



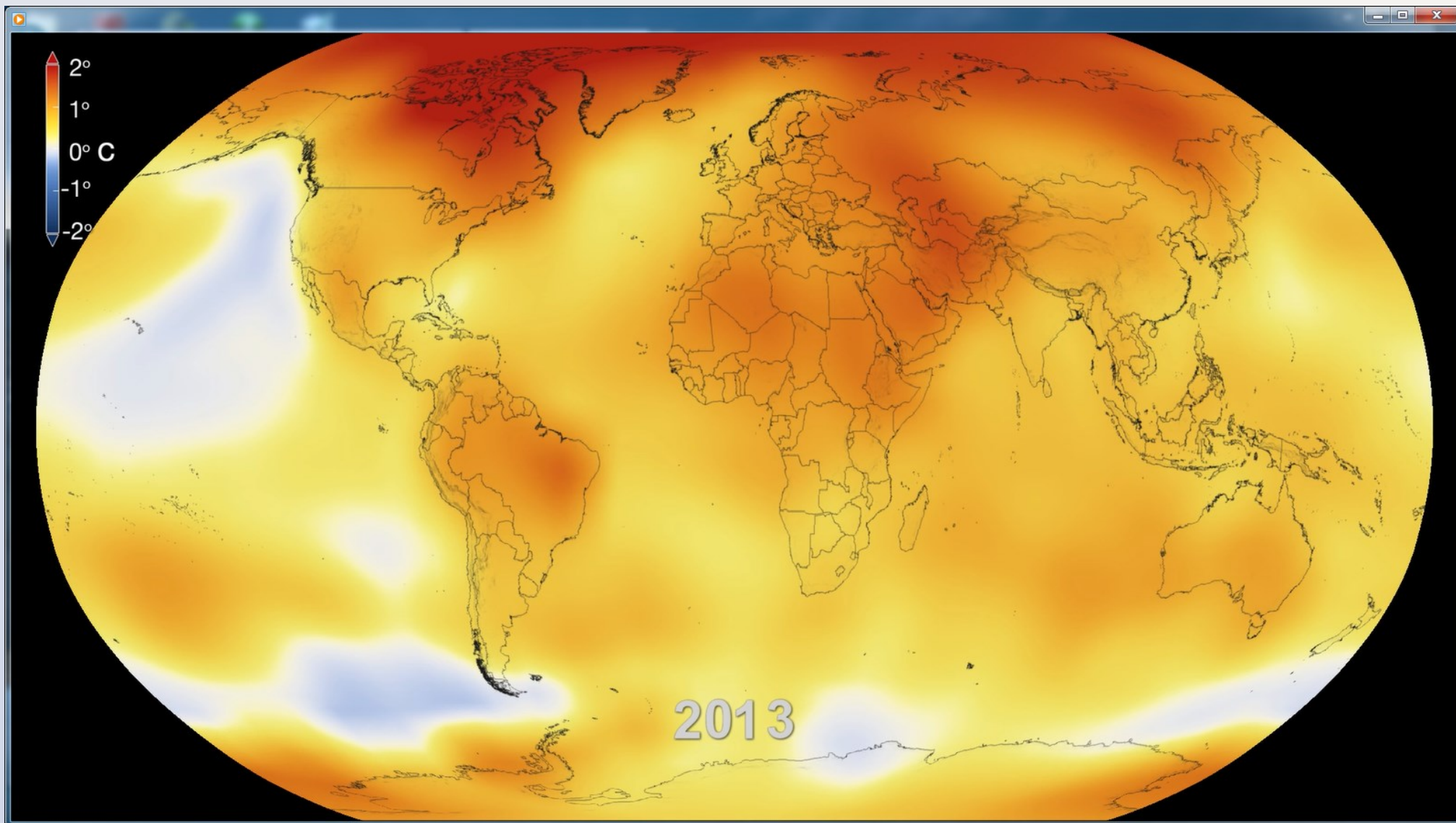
Федеральное государственное унитарное предприятие
Научно-исследовательский институт радио (НИИР)
Российская Федерация

**Спутниковая метеорология,
системы дистанционного
зондирования Земли, и
системы для космических
исследований**

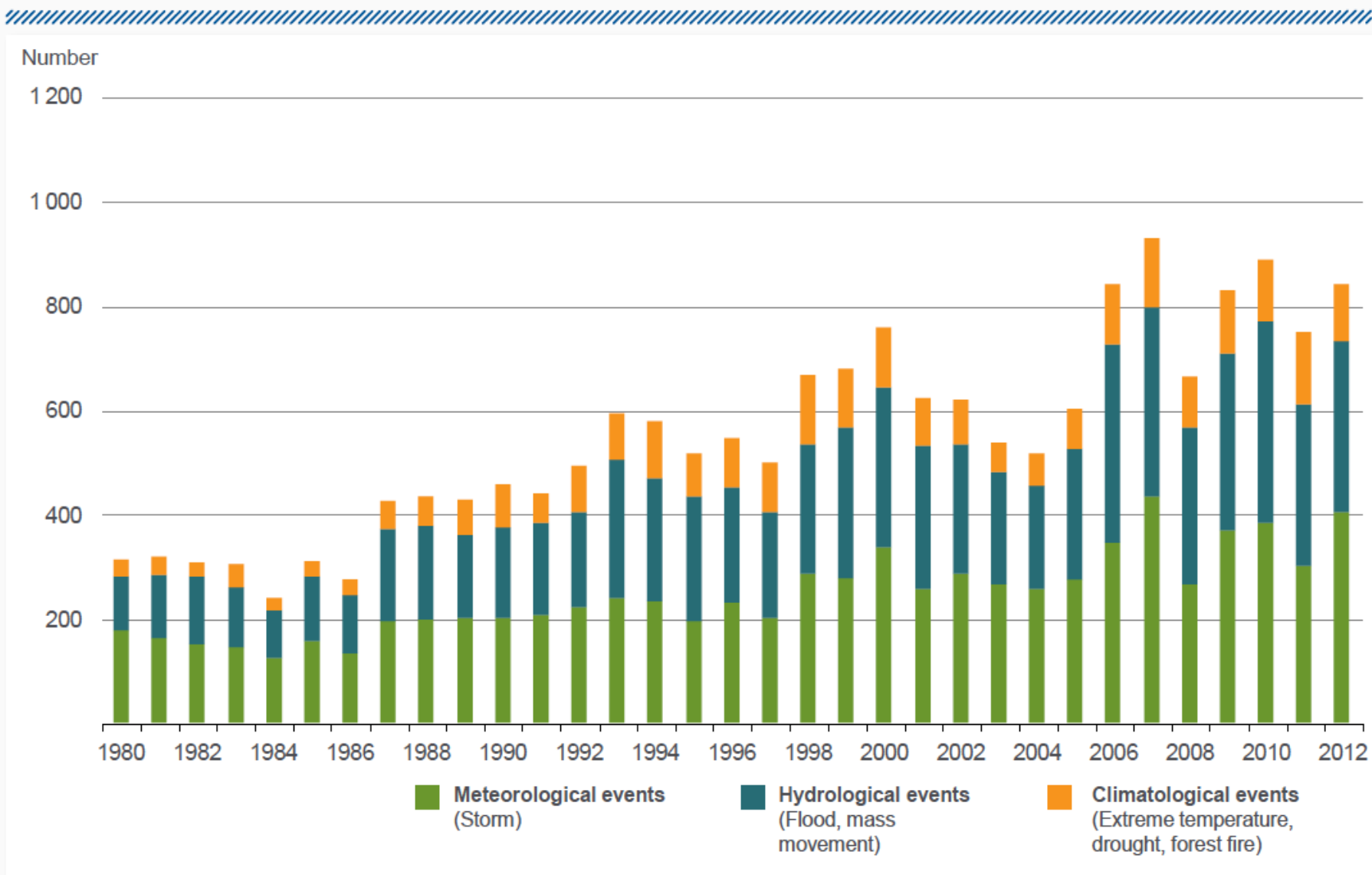
Александр Васильевич Васильев
Эл. почта: alexandre.vassiliev@ties.itu.int



