек между сигналами отклонение в направлении юг–север имеет погрешность от 0,5 до 10 км. Отклонение в направлении восток–запад происходит вследствие разницы частот и фазового сдвига (погрешность от 50 до 80 км). Для повышения точности геопозиционирования земной станции необходимо произвести несколько измерений с компенсацией ошибки эфемериды. В таком случае потенциальная погрешность геопозиционирования земной станции может быть снижена до 0,5–1 км.



SM.2182-Annex6-02

4 Контактная информация

Украинский государственный центр радиочастот
15 км, пр. Перемоги
03179 Киев
Украина

Факс: +38 044 422 81 81

Эл. почта: centre@ucrf.gov.ua

Приложение 7

Средства контроля космической радиосвязи в Казахстане

В 2005 году в Республике Казахстан был построен и введен в эксплуатацию Наземный комплекс управления космическими аппаратами (НКУ "Акколь"). В 2008–2009 годах комплекс "Акколь" был модернизирован в рамках программы "КазСат-2".

НКУ "Акколь" состоит из Центра управления полетами (ЦУП "Акколь") и Системы контроля связи (СКС "Акколь").

НКУ "Акколь" расположен в городе Акколь Акмолинской области и имеет следующие географические координаты: 52°0'11" с. ш., 70°54'3" в. д., 410 м над уровнем моря. На рисунках 18 и 19 показан общий вид комплекса.

РИСУНОК 18

Общий вид комплекса "Акколь"



SM.2182-18

РИСУНОК 19

Антенная система с диаметром антенны 7,3 м



SM.2182-19

Система контроля связи "Акколь" состоит из:

- станций контроля с антеннами диаметром 9 м;
- двух приемных антенн диаметром 7,3 м;
- двух приемных антенн диаметром 2,4 м для приемной телевизионной станции;
- аппаратно-программной системы управления и измерительного оборудования;
- серверного и клиентского оборудования с соответствующим программным обеспечением.

Система контроля связи "Акколь" осуществляет следующие регулярные функции контроля в орбитальных позициях от 15° до 130° в. д.:

- работа с помехами;
- орбитальные измерения ретрансляторов в Ku-диапазоне с линейной поляризацией;
- непрерывный автоматизированный контроль фактической частоты ретранслятора и параметров мощности в Ku-диапазоне;
- измерения заявленных характеристик земной станции для доступа к космическому сегменту;
- контроль и измерение характеристик мощности несущей частоты;
- непрерывный контроль несущих частот и параметров цифровых сигналов;
- хранение измеренных данных;
- контроль радиовещательных каналов.

Параметры системы контроля связи "Акколь":

частотный диапазон линии вниз: 10 700–12 750 МГц,

частотный диапазон линии вверх: 13 750–14 500 МГц,

поляризация: линейная.

Система контроля связи НКУ "Акколь" позволяет осуществлять функции контроля одновременно и независимо для двух спутников.

РИСУНОК 20

Общий вид измерительного оборудования

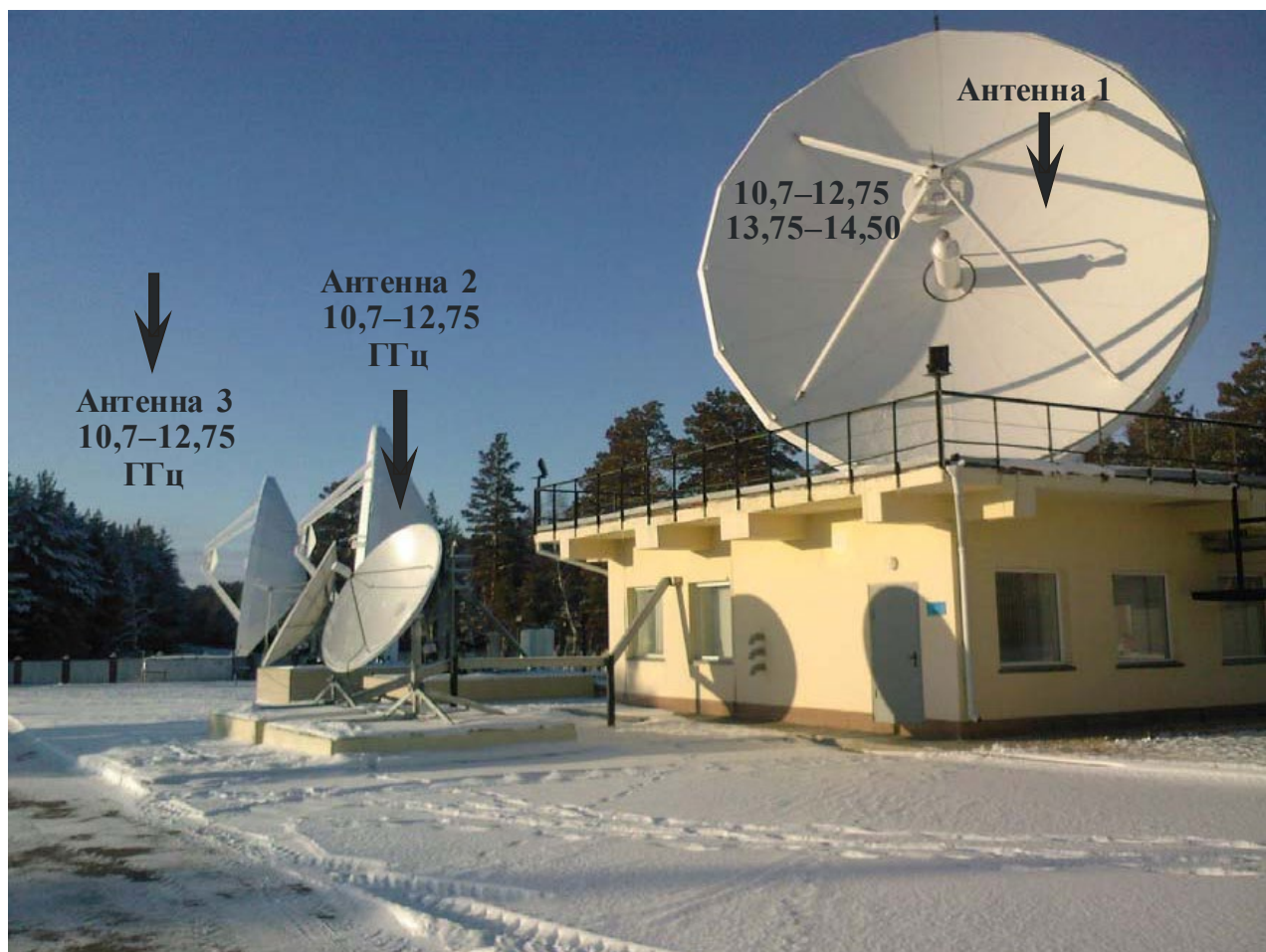


SM.2182-20

На рисунке 21 показан общий вид антенных систем 1, 2 и 3; параметры этих антенн приведены в таблице 6.

