

Научные службы

Наблюдение Земли на Всемирной
конференции радиосвязи



ITUWRC
ДУБАЙ2023



**Знакомьтесь с новым //
// Будьте в курсе**

The background of the entire page is a dark blue, futuristic digital interface. It features a grid of glowing lines in various colors (red, blue, green, yellow) that connect different icons. The icons include a Wi-Fi symbol, a globe, a target, a lightbulb, a person silhouette, a document, a book, a location pin, a speech bubble, and a gear. The overall aesthetic is high-tech and modern.

Новости МСЭ

Ваш портал в мир цифровых новостей и мнений

Совершенствование научных служб для защиты нашей планеты

Дорин Богдан-Мартин, Генеральный секретарь МСЭ

Реализация почти половины Целей в области устойчивого развития (ЦУР) Организации Объединенных Наций зависит от наблюдения Земли, обеспечиваемого надежными сетями радиосвязи. В более широком плане, с помощью цифровых технологий и связи можно быстрее решить более двух третей задач ЦУР.

Это делает [Всемирную конференцию радиосвязи, ВКР 23](#), исторической вехой в решении ряда наиболее насущных проблем человечества, от образования до здравоохранения и климата. Конференция, организованная [Международным союзом электросвязи \(МСЭ\)](#), внесет изменения в Регламент радиосвязи – международный договор, регулирующий использование радиочастотного спектра и спутниковых орбит.

ВКР 23, которая пройдет с 20 ноября по 15 декабря в Дубае (ОАЭ), ознаменуется глобальным участием, поскольку все страны сообщества стремятся достичь соглашения по использованию радиоспектра для технологий, имеющих огромное значение для всех нас. Это знаменательное и все более редкое явление.

Радиосети – жизненно важное средство, позволяющее сделать наш мир более устойчивым, и ВКР 23 поможет нам вместе двигаться вперед на всех фронтах.

Одним из этих направлений является мониторинг климата, смягчение последствий его изменения и адаптация к нему. МСЭ – ключевой партнер новаторской инициативы Генерального секретаря ООН "Раннее предупреждение для всех", направленной на обеспечение защиты каждого жителя Земли от опасных климатических явлений и стихийных бедствий посредством жизненно важных оповещений к концу 2027 года.

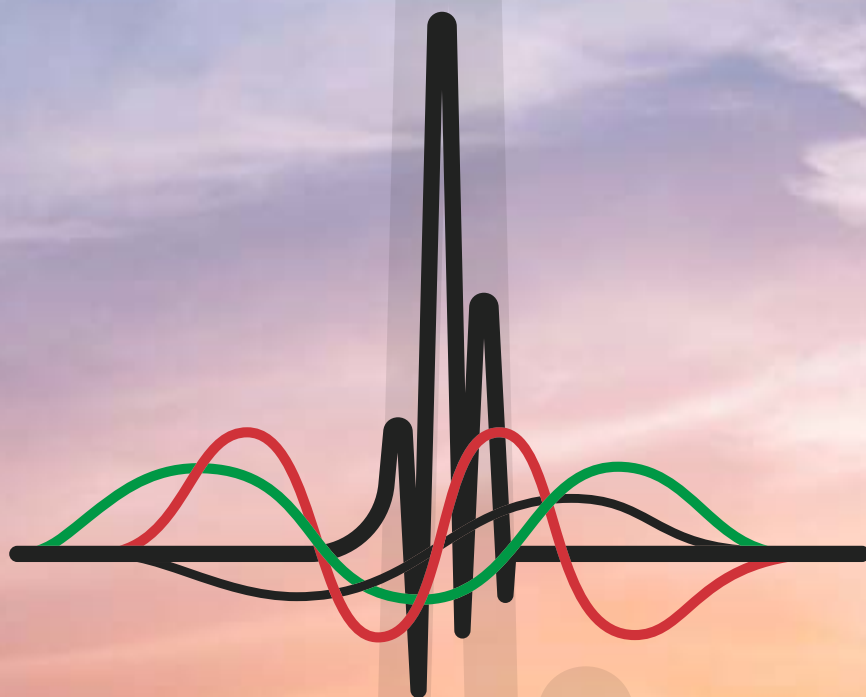
На этом решающем этапе действий журнал "Новости МСЭ" исследует космические научные службы. Благодаря внимательным наблюдениям и точным данным мы сможем построить более устойчивый, инклюзивный, справедливый и безопасный мир.



“Радиосети – жизненно важное средство, позволяющее сделать наш мир более устойчивым, и ВКР-23 поможет нам вместе двигаться вперед на всех фронтах.”

Дорин Богдан-Мартин

ВСЕМИРНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ РАДИОСВЯЗИ



ITUWRC

ДУБАЙ2023

20 ноября - 15 декабря 2023 года
Дубай, Объединенные Арабские Эмираты

<https://www.itu.int/wrc-23/ru/>
#ITUWRC



Научные службы

Наблюдение Земли на Всемирной конференции радиосвязи

Редакционная статья

- 3 Совершенствование научных служб для защиты нашей планеты**
Дорин Богдан-Мартин, Генеральный секретарь МСЭ

Введение

- 7 Научные службы: наблюдение за нашей планетой и осмысление изменения климата**
Марио Маневич, Директор Бюро радиосвязи МСЭ
- 11 Защита систем наблюдения Земли на ВКР-23**
Петтери Таалас, Генеральный секретарь Всемирной метеорологической организации

Перспективы отрасли

- 16 Вопросы, касающиеся научных служб и службы наблюдения Земли, на ВКР-23**
Джон Зуек, Председатель 7-й Исследовательской комиссии МСЭ-R и руководитель национальной программы по использованию спектра НАСА
- 20 Группа по координации космических частот: цели для ВКР-23**
Майте Арза, начальник отдела управления частотами, и Бруно Эспиноза, сотрудник отдела управления частотами Европейского космического агентства (ЕКА) - Исполнительный секретариат Группы по координации космических частот (SFCG)
- 24 Измерение температуры поверхности моря с помощью пассивных микроволновых датчиков**
Ясунори Ивана, сотрудник отдела управления использованием спектра, и Мисако Кати, менеджер по исследованиям GCOM-W и AMSR3, Исследовательский центр наблюдения Земли, Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA)
- 28 Активное зондирование и потенциальное использование диапазона частот около 45 МГц**
Андрей Ткаченко, инженер по анализу сигналов Группы по инженерной поддержке использования спектра (332G), Лаборатория реактивного движения (JPL) Национального управления по авиации и исследованию космического пространства (НАСА)



Cover photo: NASA

ISSN 1020-4148
itunews.itu.int
6 выпусков в год
Авторское право: © МСЭ 2023

Главный редактор:
Нейл Макдональд
Помощник редактора:
Анджела Смит
Редактор по цифровым коммуникациям:
Кристин Ванولي

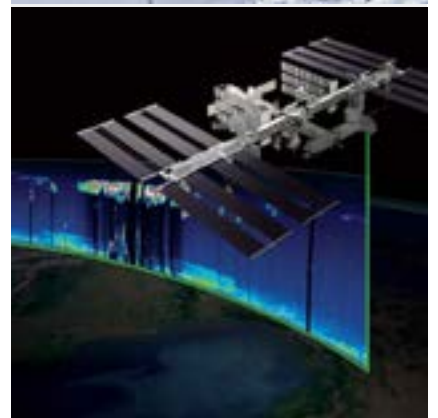
Редакция/Информация о размещении рекламы:
Тел.: +41 22 730 5723/5683
Эл. почта: itunews@itu.int

Почтовый адрес:
International Telecommunication Union
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 (Switzerland)

Правовая оговорка:
Выраженные в настоящей публикации мнения являются мнениями авторов, и МСЭ за них ответственности не несет. Используемые в настоящей публикации обозначения и представление материала, включая карты, не отражают какого бы то ни было мнения МСЭ в отношении правового статуса любой страны, территории, города или района либо в отношении делимитации их границ. Упоминание конкретных компаний или определенных продуктов не означает, что МСЭ их поддерживает или рекомендует, отдавая им предпочтение перед другими компаниями или продуктами аналогичного характера, которые не упоминаются.

Все фотографии МСЭ, если не указано другое

- 32 Пассивное микроволновое зондирование ледяных облаков: ключ к прогнозированию текущей погоды и моделированию климата**
Маркус Драйс, Председатель Рабочей группы 7С МСЭ-R (Системы дистанционного зондирования) и специалист по управлению использованием частот Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников (EUMETSAT)
- 36 Координация частот для служб спутниковой радиосвязи в диапазонах S, X и Ka**
Жан Пла, специалист по управлению использованием частот Национального центра пространственных исследований (CNES), Франция
- 40 Радиочастотные помехи при наблюдении Земли**
Ян Сольдо, инженер по управлению использованием частот и технологиям, Европейское космическое агентство
- 45 Пассивное микроволновое дистанционное зондирование для численного прогнозирования погоды**
Стивен Инглиш, заместитель директора по исследованиям Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды
- 50 Новые горизонты наблюдения Земли для достижения целей устойчивого развития**
Флавио Хорхе, председатель национального отделения и представитель по вопросам международного участия молодых специалистов Комиссии E (Электромагнитная среда и помехи) Международного научного радиосоюза;
Луис Педро, директор ANACOM (Португалия);
и Сандро Мендонса, профессор бизнес-школы Iscte Лиссабонского университета (Португалия)
и консультант Anatel (Бразилия)
- 55 Спутниковые службы исследования Земли в странах Латинской Америки и Карибского бассейна**
Тарсизио Бакау, заместитель Председателя Рабочей группы 7С МСЭ-R (Системы дистанционного зондирования) и координатор управления использованием спектра и спутниковых орбит на международном уровне (отделение спектра, орбит и радиовещания) Национального агентства электросвязи Бразилии (Anatel)
- 59 Спутниковая съемка улучшит условия жизни на Земле**
Эми Паркер, директор Центра наблюдения Земли (CSIRO), Австралия
- 63 Использование спутниковых служб исследования Земли для управления реагированием на стихийные бедствия**
Джоан Фролек, инженер по использованию космического пространства, Канадское космическое агентство





NASA

Научные службы: наблюдение за нашей планетой и осмысление изменения климата

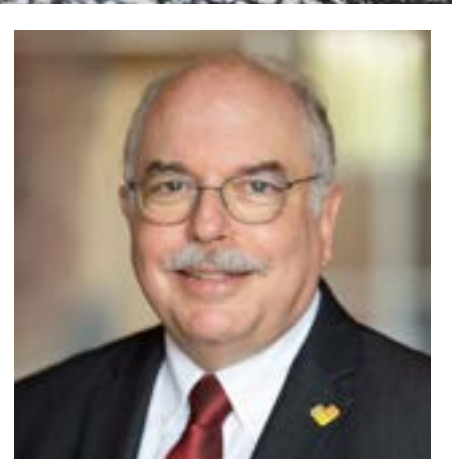
Марио Маневич, Директор Бюро радиосвязи МСЭ

Последние годы ознаменовались значительными успехами в области систем наблюдения Земли, которые стали критически важным инструментом изучения нашей планеты и решения ряда наиболее насущных проблем, стоящих перед человечеством.

Соответствующие научные службы используют радиотехнологии для сбора информации о земной атмосфере, суше и океанах, которая затем анализируется и интерпретируется, что дает ценные сведения о различных природных и антропогенных явлениях.

Благодаря быстрому развитию спутниковых систем и доступности высокоскоростного интернета значительно увеличились объем и качество данных, собираемых с помощью наблюдения и дистанционного зондирования Земли. Теперь ученые, исследователи и политики могут получать данные о климатических условиях, стихийных бедствиях, изменениях в землепользовании, деградации окружающей среды и других показателях практически в режиме реального времени.

Такая информация оказалась решающей для прогнозирования и смягчения последствий ураганов, наводнений, лесных пожаров и других стихийных бедствий, а также для мониторинга состояния экосистем и обоснования



“
Последние годы
ознаменовались
значительными
успехами в области
систем наблюдения
Земли, которые
стали критически
важным
инструментом
изучения нашей
планеты и решения
ряда наиболее
насущных проблем,
стоящих перед
человечеством.”

Марио Маневич



политики землепользования. Данные наблюдения Земли необходимы для оценки общего состояния нашей планеты, включая прогресс в достижении Целей в области устойчивого развития (ЦУР), установленных Организацией Объединенных Наций.

Параллельно метеорологические службы могут прогнозировать погодные условия и предупреждать об экстремальных погодных явлениях. В условиях изменяющегося климата точная и своевременная информация о погоде становится как никогда важной для защиты человеческих жизней и материальных ценностей.

Метеорологические службы также предоставляют авиационную, морскую и сельскохозяйственную метеорологическую информацию, позволяя госучреждениям и компаниям, действующим в этих секторах, принимать обоснованные решения.

Устойчивый прогресс в области наблюдения Земли, дистанционного зондирования и метеообслуживания произвел революцию в наших знаниях о Земле. Эти области помогут нам более рационально использовать ресурсы планеты и природной среды в ближайшие годы.

Освещение проблем климата и развития

Интеграция данных наблюдения Земли в процессы принятия политических решений может способствовать укреплению устойчивого развития и созданию более справедливого и устойчивого мира. Например, данные спутниковых изображений могут пролить свет на использование сельскохозяйственных земель, здоровье сельскохозяйственных культур и доступность воды, определяя научно обоснованную политику, направленную на развитие устойчивого сельского хозяйства и достижение продовольственной безопасности.

Аналогичным образом, дистанционное зондирование помогает обнаруживать водные ресурсы и контролировать качество воды. Другие спутниковые данные могут использоваться для определения состояния лесов и других экосистем.

Системы наблюдения Земли играют ключевую роль в отслеживании изменения климата и его последствий. Данные о температуре, повышении уровня моря и выбросах парниковых газов помогут прояснить долгосрочные тенденции и выработать политику сокращения выбросов и смягчения последствий изменения климата.



Теперь ученые, исследователи и политики могут получать данные о климатических условиях, стихийных бедствиях, изменениях в землепользовании, деградации окружающей среды и других показателях практически в режиме реального времени. ”

Однако все вышеперечисленное тесно связано с защитой радиоспектра, необходимого для наблюдения Земли. Для сбора, передачи и распространения данных со спутников и других платформ дистанционного зондирования требуется бесперебойная доступность ключевых радиочастот.

Это делает предстоящую [Всемирную конференцию радиосвязи](#) – ВКР-23 – решающей вехой на пути дальнейшего совершенствования служб наблюдения Земли, систем дистанционного зондирования и метеорологических служб.

По мере расширения систем на качество данных могут влиять помехи от других источников радиоизлучения, ставя под угрозу точность анализа, что может повлечь за собой последствия для экономической безопасности, национальной обороны и безопасности жизни во всем мире.

Защита спектра для научных служб

Предыдущие Всемирные конференции радиосвязи расширили мандат [Международного союза электросвязи](#) (МСЭ) по обеспечению устойчивости, решению проблем, связанных с изменением климата, и совершенствованию связи в чрезвычайных ситуациях. Принятые решения неизменно обеспечивали доступность спектра и спутниковых орбит для мониторинга окружающей среды и моделирования изменения климата.

На ВКР-23 Государства – Члены МСЭ вновь рассмотрят распределение частот для защиты и расширения научных служб, будь то наблюдение Земли, исследование Солнечной системы или изучение Вселенной.

Защита чувствительных научных служб в соседних полосах имеет первостепенное значение, особенно для пассивной полосы спутниковой службы исследования Земли (ССИЗ), используемой в моделях прогнозирования погоды. Вредные помехи в этом диапазоне частот могут поставить под угрозу точность прогнозов погоды, в то время как они должны становиться все более точными.

В связи с этим на ВКР-23 будет рассматриваться возможность распределения нового спектра для облегчения использования спутниковых служб исследования Земли в целях мониторинга климата, прогнозирования погоды и решения других научных задач.

“Предыдущие Всемирные конференции радиосвязи расширили мандат МСЭ по обеспечению устойчивости, решению проблем, связанных с изменением климата, и совершенствованию связи в чрезвычайных ситуациях.”

