

Международный союз электросвязи

МСЭ-R
Сектор радиосвязи МСЭ

Отчет МСЭ-R SM.2453-0
(06/2019)

**Сотрудничество в области контроля
космической радиосвязи**

Серия SM
Управление использованием спектра

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	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская 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, 2020 г.

© ITU 2020

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.2453-0

Сотрудничество в области контроля космической радиосвязи

(2019 г.)

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Приложение – Пример Меморандума о взаимопонимании по спутниковому контролю (SAT MoU), применяемого в рамках Европейской конференции администраций почт и электросвязи (СЕПТ)	1
1 Введение.....	1
2 Спутниковый контроль – необходимость для администраций СЕПТ	3
3 История измерений в рамках SAT MoU	3
Прилагаемый документ к Приложению	6

Введение

Ввиду узкоспециализированного и высокозатратного характера средств спутникового контроля целесообразно установить общий подход к осуществлению контроля космической радиосвязи. Один из способов – заключить Меморандум о взаимопонимании, который предоставляет подписавшим его администрациям возможность доступа к средствам спутникового контроля и осуществления соответствующей деятельности.

Цель настоящего Отчета – описать пример плодотворного сотрудничества в течение первых 12 лет действия Меморандума о взаимопонимании по спутниковому контролю (SAT MoU) в некоторых европейских администрациях (см. Приложение). Этот пример можно рассматривать как основу для аналогичных соглашений о сотрудничестве, и он приведен исключительно в информационных целях.

Приложение

Пример Меморандума о взаимопонимании по спутниковому контролю (SAT MoU), применяемого в рамках Европейской конференции администраций почт и электросвязи (СЕПТ)

1 Введение

Растущее использование геостационарных, а также негеостационарных спутников ведет к увеличению занятости частотного спектра. Это имеет значительные экономические последствия. Для того чтобы гарантировать надежность спутниковых служб и их функционирование в отсутствие помех, администрации берут на себя ответственность за эффективное управление использованием частот.

Обеспечение эффективного управления использованием частот требует контроля спутникового спектра. Для этой цели служит расположенная в Леехайме (Германия) полностью оборудованная станция контроля космической радиосвязи. Она состоит из четырех основных антенн, покрывающих диапазон частот 130 МГц – 26,5 ГГц (см. рисунок 1). Станция способна осуществлять контроль за геостационарными спутниками, орбитальная долгота которых составляет от 67° з. д. до 83° в. д., а также негеостационарными спутниками и, кроме того, определять местонахождение наземных источников помех для работы спутников.

РИСУНОК 1
Станция радиоконтроля "Леехайм", Германия



ПРИМЕЧАНИЕ. – Подробное техническое описание этого объекта приведено в Справочнике по станциям контроля космической радиосвязи¹.

Ввиду узкоспециализированного и высокочрезвычайно затратного характера средств контроля космической радиосвязи в рамках СЕПТ было заключено соглашение о доступе к этим средствам и распределении расходов между национальными органами, использующими данные средства. Соглашение упрощает следующую деятельность по радиоконтролю:

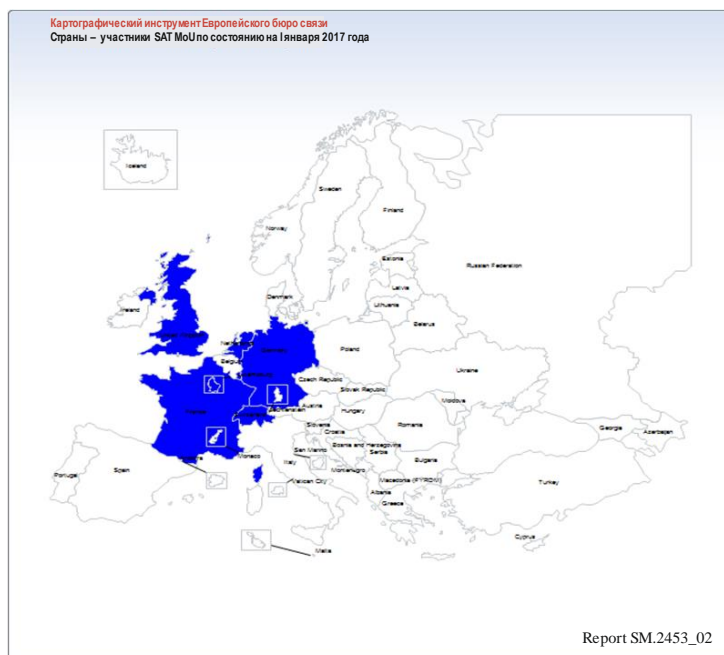
- расследование случаев помех, создаваемых спутниками, и помех, создаваемых спутниками;
- выявление случаев незаконного использования спутников;
- контроль за использованием ресурсов спектра и орбиты.