РИСУНОК 21

Общий вид антенных систем 1, 2 и 3



SM.2182-21

ТАБЛИЦА 6

Параметры антенных систем 1, 2 и 3

Параметр	Антенна 1	Антенна 2	Антенна 3
Тип антенны	Антенна Кассегрена, 2 порта приемника + 2 порта передатчика	Антенна Кассегрена, 2 порта приемника	Антенна Кассегрена, 2 порта приемника
Частоты приема (ГГц)	10,7–12,75	10,7–12,75	10,7–12,75
Частоты передачи (ГГц)	13,75–14,50	–	–
Размер антенны	Ø = 9 м	Ø = 7,3 м	Ø = 7,3 м
Поляризация	Линейная	Линейная	Линейная
КНД антенны (дБи)	Прием 57,6–59,0 Передача 59,7–60,1	Прием 55,8–57,1	Прием 55,8–57,1
Показатель добротности (G/T) (дБ/К)	36,2–36,8	34,6–35,2	34,6–35,2
Доступные геостационарные позиции	25°–107° в. д.	11,5°–112° в. д.	11,5°–107° в. д.
Тип отслеживания	Пошаговое, ОРТ, ручное	Пошаговое, ОРТ, ручное	Пошаговое, ОРТ, ручное

Контактная информация:

Республиканский центр космической связи
и электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств

Адрес: Республика Казахстан
г. Астана, ул. Джангильдина, 34

Тел./факс: +7 (7172) 326478

Эл. почта: info@rcsc.kz

Приложение 8

Станция контроля космической радиосвязи в Бразилии

Национальное агентство электросвязи (Anatel)

1 Характеристики станции контроля космической радиосвязи

1.1 Введение

В 2014 году Anatel (Национальное агентство электросвязи), регуляторный орган в области электросвязи Бразилии, развернул свою первую станцию контроля космической радиосвязи (EMSAT). Это часть масштабной программы по расширению контроля за использованием спектра, разработанной бразильским регуляторным органом в поддержку крупных международных мероприятий, таких как чемпионат мира по футболу 2014 года ФИФА и Олимпийские и Паралимпийские игры Рио-2016. После этих мероприятий объект остается инструментом поддержки управления использованием спектра и орбиты, который эксплуатируется Исполнительным бюро Anatel.

1.2 Общее описание и функции

Станция расположена в городе Рио-де-Жанейро. Она обладает только возможностями приема и подготовлена для измерений в диапазонах C, Ku и Ka сигналов спутников на ГСО.

Основные функции станции:

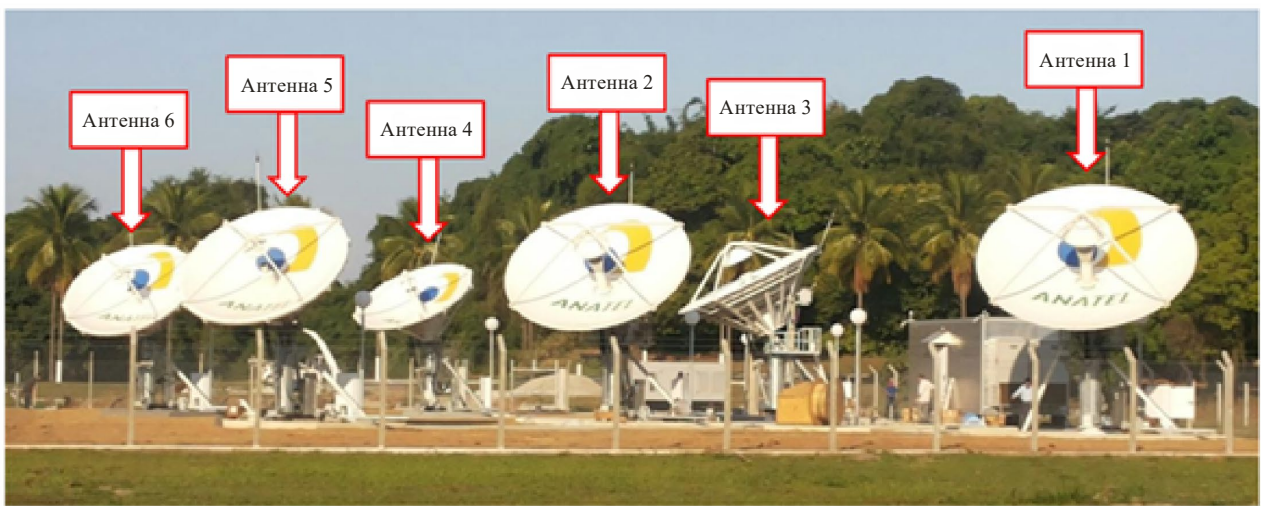
- обнаружение неразрешенных излучений;
- оценка параметров разрешенных излучений;
- измерение занятости спутниковых и орбитальных позиций;
- автоматизированный контроль за использованием спектра;
- геопозиционирование;
- определение характеристик сигнала;
- ведение базы данных с функциями анализа исторической информации контроля за использованием спектра и тенденций;
- обнаружение сигналов, уровень которых ниже уровня несущей.

1.3 Характеристики системы

Система контроля состоит из описанного ниже набора из семи антенн (диапазоны С, Ku и Ka).

РИСУНОК 22

Антенны диапазонов С и Ku на EMSAT, Рио-де-Жанейро; антенна диапазона Ka (передвижная); измерительное оборудование



Антенны диапазонов С и Ku на EMSAT, Рио-де-Жанейро



Антенна диапазона Ka (передвижная)



Измерительное оборудование

Антенны диапазона С

Параметр	Антенны 1 и 2	Антенна 3	Антенна 4
Тип антенны	Грегори	Грегори	Эллиптическая со смещенной осью
Диапазон частот (МГц)	Диапазон С 3625–4200	Диапазон С 3625–4200	Диапазон С (АР30В) 4500–4800
Диаметр антенны (м)	6	6	4,5
Поляризация	Линейная	Круговая	Линейная
Задачи	Контроль и геопозиционирование	Контроль и геопозиционирование * *Используется в паре с другой антенной диапазона С (антенной 1 или 2)	Контроль
Усиление антенны (дБи)	46,7	46,7	45
Орбитальные позиции	От 110° з. д. до 10° з. д.	От 96° з. д. до 1° з. д.	От 80° з. д. до 17° з. д.

Антенны диапазонов Ku и Ka

Параметр	Антенны 5 и 6	Антенна 7*
Тип антенны	Эллиптическая со смещенной осью	Со смещенным облучателем
Диапазон частот (ГГц)	Диапазон Ku 10,7–12,75	Диапазон Ka 17,7–21,2
Диаметр антенны (м)	4,5	2,4
Поляризация	Линейная	Круговая
Задачи	Контроль и геопозиционирование	Контроль
Усиление антенны (дБи)	53,2	51,4
Орбитальные позиции	От 110° з. д. до 29° з. д.	От 110° з. д. до 40° з. д. *Передвижная, может перемещаться по мере необходимости для охвата других орбитальных позиций

Станция может выполнять измерения по контролю за использованием спектра при независимом функционировании всех антенн. Однако операции по геопозиционированию могут выполняться только с (одновременным) использованием антенн в парах:

- сигналы диапазона С с линейной поляризацией → антенны 1 и 2;
- сигналы диапазона С с круговой поляризацией → антенны 1 и 3 или 2 и 3;
- сигналы диапазона Ku с линейной поляризацией → антенны 5 и 6.