Ключевые пункты повестки дня, относящиеся к научным службам:

- 1.12 – Спутниковая служба исследования Земли (активная) для радиолокационных зондов на борту космических аппаратов: рассмотрение возможного нового вторичного распределения;
- 1.14 – ССИЗ (пассивная): рассмотрение возможных корректировок для обеспечения согласования с самыми современными требованиями систем дистанционного зондирования;
- 9.1, тема "а" – Рассмотрение результатов исследований, касающихся технических и эксплуатационных характеристик, потребностей в спектре и назначения соответствующих радиослужб для датчиков космической погоды с целью обеспечения их надлежащего признания и защиты в Регламенте радиосвязи без введения дополнительных ограничений на действующие службы.

В апреле Государства – Члены МСЭ утвердили [Отчет Подготовительного собрания к конференции для ВКР-23](#), в котором обобщаются и анализируются результаты технических исследований, проведенных [Сектором радиосвязи МСЭ \(МСЭ-R\)](#), и излагаются возможные решения вопросов, включенных в повестку дня ВКР-23. Отчет доступен на шести официальных языках МСЭ.

Третий и последний [Межрегиональный семинар-практикум МСЭ по подготовке к ВКР-23](#), состоявшийся 27–29 сентября, предоставил еще одну возможность рассмотреть предлагаемые решения выявленных проблем.

Мнения экспертов для ВКР-23

В этом очередном выпуске журнала "Новости МСЭ" отражены перспективы развития отрасли, а также мнения специализированных международных и региональных организаций по ключевым вопросам, связанным с научными службами наблюдения Земли в преддверии ВКР 23.

Хочу от всей души поблагодарить всех экспертов, которые внесли свой вклад, изложив свои точки зрения. Уверен, что в этом выпуске будет представлен обоснованный обзор.

Итоги ВКР-23 будут иметь решающее значение для формирования будущей нормативной базы служб радиосвязи во всех странах. Я с нетерпением жду возможности приветствовать наших делегатов со всего мира.



Итоги ВКР-23 будут иметь решающее значение для формирования будущей нормативной базы служб радиосвязи во всех странах.



WMO/Edward Mitchell

Защита систем наблюдения Земли на ВКР-23

Петтери Таалас, Генеральный секретарь Всемирной метеорологической организации

Главное требование для всех систем наблюдения Земли – наличие полос радиочастот, свободных от вредных помех. Фактически, доступ к радиочастотному спектру имеет решающее значение для метеорологической и гидрологической инфраструктуры, лежащей в основе метеорологических и связанных с ними экологических служб во всем мире. Спутники, метеорадары, радиозонды, системы гидрологических наблюдений и дрейфующие буи работают на основе радио- или микроволновых передач.

От прогнозов погоды и экологических прогнозов зависит безопасность людей и материальных ценностей. Более раннее предупреждение об экстремальных погодных явлениях позволяет гражданам, гражданским властям и службам экстренного реагирования принимать надлежащие меры.

Многолетнее сотрудничество между Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и [Сектором радиосвязи МСЭ](#) (МСЭ-R – один из трех Секторов Международного союза электросвязи) закрепило усиливающуюся синергию между метеорологией, системами раннего предупреждения, данными и цифровыми технологиями.



“От прогнозов погоды и экологических прогнозов зависит безопасность людей и материальных ценностей.”

Петтери Таалас

Интегрированная глобальная система наблюдений ВМО (ИГСНВ)



Источник: Всемирная метеорологическая организация

ВМО через свою группу экспертов по координации радиочастот (ET-RFC) подготовила [заявление с изложением позиции](#) по повестке дня предстоящей Всемирной конференции радиосвязи МСЭ (ВКР-23).

С точки зрения метеорологии и мониторинга климата наиболее важные вопросы, требующие поддержки со стороны национальных администраций, связаны с измерением температуры поверхности моря и наблюдениями за космической погодой.

Непрерывность измерений ТПМ: следствие пункта 1.2 повестки дня

Температура поверхности моря (ТПМ) – жизненно важный компонент климатической системы, оказывающий большое влияние на обмен энергией, импульсом и газами между океанами и атмосферой. Как один из основных факторов циркуляции океана ТПМ имеет решающее значение для численных моделей прогнозирования погоды и состояния океана.

В настоящее время для пассивного дистанционного зондирования океана используется диапазон частот 6/7 гигагерц (ГГц), соответствующий пиковой чувствительности систем ТПМ. Это единственный способ измерения ТПМ, позволяющий "видеть" сквозь облака.

Заявление ВМО с изложением позиции

На 19 м Всемирном метеорологическом конгрессе члены ВМО изложили позиции по 21 пункту повестки дня предстоящей ВКР-23.

[Читать заявление.](#)



Температура поверхности моря (ТПМ) – жизненно важный компонент климатической системы...

В [Регламенте радиосвязи](#) подтверждается, что полосы частот 6425–7075 мегагерц (МГц) и 7075–7250 МГц используются спутниковой службой исследования Земли (ССИЗ). В сноске 5.458 подчеркивается, что администрации должны учитывать потребности в спектре датчиков ССИЗ (пассивной) при планировании работ в этом диапазоне частот в будущем. Но это не является распределением спектра и не обеспечивает защиту операций по измерению ТПМ.

В **пункте 1.2 повестки дня ВКР-23** предлагается определить полосы частот в диапазоне 6/7 ГГц для Международной подвижной электросвязи (ИМТ), хотя исследования МСЭ-R показывают, что такое определение может серьезно затруднить измерения ТПМ. Чтобы снизить этот риск, ВМО определила для измерения ТПМ другие потенциальные полосы частот, которые можно использовать в сочетании с диапазоном 6/7 ГГц.

Чтобы обеспечить долгосрочную непрерывность работы, ВМО призывает администрации рассмотреть возможность новых первичных распределений ССИЗ (пассивной) для измерения ТПМ в диапазонах частот 4,2–4,4 ГГц и 8,4–8,5 ГГц. Примечательно, что для этих возможных новых первичных распределений ССИЗ (пассивной) не потребуется защита от существующих служб, работающих в этих полосах частот.

Признание датчиков космической погоды: пункт 9.1а повестки дня

Наблюдения за космической погодой с помощью наземных и космических систем важны для обнаружения солнечной активности. Явления солнечной активности могут вызвать серьезные нарушения в работе критически важной инфраструктуры как на Земле, так и в космосе, что приведет к отключениям систем радиосвязи, повреждению спутников, возмущениям в электросетях и усилению радиационного воздействия на трансполярных маршрутах воздушных судов.

Несмотря на необходимость прогнозирования опасных явлений космической погоды, действующий Регламент радиосвязи не содержит никакого признания или положений, касающихся наблюдений за космической погодой. В пункте 9.1а повестки дня ВКР-23 рассматривается вопрос о надлежащем признании датчиков космической погоды в Регламенте радиосвязи. В рамках пункта 10 повестки дня ВКР-23 будет обсуждаться новый пункт повестки дня ВКР-27, призванный обеспечить защиту датчиков космической погоды в некоторых полосах частот без наложения ограничений на действующие службы.



Несмотря на необходимость прогнозирования опасных явлений космической погоды, действующий Регламент радиосвязи не содержит никакого признания или положений, касающихся наблюдений за космической погодой. ”



В целях защиты работы датчиков космической погоды ВМО выступает за двухэтапный подход на ВКР-23:

Этап 1

Дать определение космической погоды в контексте Регламента радиосвязи и связать ее с соответствующей "службой радиосвязи", в рамках которой могут работать системы наблюдения за космической погодой, а именно со вспомогательной метеорологической службой (космической погоды), или сокращенно MetAids (космическая погода).

Этап 2

Разработать новый пункт повестки дня ВКР-27, в котором предлагаются новые распределения службе MetAids (космической погоды) в полосах частот, используемых оперативными датчиками космической погоды, требующими защиты.

Защита критически важного спектра

Радиочастотный спектр – это ограниченный ресурс, и новые технологии обуславливают постоянное повышение спроса на него. Ранее в этом году 19-й Всемирный метеорологический конгресс (Кг-19) выразил серьезную обеспокоенность по поводу угрозы критически важным диапазонам радиочастот, а Резолюция 31 конференции призвала к принятию мер защиты.

Метеорологическое сообщество обращается к членам МСЭ с призывом уделить на ВКР-23 должное внимание требованиям ВМО в отношении распределения радиочастот и регламентарных положений.

Пункт 5.340 Регламента радиосвязи МСЭ запрещает любые радиоизлучения в определенных диапазонах частот между 1400 МГц и 252 ГГц. Исследования и работа в сфере изучения погоды, воды и климата зависят от сохранения этих полос частот свободными от каких-либо излучений.

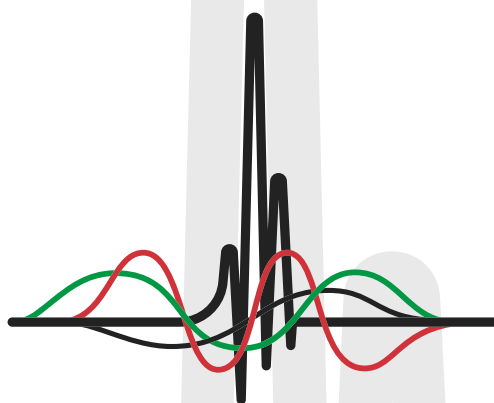
На карту поставлена доступность радиоспектра для пассивного зондирования атмосферы Земли и других переменных окружающей среды. Только работая вместе, мы – глобальное сообщество специалистов по метеорологии и радиосвязи – сможем поддерживать и совершенствовать будущие возможности службы наблюдения Земли и других наших жизненно важных служб, которые опираются на данные ССИЗ.



Метеорологическое сообщество обращается к членам МСЭ с призывом уделить на ВКР-23 должное внимание требованиям ВМО в отношении распределения радиочастот и регламентарных положений.

О Всемирной конференции радиосвязи

Всемирные конференции радиосвязи проводятся каждые 3-4 года в целях рассмотрения и, в случае необходимости, пересмотра Регламента радиосвязи - международного договора, регулирующего использование радиочастотного спектра, а также геостационарной и негеостационарной спутниковых орбит.



ITUWRC
ДУБАЙ2023

20 ноября - 15 декабря 2023 года
Дубай, Объединенные Арабские Эмираты

Ознакомьтесь с темами ВКР-23

[Отсчет времени до ВКР-23](#)

[Будущее всемирного координированного времени](#)

[Суша, море и радиоволны](#)

[Спутниковая связь](#)

Веб-сайт конференции: [ВКР-23](#).

ICI
Ice Cloud Imager

Вопросы, касающиеся научных служб и службы наблюдения Земли, на ВКР-23

Джон Зузек, Председатель 7-й Исследовательской комиссии МСЭ-R и руководитель национальной программы по использованию спектра НАСА

Научные исследования в космосе, включая наблюдение Земли и мониторинг климата, опираются на работу Международного союза электросвязи (МСЭ) и узкоспециализированную деятельность Сектора радиосвязи МСЭ (МСЭ-R).

Например, 7-я Исследовательская комиссия МСЭ-R занимается радиослужбами, поддерживающими научные исследования. К ним относятся сигналы времени и излучения стандартов частоты, приложения космической радиосвязи, системы дистанционного зондирования и радиоастрономия.

В настоящее время рабочие группы в составе 7-й Исследовательской комиссии завершают подготовку вспомогательной документации для оказания помощи в процессе принятия решений по этим вопросам на Всемирной конференции радиосвязи (ВКР-23), которая начнется в середине ноября.



“ В число тем повестки дня ВКР-23 входит внесение жизненно важных изменений в нормативные акты в целях поддержания и совершенствования возможностей человечества по наблюдению Земли. ”

Джон Зузек

Наблюдение и дистанционное зондирование Земли

В число тем повестки дня ВКР-23 входит внесение жизненно важных изменений в нормативные акты в целях поддержания и совершенствования возможностей человечества по наблюдению Земли.

В пункте 1.12 повестки дня рассматривается возможное вторичное распределение спутниковой службе исследования Земли, или ССИЗ (активной), для использования радиолокационными зондами, работающими на частоте около 45 мегагерц (МГц).

Эти радиолокационные зонды позволяют осуществлять активное дистанционное зондирование поверхности Земли из космоса для обнаружения запасов подземных вод в пустынных районах, таких как Северная Африка и Аравийский полуостров. Они также измеряют толщину льда в полярных регионах.

Для того чтобы новые спутники могли собирать эти важные данные с орбиты Земли, ССИЗ (активной) необходимо выделить полосу около 45 МГц.

Возможные зоны покрытия радиолокационных зондов



Источник: Рекомендация МСЭ-R RS.2042-1

Пункт 1.14 повестки дня призывает пересмотреть и скорректировать существующие распределения и, возможно, добавить новые первичные распределения для ССИЗ (пассивной) в диапазоне частот 231,5–252 гигагерц (ГГц). В настоящее время использование этого диапазона частот ограничено микроволновыми приборами для зондирования лимба, нацеленными на земной лимб для измерения концентрации различных атмосферных газов.

В последние годы были определены новые требования к наблюдениям за ледяными облаками. Ледяные облака, покрывающие более 33 процентов поверхности Земли, влияют на осадки, структуру атмосферы и облачные процессы, оказывая важное воздействие на климат Земли.



Крайне необходимы
глобальные
измерения свойств
ледяных облаков. ”



Обеспечение возможности измерения ледяных облаков

Крайне необходимы глобальные измерения свойств ледяных облаков. Одним из решений было бы перераспределение частот в диапазоне 231,5–252 ГГц. Это обеспечит защиту нынешней службы микроволнового зондирования лимба и позволит проводить измерения ледяных облаков с помощью будущих метеорологических спутников. Это также позволит в будущем неограниченно использовать наземные службы в том же диапазоне частот.

В пункте 9.1 повестки дня, тема d), рассматривается вопрос о защите пассивных систем дистанционного зондирования ССИЗ (пассивной), работающих в полосе частот 36–37 ГГц, от излучений систем фиксированной спутниковой службы (ФСС) на негеостационарной орбите (НГСО). Это продолжение более ранних исследований, начатых в рамках пункта 1.6 повестки дня ВКР 19, но не доведенных до конца. Теперь, когда эти исследования завершены, ВКР-23 может принять решение о рассмотрении этой темы.

В пункте 1.2 повестки дня рассматривается вопрос об определении полос 6425–7025 МГц, 7025–7125 МГц, 10,0–10,5 ГГц и других для Международной подвижной электросвязи (ИМТ). Хотя это не является научной проблемой как таковой, развертывание ИМТ в диапазоне 6425–7125 МГц может оказать негативное влияние на измерения температуры поверхности моря (ТПМ), производящиеся в перекрывающемся диапазоне 6425–7250 МГц.

Аналогичным образом, развертывание ИМТ в диапазоне 10,0–10,5 ГГц может оказать негативное влияние на измерения систем активного зондирования в диапазоне 10,0–10,4 ГГц. Внеполосные излучения систем ИМТ также могут отрицательно повлиять на пассивные измерения в близлежащем диапазоне 10,6–10,7 ГГц. Решения по этому пункту повестки дня должны учитывать указанные факторы.

Другие научные вопросы

В пункте 1.13 повестки дня рассматривается вопрос о возможном повышении статуса распределения службе космических исследований в полосе частот 14,8–15,35 ГГц, где эта служба в настоящее время имеет глобальное вторичное распределение. Такой спектр можно будет использовать для прямой передачи данных по линии вниз от космических аппаратов к земным станциям, для линий Земля-космос в направлении к спутникам ретрансляции данных и линий космос-космос в направлении от космических аппаратов к спутникам ретрансляции данных. Это поддержало бы такие проекты, как программы исследования Луны.

В пункте 9.1 повестки дня, тема "а", рассматривается вопрос о защите и возможном признании радиоспектральных датчиков космической погоды, используемых для ее глобального прогнозирования и оповещения о ней. Системы для исследования космической погоды позволяют наблюдать различные явления, происходящие в космосе и влияющие на нашу деятельность на околоземной орбите. К ним относятся солнечная активность, такая как корональные выбросы массы (КВМ), геомагнитные бури, солнечная радиация и солнечный ветер.