Повышение температуры поверхности Земли



Количество природных катастроф, обусловленных погодными явлениями





Дистанционное зондирование в целях контроля за окружающей средой и климатом

Радиоволны проходя через среду и/или отражаясь от поверхности получают информацию о среде. Эта информация используется системами наблюдения за окружающей средой для прогнозирования погоды, изменений климата, обнаружения стихийных бедствий и т. п.

- ◆ Радио системы и устройства, являются важнейшим звеном глобальной системы и используются для:
 - наблюдения и предсказания изменений климата;
 - предсказания погоды, стихийных бедствий;
 - раннего предупреждения;
 - планирования и проведения помощи при стихийных бедствиях.
- ◆ Национальные и международные системы/подсистемы глобального наблюдения используют датчики дистанционного зондирования (пассивные и активные), базирующиеся на современных радио технологиях.



Рассматриваемые радиослужбы в терминологии МСЭ

В Регламенте радиосвязи даны следующие определения службам и системам, рассматриваемым в настоящем докладе:

1.51 *спутниковая служба исследования Земли: Служба радиосвязи между земными станциями и одной или несколькими космическими станциями, которая может включать линии между космическими станциями и в которой:*

- ◆ – информация, касающаяся характеристик Земли и ее природных явлений, включая данные по состоянию окружающей среды, получается при помощи *активных* или *пассивных датчиков*, устанавливаемых на *спутниках Земли*;
- ◆ – аналогичная информация собирается с платформ, находящихся на земле или в воздухе;
- ◆ – такая информация может быть передана на *земные станции*, принадлежащие соответствующей системе;
- ◆ – может осуществляться запрос платформ.

Эта служба может включать также *фидерные линии*, необходимые для ее работы.

1.52 *метеорологическая спутниковая служба: Спутниковая служба исследования Земли для целей метеорологии.*

1.55 *служба космических исследований: Служба радиосвязи, в которой космические корабли или другие объекты в космосе используются для целей научных или технических исследований.*



Пассивное и активное зондирование

- ◆ **Пассивное зондирование** - используются только приемники.
 - Измеряемая радиация имеет естественное происхождение с очень низкими уровнями мощности.
 - Пиковые значения радиации указывают на наличие конкретных химических веществ.
 - Отсутствие радиации на определенных частотах указывает на поглощение в атмосферных газах.
 - Уровень сигнала является индикатором наличия и количества газов, влаги, загрязнений в том или ином месте или их отсутствие.

(измеряются: влажность почвы, температура поверхности моря, ветры, распространение и возраст льда, снежный покров, дождевые осадки, распределение и концентрация газов и газовых примесей и т.д.).

- ❖ **Активное зондирование** - используются и передатчики, и приемники, размещенные на спутнике (как правило на одном и том же). Спектр использования активного зондирования широк: от измерения характеристик поверхности моря (напр. морских волн и ветров), до определения густоты произрастания деревьев во влажном лесу.