1.4 РЧ-входной каскад и инфраструктура

В качестве общей характеристики работы цепи приема используется добротность (G/T). Значения минимальной добротности в центре диапазона для разных частот:

- диапазон С, линейная поляризация, от 3625 МГц до 4200 МГц – 27,8 дБ/К;
- диапазон С (АР 30В), линейная поляризация, от 4500 МГц до 4800 МГц – 26,8 дБ/К;
- диапазон С, круговая поляризация, от 3625 МГц до 4200 МГц – 27 дБ/К;

- диапазон Ku, линейная поляризация, от 10 700 МГц до 12 750 МГц – 30,9 дБ/К;
- диапазон Ka, круговая поляризация, от 17 700 МГц до 21 200 МГц – 27,2 дБ/К;

Все измерительное оборудование подключено к единой базе эталонного времени 10 МГц с точностью 2×10^{-11} .

2 Задачи

2.1 Измерения и анализ технических параметров

Станция EMSAT предназначалась для проведения измерений в соответствии с Рекомендациями МСЭ и Справочником по контролю за использованием спектра.

Основные контролируемые параметры: э.и.и.м. (дБВт), частота (МГц) и ширина полосы (МГц) сигналов, передаваемых со спутника на земную станцию. Также могут быть предоставлены производные результаты измерений, такие как плотность потока мощности (п.п.м.).

Максимально достижимая точность:

- э.и.и.м. на линии вниз – допустимая погрешность $\pm 1,0$ дБ при минимальном отношении сигнал/шум 12 дБ. Отклонение при последовательных измерениях до $\pm 0,3$ дБ;
- измерение частоты – допустимая погрешность $\pm 1\%$ от ширины полосы сигнала для несущей с минимальным отношением сигнал/шум 15 дБ;
- измерение ширины полосы – допустимая погрешность $\pm 1\%$ от ширины полосы сигнала для несущей с минимальным отношением сигнал/шум 12 дБ;
- амплитудно-частотная характеристика – максимальное отклонение ± 1 дБ на каждые 36 МГц и $\pm 2,5$ дБ во всем диапазоне.

Система также может выполнять следующие измерения: E_b/N_0 , скорость передачи символов, C/N и C/N_0 . Она также способна обнаруживать цифровые сигналы и определять их характеристики, графически отображая диаграмму группировки, используемый тип модуляции и код исправления ошибок.

Станция способна распознавать следующие типы модуляции и коды исправления ошибок:

- схемы модуляции – BPSK, QPSK, 8-PSK, 16-QAM, 16-APSK;
- коды исправления ошибок – RS (Рида–Соломона), CV (сверточные коды), LDPC (код проверки четности низкой плотности).

EMSAT может автоматически определять мешающие сигналы, включая функцию обнаружения и измерения сигнала, уровень которого ниже уровня несущей. Эта функция позволяет системе отфильтровать определенные мешающие сигналы в несущей или ниже уровня собственных шумов анализатора спектра.

Наконец, система поддерживает функцию спектрограммы и функцию анализатора спектра с минимальным разрешением 10 Гц.

2.2 Операции геопозиционирования

Для выполнения операций геопозиционирования, которые необходимы в случаях, связанных с помехами на линии вверх или с неразрешенными действиями земных станций, EMSAT Anatel использует методы TDOA (разница времени прихода) и FDOA (разница частоты прихода).

Результаты геопозиционирования могут быть получены разными способами. В зависимости от характеристик целевого сигнала геопозиционирование может осуществляться с использованием обоих методов – FDOA и TDOA – или только одного из этих методов. Например, для геопозиционирования источников сигнала незатухающей волны единственным методом, применяемым при обработке данных геопозиционирования EMSAT, является FDOA.

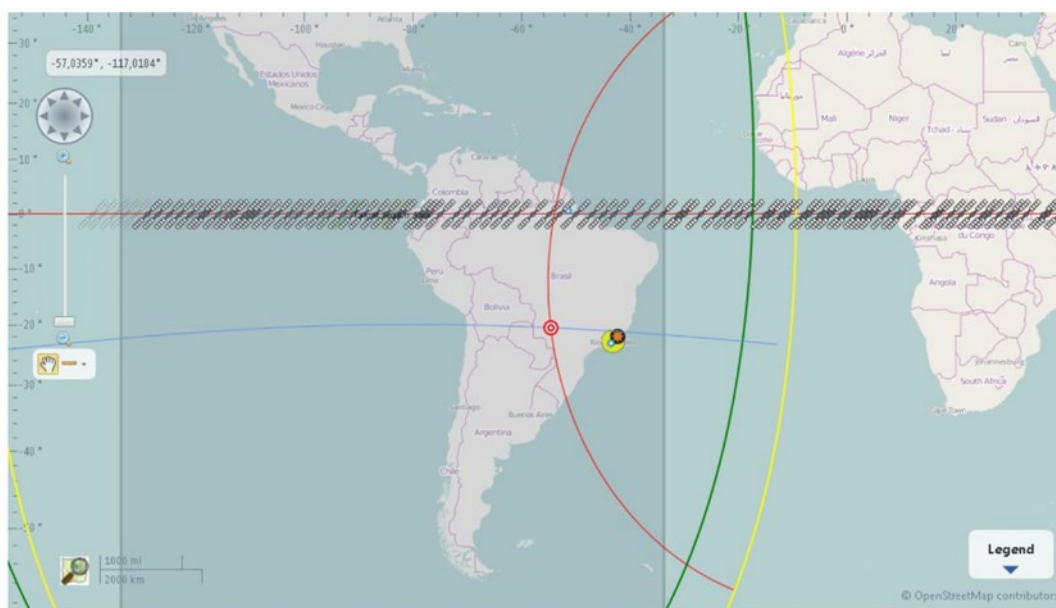
Как указано в пункте 1.3, для выполнения операций геопозиционирования с помощью EMSAT требуются одновременные измерения целевого сигнала на линии вниз с приемом сигналов от двух соседних спутников – подверженного воздействию помех (первичного) и соседнего с ним (вторичного). Как правило, вероятную область поиска земной передающей станции указывает эллипс с привязкой к местности, построенный платформой геопозиционирования EMSAT.

После успешной обработки данных геопозиционирования результаты представляются на цифровых картах, а также могут экспортироваться в файлах формата .KMZ, что позволяет проводить дальнейшие исследования на основе обработки географических данных. Одним из видов соответствующего анализа, который может быть выполнен, является наложение эллипса геопозиционирования на потенциально мешающие земные станции внутри области поиска, которые можно экспортировать из базы данных лицензий Anatel.

Пример эллипса геопозиционирования представлен на следующих рисунках.