Предварительная повестка дня следующей Всемирной конференции радиосвязи (ВКР-27) включает возможный пункт, посвященный этой теме.



Источник: EBMETSAT

Возможные явления космической погоды



Источник: НАСА

Соображения на будущее

Несколько вопросов, касающихся научных служб, уже включены в предварительную повестку дня ВКР-27. Некоторые из них касаются распределения частот в диапазоне 86–92 ГГц, в котором не допускаются никакие излучения. Это критически важный диапазон для систем наблюдения Земли, и его необходимо защитить.

Другой потенциальный пункт повестки дня касается возможного распределения частот Земля-космос в диапазоне 22,55–23,15 ГГц, которое будет способствовать поддержке будущих систем наблюдения Земли.

Еще один возможный пункт повестки дня касается защиты датчиков космической погоды, используемых для ее глобального прогнозирования и оповещения о ней.

В задачу ВКР-23, которая пройдет в ноябре-декабре этого года, входит окончательное определение тем ВКР-27. Конференция 2027 года позволит обновить Регламент радиосвязи и обеспечить бесперебойный, справедливый глобальный доступ к радиоспектру и орбитальным ресурсам.

Системы для исследования космической погоды позволяют наблюдать различные явления, происходящие в космосе и влияющие на нашу деятельность на околоземной орбите.

Группа по координации космических частот: цели для ВКР-23

Майте Арза, начальник отдела управления частотами, и Бруно Эспиноза, сотрудник отдела управления частотами Европейского космического агентства (ЕКА) - Исполнительный секретариат Группы по координации космических частот (SFCG)

В течение нескольких десятилетий космические агентства - члены [Группы по координации космических частот \(SFCG\)](#) разрабатывали общие цели для каждой Всемирной конференции радиосвязи, признавая критическую важность этого международного отраслевого совещания, организуемого Международным союзом электросвязи (МСЭ) раз в четыре года.

Группа способствует повышению эффективности использования спектра и совместному использованию полос частот несколькими радиослужбами на основе взаимно согласованных критериев совместного использования и защиты, установленных в соответствии с результатами исследований [Сектора радиосвязи МСЭ \(МСЭ-R\)](#).

По мере приближения следующей конференции SFCG разработала [цели для ВКР-23](#) с указанием конкретных пунктов повестки дня и интересующих ее тем.



Майте Арза



Бруно Эспиноза,

Возможности для служб наблюдения Земли и научных служб

По пункту 1.12 повестки дня ВКР-23 SFCG поддерживает новое вторичное распределение спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ) (активной) в полосе радиочастот 40-50 мегагерц (МГц) и соответствующие положения, позволяющие сбалансировать защиту существующих служб с предоставлением возможностей для работы космических радиолокационных зондов в этом диапазоне частот. Производимые зондами измерения в диапазоне 40-50 МГц открывают беспрецедентные возможности по визуализации недр планеты, а также предоставляют дополнительную информацию о ледниковых чашах в полярных регионах и о водоносных горизонтах в засушливых регионах.

При необходимости SFCG может выступать в качестве организации, координирующей любые последующие консультации и деятельность, например при разработке руководящих указаний по реализации решений ВКР-23.

Другая возможность для службы наблюдения Земли будет обсуждаться на ВКР-23 в рамках пункта 1.14 повестки дня, посвященного требованиям ССИЗ (пассивной) в диапазоне частот 231,5-252 гигагерц (ГГц). Основываясь на результатах исследований МСЭ-R и эксплуатационных требованиях к ССИЗ (пассивной), SFCG поддерживает новое первичное распределение ССИЗ (пассивной) в полосах частот 239,2-242,2 ГГц и 244,2-247,2 ГГц. Это поможет провести измерения ледяных облаков, а также пересмотреть распределения для фиксированных и подвижных служб.

SFCG также приветствует разработку технических и регламентарных положений для работы на линиях спутник-спутник в диапазонах частот 18,1-18,6 ГГц, 18,8-20,2 ГГц и 27,5-30 ГГц (пункт 1.17 повестки дня). Поскольку службы наблюдения Земли и научные программы генерируют все возрастающие объемы данных, будущие космические научные программы воспользуются возможностями, предоставляемыми службами спутниковой связи, действующими как ретрансляторы данных.

Два пункта отвечают общенаучным требованиям:

- повышение статуса распределения службе космических исследований (СКИ) со вторичного до первичного в полосе частот 14,8-15,35 ГГц в целях поддержки существующих и будущих применений и увеличения объема передачи данных для научных программ (пункт 1.13 повестки дня), для чего, как признает SFCG, необходимо принять положения, обеспечивающие совместимость СКИ с существующими первичными службами;
- рассмотрение вопроса о включении в Регламент радиосвязи положений, касающихся надлежащего признания датчиков космической погоды (пункт 9.1 повестки дня, тема "а") в рамках службы MetAids.



По пункту 1.12 повестки дня ВКР-23 SFCG поддерживает новое вторичное распределение спутниковой службе исследования Земли...”

Майте Арза
Бруно Эспиноза



Цели SFCG для ВКР-23

SFCG определила цели по конкретным интересующим ее пунктам повестки дня и темам ВКР 23.

[Загрузить цели SFCG](#)

Защита систем дистанционного зондирования космического базирования

SFCG придает особое значение защите полос частот, используемых космическими системами дистанционного зондирования для получения климатических и метеорологических данных, которые зачастую невозможно получить никакими другими способами. Успешная работа этих систем зависит от использования определенных диапазонов частот, определяемых физическими законами.

SFCG не поддерживает определение частот в полосе 10-10,5 ГГц для Международной подвижной электросвязи (ИМТ) в Районе 2 (Северная и Южная Америка) в рамках пункта 1.2 повестки дня, поскольку не продемонстрирована возможность совместного использования спектра ИМТ и ССИЗ (активной) в полосе 10-10,4 ГГц.

SFCG также обеспокоена возможностью помех от активных служб для датчиков ССИЗ (пассивной) в соседних полосах частот. Поэтому SFCG поддерживает включение в Регламент радиосвязи ограничений на активные службы для защиты работы датчиков ССИЗ (пассивной), как показано в нижеследующей таблице.

Кроме того, что касается обсуждения диапазона 6-7 ГГц в рамках пункта 1.2 повестки дня, то SFCG приветствовала бы варианты обеспечения непрерывности измерений температуры поверхности моря (ТПМ) в других диапазонах спектра, например путем новых первичных распределений для ССИЗ (пассивной) в диапазонах 4200-4400 МГц и 8400-8500 МГц.

В ожидании ВКР-27

Еще одной ключевой темой ВКР-23 станет повестка дня следующей конференции, ВКР-27.

SFCG считает, что принятие любого нового пункта повестки дня ВКР должно отвечать определенным условиям, включая четкое обоснование потребностей в спектре, строго определенный объем исследований и конкретные полосы частот, которые необходимо рассмотреть.

SFCG определила несколько тем, связанных с космическими научными службами, для возможного включения в качестве пунктов повестки дня ВКР-27 и предложила своим организациям-членам продвигать их в рамках их деятельности по подготовке к ВКР-23 на национальном и региональном уровнях. В число предлагаемых тем входят возможное новое распределение каналов связи ССИЗ, защита датчиков ССИЗ (пассивной) в определенных диапазонах частот выше 86 ГГц, защита наблюдений за космической погодой в определенных диапазонах частот и возможность развития радиосвязи на Луне.



SFCG придает особое значение защите полос частот, используемых космическими системами дистанционного зондирования для получения климатических и метеорологических данных.



SFCG определила несколько тем, связанных с космическими научными службами, для возможного включения в качестве пунктов повестки дня ВКР-27.

Ограничения, поддерживаемые SFCG для решения проблемы защиты датчиков ССИЗ (пассивной) на ВКР-23

Пункт повестки дня ВКР-23	Диапазон ССИЗ (пассивной)	Назначение активной службы	Предлагаемое ограничение
1.2	10,6-10,7 ГГц	ИМТ в полосе частот 10-10,5 ГГц	Ограничение нежелательных излучений
1.10	22,21-22,5 ГГц	Воздушная подвижная служба для применений, не связанных с обеспечением безопасности, в полосе частот 22-22,21 ГГц	Ограничение нежелательных излучений
1.16	18,6-18,8 ГГц	Космическая станция ФСС НГСО, осуществляющая связь с земными станциями, находящимися в движении (ESIM), в полосах частот 18,3-18,6 ГГц и 18,8-19,1 ГГц	Ряд ограничений плотности потока мощности
1.17		Космическая станция ФСС НГСО, осуществляющая связь с космической станцией НГСО на меньшей высоте в полосах частот 18,3-18,6 ГГц и 18,8-19,1 ГГц	
9.1, тема D	36-37 ГГц	Космические станции ФСС НГСО, работающие с апогеем выше 407 км и ниже 2000 км в полосе частот 37,5-38 ГГц	Ограничение нежелательных излучений

Ежегодное собрание SFCG в Тулузе (Франция) в июне 2023 года.





Измерение температуры поверхности моря с помощью пассивных микроволновых датчиков

Ясунори Ивана, сотрудник отдела управления использованием спектра, и Мисако Кати, менеджер по исследованиям GCOM-W и AMSR3, Исследовательский центр наблюдения Земли, Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA)

Океан покрывает более 70 процентов поверхности Земли и играет важную роль в насыщении атмосферы водяным паром. Спутники, учитывая их возможности глобального наблюдения, могут использоваться для наблюдения за океаном, в том числе для измерения температуры поверхности моря (ТПМ).

Этот ключевой параметр взаимодействия воздуха и моря широко используется для прогнозирования погоды и климата, предотвращения стихийных бедствий в прибрежных районах, управления рыболовством и сохранения экосистем.



Ясунори Ивана



Мисако Кати

Еженедельные карты ТПМ составляются с помощью традиционных инфракрасных (ИК) или микроволновых формирователей изображений. Последние, способные вести наблюдения днем и ночью при любых погодных условиях, стали критически важным инструментом для составления "ежедневных" карт ТПМ. Однако на сегодняшний день имеется лишь несколько типов микроволновых формирователей изображений, предназначенных для наблюдения за температурой поверхности моря.

Возможности для измерений пассивными датчиками

В серии усовершенствованных микроволновых сканирующих радиометров (AMSR), разработанной Японским агентством аэрокосмических исследований (JAXA), для измерения слабых микроволн используются пассивные датчики. Эти микроволны излучаются на разных частотах частицами воды в разных состояниях на суше, на поверхности моря и в атмосфере.

Системы AMSR могут вести наблюдение за различными параметрами, связанными с водой, включая температуру поверхности моря, и поддерживают такие практические применения, как численный прогноз погоды, отчеты о морских условиях для рыболовецких судов и безопасная морская навигация, а также изменения водного баланса и показатели изменения климата.

Усовершенствованные микроволновые сканирующие радиометры первого и второго поколений

Первые образцы, AMSRE и AMSR, были установлены соответственно на спутнике Aqua, запущенном Национальным управлением США по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) в мае 2002 года, и спутнике Advanced Earth Observation Satellite-II (ADEOS II), запущенном позднее в том же году Национальным агентством космического развития Японии (NASDA).

AMSR2 второго поколения, запущенный в мае 2012 года, продолжает эксплуатироваться в рамках японской программы мониторинга глобальных изменений водных ресурсов (GCOM W).

Благодаря антенне, делающей один оборот каждые 1,5 секунды, AMSR2 получает данные в полосе обзора длиной 1450 км (номинальная) и 1620 км (фактическая). Механизм конического сканирования позволяет каждые два дня получать новые наборы дневных и ночных данных с охватом более 99 процентов поверхности Земли.

Передовые технологии спутниковой съемки несут в себе огромный потенциал для прогнозирования погоды и мониторинга климата. Значительные успехи, достигнутые с помощью первых двух поколений серии AMSR, стали возможны благодаря тесной международной координации и эффективному управлению радиочастотным спектром.

“
Спутники,
учитывая их
возможности
глобального
наблюдения, могут
использоваться
для наблюдения
за океаном, в том
числе для измерения
температуры
поверхности
моря.”

Ясунори Ивана
и Мисако Кати

Нововведения, инициированные Сектором радиосвязи МСЭ (МСЭ-R – один из трех Секторов Международного союза электросвязи) до 2012 года, гарантировали, что договор о Регламенте радиосвязи, поддерживаемый МСЭ, будет способствовать быстрому развитию спутниковых служб для удовлетворения меняющихся глобальных потребностей.

Повышенная чувствительность, не подверженная влиянию атмосферных условий

В отличие от других пассивных микроволновых датчиков, системы серии AMSR снабжены необычайно крупной антенной диаметром около 2 метров и могут принимать сигналы на частоте 6–10 гигагерц (ГГц). Поскольку пространственное разрешение растет с уменьшением центральной частоты, для получения наилучшего пространственного разрешения в каналах 6–10 ГГц необходима крупная антенна (см. таблицу).

Эти диапазоны частот 6–10 ГГц образуют "атмосферное окно", в котором микроволны, излучаемые с поверхности моря или суши, могут проникать сквозь густые облака. Каналы в этих диапазонах меньше подвержены влиянию атмосферных условий, что делает их чувствительными к незначительным изменениям температуры поверхности моря и даже влажности подпочвы на суше.

Каналы 6–7 ГГц обеспечивают хорошую чувствительность измерения ТПМ практически во всех температурных диапазонах, тогда как чувствительность в диапазоне частот 10 ГГц ухудшается при температуре ниже примерно 12° Цельсия.

Как показано в таблице, каналы 6,925 ГГц, 7,3 ГГц и 10,65 ГГц в многоканальном приемнике AMSR2 в основном используются для измерений ТПМ и влажности почвы.

В старых пассивных микроволновых датчиках, таких как специальный микроволновый датчик/формирователь изображений Министерства обороны США (SSM/I), используемый для анализа водяного пара, осадков, глубины снега, скорости ветра на поверхности моря и концентрации морского льда, обычно также доступны более высокочастотные каналы.



Системы AMSR могут вести наблюдение за различными параметрами, связанными с водой. ”



Набор приемных каналов AMSR2					
Центральная частота (ГГц)	Ширина полосы (МГц)	Поляризация	Ширина луча (градусов)	Пространственное разрешение: поперечное продольное (км)	Интервал выборки (км)
6,925/7,3	350	Вертикальная и горизонтальная	1,8	35 x 62	10
10,65	100		1,2	24 x 42	
18,7	200		0,65	14 x 22	
23,8	400		0,75	15 x 26	
36,5	1000		0,35	7 x 12	
89,0	3000		0,15	3 x 5	5

Канал 7,3 ГГц предназначен для ослабления радиочастотных помех в С-диапазоне.

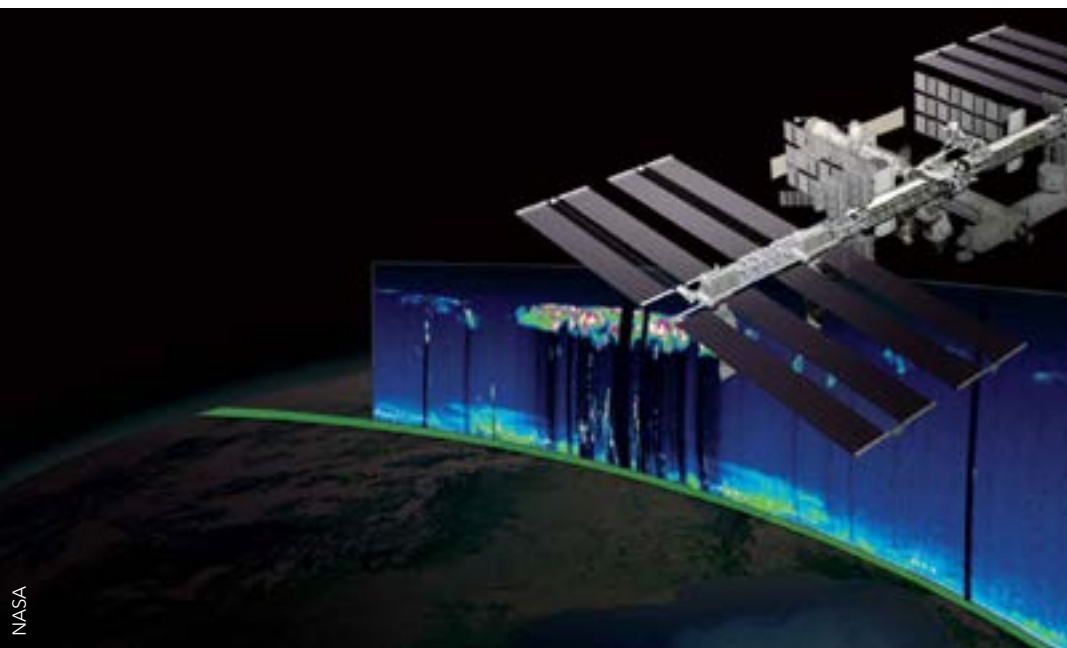
Системы микроволнового сканирования нового поколения

Инструмент AMSR нового поколения JAXA – усовершенствованный микроволновый сканирующий радиометр 3 (AMSR3) – предназначен для запуска в качестве полезной нагрузки на вводимом в эксплуатацию японском спутнике глобальной системы наблюдений за парниковыми газами и водным балансом (GOSAT-GW); запуск запланирован на 2024 японский финансовый год (апрель 2024 года – март 2025 года).