Это соглашение подписали Франция, Германия, Люксембург, Нидерланды, Швейцария и Соединенное Королевство.

¹ <https://www.cept.org/files/8438/StationHandbook-Issue%20Nov%202018.pdf>.

РИСУНОК 2

Страны-участники по состоянию на 2017 год



2 Спутниковый контроль – необходимость для администраций СЕПТ

Лишь несколько администраций СЕПТ имеют заявленные спутники. Вместе с тем все администрации имеют права и обязанности в отношении излучений, воздействующих на спутники и исходящих от них. Излучения спутников могут оказывать влияние на наземные службы, а передачи или любое другое излучение с территории администрации могут создавать помехи спутникам.

В обоих случаях для решения этой проблемы необходимы средства спутникового контроля, включая соответствующих специалистов и ноу-хау. Растущее число спутников, используемых для связи, навигации, наблюдения Земли, научных исследований и распространения радиовещательных сигналов, увеличивает вероятность неизбежного возникновения помех.

Один из способов обеспечения готовности к этому – присоединение к Меморандуму SAT MoU. К тому же это дешевле, чем покупать собственные станции контроля космической радиосвязи, в особенности для небольших администраций.

3 История измерений в рамках SAT MoU

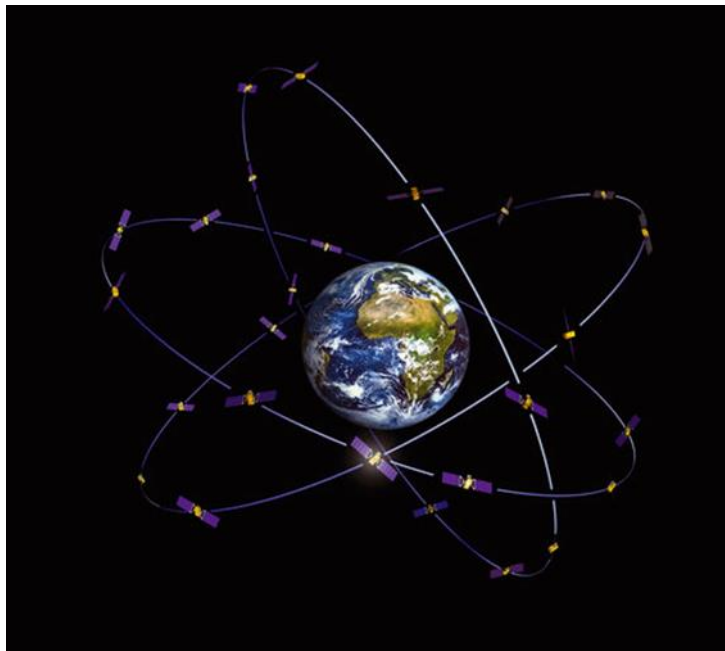
С момента своего вступления в силу Меморандум SAT MoU в основном применялся в отношении исследований в области радионавигационной спутниковой службы (то есть РНСС: GALILEO, GPS и ГЛОНАСС), а также для защиты радиоастрономической службы (РАС).

По просьбе некоторых участников SAT MoU были проведены расследования случаев вредных помех, обучение персонала и контроль соответствия технических характеристик космических станций. Такие кампании полезны для участников SAT MoU в качестве меры по устранению вредных помех, создаваемых их спутниковым системам.