РИСУНОК 23

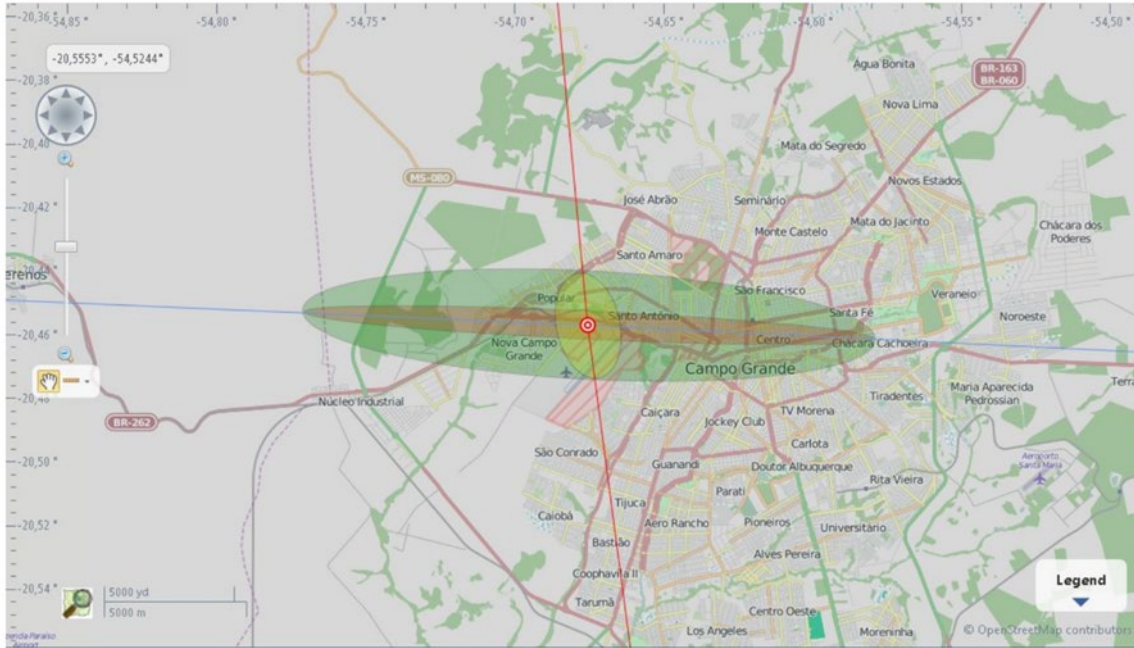
Результаты геопозиционирования (линии TDOA и FDOA и указание цели)



SM.2182-23

РИСУНОК 24

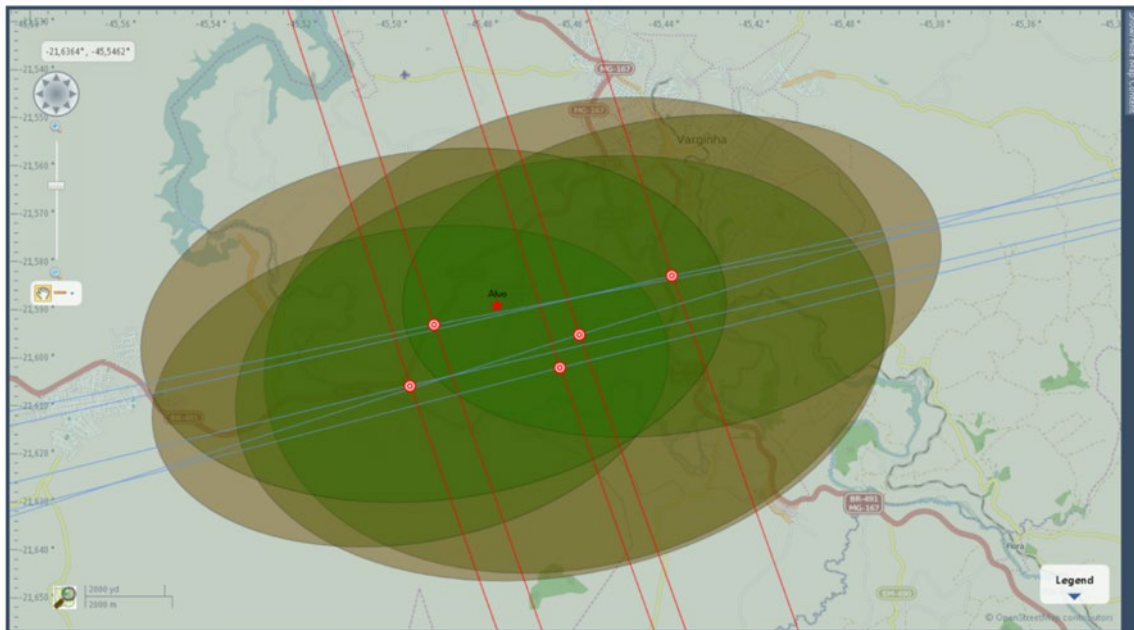
Результаты геопозиционирования (эллипс геопозиционирования)



SM.2182-24

РИСУНОК 25

Результаты геопозиционирования (эллипс геопозиционирования, повторенный пять раз и сходящийся в один и тот же регион)



SM.2182-25

3 Рабочее время и контактная информация

Рабочее время: понедельник – пятница с 12:00 до 20:00 UTC (с 9:00 до 17:00 по местному времени Бразилии, UTC -03:00).

Электронная почта: msat@anatel.gov.br и er-2@anatel.gov.br.

Факс: +55 61 2312-2244 (международная справочная служба Anatel) и +55 61 2312-2670 (отделение спектра, орбит и радиовещания Anatel).

Приложение 9

Средства контроля космической радиосвязи Султаната Оман Регуляторный орган электросвязи (TRA)

1 Общее описание

Станция контроля космической радиосвязи (SRMS) принадлежит Регуляторному органу электросвязи (TRA), который отвечает за управление использованием спектра и контроль за использованием спектра в Султанате Оман. SRMS расположена в Маскате, примерно в 7 км от головного офиса TRA и примерно на таком же расстоянии от международного аэропорта Маската. Станция введена в эксплуатацию 17 января 2018 года.

К основным сооружениям станции относятся главное здание и антенная система, расположенная в самой высокой части площадки, что обеспечивает станции наилучшую видимость дуги спутниковой орбиты. Станция способна контролировать спутники ГСО и НГСО и выполнять измерения в диапазонах частот C, Ku, X, Ka, L и S.

РИСУНОК 26
Площадка SRMS



2 Функции

SRMS выполняет следующие основные функции:

- контроль использования радиочастотного спектра и космических ресурсов путем проверки соблюдения пользователями условий лицензии, выданной TRA;
- мониторинг и измерение радиосигналов в космических службах;
- обнаружение любого несанкционированного использования;
- выявление и устранение вредных помех;
- поддержка деятельности, связанной с космическими службами;
- международная координация с Международным союзом электросвязи (МСЭ) и другими регуляторными органами по вопросам, связанным с помехами.