**Зачем нужны системы зондирования
земли, метеорологические системы и
системы для космических исследований?**

**Что же получает человечество в результате
их использования?**



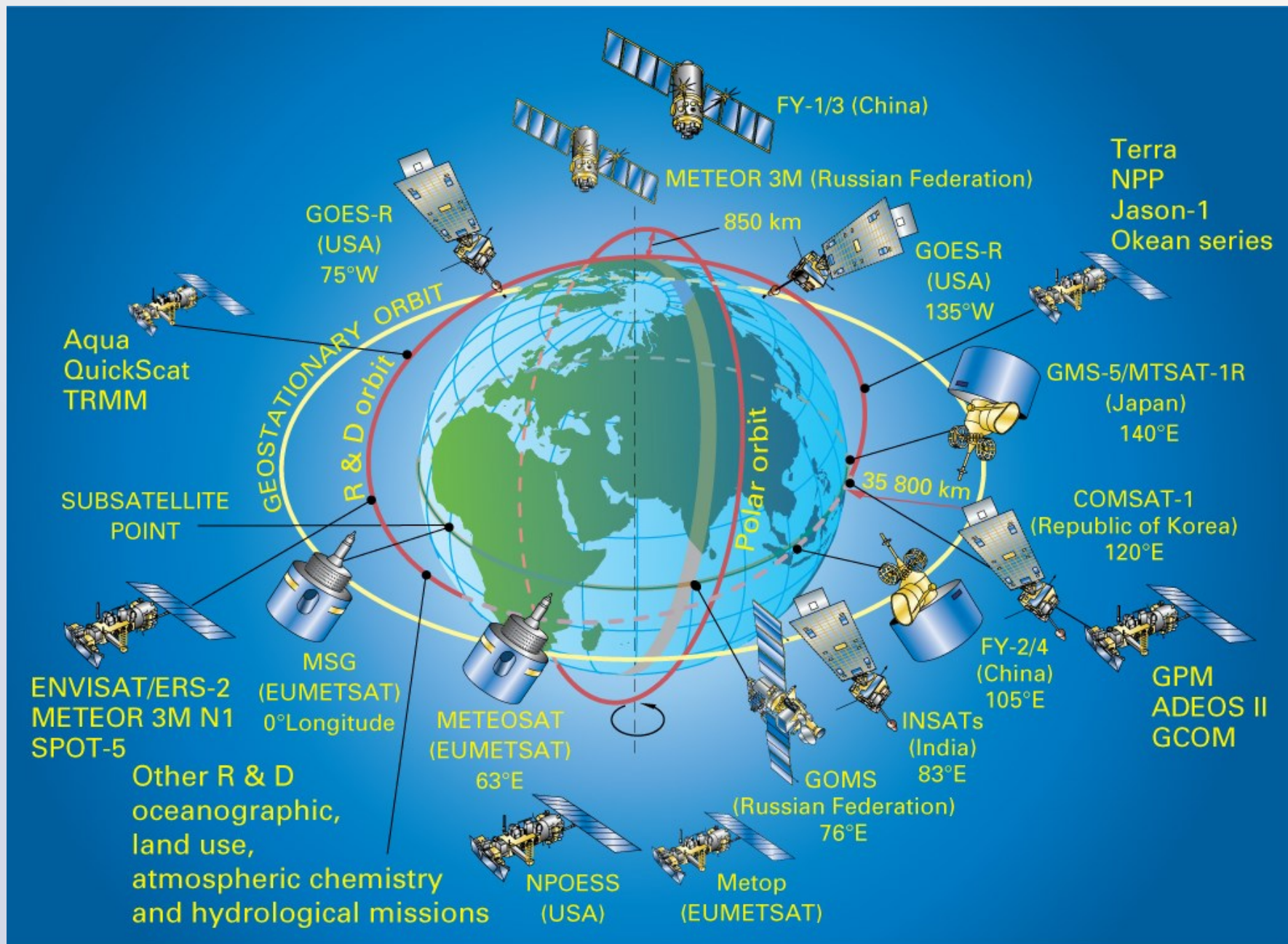
Метеорологические спутники

- ◆ Метеорологические спутники предназначены для наблюдения за состоянием атмосферы, океана и поверхности суши (температуры, влажности, движения состава атмосферы, измерение скорости ветра, объёма льда и других параметров).
- ◆ Мониторинга различных погодных явлений, включая обнаружение и направление движения штормов и ураганов и т.д.
- ◆ Получения и распространения метеорологических данных (во многих случаях бесплатно) данных, используемых для прогнозирования погоды, из различных источников.

Геостационарные и негеостационарные метеоспутники широко используют оборудование, функционирующее в видимой и инфракрасной областях спектра, а также микроволновые приборы дистанционного зондирования.



Международная группировка метеорологических спутников



http://www.wmo.int/pages/publications/bulletin_en/archive/59_1_en/59_1_mohr_en.html

Региональный семинар МСЭ для стран СНГ «Перспективные космические технологии», Ереван, Армения, 17-19 сентября 2014 года



Роль и место космических систем в глобальных процессах становления информационного общества 21-го века

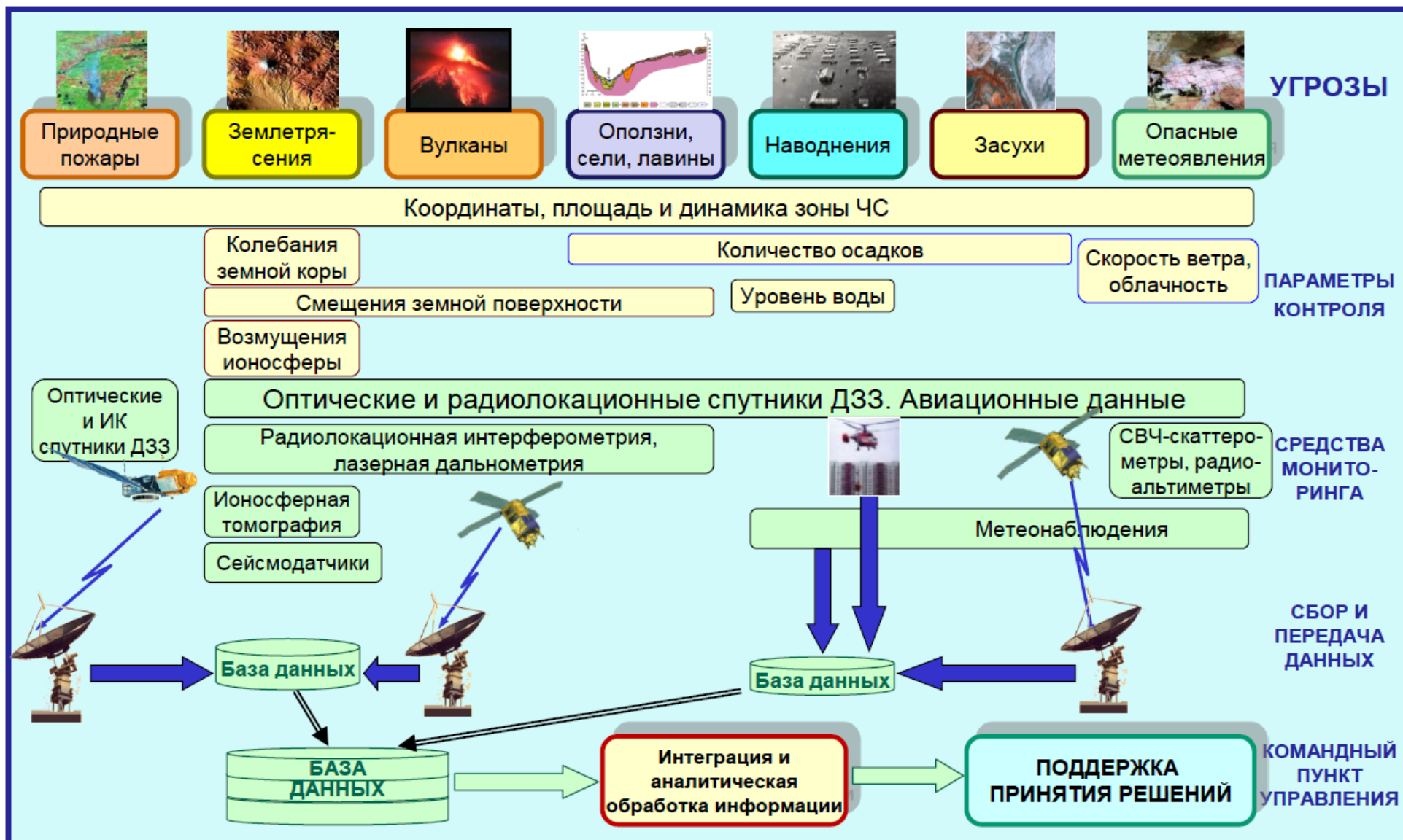


Глобальное информационное поле с недискриминационным доступом – адекватный носитель информации для принятия согласованных решений на различных уровнях



Уникальность информации, добываемой и транспортируемой космическими системами: масштабируемость, независимость, достоверность, оперативность

МОНИТОРИНГ УГРОЗ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЗЗ И НАВИГАЦИОННО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ



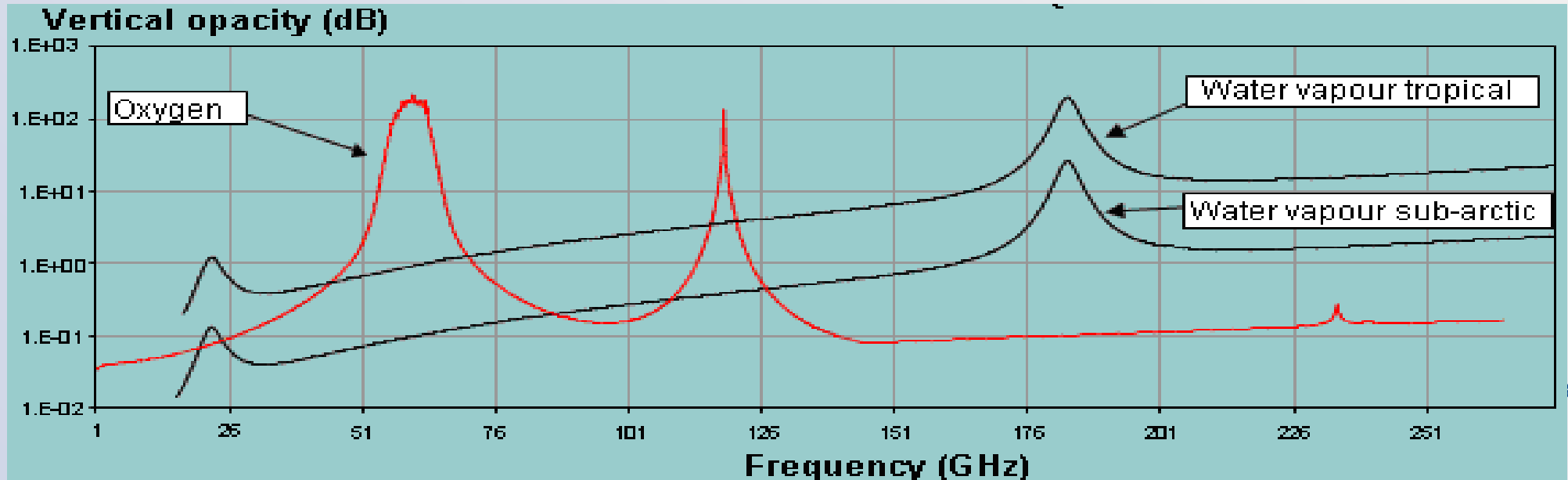
ПРИМЕНЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ИНТЕРЕСАХ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПРИКЛАДНЫХ ЗНАНИЙ



Наблюдение за атмосферой

Температура воздуха, осадки, атмосферное давление, излучения Земли, скорость и направление ветра, углекислый газ, метан, озон, другие парниковые газы, аэрозоли, водяные пары, параметры облаков и др.

Выбор частот обусловлен физическими свойствами вещества. Как показано на рисунке, частотный диапазон 75-100 ГГц непригоден для измерения количества кислорода в атмосфере.

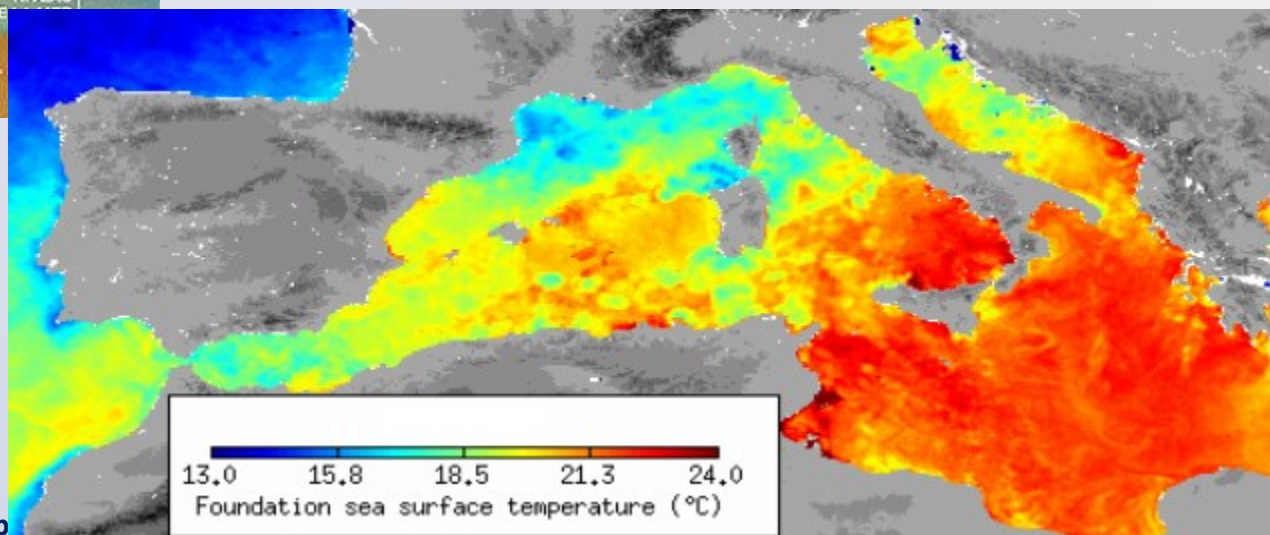
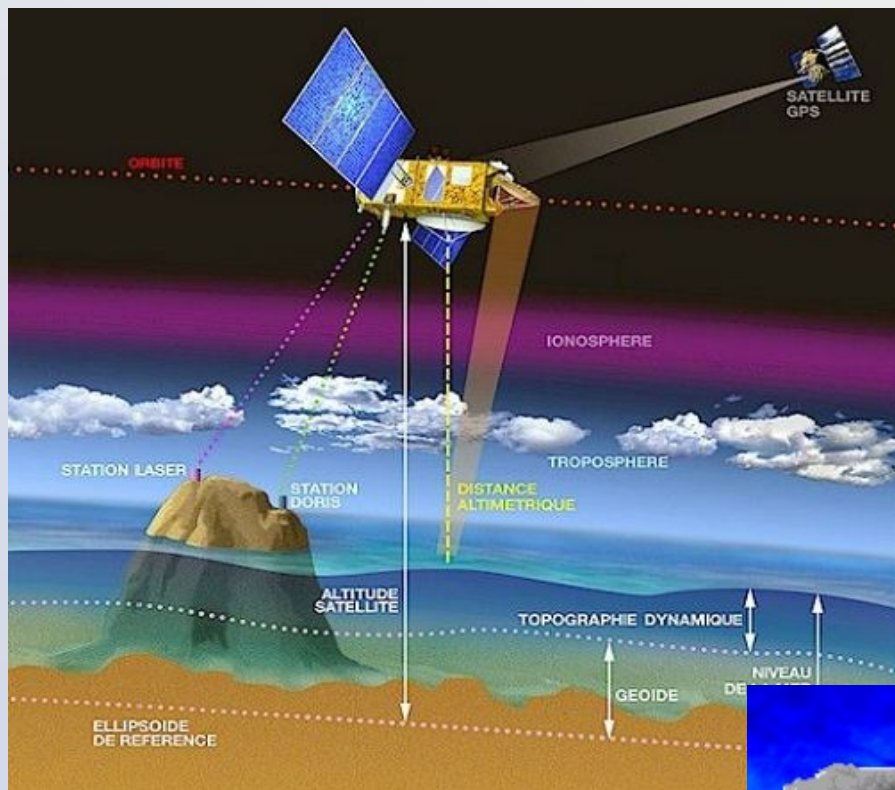




Наблюдение за состоянием океана

Температура, солёность, уровень, углекислота, объём и состояние льда, цвет (для определения биологической активности), питательные вещества, течения, фитопланктон и др.