В начале 2000 года проводились измерения в РНСС для поддержки СЕПТ в ходе подготовки к различным собраниям МСЭ-R. Кампания по измерениям проводилась с несколькими целями. Ряд измерения проводились на спутниках навигации и определения местоположения для выяснения фактической ширины полосы передаваемого сигнала глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), с тем чтобы определить максимальную используемую ширину полосы для характеризующихся высокой точностью применений, таких как геодезия или научные исследования. В ходе подготовки к Всемирной конференции радиосвязи 2007 года (ВКР-07, пункт 1.21

повестки дня) измерялись уровни нежелательных излучений действующих систем РНСС в целях улучшения защиты пассивных служб. Для поддержки исследований совместного использования частот, которые проводила Рабочая группа по технической разработке спектра (WGSE), было выполнено измерение спектра действующей системы РНСС в диапазоне 1,2 ГГц, а также первое измерение спектра спутников GALILEO в диапазонах 1,2 ГГц и 1,5 ГГц. Было проведено измерение излучений действующего геостационарного спутника системы РНСС в диапазоне S (2483,5–2500 МГц), так как этот диапазон рассматривался для распределения на всемирной первичной основе спутниковой службе радиоопределения (ССРО) в рамках пункта 1.18 повестки дня ВКР-12.

РИСУНОК 3
Группировка ГНСС



В отношении защиты РАС представляется необходимым осуществлять регулярный контроль (например, раз в год) соблюдения условий использования радиочастот существующими и будущими системами подвижной спутниковой службы (ПСС) в распределенных ей соответствующих полосах (космос-Земля), а также объема помех в полосе частот 1610,6–1613,8 МГц, вызванных таким использованием. О полученных результатах следует сообщать в Комитет по электронным средствам связи (КЭСС). По этой причине с 2004 года проводятся измерения нежелательных излучений от спутников Iridium в полосе частот радиоастрономической службы 1610,6–1613,8 МГц в целях оценки влияния методов ослабления помех, применяемых на этих спутниках для защиты РАС. В 2017 году планировалось измерение спутников Iridium последнего поколения (Iridium Next). Для проведения этих измерений на станции "Леехайм" были разработаны специальные высокочувствительные методы измерения и усовершенствовано оборудование.

Важной частью расследования случаев вредных помех является спутниковая геолокация. Станция контроля космической радиосвязи "Леехайм" способна принимать сигналы, исходящие от источников помех на Земле, одновременно через испытывающий помехи спутник и соседний спутник. Сегодня принцип геолокации основан на разнице во времени прихода (TDOA) и разности частот прихода (FDOA) сигналов. Время и частота прихода принимаемых сигналов немного различаются из-за разной длины пути и движения обоих спутников (эффект Доплера). Корреляция обоих сигналов облегчает определение линий TDOA и FDOA. Дальнейшая обработка приводит к оценке местонахождения источника помех. На станции "Леехайм" созданы и усовершенствованы возможности точной оценки местоположения источника помех.

Необходимые инвестиции Федерального сетевого агентства (BNetzA), являющегося регуляторным органом Германии, поддерживались платежами по линии SAT MoU. Сначала, в 2011 году, была проведена кампания "Эталонный передатчик" для оценки геолокационных возможностей станции "Леехайм" в европейских странах (Франция, Испания и Швейцария). Позже, в 2014 году, SAT MoU финансировал исследование по совершенствованию процесса спутниковой геолокации. В результате станция "Леехайм" успешно обнаруживала источники помех не только в Европе, но и гораздо дальше, на Ближнем Востоке.

В прилагаемом документе к настоящему Приложению представлен перечень и краткое описание измерений, проведенных станцией "Леехайм" под контролем SAT MoU. Эти измерения можно разделить на две категории: одни выполняются по запросу администрации – участницы SAT MoU, а другие – по запросу рабочих групп КЭСС. Например, Рабочая группа по технической разработке спектра и Рабочая группа по управлению использованием частот (WGFM) запросили измерения для создания технической основы разработки отчетов и решений КЭСС, а также для подготовки к Всемирным конференциям радиосвязи.

Космические службы являются стратегически важными, а некоторые из них, например глобальные навигационные спутниковые системы, представляют собой наиболее перспективные рынки для роста европейской экономики, поэтому СЕПТ необходимо продолжать деятельность по спутниковому контролю.

С 2003 года участники Меморандума SAT MoU финансировали ряд измерений в поддержку деятельности рабочих групп СЕПТ, с тем чтобы добиться эффективного использования спектра и оперативного устранения вредных помех.