3 Характеристики системы

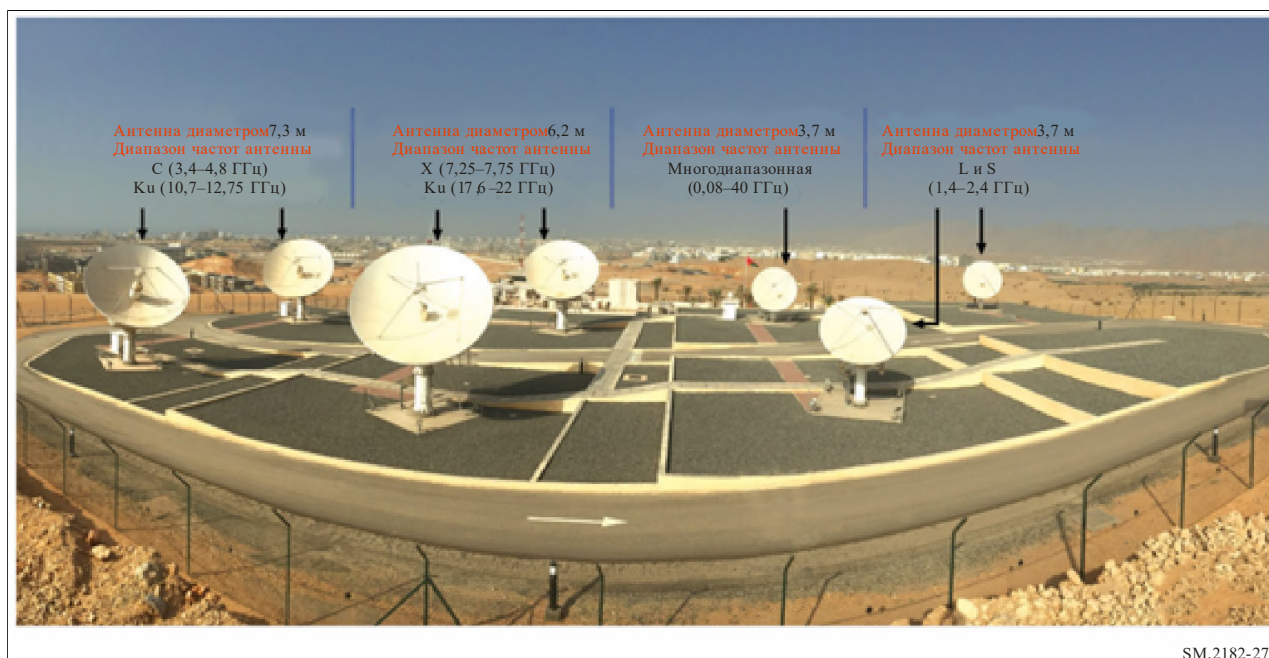
Географические координаты станции: $23^{\circ}33'09,37''$ с. ш. $58^{\circ}19'59,76''$ в. д.

Видимая дуга геостационарной орбиты: от 16° з. д. до 133° в. д.

Станция имеет семь антенн со следующими техническими характеристиками.

РИСУНОК 27

Антенная система SRMS



Антенна				Диапазон частот	Поляризация		Диапазоны азимута и угла места
Название	Размер	Тип	Способ слежения				
Antenna_1 (Вспомогательная)	7,3 м	С поворотной головкой	Пошаговое сопровождение, IESS и Norad	С: 3,4–4,8 ГГц	Линейная	Круговая	AZI = 94°–266° ELE = 5°–88°
				Ку: 10,7–12,75 ГГц	Линейная	–	
Antenna_2 (Главная)	7,3 м	С поворотной головкой	Пошаговое сопровождение, IESS и Norad	С: 3,4–4,8 ГГц	Линейная	Круговая	AZI = 94°–266° ELE = 5°–88°
				Ку: 10,7–12,75 ГГц	Линейная	–	
Antenna_3 (Вспомогательная)	6,2 м	С поворотной головкой	Пошаговое сопровождение, IESS и Norad	Х: 7,25–7,75 ГГц	–	Круговая	AZI = 94°–266° ELE = 5°–88°
				Ка: 17,6–22 ГГц	Линейная	Круговая	
Antenna_4 (Главная)	6,2 м	С поворотной головкой	Пошаговое сопровождение, IESS и Norad	Х: 7,25–7,75 ГГц	–	Круговая	AZI = 94°–266° ELE = 5°–88°
				Ка: 17,6–22 ГГц	Линейная	Круговая	
Antenna_5 (Многодиапазонная)	3,7 м	Вращающаяся	Пошаговое сопровождение, IESS и Norad	Диапазон 1: 0,08–1,3 ГГц	Линейная	–	AZI = 5°–355° ELE = 5°–85°
				Диапазон 2: 1–18 ГГц	Линейная	Круговая	
				Диапазон 3: 18–40 ГГц	Линейная	–	
Antenna_6 (Вспомогательная)	3,7 м	Вращающаяся	Пошаговое сопровождение, IESS и Norad	L: 1,4–2,15 ГГц	–	Круговая	AZI = 5°–355° ELE = 5°–85°
				S: 2,1–2,4 ГГц	–	Круговая	
Antenna_7 (Главная)	3,7 м	Вращающаяся	Пошаговое сопровождение, IESS и Norad	L: 1,4–2,15 ГГц	–	Круговая	AZI = 5°–355° ELE = 5°–85°
				S: 2,1–2,4 ГГц	–	Круговая	

Станция может выполнять измерения, необходимые для контроля радиоспектра, используя любую из семи вышеупомянутых антенн. Однако для геопозиционных измерений требуется парное использование антенн:

- для диапазонов частот С, Ку можно использовать антенны 1 и 2;
- для диапазонов частот Х, Ка можно использовать антенны 3 и 4;
- для диапазонов частот L, S можно использовать антенны 6 и 7.

4 Структура станции контроля космической радиосвязи

Станция контроля космической радиосвязи TRA Омана состоит из десяти функциональных подсистем.

4.1 Антенны

Семь приемных спутниковых антенн разного диаметра и с разными техническими характеристиками, как указано в пункте 3.

4.2 Подсистема диагностики и управления устройствами станции и наведения антенн на орбитальные позиции спутников

Эта подсистема отвечает за контроль всех компонентов SRMS и дистанционное управление ими. Она состоит из двух ключевых элементов: первый отвечает за контроль и управление оборудованием наземной станции, таким как блок управления антенной (ACU), маломощный усилитель (LNA), коммутаторы и понижающие преобразователи (BDC), а второй – за контроль сетевого оборудования (сетевой коммутатор, межсетевой экран, сервер, рабочую станцию). В случае возникновения какой-либо проблемы или неисправности в SRMS подсистема выдает предупреждение/уведомление оператору. Кроме того, она позволяет вручную или автоматически наводить антенну на любые орбитальные позиции в пределах видимой дуги.