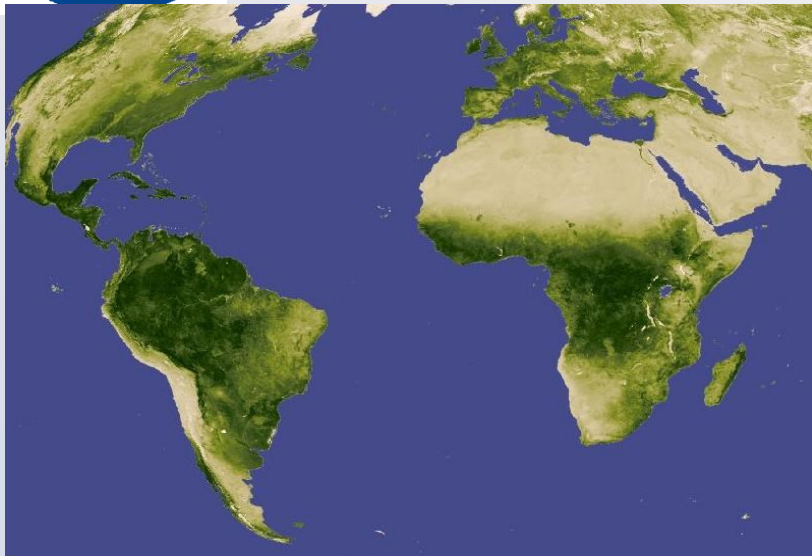
Датчики исп-ся для мониторинга океанов и ледяных полей. Напр. высотомеры на спутниках измеряют изменения уровня океана с точностью 2-3 см.



Измерение температуры поверхности морей и океанов производится датчиками со спутников с точностью 0,2°C. Данные используются для предсказания погоды и стихийных бедствий.

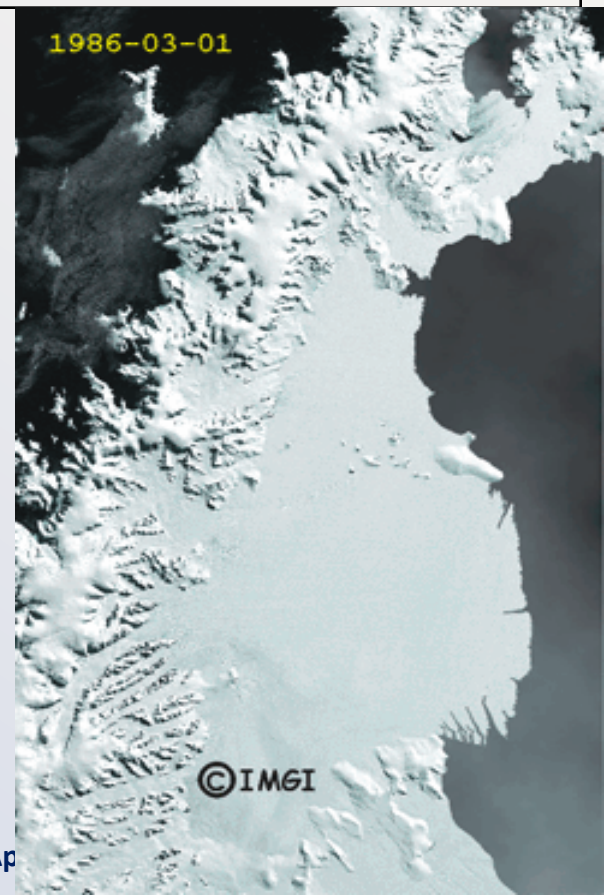


Наблюдение за поверхностью земли



Сброс рек, использование воды, грунтовые воды, уровень озёр, снежное покрытие, ледники и ледяные покрытия, состояние вечной мерзлоты и сезонных замораживаний грунта, влажность земли, биомасса, и др.

Измерение ледового покрытия Гренландии и Антарктики с помощью синтетического радара спутника Envisat (измерения производятся в любое время, в том числе, через облака и ночью).