Участники Меморандума SAT MoU приглашают всех членов СЕПТ присоединиться к этому меморандуму, для того чтобы продолжать успешную работу и совместное использование всех полученных результатов.

Просьба обращаться в Европейское бюро связи (ЕСО)².

² <http://www.cept.org/eco/groups/eco/sat-mou/client/introduction/>.

**Прилагаемый документ
к Приложению**

Участники Меморандума о взаимопонимании по спутниковому контролю одобрили/утвердили следующие измерения или исследования.

Год	Наименование	Описание	Эффект от исследования (спутниковая служба, тип измерения)
2003	Подвижная спутниковая связь	Измерение подвижной спутниковой связи в полосах частот ПСС, GALILEO и GPS	РНСС и ПСС – контроль соответствия технических характеристик космической станции
2003	Спутниковая связь и спутниковая навигационная система	Измерение параметров излучения спутниковой связи на линии вниз в диапазоне Ку ФСС Измерение побочных излучений в диапазоне Ку ФСС и на линии вниз в диапазоне X РСС	ФСС – контроль соответствия технических характеристик космической станции
2003	Наблюдение за спутниковой навигационной системой в диапазоне L	Наблюдение за спутниковой навигационной системой в орбитальной позиции 80° в. д. в диапазоне L	РНСС – измерения и регистрация для технических и научных проектов
2004	Спутниковая связь	Измерение спутников в семи орбитальных позициях от 30° з. д. до 54,5° з. д.	ФСС – контроль соответствия технических характеристик космической станции
2004	Система Iridium	Измерения системы Iridium: – использование системой Iridium полос частот ниже 1621,35 МГц; – уровни п.п.м. в полосе радиоастрономической службы; – обнаружение нежелательных излучений в полосе радиоастрономической службы	Защита радиоастрономической службы (предусмотренная в РР)
2004	ССИЗ	Измерение мощности излучения спутников в полосах частот 8025–8450 МГц	ССИЗ – контроль соответствия технических характеристик космической станции
2005	Спутниковая навигационная система и диапазон RA	Измерение излучений ГЛОНАСС в полосе радиоастрономической службы 1610,6–1613,8 МГц – измерения использовались в качестве технической основы для Резолюции 739 (Пересм. ВКР-07)	Защита радиоастрономической службы
2005	Спутниковая навигационная система в диапазоне 1,6 ГГц	Измерение излучений ГЛОНАСС в полосе радионавигационной службы в диапазоне 1,6 ГГц	РНСС – измерения и регистрация для технических и научных проектов
2005	Спутниковая навигационная система в диапазоне 1,5 ГГц	Контроль излучений GPS в распределенной полосе в диапазоне 1,5 ГГц	РНСС – измерения и регистрация для технических и научных проектов

Год	Наименование	Описание	Эффект от исследования (спутниковая служба, тип измерения)
2005	Спутниковая навигационная система ГЛОНАСС в диапазоне 1,2 ГГц	Измерение спутников ГЛОНАСС старого и нового поколений	РНСС – измерения и регистрация для технических и научных проектов
2005	Спутниковая навигационная система	Измерение нового спутника GPS IIR-M в диапазоне L2	РНСС – измерения и регистрация для технических и научных проектов
2006	Наблюдение за спутником GIOVE A	Измерение спутника GIOVE A в диапазонах E1, L1, E2, E6, E5a-E5b	РНСС – измерения и регистрация для технических и научных проектов
2006	Помехи спутниковой связи	Исследование помех системе NSS 7 в диапазоне Ku	ФСС – расследование случаев вредных помех
2006	Обучение персонала	Участник SAT MoU запросил проведение курса подготовки технических специалистов по процедурам радиоконтроля спутниковых служб	Обучение персонала – деятельность по спутниковому контролю
2006	Спутниковая связь	Занятость восьми орбитальных позиций (от 61° з. д. до 30° з. д.) Определение занятости ретранслятора и, следовательно, определение процента "бумажных спутников"	ФСС – контроль соответствия технических характеристик космической станции
2006	Спутниковая навигационная система	Совместное использование частот системой Galileo на частотах 1,2 ГГц, 1,3 ГГц и 1,5 ГГц – нежелательное излучение GPS на частоте 1,6 ГГц	РНСС – измерения и регистрация для технических и научных проектов
2006	Усовершенствованная ССИЗ	Измерение спектра в полосе частот ССИЗ 8025–8400 МГц, измерение п.п.м. в полосе частот ССИЗ 8025–8400 МГц, измерение э.и.и.м. в полосе частот ССИЗ 8025–8400 МГц Исследование нежелательных излучений в полосе частот 8450–8500 МГц (дальний космос) Измерение спутников ССИЗ последнего поколения	ССИЗ – измерения и регистрация для технических и научных проектов
2006	CRAF-Iridium	Участие в собрании SE 40	РАС – защита радиоастрономической службы – контроль соответствия технических характеристик космической станции
2006	Измерения CRAF-Iridium	Регистрация использования спектра во всем диапазоне частот 1610,6–1613,8 МГц	РАС – защита радиоастрономической службы – контроль соответствия технических характеристик космической станции