4.3 Подсистема контроля, обнаружения и определения характеристик спутниковых сигналов

Эта подсистема отслеживает и анализирует радиосигналы, принимаемые от спутников, и определяет их технические характеристики. С помощью программного обеспечения данной подсистемы могут измеряться следующие технические параметры:

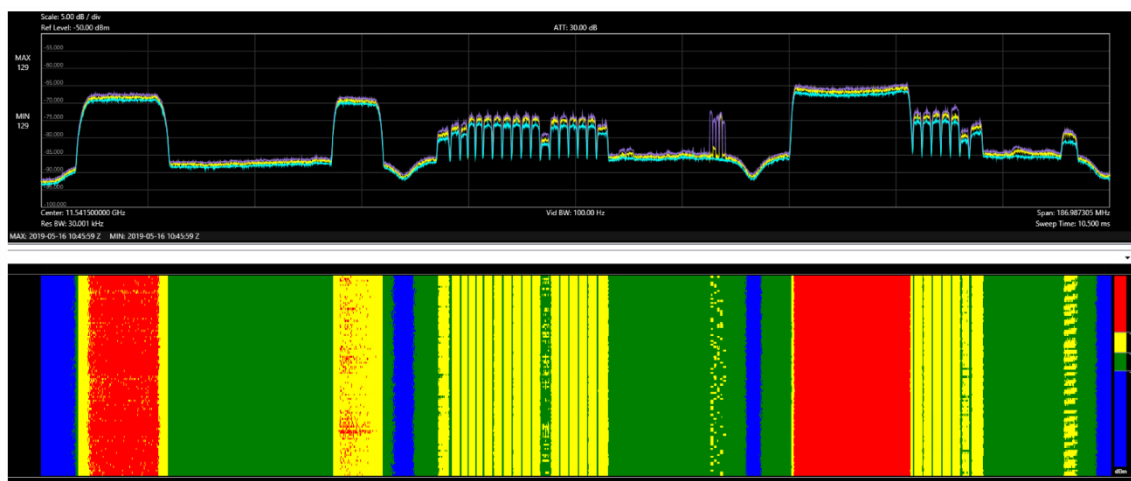
- центральная частота (МГц);
- полоса пропускания (кГц);
- скорость передачи в цифровых системах (кбит/с);
- скорость передачи данных (кбит/с);
- эквивалентная изотропно излучаемая мощность – э.и.и.м. (дБВт);
- отношение несущей к шуму – C/N (дБ);
- отношение мощности несущей к спектральной плотности шума – C/N_0 (дБ);
- отношение несущей к помехе – C/I (дБ);
- отношение энергии на бит к спектральной плотности мощности шума – E_b/N_0 (дБ);
- отношение энергии на символ к спектральной плотности мощности шума – E_s/N_0 (дБ);
- тип модуляции;
- стандарт несущей;
- внутреннее и внешнее кодирование;
- коэффициент ошибок по битам (КОБ).

Можно также рассчитать плотность потока мощности (п.п.м.).

Программное обеспечение способно сканировать спутниковые ретрансляторы и представлять результаты в виде спектрограммы для определения несущих частот. Затем результаты можно сравнить с существующей базой данных для идентификации обнаруженных несущих.

РИСУНОК 28

Спектрограмма сигналов, принятых от ретрансляторов

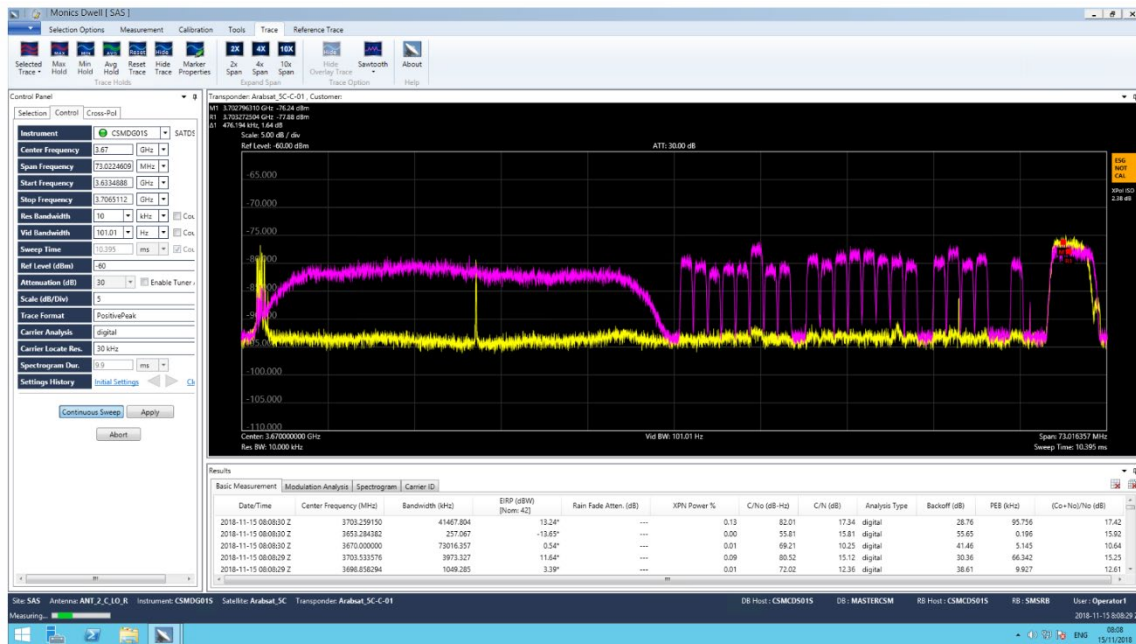


SM.2182-28

Система позволяет одновременно принимать спутниковые сигналы с разной поляризацией.

РИСУНОК 29

Прием двух сигналов с разной поляризации
(Примечание. Основная поляризация – желтая кривая, перекрестная поляризация – фиолетовая кривая)

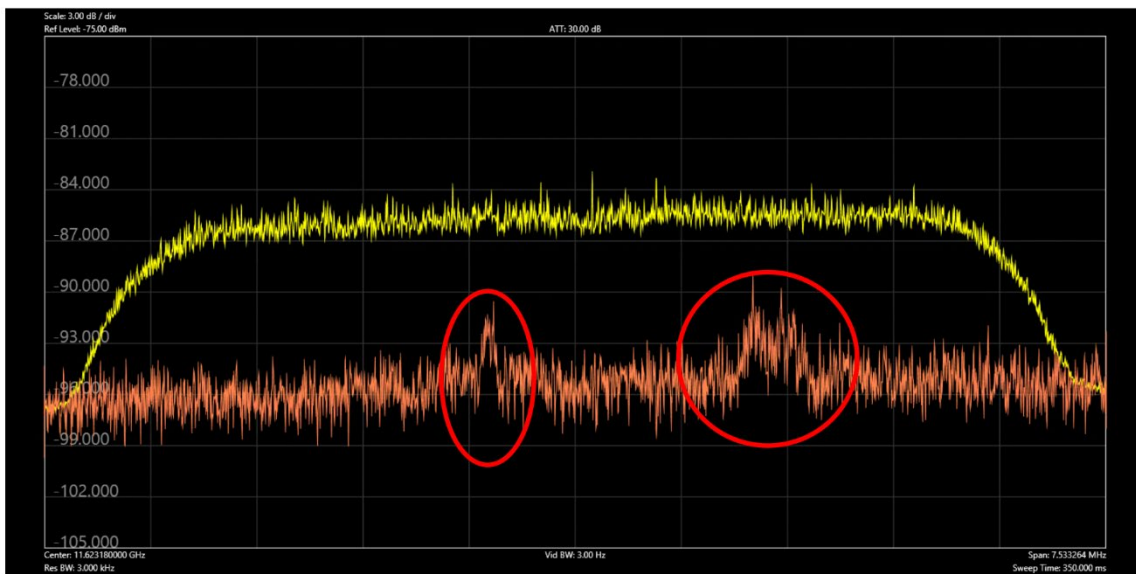


SM.2182-29

Система позволяет выявлять скрытые мешающие сигналы ниже уровня основной несущей с помощью анализа Carrier Under Carrier.