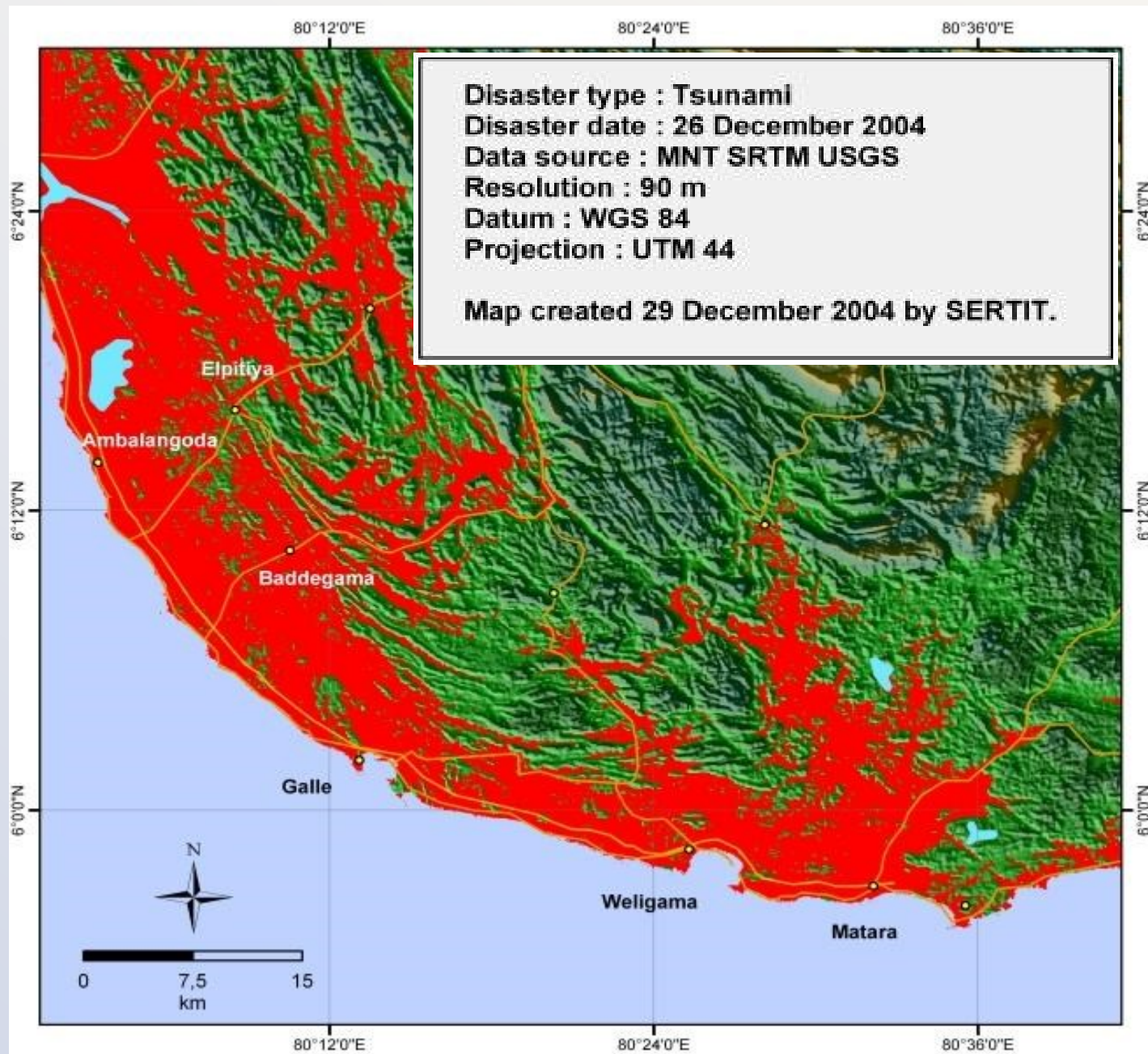


Оценка разрушений, планирование и проведение операций по оказанию ПОМОЩИ



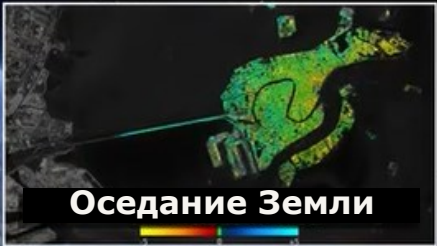
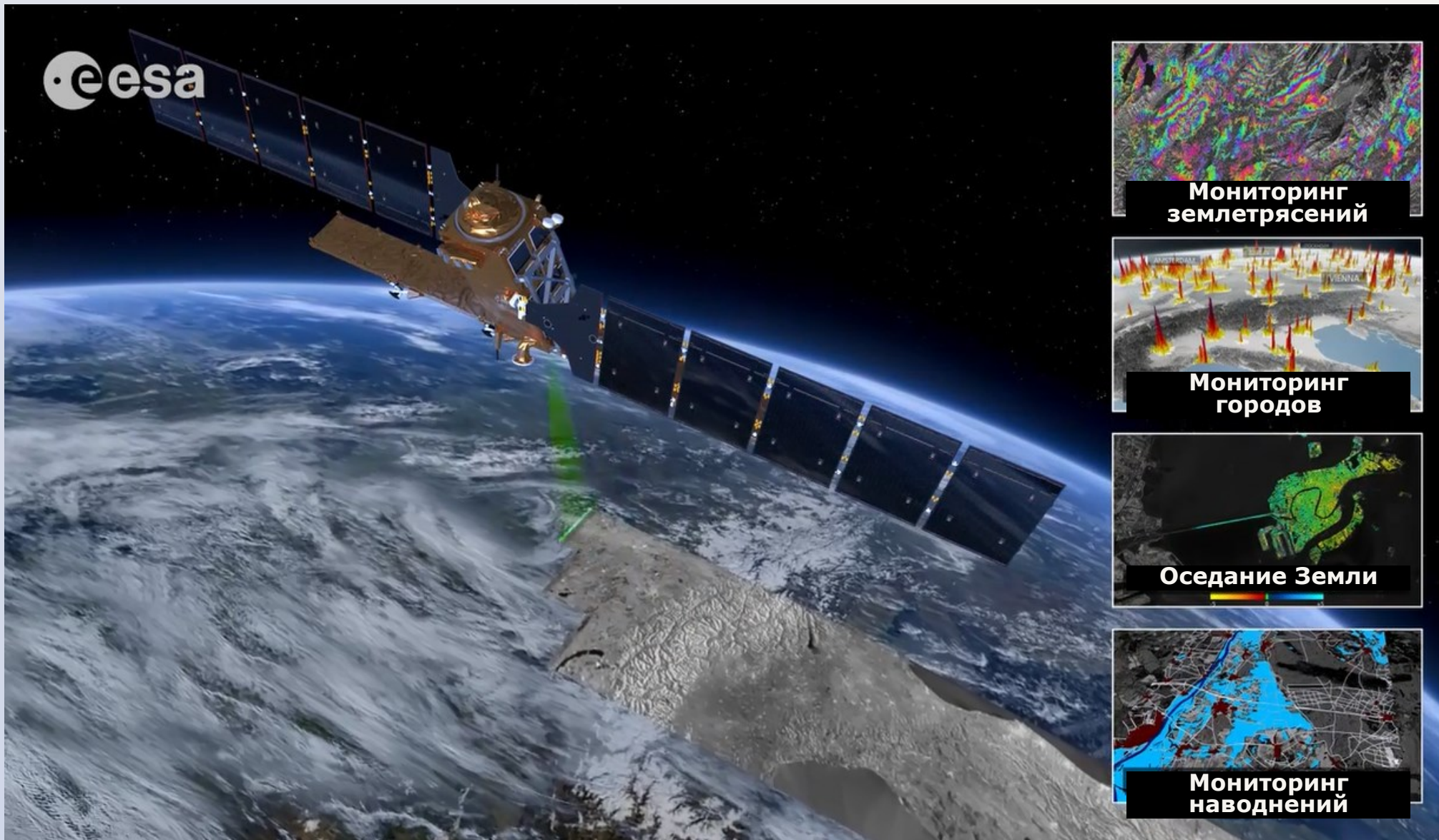
Sri Lanka
Galle area

Sri
Lanka





Мониторинг изменений на Земле: спутник Sentinel-1 (Европейское космическое агентство), запущенный носителем СОЮЗ, 4 апреля 2014 г.