У AMSR3 – как планомерного усовершенствования AMSR2 – будет несколько новых каналов, способствующих получению данных о твердых осадках, проведению анализа водяного пара для численных прогнозов погоды, а также надежному получению данных о ТПМ с более высоким разрешением.



Передовые технологии спутниковой съемки несут в себе огромный потенциал для прогнозирования погоды и мониторинга климата.



Активное зондирование и потенциальное использование диапазона частот около 45 МГц

Андрей Ткаченко, инженер по анализу сигналов Группы по инженерной поддержке использования спектра (332G), Лаборатория реактивного движения (JPL) Национального управления по авиации и исследованию космического пространства (НАСА)

При активном космическом зондировании в спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ) используются следующие типы инструментов (см. [Рекомендацию МСЭ-R RS.1166-4](#)):

- **рефлектометры** - для измерения скорости и направления ветра: 5,25-5,57 гигагерц (ГГц), 8,55-8,65 ГГц, 9,5-9,8 ГГц, 13,25-13,75 ГГц, 17,2-17,3 ГГц и 35,5-36,0 ГГц;
- **высотомеры** - для оценки высоты над поверхностью суши и океана: 3,1-3,3 ГГц, 5,25-5,57 ГГц, 8,55-8,65 ГГц, 9,5-9,8 ГГц, 13,25-13,75 ГГц и 35,5-35,6 ГГц;
- **радары с синтезированной апертурой (РСА)** - для создания радиолокационных изображений или топографических карт: 432-438 МГц, 1215-1300 МГц, 3100-3300 МГц, 5250-5570 МГц, 8550-8650 МГц и 9200-10400 МГц;



“Появление радаров подземного зондирования вызвало интерес к использованию таких инструментов для активного космического зондирования.”

Андрей Ткаченко

- **радары контроля осадков** – для определения интенсивности осадков: 13,25–13,75 ГГц, 24,05–24,25 ГГц и 35,5–36,0 ГГц;
- **радары профилирования облачности** – для определения профиля отражательной способности облаков: 94,0–94,1 ГГц, 133,5–134,0 ГГц и 237,9–238 ГГц.

Появление радаров подземного зондирования (**GPR**) вызвало интерес к использованию таких инструментов для активного космического зондирования. Космические агентства, в том числе Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космического пространства (**НАСА**) и Европейское космическое агентство (**ЕКА**), заинтересованы в использовании зондов для изучения признаков изменения земного климата.

Концепция программы орбитального зонда для исследования недр в засушливых районах и ледникового покрова (**OASIS**), совместного предприятия Лаборатории реактивного движения НАСА (**JPL**) и Института исследований окружающей среды и энергетики Катара (**QEERI**), предполагает изучение подземного изменения климата в таких местах, как полярные ледниковые щиты и сверхзасушливые пустыни. Для такого исследования требуются более низкие частоты, чем указанные выше, обычно в диапазонах высоких частот (**ВЧ**) или очень высоких частот (**ОВЧ**). Для достижения научных целей программы необходимы центральные частоты около 50 МГц.

Изучение признаков подземного изменения климата

Такие концепции, как **OASIS**, преследуют несколько основных **научных целей**.

Ледниковые щиты

- Измерение толщины льда в целях определения топографии, шероховатости и временного геологического масштаба пластов.
- Выявление и определение характеристик регионов предыдущего изменения структуры ледяного потока.
- Переоценка текущего состояния и скорости таяния льда.
- Увязка научных наблюдений с построением моделей ледяного потока для определения его влияния на повышение уровня моря.

Пустыни

- Крупномасштабное измерение с высоким разрешением глубины залегания и пространственного распределения грунтовых вод в неглубоких водоносных горизонтах.
- Определение характеристик геологических структур в соответствии с пополнением, потоком и расходом подземных вод.
- Объединение наблюдений с имеющимися данными, чтобы получить представление об эволюции водоносных горизонтов.

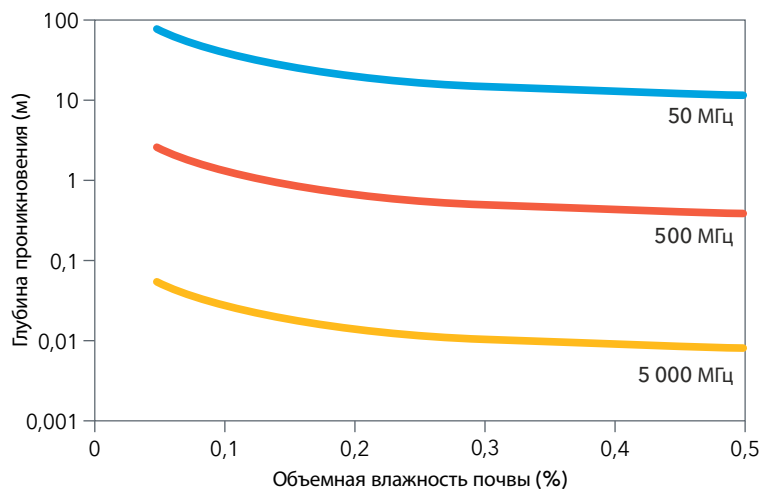


Чтобы обеспечить адекватное покрытие, космические зонды обычно должны работать на спутниках на солнечно-синхронной орбите.

Диапазон частот, необходимый для проникновения под землю

На графике представлена зависимость глубины проникновения сквозь поверхность от объемной влажности почвы. Для исследования подземных ледниковых щитов и неглубоких водоносных горизонтов (глубиной менее 100 м) требуется центральная частота около 50 МГц.

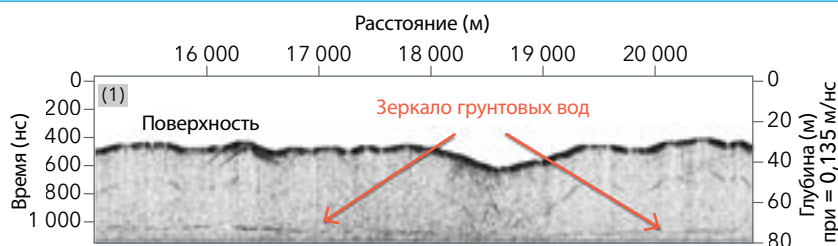
Глубина проникновения падающей волны, излучаемой радаром, сквозь поверхность в зависимости от объемной влажности почвы, параметризованная центральной частотой



Источник: рисунок 1 из Рекомендации МСЭ-R RS.2042-1

Радары воздушного базирования провели измерения в пустынных районах Аравийского полуострова на частоте около 50 МГц. На рисунке показан образец радарограммы такой кампании.

Радарограмма, полученная в 2011 году в Кувейте от радара ОВЧ-диапазона, находящегося на воздушном судне



Источник: рисунок 2 из Рекомендации МСЭ-R RS.2042-1

“ Радары воздушного базирования провели измерения в пустынных районах Аравийского полуострова на частоте около 50 МГц. ”

Разработчики OASIS рассмотрели центральную частоту 45 МГц и ширину полосы 10 МГц (см. [Рекомендацию МСЭ-R RS.2042-1](#)).

При проектировании этих параметров сигнала радара учитывалось несколько факторов, в том числе:

- **центральная частота:** 45 МГц – как можно ниже для проникновения сквозь поверхность без чрезмерной задержки, дисперсии и потерь в ионосфере;
- **пространственное разрешение:** ширина полосы частот 10 МГц – для достижения вертикального разрешения 10 м в толще льда и в сухом песке.

Предполагаемая область применения

Для достижения научных целей предполагается проводить исследования над необитаемыми или малонаселенными территориями, включая ледниковые щиты Антарктиды и Гренландии, а также пустынные районы североафриканской Сахары и Аравийского полуострова.

Чтобы обеспечить адекватное покрытие, космические зонды обычно должны работать на спутниках на солнечно-синхронной орбите (ССО). В частности, для OASIS рассматривалась 548 дневная точно повторяющаяся орбита на высоте 400 км. Чтобы свести к минимуму влияние на действующие службы, исследования будут проводиться рано утром на ССО с местным временем восходящего узла (LTAN) 4 часа утра в пределах 10 минутного окна на 92,7 минутной орбите.

Расширение возможностей

Если предстоящая Всемирная конференция радиосвязи МСЭ (ВКР-23) примет распределение частот для ССИЗ (активной) на частоте 45 МГц или около нее, это значительно повысит вероятность реализации таких концепций, как OASIS.



Если ВКР-23 примет распределение частот для ССИЗ (активной) на частоте 45 МГц или около нее, это значительно повысит вероятность реализации таких концепций, как OASIS. ”

Предполагаемая зона покрытия космического радиолокационного зонда, работающего на частоте 45 МГц



Источник: рисунок 4 из [Рекомендации МСЭ-R RS.2042-1](#)



Adobe Stock

Пассивное микроволновое зондирование ледяных облаков: ключ к прогнозированию текущей погоды и моделированию климата

Маркус Драйс, Председатель Рабочей группы 7С МСЭ-R (Системы дистанционного зондирования) и специалист по управлению использованием частот Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников (ЕВМЕТСАТ)

Ледяные облака покрывают более трети поверхности Земли. Они оказывают значительное влияние на климат и гидрологический цикл Земли, воздействуя на осадки, структуру атмосферы и облачные процессы.

Глобальные измерения их свойств, включая траекторию ледяных кристаллов и распределение размеров частиц льда, имеют решающее значение для понимания глобального воздействия ледяных облаков.



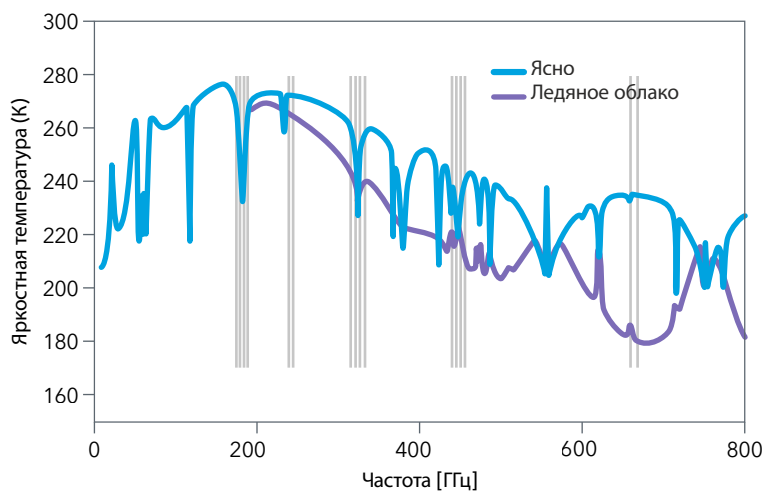
Глобальные измерения свойств ледяных облаков, включая траекторию ледяных кристаллов и распределение размеров частиц льда, имеют решающее значение для понимания их глобального воздействия.

Маркус Драйс



Для измерения ледяных облаков пассивные микроволновые инструменты дистанционного зондирования наблюдают за атмосферой на микроволновых частотах, которые тщательно выбираются в целях определения компонентов атмосферы. Эти измерения лучше всего производить в определенных "каналах" на частотах около 183 гигагерц (ГГц), 243 ГГц, 325 ГГц, 448 ГГц и 664 ГГц (см. рисунок).

Чувствительность яркостной температуры к ясному небу и ледяным облакам



Источник: Документ МСЭ-R 7/91

На рисунке сравниваются яркостные температуры для ясного неба и ледяного облака. Столбцы указывают положение каналов для измерения ледяных облаков.

Данные, полученные по этим каналам, необходимо рассматривать как совокупность, поскольку для определения конкретных физических параметров необходимы наблюдения на нескольких микроволновых частотах. Полученная информация вводится в региональные и глобальные модели погоды и климата, чтобы они правильно представляли радиационные и термодинамические эффекты ледяных облаков.



Для измерения ледяных облаков пассивные микроволновые инструменты дистанционного зондирования наблюдают за атмосферой на микроволновых частотах, которые тщательно выбираются в целях определения компонентов атмосферы. ”



Новые датчики, оптимизированные для ледяных облаков

Современные оперативные пассивные микроволновые датчики обычно наблюдают за атмосферой на частотах ниже 200 ГГц или используют зондирование лимба для количественной оценки химических процессов в атмосфере и ее состава. К сожалению, эти методы недостаточно эффективны для оптимального наблюдения за ледяными облаками.

Сегодня пассивные микроволновые датчики, специально оптимизированные для измерения ледяных облаков, находятся в стадии разработки, и их предполагается ввести в эксплуатацию к 2026 году. Ярким примером служит формирователь изображений ледяных облаков (ICI) на спутниках полярной системы второго поколения (EPS-SG), эксплуатируемых EUMETSAT – Европейской организацией по эксплуатации метеорологических спутников.

Эти новейшие датчики будут выполнять наблюдения на ряде микроволновых частот, показанных на рисунке, используя 11 каналов в диапазоне от 183 ГГц до 664 ГГц. Механизм конического сканирования обеспечит хорошую способность проникновения в облака на разной высоте и чувствительность к частицам льда в широком диапазоне размеров.

Новые инструменты ICI дадут недостающую информацию о ледяных облаках (особенно перистых), о путях испарения воды и эффективном радиусе частиц облачного льда, а также о высоте облаков – для моделей погоды и климата. Они также предоставят вертикальные профили влажности и гидрометеоров (распределение облачного льда, снежной крупы и снеговых осадков), а также водяного пара; все это будет способствовать решению задач численного прогнозирования погоды, прогнозирования текущей погоды и мониторинга климата.

Регламент отстает

Конкретные каналы для пассивных микроволновых датчиков, предназначенных для измерения компонентов атмосферы, связанных с ледяными облаками, находятся вблизи частот 183 ГГц, 243 ГГц, 325 ГГц, 448 ГГц и 664 ГГц.

Один из этих каналов, около 243 ГГц, представляет собой пару симметричных спектральных диапазонов: 239,2–242,2 ГГц и 244,2–247,2 ГГц. Однако в Регламенте радиосвязи Международного союза электросвязи (МСЭ) эти частоты в настоящее время не распределены спутниковой службе исследования Земли (пассивной).



Сегодня пассивные микроволновые датчики, специально оптимизированные для измерения ледяных облаков, находятся в стадии разработки, и их предполагается ввести в эксплуатацию к 2026 году.



Регламент радиосвязи МСЭ

Регламент радиосвязи способствует справедливому доступу к природным ресурсам радиочастотного спектра и геостационарных спутниковых орбит и их рациональному использованию. В этом году на Всемирной конференции радиосвязи (ВКР-23) в него будут внесены изменения.

См. действующий [Регламент радиосвязи](#).

Этот канал на частоте около 243 ГГц, расположенный посередине между линиями поглощения водяного пара 183 ГГц и 325 ГГц, обеспечивает высокую чувствительность к частицам льда размером около 700 мкм. Это делает его оптимальным для оценки содержания льда в облаках, измерения свойств гидрометеоров перистых облаков, тепловой конвекции на больших высотах и облаков в форме наковальни.