РИСУНОК 30

Анализ Carrier Under Carrier



SM.2182-30

Подсистема также позволяет:

- создавать базы данных спутников с указанием их технических параметров, что упрощает и ускоряет процесс настройки при измерениях;
- хранить результаты измерений и сравнивать их с предыдущими результатами или с данными лицензированных пользователей из базы данных;

- вручную или автоматически сканировать спутниковые ретрансляторы и измерять занятость спектра;
- выполнять калибровку РЧ-трактов антенн с использованием станции калибровки шума, способной контролировать несколько источников шума в нескольких антеннах.

4.4 Система определения местоположения передатчика (геопозиционирование)

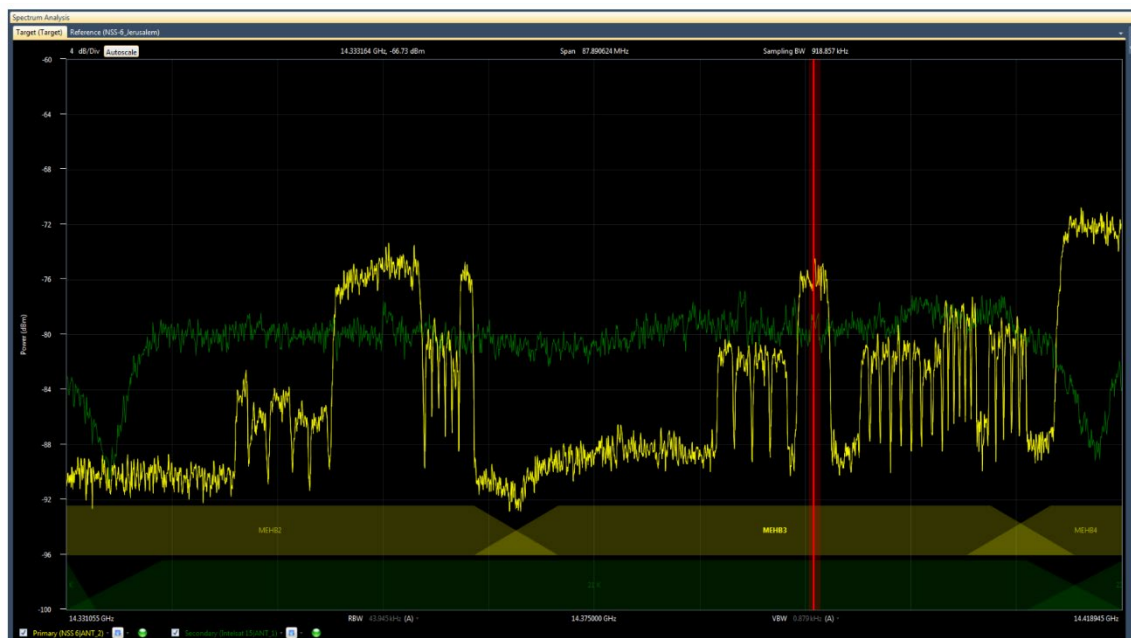
Система определения местоположения передатчика – это подсистема, предназначенная для определения географического местоположения земной станции, создающей помехи на линии вверх к спутнику или осуществляющей передачу без надлежащего разрешения (несанкционированное использование). Для определения местоположения источника сигнала применяются методы TDOA (разница времени прихода) и FDOA (разница частоты прихода). Для этого выполняется мониторинг линии вниз целевого сигнала от двух соседних спутников, называемых первичным (испытывающий помехи спутник) и вторичным (спутник рядом с первичным спутником). Как упоминалось в пункте 3, для операций геопозиционирования используются две антенны, работающие в одних и тех же полосах частот.

Подсистема способна выполнять корректировку эфемерид спутников для повышения точности результатов геопозиционирования позволяет создавать собственную базу данных спутников для операций геопозиционирования.

Пример результатов геопозиционирования показан на рисунках 31 и 32, ниже.

РИСУНОК 31

Спектр, полученный от первичного спутника (желтая кривая) и вторичного спутника (зеленая кривая)
(Примечание. Красная линия указывает целевой сигнал)



SM.2182-31

РИСУНОК 32

Результат геопозиционирования на карте



SM.2182-32

4.5 Мобильная станция контроля

Эта подсистема позволяет отслеживать спутниковые сигналы как на линии вверх (Земля-космос), так и на линии вниз (космос-Земля).

Для измерений на линии вверх в подсистеме используются всенаправленные и направленные антенны, охватывающие диапазон частот 0,8–40 ГГц. Зону наблюдения можно расширить путем поднятия направленных рупорных антенн с помощью мачты высотой 8,5 м для проведения измерений на большей высоте. Эти антенны также можно направлять в любую сторону для выполнения измерений. После успешного выполнения геопозиционирования подсистема позволяет определить местонахождение незаконно используемого передатчика или источника радиопомех на земле.

Для измерения на линии вниз подсистема выполняет измерения с использованием одной приемной антенны в диапазонах частот С, Х, Ku и Ka. Такие измерения полезны, когда узконаправленные лучи спутников не перекрывают основные антенны SRMS. Подсистема, упомянутая в пунктах 4.2 и 4.3, также используется в мобильном устройстве для управления аппаратурой и для определения характеристик и анализа принимаемых сигналов. Также возможно автоматическое наведение на орбитальную позицию спутника.

РИСУНОК 33

Мобильное устройство контроля

SM.2182-33

4.6 Беспилотная авиационная система (БАС)

Подсистема БАС, или дрон, используется для определения места несанкционированного использования и источника радиопомех на линии вверх (Земля-космос) в диапазонах L, C, X, Ku и Ka, когда из-за ограничений рельефа местности или большого угла передачи антенн земных станций невозможно применить мобильное устройство.

4.7 Опорный излучатель

Как правило, система геопозиционирования работает с периодически доступными опорными излучателями, представляющими собой линии вверх коммерческих спутников, местоположение и частоты которых публикуются. Однако параметры таких опорных излучателей могут меняться – например, они могут быть перемещены, перенастроены, переназначены другим спутникам или выведены из эксплуатации, что вносит неопределенность в их местонахождение. Это приводит к дополнительным ошибкам эфемерид и смещения, что делает такие излучатели неидеальным инструментом для точных геопозиционных измерений. Для устранения этого недостатка используется специальный опорный излучатель.