Год	Наименование	Описание	Эффект от исследования (спутниковая служба, тип измерения)
2007	Спутниковая навигационная система	Наблюдение за навигационной спутниковой системой, недавно запущенной на орбиту МЕО и на орбиту IGSO. Регистрация использования спектра в диапазоне S и в диапазоне E1	РНСС – измерения и регистрация для технических и научных проектов
2007	Спутниковая связь	Два уведомления о помехах со стороны систем спутниковой связи	ФСС – расследование случаев вредных помех
2008	Система Iridium	Регистрация использования спектра во всем диапазоне частот 1610,6–1613,8 МГц	РАС – защита радиоастрономической службы – контроль соответствия технических характеристик космической станции
2009	Контроль геостационарных позиций	Контроль полосы частот 10 700 МГц – 12 750 МГц в двух геостационарных орбитальных позициях	ФСС – контроль соответствия технических характеристик космической станции
2009	Спутниковая навигационная система	Измерение п.п.м., излучаемой навигационной спутниковой системой в полосе 2483,5–2500 МГц, и измерение любых сигналов РНСС экспериментальной навигационной спутниковой системы Измерение спектра и уровней п.п.м. навигационной спутниковой системы в полосах частот 1164–1215, 1215–1300 МГц и 1555–1613,8 МГц	РНСС – измерения и регистрация для технических и научных проектов
2010	Обнаружение помех для радиоастрономической службы на частоте 150,9 МГц	Помехи радиоастрономической службе на частоте 150,9 МГц	РАС – расследование случаев вредных помех
2011	Обучение персонала	Курс обучения включает презентацию станции контроля космической радиосвязи, описание и представление методов контроля, включая средства геолокационных измерений и использование эталонного передающего оборудования, с практическими занятиями	Обучение персонала – деятельность по спутниковому контролю, включая геолокационные измерения
2011	Спутниковая навигационная система	Контроль GALILEO, новых спутников GPS и спутников ГЛОНАСС К	РНСС – измерения и регистрация для технических и научных проектов
2011	Обучение персонала	Курс обучения включает презентацию станции контроля космической радиосвязи, описание и предоставление методов контроля, включая средства геолокационных измерений и использование эталонного передающего оборудования, с практическими занятиями	Обучение персонала – деятельность по спутниковому контролю, включая геолокационные измерения
2011	Кампания "Эталонный передатчик"	Кампания "Эталонный передатчик" во Франции, Испании и Швейцарии	Методы совершенствования спутниковой геолокации

Год	Наименование	Описание	Эффект от исследования (спутниковая служба, тип измерения)
2012	Спутники GEO	Контроль излучений от спутников ГСО, расположенных в позициях 16° в. д. и 21,6° в. д.	ФСС – контроль соответствия технических характеристик космической станции
2014	Спутниковая геолокация	Отчет об исследовании в области спутниковой геолокации	Методы совершенствования спутниковой геолокации
2015	Обучение персонала	Обучение персонала станции "Леяхайм"	Обучение персонала – передовые методы геолокации
2015	ISRMM 2015	Презентация исследования в области спутниковой геолокации	Методы совершенствования спутниковой геолокации
2017	Система Iridium	Измерения нового поколения	РАС – защита радиоастрономической службы – контроль соответствия технических характеристик космической станции
2017	Программное обеспечение геолокации	Разработка программного обеспечения для инструмента планирования геолокации	Методы совершенствования спутниковой геолокации