Это чрезвычайно специфический, так называемый (полу)оконный канал в высокочастотном диапазоне, который позволяет проводить измерения сквозь всю атмосферу с минимальным поглощением по сравнению с соседними каналами.

Однако в 2000 году, когда в Регламенте радиосвязи в последний раз пересматривалась и обновлялась таблица распределения частот этого диапазона, о потребности в этих полосах частот для пассивных микроволновых датчиков не было известно и она не предполагалась. Поэтому в то время спутниковая служба исследования Земли (пассивная) не получила распределения в диапазонах частот 239,2-242,2 ГГц и 244,2-247,2 ГГц.

Необходимо обновление на ВКР-23

Пункт 1.14 повестки дня ВКР-23 призывает пересмотреть и скорректировать распределение частот в диапазоне 231,5-252 ГГц. Это прекрасная возможность выделить частоты в диапазонах 239,2-242,2 ГГц и 244,2-247,2 ГГц спутниковой службе исследования Земли (пассивной).

Это позволит привести Регламент радиосвязи в соответствие с текущими потребностями, обеспечит возможность тщательного наблюдения за ледяными облаками и принесет пользу мировому сообществу.



Пункт 1.14 повестки дня ВКР-23 призывает пересмотреть и скорректировать распределение частот в диапазоне 231,5–252 ГГц.



CNES



Координация частот для служб спутниковой радиосвязи в диапазонах S, X и Ka

Жан Пла, специалист по управлению использованием частот Национального центра пространственных исследований (CNES), Франция

Координация частот для служб спутниковой радиосвязи – важная часть работы по управлению использованием частот, которую должны выполнять все операторы спутниковой связи под эгидой соответствующих администраций, чтобы обеспечить свободное от помех функционирование систем.

Научные организации, такие как космические и метеорологические агентства, как и операторы связи, а теперь и новые операторы космической связи, используют диапазоны радиочастот научных спутниковых служб S, X и Ka. Они используются в основном для целей телеметрии и телеуправления.

Координация частот для служб спутниковой связи – особенно в указанных диапазонах частот – опирается на глобальную нормативно-техническую базу, поддерживаемую [Международным союзом электросвязи \(МСЭ\)](#), учреждением Организации Объединенных Наций в области информационно-коммуникационных технологий.

“Координация частот для служб спутниковой радиосвязи – важная часть работы по управлению использованием частот, которую должны выполнять все операторы спутниковой связи под эгидой соответствующих администраций, чтобы обеспечить свободное от помех функционирование систем”.

Жан Пла

Что такое координация частот для служб спутниковой связи и когда она необходима?

Координация частот для служб спутниковой связи представляет собой двусторонний и многосторонний процесс, направленный на обеспечение свободного от помех функционирования существующих и планируемых спутниковых систем Государств - Членов МСЭ. Кроме того, обязательные и необязательные процессы координации позволяют обеспечить признание новых станций или систем в будущем.

Координация частот является обязательной для спутниковых сетей, использующих спутники на геостационарной орбите, систем спутниковой фиксированной и спутниковой радиовещательной служб, а также станций, для которых требование координации значится в сноске к Таблице распределения частот (статья 5 Регламента радиосвязи).

Другие сети на базе спутников на негеостационарной орбите, включая все соответствующие службы и определенные полосы частот, подлежат необязательной координации, и для них требуется лишь предварительная публикация перед заявлением и регистрацией частотных присвоений.

Как осуществляется координация

Координацию частот для служб спутниковой радиосвязи следует понимать как процесс, позволяющий избежать потенциальных вредных помех между новыми и существующими радиосистемами, станциями или применениями.

Он состоит из следующих шагов:

- 1** обмен техническими и эксплуатационными данными по существующим, ранее представленным или новым частотным присвоениям радиостанциям или системам;
- 2** исследование потенциального воздействия помех между существующими и новыми частотными присвоениями;
- 3** переписка между национальными или международными органами управления использованием спектра и пользователями спектра;
- 4** учет при проведении технических работ соответствующих стандартов радиосвязи МСЭ, - называемых Рекомендациями МСЭ-R, - определяющих критерии защиты.



Координацию частот для служб спутниковой радиосвязи следует понимать как процесс, позволяющий избежать потенциальных вредных помех между новыми и существующими радиосистемами, станциями или применениями.



Пункт 9.2 повестки дня ВКР-23

В Отчете подготовительного собрания к конференции для предстоящей Всемирной конференции радиосвязи (ВКР-23) содержатся важные инструкции для администраций по подготовке информации для предварительной публикации касательно частот в диапазоне S (а именно 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц). Этот вопрос будет рассмотрен на следующей конференции радиосвязи.

Все большее число заявок на информацию для предварительной публикации в Международном циркуляре по частотам (ИФИК БР), как того требует пункт 9.1 статьи 9 Регламента радиосвязи, содержат лишь общую информацию. В частности, возникла нездоровая тенденция подавать заявки на резервирование целых диапазонов частот для космической службы, охватывающих полосы 2025–2110 мегагерц (МГц) и 2200–2290 МГц, то есть большую часть S-диапазона. В некоторых заявках зоной обслуживания даже объявлялась вся поверхность Земли без упоминания конкретных земных станций – только "типичных".

Такое пренебрежение конкретной информацией удлинит и усложнит процесс сотрудничества, предусмотренный статьей 9 (пункты 9.3 и 9.4). Столкнувшись с такой обобщенной информацией, администрации могут либо дать столь же общие комментарии, либо запросить у заявляющей администрации более подробную информацию. Бюро радиосвязи МСЭ не может отклонять заявки на широкие диапазоны частот, если они соответствуют Регламенту радиосвязи.

Практический подход для диапазона S

Диапазон S требует применения особого подхода, поскольку он широко используется многими операторами. Сектор радиосвязи МСЭ (МСЭ-R) и менее официальная Группа по координации космических частот (SFCG) утвердили рекомендации и резолюции, призванные помочь операторам и администрациям в предварительной публикации – в дополнение к Рекомендациям МСЭ-R по выполнению расчетов.



Диапазон S требует применения особого подхода, поскольку он широко используется многими операторами.

Устав МСЭ и Регламент радиосвязи

Согласно статье 1 Устава МСЭ, одна из обязанностей организации – "координировать усилия, направленные на устранение вредных помех между радиостанциями различных стран и на улучшение использования радиочастотного спектра и орбиты геостационарных спутников и других спутниковых орбит для служб радиосвязи".

В статье 44 Устава к этому добавлено: "При использовании полос частот для радиослужб Государства-Члены должны учитывать то, что радиочастоты и связанные с ними орбиты, включая орбиту геостационарных спутников, являются ограниченными естественными ресурсами, которые надлежит использовать рационально, эффективно и экономно, в соответствии с положениями Регламента радиосвязи...".

Администрации Государств – Членов МСЭ и операторы спутниковых систем связаны [Регламентом радиосвязи МСЭ](#) – единственным имеющим обязательную силу глобальным договором, регулирующим использование радиочастотного спектра и спутниковых орбит. В статье 9 этого договора содержатся требования и процедуры для достижения соглашения посредством координации частот для спутниковой связи между операторами до процесса заявления спутниковой сети, а в статье 11 определены условия, при которых требуется такое заявление.

Результаты собрания по координации спутниковых систем подлежат утверждению администрациями Государств – Членов МСЭ, и любая координация спутниковых систем регулируется изложенными выше нормативно-техническими принципами.

Из-за постоянного интенсивного использования диапазона S регуляторные органы уделяют все больше внимания его защите.

Особый случай представляет собой диапазон X, который используется для высокоскоростной передачи данных, поскольку для облегчения сосуществования спутниковых сетей, использующих одни и те же диапазоны частот, обычно требуются технические расчеты.

В будущем для спутников наблюдения Земли с очень высокой скоростью передачи данных будет широко использоваться диапазон Ka.



Из-за постоянного интенсивного использования диапазона S регуляторные органы уделяют все больше внимания его защите.

Радиочастотные помехи при наблюдении Земли

Ян Сольдо, инженер по управлению использованием частот и технологиям, Европейское космическое агентство

Радиочастотные помехи (РЧП) создают ряд проблем для спутниковой службы исследования Земли (ССИЗ), которая полагается на прецизионные датчики, чувствительные к радиоволнам. Обычно наличие радиочастотных помех либо полностью препятствует измерениям, либо вносит дополнительную неопределенность (если радиочастотные помехи правильно идентифицированы), либо приводит к ошибкам измерения. Ошибки измерения, как правило, возникают при низких уровнях радиочастотных помех, которые труднее идентифицировать [Oliva et al., 2016].

Сильные радиочастотные помехи могут также повредить спутниковые приемники, что ведет к безвозвратной потере научных данных. Кроме того, необходимость учета радиочастотных помех увеличивает затраты на проектирование и эксплуатацию датчиков ССИЗ.



“Радиочастотные помехи создают ряд проблем для спутниковой службы исследования Земли.”

Ян Сольдо

Необходимость регулирования, защиты и принятия регламентарных мер

Совершенствование программного или аппаратного обеспечения может уменьшить, но не устранить влияние РЧП на научные данные. Даже при идеальном алгоритме обнаружения радиочастотных помех спутниковые сети наблюдения Земли подвергаются опасности некоторой потери данных и неопределенности результатов измерений. Поэтому для защиты научных измерений, которые имеют жизненно важное значение для исследований окружающей среды и климата, а также для метеорологии, необходимы регламентарная защита и регламентарные меры, включая уведомление о радиочастотных помехах [Pedro et al., 2022].



Совершенствование программного или аппаратного обеспечения может уменьшить, но не устранить влияние РЧП на научные данные. ”

Потеря научной ценности и рост затрат: влияние радиочастотных помех на датчики ССИЗ

- Меньше данных
- Больше неопределенности
- Некорректные выборки
- Потенциальный необратимый ущерб



- Конструкция, обеспечивающая минимальный риск повреждения
- Разработка стратегии обнаружения РЧП
- Обработка данных по РЧП
- Уведомление о РЧП национальных властей

Воздействие РЧП на датчики ССИЗ

Сегодня многие датчики ССИЗ подвержены воздействию радиочастотных помех. Некоторые примеры приведены в [Draper, 2018](#) и на [специальной веб-странице](#) Группы по координации космических частот (SFCG). Однако лишь немногие операторы могут последовательно обнаруживать и определять местонахождение источников помех и еще меньше операторов предприняли шаги по информированию соответствующих национальных регуляторных органов о радиочастотных помехах.

На следующем рисунке показана часть национальной таблицы распределения частот Франции. Стрелки указывают на полосы частот, где были задокументированы случаи воздействия радиочастотных помех на датчики ССИЗ (хотя РЧП могут присутствовать и в других полосах), а красная стрелка указывает на полосу частот 1400-1427 МГц - единственную, по которой поступали систематические сообщения о радиочастотных помехах.

Часть национальной таблицы распределения частот Франции
Стрелки указывают на полосы частот, в которых известны случаи радиочастотных помех.

Красная стрелка указывает на полосу частот, в которой радиочастотные помехи фиксируются систематически.



Сообщалось о РЧП
спутникам ССИЗ

Не сообщалось о РЧП
спутникам ССИЗ

МГц = мегагерц
ГГц = гигагерц

Источник: anfr.fr

Как показывает этот рисунок, данные о радиочастотных помехах, воздействующих на датчики ССИЗ, в значительной степени занижены. Отчасти это связано со сложностью обнаружения радиочастотных помех, но главным образом обусловлено тем, что зона обслуживания датчиков ССИЗ (то есть территория, которую они наблюдают в каждый момент времени) составляет десятки километров в ширину, а это слишком много для принятия каких-либо практических мер на земле.

Однако алгоритмы, разработанные в последние годы, позволяют обнаруживать источники радиочастотных помех с точностью, превышающей размер зоны обслуживания, обычно в пределах нескольких километров; этого достаточно для того, чтобы национальные регуляторные органы смогли идентифицировать источник РЧП, указанный датчиками ССИЗ.

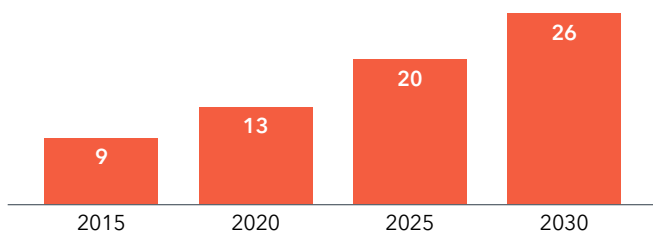
Ожидаемые тенденции

В будущем РЧП, вероятно, станут еще более серьезной проблемой. Текущие планы состоят в том, чтобы спутники наблюдения Земли были шире представлены в спектре как по количеству спутников, так и по диапазонам частот наблюдения.

В то же время расширение своего присутствия в спектре планируют и многие другие службы. Например, по данным Американского института аэронавтики и астронавтики (AIAA), частные компании спутникового сектора планируют развернуть **десяти тысяч спутников**; а ассоциация глобальной системы подвижной связи **GSMA** в своем докладе прогнозирует к 2030 году 37,4 млрд. соединений в среде интернета вещей.

“Космические агентства стремятся усовершенствовать свои средства уведомления о радиопомехах, признавая это мощным инструментом для защиты и поддержки научных измерений.”

Количество полос частот, используемых спутниками ЕКА

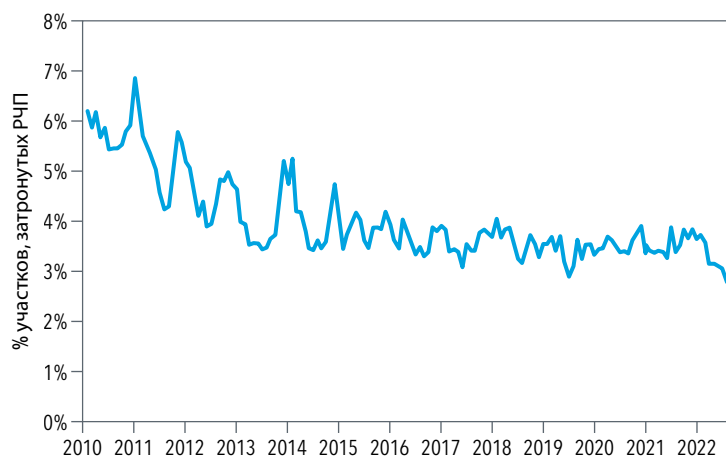


Действенность уведомления о радиочастотных помехах

Полоса частот 1400–1427 МГц – это один из случаев, когда ситуация с РЧП за последние годы несколько улучшилась, а не ухудшилась. Впервые РЧП в этом диапазоне частот были замечены в 2010 году при реализации Европейским космическим агентством (ЕКА) программы по изучению влажности почвы и солености океана (SMOS). Это стало стимулирующим фактором для принятия согласованных мер по обнаружению источников помех, их локализации и информированию о них.

Дальнейшие усилия в этом направлении с годами привели к постепенному снижению загрязнения радиочастотными помехами (см. рисунок ниже), продемонстрировав эффективность уведомления о радиопомехах.

Процент участков поверхности Земли, затронутых РЧП для систем SMOS



Источник: *Uranga et al., 2022*

“Датчики ССИЗ должны быть готовы к присутствию радиочастотных помех.”

Уведомление о радиопомехах в будущем

Космические агентства стремятся усовершенствовать свои средства уведомления о радиопомехах, признавая это мощным инструментом для защиты и поддержки научных измерений.

Будущие программы ЕКА, такие как [Metop-SG](#) и [микроволновый радиометр со средствами формирования изображений Copernicus \(CIMR\)](#), будут оснащены оборудованием, предназначенным для выявления РЧП, и в настоящее время ведется работа по совершенствованию средств обнаружения и мониторинга РЧП. В ближайшие годы это должно привести к более систематическому уведомлению об источниках радиочастотных помех, влияющих на датчики ССИЗ.

Выводы

В ряде полос частот были зарегистрированы случаи РЧП, и это вызывает растущую обеспокоенность, поскольку многие наземные и космические службы планируют в дальнейшем в большей степени использовать частотный спектр.