Опорный излучатель (RE) – это передатчик, который излучает маломощный сигнал для использования в качестве эталонного сигнала. Он применяется в сочетании с системой геопозиционирования для повышения точности результатов геопозиционирования принимаемых сигналов в диапазонах C, X, Ku и Ka. Эта подсистема обеспечивает автоматическое обнаружение спутника и наведение передающей антенны на нужную орбитальную позицию. При необходимости мобильная станция контроля может переместить опорный излучатель в любое место на территории Омана.

4.8 Контроль цифрового телевизионного вещания

Эта подсистема позволяет отображать, идентифицировать и отслеживать источники нешифрованных спутниковых телевизионных каналов.

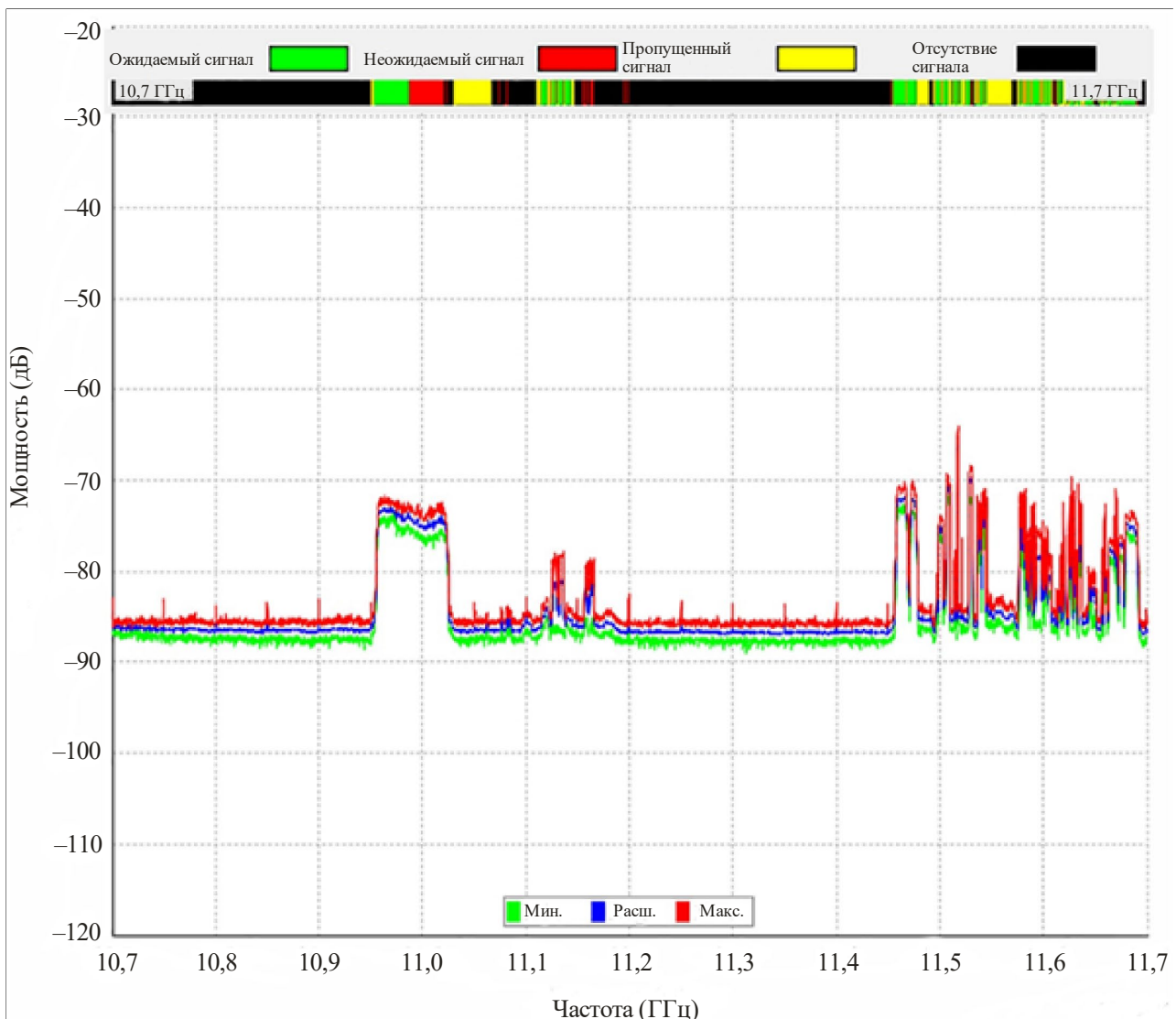
4.9 Подсистема проверки лицензий и занятости орбиты

Эта централизованная подсистема собирает информацию от подсистем, описанных в пунктах 4.2, 4.3 и 4.4. Она позволяет операторам планировать, выполнять и автоматизировать программы измерения, а также создавать различные отчеты.

Подсистема облегчает проверку фактического использования частот на соответствие лицензиям, выданным TRA Омана, и измерение степени занятости геостационарных спутниковых орбит. Лицензии проверяются путем автоматического контроля ожидаемой э.и.и.м., центральной частоты и ширины полосы на основе измерения радиочастотной линии вниз. Можно сканировать орбитальные позиции спутников и сравнивать результаты измерения спектра с известными спутниками, находящимися в конкретной орбитальной позиции. Пример результатов измерения орбитальной позиции показан на рисунке 34.

РИСУНОК 34

Пример результатов измерения орбитальной позиции



SM.2182-34

Обе задачи можно настроить на автоматический запуск в определенное время. Дополнительно подсистема позволяет резервировать ресурсы антенны для выполнения программы геопозиционирования.

4.10 Регистратор L-диапазона

Это система записи и воспроизведения в режиме реального времени, в которой хранится спектр полезного сигнала и его технические характеристики.

5 Задачи

К основным задачам станции контроля космической радиосвязи относятся:

- проверка соответствия фактического использования радиочастотного спектра лицензиям, выданным регуляторным органом;
- измерение спутниковых сигналов для определения технических параметров принимаемых радиоволн;
- проверка принимаемого спутникового сигнала на соответствие Регламенту радиосвязи (PP);
- проведение геопозиционных измерений для определения источника помех на линии вверх или обнаружения неизвестного сигнала, который может представлять собой несанкционированную передачу;
- измерение занятости спектра для определения фактического использования спектра и орбит спутниковыми станциями и их соответствия скоординированным, заявленным и зарегистрированным в МСЭ данным;
- поддержка процесса координации запуска национальных спутников путем измерения занятости спектра в целях определения подходящих частот и вариантов орбиты.

6 Рабочее время

Обычное рабочее время (воскресенье ~ четверг) с 07 час. 30 мин. до 15 час. 00 мин. (поясное время Омана).

7 Контактная информация

Регуляторный орган электросвязи

Р.О. Вох: 3555

Р.С.: 111, Seeb

Sultanate of Oman

Тел.: +968 24 2222 40/ 24 2222 56

Факс: +968 24 2222 35

Эл. почта: alsawafi@tra.gov.om, saleh.hadrami@tra.gov.om

Станция контроля космической радиосвязи

Р.О. Вох: 3555

Р.С.: 111, Seeb

Sultanate of Oman

Тел.: +968 24036105/24036104

Факс: +968 24036120

Эл. почта: srms@tra.gov.om