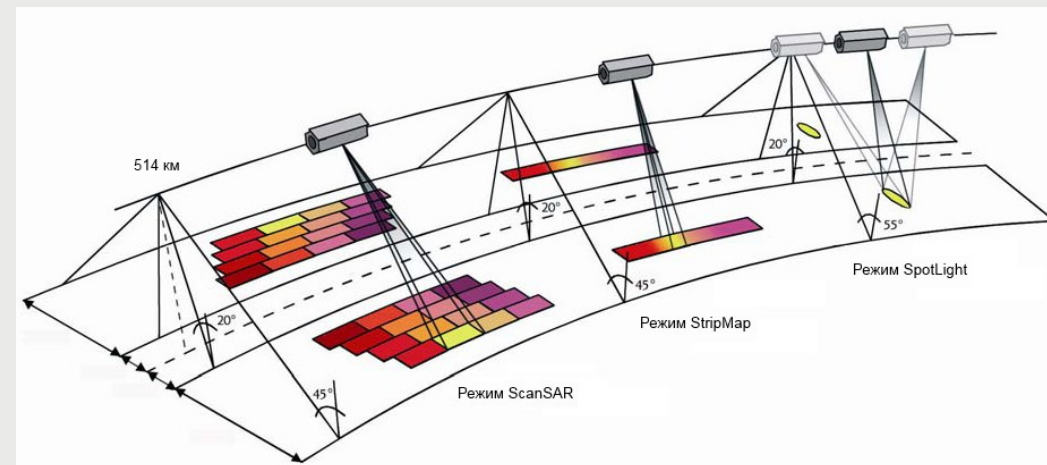
Космический аппарат «Ресурс П» (ФКА РФ)

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ



Радиолокация поверхности Земли

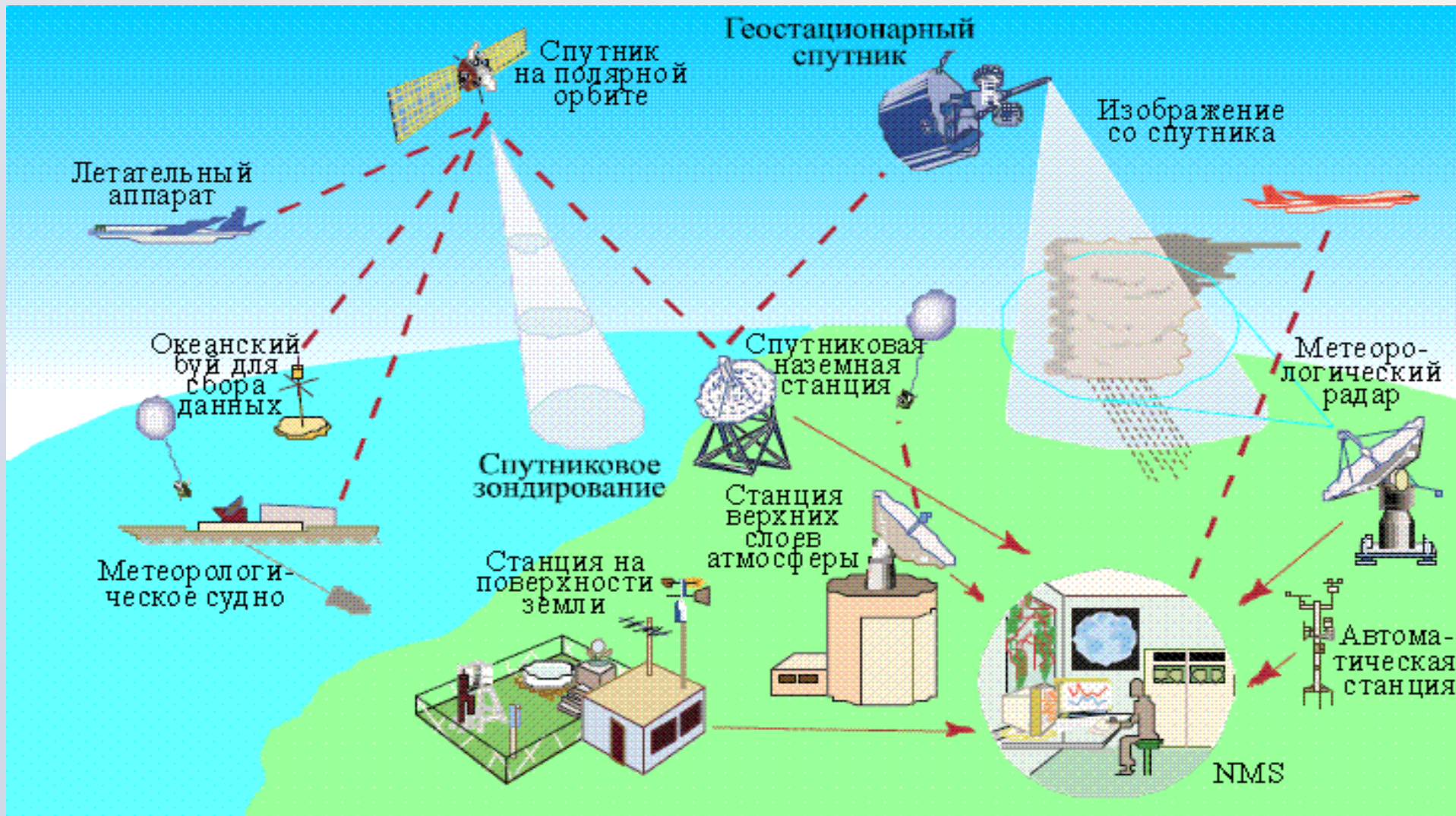
- ◆ Обеспечивает возможность получения информации:
 - независимо от времени суток, освещения и метеорологических условий;
 - об объектах невидимых в оптическом или ИК диапазонах (например, скрытых снежным или растительным покровом);
 - об электродинамических свойствах объекта с целью их идентификации.
- ◆ Осуществляется активными датчиками дистанционного зондирования (радиолокаторами).
- ◆ Разрешающая способность современных систем (точность получаемых изображений):
 - составляет от долей метра до сотен метров;
 - зависит от ширины используемой полосы частот. Для получения изображений с точностью 1 метр необходимая полоса частот составляет ~ 300 МГц.





Глобальная система наблюдений (ГСН)

Базируется на использовании дистанционных датчиков и систем передачи данных (беспроводных и проводных)

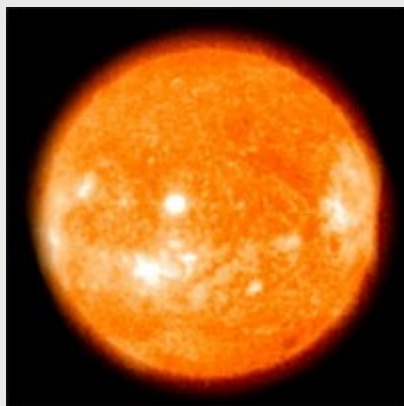




Системы космических исследований

Предназначены для исследования:

- ◆ фундаментальных физических законов и процессов, происходящих на Солнце, их влияния на Землю и воздействие на различные аспекты человеческой деятельности;
- ◆ планет и малых тел Солнечной системы, астероидов и комет с целью получения информации о возникновении и развитии нашей галактики;
- ◆ физики космического пространства в целом (данные об очень отдаленных космологических объектах, и о событиях происшедших в в период зарождения звезд и галактик.); и т. д.