Поэтому датчики ССИЗ должны быть готовы к присутствию радиочастотных помех. Ключевой частью этой подготовки является принятие стратегии, которая позволит систематически выявлять радиочастотные помехи и сообщать о них национальным регуляторным органам. В одном диапазоне это уже реализовано - с положительными результатами, и в настоящее время ведется дальнейшая работа по совершенствованию средств уведомления о радиочастотных помехах, в том числе в дополнительных полосах.



Metop-SG

Спутники Metop второго поколения (Metop-SG) обеспечат продолжение метеорологических наблюдений с полярной орбиты.

[Смотреть видеобзор](#)



Пассивное микроволновое дистанционное зондирование для численного прогнозирования погоды

Стивен Инглиш, заместитель директора по исследованиям Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды

Наблюдения с помощью пассивных микроволновых датчиков имеют решающее значение для численного прогнозирования погоды (ЧПП), моделирования климата и обеспечения готовности к стихийным бедствиям. В преддверии [Всемирной конференции радиосвязи \(ВКР 23\)](#) эти и другие жизненно важные службы нуждаются в регламентарной защите.

ЧПП лежит в основе ключевых целей [Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года](#) и [Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий](#) Организации Объединенных Наций. "Тихая революция" в метеорологии смягчила риски стихийных бедствий, связанных с погодой, сократив число случаев гибели людей и потери средств к существованию ([Nature, vol. 525, 2015](#)).

Сочетание наблюдений с численными моделями позволяет прогнозировать будущее состояние системы Земли, включая такие компоненты, как погода, океаны, поверхность суши, снег, морской лед и атмосферные условия.



Наблюдения с помощью пассивных микроволновых датчиков имеют решающее значение для численного прогнозирования погоды, моделирования климата и обеспечения готовности к стихийным бедствиям.

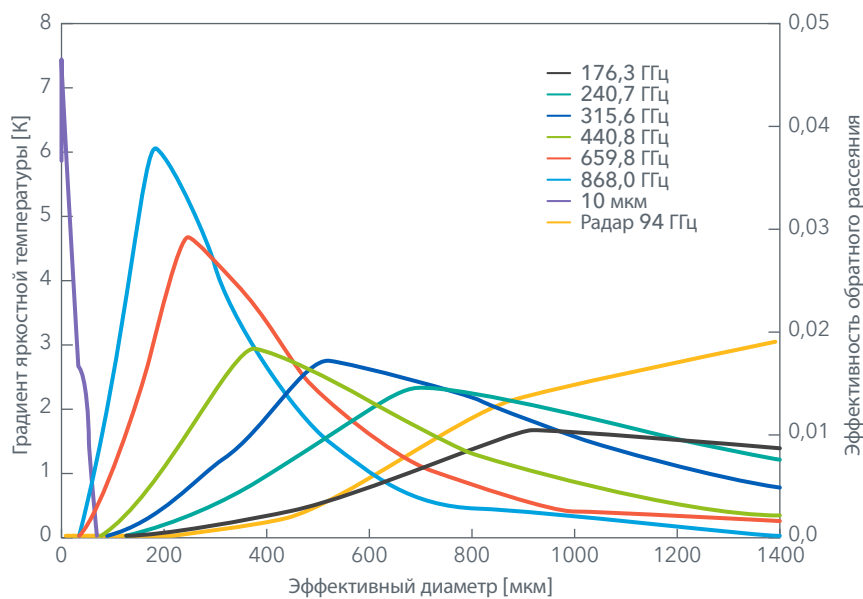
Стивен Инглиш



Однако пассивные датчики, наблюдающие за такими природными излучениями, чувствительны даже к очень низким уровням радиочастотных помех.

Вскоре благодаря спутникам [Ice Cloud Imager](#) и [Arctic Weather Satellite](#) будет доступна информация о ледяных облаках, полученная в диапазонах частот выше 200 ГГц. Для охвата гидрометеоров ледяных облаков разного размера необходимо несколько полос частот в диапазоне 176–868 ГГц (см. рисунок 2).

Рисунок 2. Чувствительность к ледяным гидрометеорам в полосах частот 176–868 ГГц



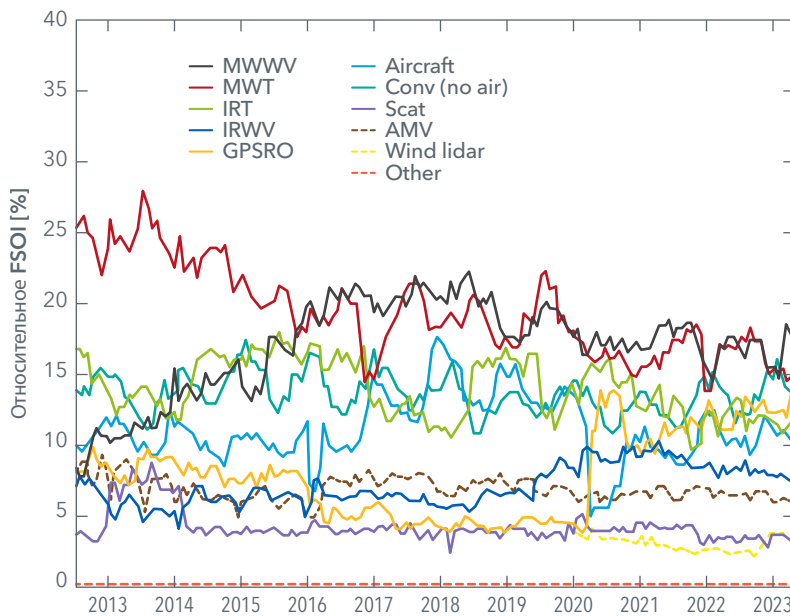
Источник: Buelher et al. (2007) Copyright © 2007 Royal Meteorological Society

Почему радиочастотные наблюдения важны для прогнозирования

Радиочастотные наблюдения, проводимые Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП), обеспечивают наибольшее сокращение числа ошибок среди всех типов метеорологических наблюдений (см. рисунок 3).

О ценности спутников исследования Земли для прогнозов погоды широко сообщалось, в том числе в документах ЕЦСПП в 2018 году и на семинарах-практикумах "Радиочастотные помехи" (РЧП) в 2019 и 2022 годах, а также в литературе, например Bormann et al. (2019) и Randriamampianina et al. (2021).

Рисунок 3. Влияние способа наблюдений на точность прогнозирования погоды (FSOI) в 2012-2023 годах



Источник: Alan Geer

Записи спутниковых данных об основных климатических переменных за последние четыре десятилетия позволяют осуществлять мониторинг климата как с использованием традиционных данных, так и посредством **повторного анализа** в модифицированной системе ЧПП.

Европейские базы данных, такие как [Satellite Application Facilities](#) и [ESA Climate Change Initiative EBMETCATA](#), еще больше обогатили знания о климате Земли.

Получаемые в результате "карты без пробелов" – такие как карта ERA-5, созданная [Службой изменения климата программы Copernicus](#), управляемой ЕЦСПП от имени Европейской комиссии, – предоставляют все больше информации о смягчении последствий изменения климата и адаптации к ним. Для отслеживания изменений в будущем необходимы долгосрочные космические наблюдения.

MWWW – микроволновые зонды влажности, работающие в полосе частот 174-192 ГГц

MWT – микроволновые зонды температуры, работающие в полосе частот 50-58 ГГц

IRT – инфракрасные датчики температуры

IRWV – инфракрасные датчики влажности

GPSRO – радиозатменные ГНСС

Aircraft – непосредственные наблюдения на борту самолета

Conv (no air) – другие непосредственные наблюдения

Scat – скаттерометры (в настоящее время все они работают в С-диапазоне)

AMV – векторы движения атмосферы (по сериям спутниковых изображений)

Wind lidar – УФ-доплеровский ветролидар (в данный период только Aeolus)

Другое – все остальные способы наблюдений

Защита диапазонов ССИЗ от помех

Несколько тем, предложенных для обсуждения на ВКР-23, касаются метеорологической и климатической служб, и Всемирная метеорологическая организация (ВМО) опубликовала по ним [заявление с изложением позиции](#). Особую обеспокоенность вызывают наблюдения Земли на частоте около 7 ГГц, используемые для мониторинга температуры океана (пункт 1.2 повестки дня).

Положение Регламента радиосвязи об измерениях с помощью пассивных микроволновых датчиков (сноска 5.458) не позволяет распределить спектр спутниковой службе наблюдения Земли (ССИЗ), которой, таким образом, могут создавать помехи сети Международной подвижной связи (IMT-2020/5G), использующие ту же частоту.

В повестке дня ВКР-23 также затрагиваются частоты 10,65 ГГц (пункт 1.2 повестки дня), 18,7 ГГц (пункты 1.16 и 1.17) и 36,5 ГГц (пункт 9.1d), относящиеся к исследованию водяных облаков и земной поверхности, и несколько других полос ССИЗ (пункт 9.1с).

Необходимы решения для защиты глобальных измерений в этих уникальных полосах частот пассивного зондирования.

Инициатива "Европейские ученые за спектр для наблюдения Земли" (ESSEO), возглавляемая Европейским космическим агентством, обеспечит дальнейшее научное сопровождение позиций ВМО как на ВКР-23, так и на ВКР-27 четыре года спустя.

Прогнозирование погоды имеет огромное социально-экономическое значение. Поэтому в Регламенте радиосвязи необходимо обеспечить соответствующую защиту этих служб.



Прогнозирование погоды имеет огромное социально-экономическое значение.



Отслеживание изменений состояния нашей планеты - журнал "Новости МСЭ"

Значение наблюдений с помощью пассивных микроволновых датчиков для численного прогнозирования погоды объяснялось в статье журнала "Новости МСЭ" в 2019 году.

Читайте эту статью на [стр. 54](#).



Adobe Stock

Новые горизонты наблюдения Земли для достижения целей устойчивого развития

Флавио Хорхе, председатель национального отделения и представитель по вопросам международного участия молодых специалистов Комиссии Е (Электромагнитная среда и помехи) Международного научного радиосоюза;
Луис Педро, директор ANACOM (Португалия);
и Сандро Мендонса, профессор бизнес-школы Iscte Лиссабонского университета (Португалия) и консультант Anatel (Бразилия)

Изменение климата, проявляющееся в виде аномальной жары, лесных пожаров, засух и наводнений, нередко на одной и той же территории в течение одного года, ведет к драматическим [социально-экономическим последствиям](#). Оно угрожает общественной безопасности и подрывает продовольственную и водную безопасность, а также меняет структуру заболеваемости и приводит к массовому перемещению людей.

ANACOM (Национальное агентство связи), Португалия
Anatel (Национальное агентство электросвязи), Бразилия



Флавио Хорхе



Луис Педро



Сандро Мендонса

17 Целей в области устойчивого развития (ЦУР), намеченных Организацией Объединенных Наций (ООН) в 2015 году, открывают прямой путь к решению грандиозных социальных проблем нашего времени. В преддверии следующей конференции ООН по климату – КС-28, которая пройдет в Дубае в конце ноября параллельно с предстоящей Всемирной конференцией радиосвязи (ВКР-23), пора признать, что их повестки дня в области климата и радиосвязи пересекаются.

Как спутники наблюдения Земли служат целям устойчивого развития

Спутники наблюдения Земли – незаменимый элемент инфраструктуры, отслеживающий пульс нашей планеты и способный внести вклад в достижение большинства, если не всех ЦУР. Полученные данные о климате, землепользовании и других факторах служат источником стратегической информации для разработки и оценки упреждающей и корректирующей политики.

Спутниковая служба исследования Земли (ССИЗ), управляемая программами наблюдения Земли в рамках Регламента радиосвязи, поддерживаемого Международным союзом электросвязи (МСЭ), является глобальным общественным ресурсом, обеспечивающим уникальные выгоды. Но его дальнейшая судьба зависит от все более ограниченной доступности ресурсов спутниковых орбит и радиоспектра, необходимых для микроволнового дистанционного зондирования и связи.

Ключом к обеспечению устойчивости и адаптируемости является рациональное управление.

Быстрый рост интенсивности использования ресурсов орбит и спектра

Для датчиков наблюдения Земли необходим радиоспектр.

OSCAR – инструмент анализа и обзора возможностей систем наблюдений Всемирной метеорологической организации (ВМО) – представляет собой базу данных спутниковых частот, используемых для наблюдения Земли, в том числе для микроволнового дистанционного зондирования. Распределение использования спектра (см. рисунок 1) показывает важность радиоспектра для датчиков наблюдения Земли: все диапазоны частот используются, заняты или планируются к использованию в будущем.

Более того, квадратично растет количество спутников наблюдения Земли, как и количество способов использования спектра датчиками наблюдения Земли (см. рисунок 2).



Спутники наблюдения Земли – незаменимый элемент инфраструктуры, отслеживающий пульс нашей планеты и способный внести вклад в достижение большинства, если не всех ЦУР.

Флавио Хорхе, Луис Педро и Сандра Мендонса



Рисунок 1. Распределение использования радиоспектра датчиками наблюдения Земли

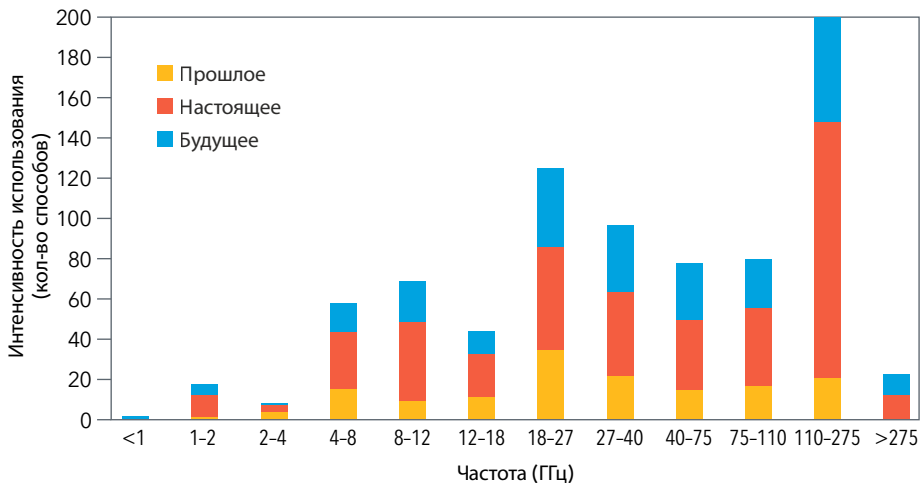


Рисунок 2. Рост интенсивности использования спектра датчиками наблюдения Земли и действующими спутниками наблюдения Земли (в том числе по категориям использования спектра)



Все более своевременный мониторинг Земли

В последние годы уменьшается как среднее, так и медианное количество способов использования спектра датчиками наблюдения Земли на один спутник (после достижения пикового значения приблизительно в 2005 году) (см. таблицу).

Таблица 1. Средние и медианные значения количества способов использования спектра датчиками наблюдения Земли на один спутник

	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2023
Среднее	3,7	5,4	7,4	5,3	5,2	4,3	4,5
Медианное	5,0	5,5	6,5	5,0	5,0	1,0	1,0

Эти результаты согласуются с тенденцией к развертыванию спутников меньшего размера – более простых и дешевых – в составе более крупных группировок. Такой подход с использованием малых спутников в составе крупных группировок сокращает интервал между повторными измерениями и обеспечивает мониторинг Земли практически в режиме реального времени.

Рост интереса к легким спутникам

В плане интенсивности использования спектра (см. рисунок 2) растет количество более "легких" спутников – датчиков наблюдения Земли, использующих радиоспектр менее чем пятью разными способами на спутник. Развертывание более "тяжелых" спутников, которые используют радиоспектр более чем восемью разными способами на один спутник, также продолжается, но более медленными темпами, возможно в рамках более крупных, сложных и дорогостоящих применений.

Однако количество "средних" спутников, которые первоначально доминировали в секторе наблюдения Земли, вышло на плато около десяти лет назад и теперь начинает сокращаться, что согласуется с предельным сроком службы спутников, выводимых из эксплуатации в настоящее время.



Для датчиков наблюдения Земли необходим радиоспектр.

Устойчивое, эффективное и действенное использование средств наблюдения Земли

В условиях постоянно растущего спроса на спутниковые орбиты и радиочастоты как никогда важным становится рациональное использование средств наблюдения Земли. Однако сложная цепочка создания стоимости, характерная для экономики космических систем, требует постоянной координации.

Конкретные функции и сфера ответственности участников распределяются следующим образом:

- **исследователи** - расширяют технические возможности и повышают эффективность использования ресурсов;
- **регуляторные органы** - определяют практические и осуществимые правила, включая реалистичные требования защиты;
- **производители** - разрабатывают надежные и доступные технологии, следуя принципам экономики замкнутого цикла и должным образом соблюдая как действующие, так и планируемые правила и рекомендации;
- **операторы** - действуют в установленных рамках и заявляют о необходимости защиты от радиопомех, когда это требуется (соответствующие методы и процедуры рассматриваются [здесь](#));
- **органы надзора и правоприменения** - обеспечивают безопасную электромагнитную среду для работы, защищают радиоспектр от вредных помех, обеспечивают эффективную радиозащиту там, где это необходимо, и поддерживают эффективное совместное использование спектра.

МСЭ играет решающую роль в координации всех этих функций. Будучи учреждением ООН по технологиям цифровой связи, он способствует достижению консенсуса, уважая при этом суверенитет и разнообразие, наводит мосты между сообществами и максимизирует выгоды для мирового сообщества в целом.

Наблюдение Земли является неотъемлемой частью экосистемы информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) - ключевого элемента продолжающейся цифровой трансформации во всем мире. Это ключ к преодолению нынешнего планетарного кризиса.

Поэтому пришло время сплотиться вокруг ЦУР, действовать сообща ради нашего общего будущего и извлечь максимальную пользу из ВКР-23, чтобы обеспечить постоянную доступность спектра и космических ресурсов для всех.



Пришло время сплотиться вокруг ЦУР, действовать сообща ради нашего общего будущего и извлечь максимальную пользу из ВКР-23, чтобы обеспечить постоянную доступность спектра и космических ресурсов для всех.

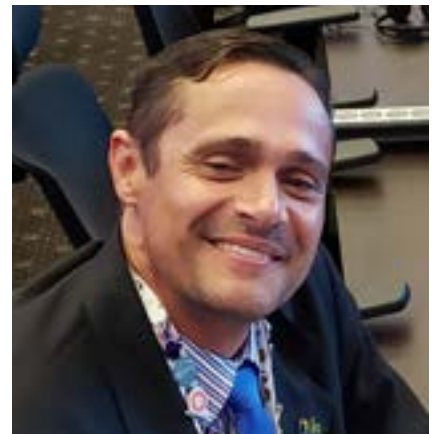
Спутниковые службы исследования Земли в странах Латинской Америки и Карибского бассейна

Тарсизио Бакауc, заместитель Председателя Рабочей группы 7С МСЭ-R (Системы дистанционного зондирования) и координатор управления использованием спектра и спутниковых орбит на международном уровне (отделение спектра, орбит и радиовещания) Национального агентства электросвязи Бразилии (Anatel)

Спутниковая служба исследования Земли (ССИЗ) – это служба радиосвязи между наземными и космическими станциями, которая получает данные от датчиков, установленных на спутниках наблюдения Земли и других платформах.

Эта служба позволяет предоставлять информацию о характеристиках Земли, состоянии окружающей среды и природных явлениях. Она также поддерживает мониторинг окружающей среды и климата, управление операциями в случае стихийных бедствий, сельское хозяйство, управление водными ресурсами, разведку природных ресурсов и решение других задач.

Страны Латинской Америки и Карибского бассейна добились значительного прогресса в области наблюдения Земли с использованием ССИЗ, отчасти благодаря международному партнерству и специальным программам, адаптированным к потребностям развивающихся стран.



“Страны Латинской Америки и Карибского бассейна добились значительного прогресса в области наблюдения Земли с использованием ССИЗ.”

Тарсизио Бакауc

Аргентина

В 2011 году в сотрудничестве с Национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства США (НАСА) был запущен спутник для научных применений SAC-D. В 2018 и 2020 годах были запущены спутники серии SAOCOM (аргентинские спутники наблюдения в микроволновом диапазоне). Обе программы дали обширную информацию об океанических процессах, а также о результатах мониторинга сельскохозяйственных угодий, влажности почвы и наводнений.

Предстоящий совместный проект Аргентины и Бразилии по запуску двух спутников наблюдения Земли - SABIA-Mar (аргентинско-бразильские спутниковые программы для сбора экологической информации о море) направлен на объединение полученных данных об океанических процессах для более досконального изучения региональных морей.

Бразилия

Крупнейшая страна региона в настоящее время эксплуатирует несколько спутников наблюдения Земли. Серия китайско-бразильских спутников для изучения земных ресурсов (CBERS) и группировка SCD (спутники для сбора данных), запуск которых начался в 1999 году, а также спутник "Амазония-1", запущенный в 2021 году в соответствии с Международной хартией по космосу и крупным катастрофам, собирают данные, относящиеся к вырубке лесов, урбанизации и сельскохозяйственной деятельности. Эти спутники играют решающую роль в изучении и сохранении природных ресурсов Бразилии, а также мониторинге стихийных бедствий и поддержке региональной деятельности по мониторингу.

Мексика

Спутник Мексиканской обсерватории по изучению климата и состава атмосферы (OMECOA), запущенный в 2022 году, и спутник AzTechSat-1, запущенный в 2019 году в сотрудничестве с НАСА, открыли для страны новые возможности в области наблюдения за поверхностью Земли. Эти проекты несут в себе огромный потенциал для повышения эффективности сельского хозяйства, управления операциями при стихийных бедствиях, а также обеспечения безопасности и наблюдения наряду с поддержкой исследований в области изменения климата, городского интеллекта и картографии.

Другие латиноамериканские инициативы

Выдающиеся инициативы отдельных стран, в частности Чили (спутник FASat-Charlie, 2011 год), Боливии (Túpac Katari-1, или TKSat-1, совместно с Китаем, 2013 год), Уругвая (AntelSat, 2014 год), Перу (PerúSAT-1, 2016 год) и Колумбии (FACSAT-1, 2018 год), открывают небывалые возможности по сбору данных, позволяющие усилить экологический мониторинг и усовершенствовать управление.



Крупнейшая страна региона в настоящее время эксплуатирует несколько спутников наблюдения Земли. ”



Проекты стран Карибского бассейна

Карибское региональное направление Пилотной программы по адаптации к изменению климата (PPCR), Карибское агентство по управлению чрезвычайными ситуациями (CDEMA) и Карибский институт метеорологии и гидрологии (CIMH) вносят активный вклад в исследования и разработки в области систем наблюдения Земли.

Кроме того, сотрудничество с НАСА, Европейским космическим агентством (ЕКА), Китайским национальным космическим управлением (CNSA) и другими международными космическими организациями привело к реализации выдающихся проектов в этом островном регионе и продолжает играть важную роль в стимулировании более широкого прогресса и инноваций в странах Латинской Америки и Карибского бассейна.

ВКР-23 и последующие шаги

Совместные решения, активное участие и технические достижения – ключ к наблюдению Земли в будущем. Поэтому поддержка программ развития космической отрасли и ССИЗ в странах Латинской Америки и Карибского бассейна имеет решающее значение.

Всемирная конференция радиосвязи (ВКР-23), которая пройдет в ноябре-декабре, предоставит возможность сформировать будущее ССИЗ и обеспечить прогресс в различных аспектах наблюдения Земли, что будет способствовать достижению региональных целей развития.

Чего ожидать от ССИЗ

Утверждение на ВКР-23 нового вторичного распределения ССИЗ для радиочастотного диапазона 40–50 мегагерц (МГц) позволит добиться значительного прогресса в изучении недр с использованием акустических радаров, тем самым облегчив обнаружение воды и льда в отдаленных малонаселенных районах.

Другая цель – скорректировать существующие или потенциальные новые распределения первичных частот для ССИЗ (пассивной) в диапазоне 231,5–252 гигагерц (ГГц), что позволит добиться прогресса в создании климатических моделей, точно отражающих воздействие ледяных облаков на климат и гидрологический цикл Земли.

На предстоящей конференции также будет рассматриваться важнейшая тема защиты датчиков космической погоды, которые имеют жизненно важное значение для предотвращения вредного воздействия на системы радиосвязи, включая радионавигационную и воздушную службы. Исследования по этой теме могут быть продолжены с целью завершить их через четыре года к ВКР-27.



Поддержка программ развития космической отрасли и ССИЗ в странах Латинской Америки и Карибского бассейна имеет решающее значение.



Кроме того, на ВКР-23 будет уделено внимание вопросам защиты пассивных систем для измерений земной поверхности, прогнозирования погоды и исследований в полосе частот 36–37 ГГц.

Наконец, необходимо принять меры по изучению и обновлению технических и регламентарных положений для обеспечения долгосрочной устойчивости службы космической эксплуатации.

Сотрудничество в целях укрепления космических служб

Участие международных организаций имеет жизненно важное значение для обеспечения непрерывности работы спутниковых служб и ССИЗ, а также для содействия их дальнейшему развитию. Кроме того, необходимо укрепить Международный союз электросвязи (МСЭ) и его Сектор радиосвязи (МСЭ-R), чтобы обеспечить непрерывность работы по назначению новых распределений и защите действующих, а также усовершенствовать систему обеспечения устойчивости космической деятельности.

Эти меры необходимо принимать при всестороннем участии администраций Государств – Членов МСЭ, компаний и организаций – Членов Секторов МСЭ, а также всех соответствующих международных и региональных органов. Это должно осуществляться как на региональном, так и на глобальном уровне.

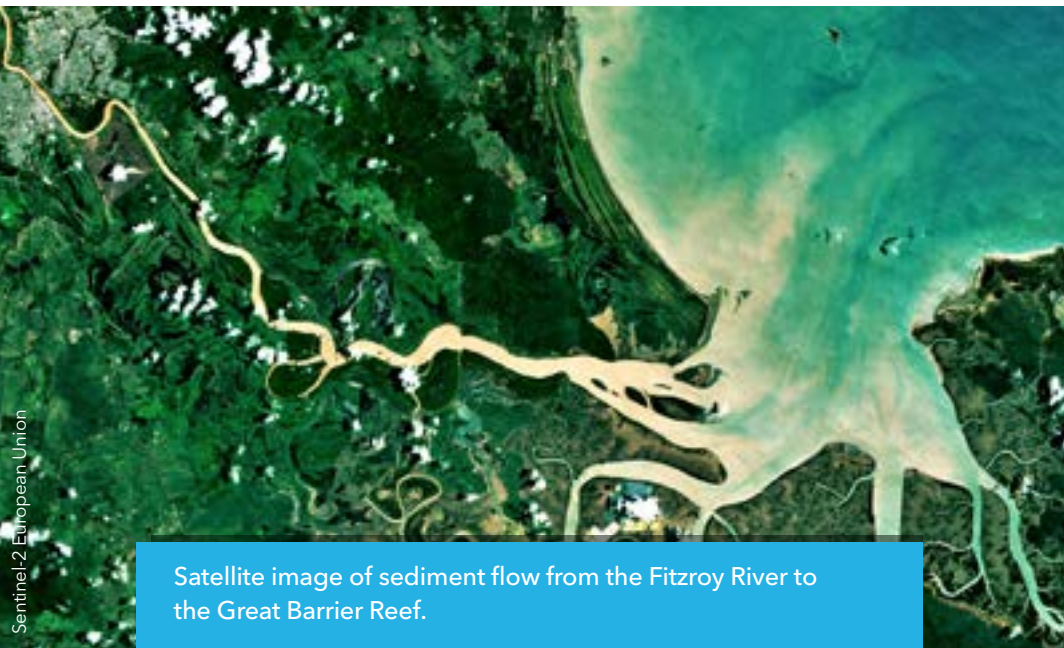
Для развития и поддержания безопасной и надежной среды для работы спутниковых служб требуется активное сотрудничество – как в регионе Латинской Америки и Карибского бассейна, так и во всем мире. От этого выиграет не только спутниковая служба исследования Земли, но и отрасль электросвязи в целом.



Участие международных организаций имеет жизненно важное значение для обеспечения непрерывности работы спутниковых служб и ССИЗ, а также для содействия их дальнейшему развитию. ”



Для развития и поддержания безопасной и надежной среды для работы спутниковых служб требуется активное сотрудничество – как в регионе Латинской Америки и Карибского бассейна, так и во всем мире. ”



Satellite image of sediment flow from the Fitzroy River to the Great Barrier Reef.

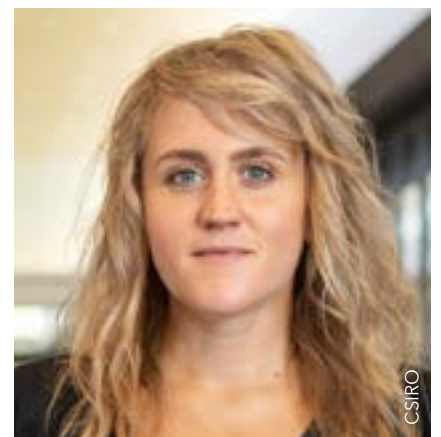
Спутниковая съемка улучшит условия жизни на Земле

Эми Паркер, директор Центра наблюдения Земли (CSIRO), Австралия

Знаете ли вы, что спутники способны обнаружить вздувание вулкана до его извержения? Или что спутниковые снимки помогают оценить влияние войны на Украине на мировые поставки продовольствия?

В CSIRO, национальном научном агентстве Австралии, мы используем наблюдение Земли для решения важнейших проблем, стоящих перед обществом и нашей планетой. Например, анализ спутниковых снимков украинских пахотных земель и судоходной деятельности с февраля 2022 года помог нам [оценить влияние войны на мировые поставки продовольствия](#).

В нашем регионе мы используем наблюдение Земли для создания карт полезных ископаемых национального масштаба, оценки восстановления окружающей среды после лесных пожаров и отслеживания воздействия наводнений на Большой Барьерный риф.



“ В CSIRO, национальном научном агентстве Австралии, мы используем наблюдение Земли для решения важнейших проблем, стоящих перед обществом и нашей планетой. ”

Эми Паркер

Проблема объема данных

Наблюдаемый в последнее время рост числа снимков, полученных в результате наблюдения Земли, в открытом доступе чрезвычайно полезен и открывает беспрецедентные возможности. По данным Deloitte, экономические выгоды, связанные с наличием данных наблюдения Земли в 2020 году, только в Австралии составили порядка **2,5 млрд. австралийских долларов (около 1,6 млрд. долл. США)**. Однако экспоненциальный рост объема и разнообразия данных создает все больше проблем для пользователей, требуя изменить подход к их обработке и анализу.

Для решения этой проблемы CSIRO использует облачные вычисления, предоставляя исследователям и партнерам новые возможности по обработке данных наблюдения Земли. Совместно с Geoscience Australia, Национальной инфраструктурой вычислительных центров Австралии и Комитетом по спутникам наблюдения Земли мы создали программное обеспечение с открытым исходным кодом для обработки и анализа геопространственных данных Open Data Cube.

Объединив Open Data Cube с достижениями и инновациями в области коммерческих облачных вычислений, мы разработали **платформу Earth Analytics Science and Innovation (EASI)**. Эта высокопроизводительная масштабируемая платформа анализа данных извлекает выгоду из деятельности сообщества Open Data Cube и вносит в нее свой вклад, обеспечивая при этом доступ к разнообразному научному опыту CSIRO. Увеличивая масштаб и скорость вычислений на несколько порядков, эта технология обеспечивает безотказный (и быстро осваиваемый) подход и открывает возможности для научных инноваций.

Реализация выгод, получаемых в результате наблюдения Земли

С помощью EASI мы стремимся не только расширить горизонты науки, но и обеспечить более широкий доступ к выгодам, получаемым в результате наблюдения Земли, в различных регионах, решая задачи, выходящие за пределы географических границ. Благодаря близости к Юго-Восточной Азии мы располагаем хорошими возможностями для совместной работы с нашими соседями, используя науку для решения проблем и обмениваясь вычислительной инфраструктурой, данными, знаниями, опытом и идеями для решения наших общих задач.



Наблюдаемый в последнее время рост числа снимков, полученных в результате наблюдения Земли, в открытом доступе чрезвычайно полезен и открывает беспрецедентные возможности.



F-Например, в 2021 году мы развернули EASI в региональной инфраструктуре облачных вычислений в Юго-Восточной Азии и с тех пор сотрудничаем с академическими институтами, новаторами и учеными всего региона, проводя техническое обучение и [разрабатывая сценарии использования на базе принципов климатической устойчивости и адаптации](#). Первые пользователи из Университета Хасануддина в Индонезии применили эту технологию для исследования воздействия изменения климата на качество воды в озере Темпе в Южном Сулавеси.

В ходе недельного хакатона более 80 участников из Австралии и Юго-Восточной Азии рассмотрели приложения, связанные с учетом выбросов углерода, охраной окружающей среды, водной безопасностью и устойчивостью инфраструктуры.

Мониторинг качества воды из космоса

Возвращаясь к Австралии, сегодня мы работаем над решением EASI, которое будет информировать о состоянии самого важного для нас ресурса – воды. Совместно с коллегами мы разрабатываем и внедряем систему [AquaWatch Australia Mission](#) – "метеослужбу контроля качества воды", чтобы защитить пресноводные и прибрежные водные ресурсы Австралии и всего мира.

Растущая интенсивность человеческой деятельности и последствия изменения климата угрожают состоянию и качеству внутренних и прибрежных водных артерий. Это проявляется в усиливающемся воздействии засухи, осадочных образований после лесных пожаров, ураганов, цветения токсичных водорослей и загрязнения.



Возвращаясь к Австралии, сегодня мы работаем над решением EASI, которое будет информировать о состоянии самого важного для нас ресурса – воды.

Датчик качества воды AquaWatch на озере Таггеранонг, Австралийская столичная территория



EASI объединяет данные наблюдения Земли со спутников с показаниями датчиков на местах и результатами работы искусственного интеллекта (ИИ), образуя таким образом интегрированную систему, способную обеспечивать точный мониторинг и прогнозирование по всей территории Австралии и за ее пределами.

Разработка, проектирование, создание и развертывание инфраструктуры системы AquaWatch сулят выгоды различным конечным пользователям и будут непосредственно стимулировать рост собственного космического потенциала Австралии. Это также будет способствовать накоплению опыта в области дистанционного зондирования, новых производственных технологий и передовых инженерных разработок.

Защита доступа в будущем

Космос открывает значительные возможности для улучшения условий жизни на Земле. Съемка нашей планеты со спутника позволяет управлять ее природными ресурсами, решать проблемы продовольственной безопасности, эффективно реагировать на стихийные бедствия, адаптироваться к изменению климата и смягчать его последствия, а также оптимизировать развитие транспорта и городов.

Поэтому защита радиочастот, используемых датчиками и спутниками наблюдения Земли, имеет решающее значение. Необходимо сохранить возможности спутниковой съемки, предоставив беспрепятственный доступ к этим ценным данным сегодня и в будущем.



Защита радиочастот, используемых датчиками и спутниками наблюдения Земли, имеет решающее значение.

CSIRO получает от NovaSAR-1 графическую информацию, представленную здесь в виде изображения, сгенерированного компьютером.





Сент-Юбер, Канада. Снимки сделаны в рамках программы спутниковой группировки RADARSAT

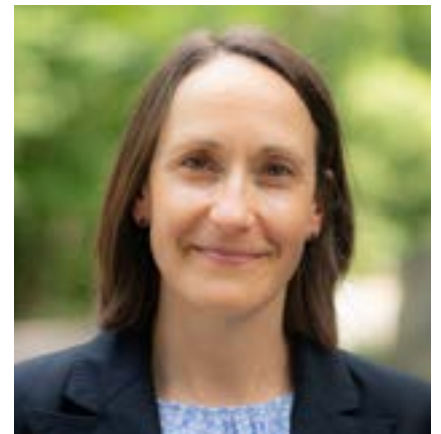
© Правительство Канады (2023).
RADARSAT - официальный знак Канадского космического агентства.

Использование спутниковых служб исследования Земли для управления реагированием на стихийные бедствия

Джоан Фролек, инженер по использованию космического пространства,
Канадское космическое агентство

Не проходит и дня без какой-либо катастрофы, затрагивающей людей или экосистемы. Торнадо, наводнения, оползни, лесные пожары и даже разливы нефти - все это стихийные бедствия, которые часто наносят огромный ущерб.

Спутниковая служба исследования Земли (EESS) оказывает неоценимую и неизмеримую помощь организациям, занимающимся реагированием на стихийные бедствия, помогая им эффективно заниматься спасением жизней и оказывая содействие в восстановлении и защите критически важной инфраструктуры, экосистем и материальных ценностей.



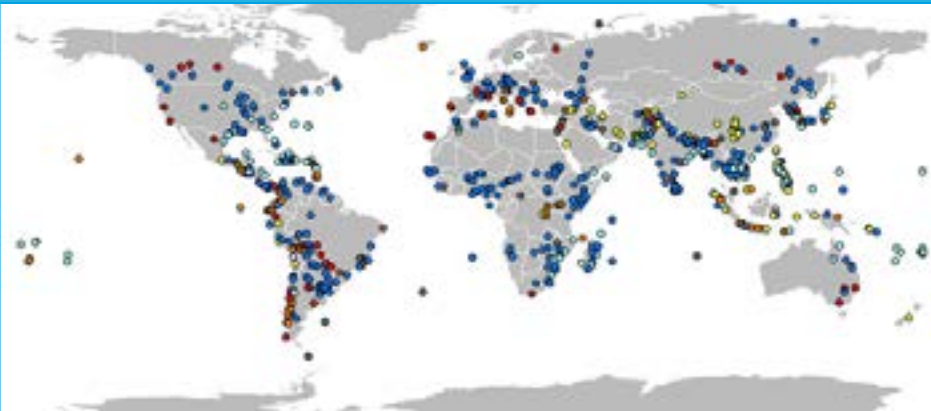
“Спутниковая служба исследования Земли (EESS) оказывает неоценимую и неизмеримую помощь организациям, занимающимся реагированием на стихийные бедствия.”

Джоан Фролек

Международная хартия по космосу и крупным катастрофам

Более 20 лет назад космические агентства всего мира заключили [Международную хартию по космосу и крупным катастрофам](#). Ставшая результатом сотрудничества различных космических агентств и коммерческих спутниковых операторов, эта Хартия позволяет национальным органам по управлению операциями в случае стихийных бедствий в любой стране запрашивать бесплатные спутниковые снимки в поддержку мероприятий по реагированию на бедствия.

Бедствия, в связи с которыми была задействована Хартия (локализация)



Источник: Международная хартия по космосу и крупным катастрофам, 2023 г.

Спутниковые датчики - разные изображения для разных целей

Операторы Хартии определяют наилучшие решения по спутникам и датчикам для получения наиболее полезных данных о конкретном бедствии. Датчики, работающие на более низких частотах, обеспечивают лучшее проникновение в толщу растительности и полезны, когда стихийное бедствие происходит на территориях с богатым растительным покровом. Датчики, работающие на более высоких частотах, выигрывают от расширенной доступной полосы частот и способны предоставлять изображения с повышенным разрешением, например для выявления повреждений инфраструктуры.

В отличие от оптических датчиков, на радары с синтезированной апертурой (SAR), обеспечивающие более короткую задержку, не влияет наличие облаков и наступление сумерек. Это делает их чрезвычайно эффективным средством при реагировании на такие бедствия, как наводнения, разливы нефти и оползни.

- Циклон
- Землетрясение
- Пожар
- Наводнение
- Оползень
- Океанская волна
- Разлив нефти
- Другое
- Снежная буря
- Вулкан

Ураган "Фиона"

В прошлом году над Карибским морем прошел ураган "Фиона", который затем обрушился на восточное побережье Канады. Этот ураган 4-й категории стал самым разрушительным за всю историю Канады. Канадские власти задействовали [Международную хартию по космосу и крупным катастрофам](#), чтобы получить спутниковые данные, которые помогли быстро оценить ущерб и своевременно справиться с кризисом.

Разные распределения частот для разных типов приложений ССИЗ

Для работы оптических датчиков распределение радиоспектра в настоящее время не требуется, а инфракрасные датчики не включены в Таблицу распределения частот, поддерживаемую Международным союзом электросвязи (МСЭ). Однако для датчиков SAR необходимо распределение частот радиоспектра.

В следующей таблице перечислены некоторые применения SAR, работающие в разных диапазонах частот, а также некоторые спутники, действующие в рамках Хартии в этих полосах частот.

Применения спутников SAR в распределениях ССИЗ (активных)

Полосы частот, выделенные ССИЗ в Регламенте радиосвязи	Применения SAR	Применения SAR
1215-1300 МГц	Картирование биомассы и растительности, мониторинг лесов, выявление деформации земной поверхности, измерение влажности почвы и управление операциями в случае стихийных бедствий (наилучшее пространственное разрешение: 3 м)	SAOCOM 1A, -1B ALOS-2
3100-3300 МГц	Сельское хозяйство (наилучшее пространственное разрешение: 1,5 м)	Отсутствуют
5250-5570 МГц	Сельское хозяйство, картирование растительного покрова, морские применения (наблюдение за поверхностью моря, льдами, ветрами, нефтяными пятнами, обеспечение безопасности на море) и управление операциями в случае стихийных бедствий (наилучшее пространственное разрешение: < 1 м)	Envisat Gaofen-3 RCM-1, -2, -3 RADARSAT-2 Sentinel 1A
9200-10 400 МГц	Мониторинг инфраструктуры, обнаружение объектов/ изменений, топографическое картографирование, обнаружение судов и управление операциями в случае стихийных бедствий (плотины, мосты, городские постройки) (наилучшее пространственное разрешение: < 0,25 м)	COSMO-SkyMed2 ICEYE-X2, X3, X4, X5, X6, X7 KOMPSAT-5 TerraSAR-X TanDem-X
13.25-13.75 МГц 17.2-17.3 МГц	Мониторинг водного эквивалента снега для улучшения прогнозирования наводнений	Отсутствуют
35.5-36 МГц	Новое применение SAR-высотомера для измерения топографии океана и поверхностных вод	Отсутствуют

Курсив означает, что SAR спутника работает в диапазоне частот 10-10,4 ГГц, распределенном ССИЗ.



В отличие от оптических датчиков, на радары с синтезированной апертурой (SAR), обеспечивающие более короткую задержку, не влияет наличие облаков и наступление сумерек. ”

Сент-Юбер, Канада



© Planet Labs Geomatics Corp., 2019

Обеспечение доступности ресурсов спектра

В повестку дня предстоящей Всемирной конференции радиосвязи (ВКР-23) входит пункт о возможном новом распределении службе подвижной связи и определении Международной подвижной электросвязи (ИМТ) в полосе частот 10-10,5 ГГц в Северной и Южной Америке (Район 2). Этот пункт имеет большое значение для специалистов по борьбе со стихийными бедствиями, учитывая возможность вредных помех для систем ССИЗ, обеспечивающих предоставление важных спутниковых изображений мировому сообществу.

Предыдущая ВКР, состоявшаяся в 2015 году, расширила первоначальное распределение ССИЗ (активной), признав необходимость данных более высокого разрешения, которые можно получить благодаря расширению полосы частот. Такое распределение полезно в ситуациях, когда необходимы данные высокого разрешения по определенной территории, а погодные условия и время суток не позволяют использовать оптические датчики.

Высокое разрешение, обеспечиваемое в диапазоне 10 ГГц, полезно при определении повреждений инфраструктуры в городах. В то же время в результате развертывания сетей ИМТ изображения и данные по этим городским районам подвергнутся наибольшему риску. Компромисс в отношении существующего использования диапазона 10 ГГц может привести к получению ошибочных и неверно истолкованных данных, что вызовет потерю критически важной информации, необходимой для своевременного принятия решений при реагировании на стихийные бедствия.

Во избежание серьезного воздействия на ССИЗ всем заинтересованным сторонам, связанным с наблюдением Земли, необходимо гарантировать возможность работы спутниковых датчиков без помех в этом и других диапазонах частот. Неспособность защитить распределение ССИЗ снизит качество спутниковых изображений, необходимых для усилий по реагированию на стихийные бедствия, подрывая Международную хартию и причиняя ущерб сообществу пользователей ССИЗ.

Служба наблюдения за ураганами CSA, тайфун "Мавар", он же супертайфун "Бетти", 22 мая - 10 июня 2023 года. Снимки сделаны в рамках программы спутниковой группировки RADARSAT



© Правительство Канады (2023). RADARSAT - официальный знак Канадского космического агентства.

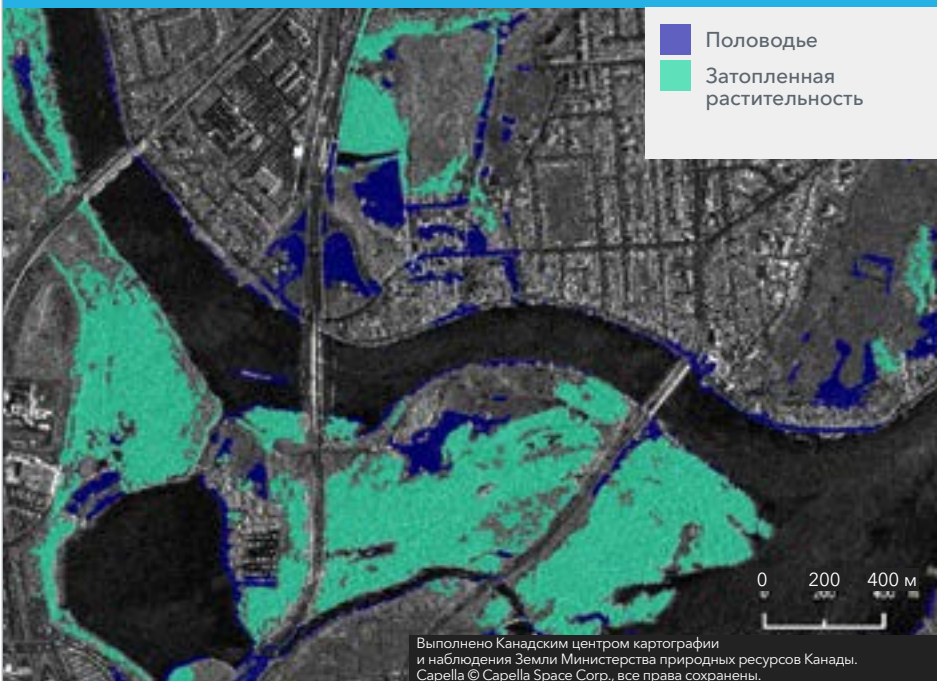
“Компромисс в отношении существующего использования диапазона 10 ГГц может привести к получению ошибочных и неверно истолкованных данных, что вызовет потерю критически важной информации.”

Гатино, Канада; SAR-изображение со спутника Capella в X-диапазоне до обработки



Источник: Capella, CCMEO

SAR-изображение со спутника Capella в X-диапазоне с наложенной на него картой наводнений



Источник: Capella, CCMEO

Знакомьтесь с новым // // Будьте в курсе

Станьте участником

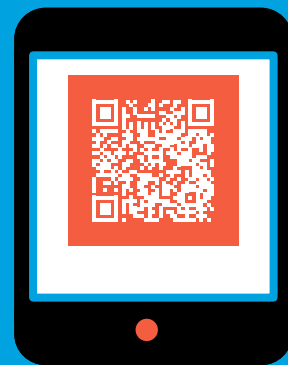
- // Основные тенденции в области ИКТ во всем мире //
- Идеи ведущих экспертов в области ИКТ //
- // Последние новости о мероприятиях и инициативах МСЭ //



//
Каждый вторник
//



//
Регулярно обновляемые блоги
//



//
Выходит шесть раз в год
//



//
Следите за подкастами
//



//
Получайте последние новости
//