Использование результатов космических исследований

- Фундаментальные исследования по изучению Вселенной. нередко являются базой для развития науки и техники на Земле:
- ◆ гелий был открыт на Солнце и только потом найден и начал использоваться на Земле;
 - ◆ некоторые объекты во Вселенной являются естественной лабораторией для ядерной физики, где природа ставит эксперименты, которые невозможны в земных лабораториях;
 - ◆ термоядерная реакция превращения водорода в гелий была определена как источник энергии излучения звезд Артуром Эддингтоном, в 1920 году, задолго до создания ядерной физики;
 - ◆ изучение явлений в горячей плазме принципиально важно для управляемого термоядерного синтеза. Эти исследования можно проводить в плазме, заполняющей околоземное космическое пространство; и так далее...



Международный проект "Радиоастрон"

- ◆ Главная научная цель миссии - исследование астрономических объектов различных типов с беспрецедентным разрешением до миллионных долей угловой секунды.
- ◆ Разрешение интерферометра пропорционально времени наблюдения и длине базы интерферометра. При наблюдении с Земли база интерферометра ограничена диаметром Земли, а время наблюдения измеряется часами и ограничивается вращением планеты и выходом одного из телескопов из поля зрения.





Ведущая Исследовательская комиссия МСЭ-R

Исследования, касающиеся спутниковой службы исследования Земли, метеорологической спутниковой службы, службы космических исследований, а также службы космической эксплуатации (включая использование линий межспутниковой службы), радиоастрономии и радиолокационной астрономии, службы стандартных частот и сигналов времени (включая спутниковую службу) проводятся в рамках Исследовательской комиссии 7 «Научные службы» Сектора радиосвязи МСЭ.



Структура ИК 7, Председатель, Вице-председатели и Председатели Рабочих Групп

Исследовательская Комиссия 7 «Научные службы» МСЭ-R

Председатель: В. МИНС (Франция)

Вице-председатели ИК 7:

А. АЛЬ-АРАЙМИ (Оман)

Х.-С. ЧОН (Корея)

У. К. ШРИВАСТАВА (Индия)

**А.В. ВАСИЛЬЕВ (Российская
Федерация)**

**Дж. ЗУЗЕК (Соединённые
Штаты Америки)**

Рабочая группа 7А МСЭ-R

Передача сигналов времени и стандартных частот

Председатель: Рональд БЁРД (США)

Рабочая группа 7В МСЭ-R

Применения космической радиосвязи

Председатель: Бредфорд КАУФМАН (США)

Рабочая группа 7С МСЭ-R

Системы дистанционного зондирования

**Председатель: Эдуардо МАРЕЛЛИ
(Европейское космическое агентство)**

Рабочая группа 7D МСЭ-R

Радиоастрономия

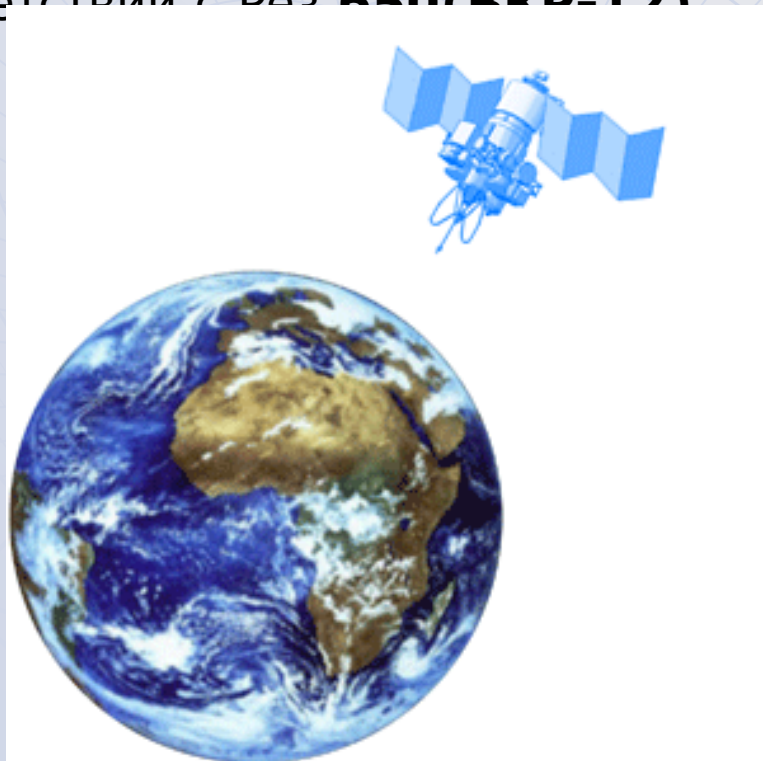
**Председатель: Анастасиас ЦИОУМИС
(Австралия)**

Исследовательских вопросов МСЭ-R - 36; Рекомендаций МСЭ-R - 119;
Отчетов МСЭ-R - 16; Справочников МСЭ-R - 6



Пункт 1.11 ВРК-15 - Распределение спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ) на линии Земля-космос в диапазоне 7-8 ГГц

1.11 Рассмотреть вопрос о распределении на первичной основе спутниковой службе исследования Земли (Земля-космос) в диапазоне 7–8 ГГц в соответствии с Рез. 650 (ВРК-12)



Обоснование необходимости нового распределения

1. Высокая загрузка полосы частот 2025–2110 МГц (Земля-космос) и сложность координации, обусловленные большим количеством спутников (несколько сотен), использующих полосу для слежения, телеметрии и управления (ТТ&С).
2. Отсутствие распределения в диапазоне 7-8 ГГц для ССИЗ (Земля-космос), приводящее к тому, что полосы частот 8025–8400 МГц и 25,5–27 ГГц, распределённые ССИЗ (космос-Земля), могут использоваться только для передачи данных полезной нагрузки, но не для ТТ&С.
3. Снижение затрат на спутники ССИЗ и их запуск за счёт применения единого ретранслятора как для линий вверх, так и для линий вниз



Пункт 1.12 ВРК-15 - Расширение распределения спутниковой службе исследования Земли в полосе 9300 – 9900 МГц на величину до 600 МГц

1.12 Рассмотреть расширение имеющегося распределения на всемирной основе спутниковой службе исследования Земли (активной) в полосе частот 9300–9900 МГц на величину до 600 МГц в пределах полос частот 8700–9300 МГц и/или 9900–10500 МГц в соответствии с Резолюцией **651 (ВКР-12)**.

Обоснование необходимости нового распределения

1. Социально-экономические выгоды мониторинга и картографирования с очень высоким разрешением точнее чем 0,5 метра (мониторинг окружающей среды, оказание помощи при стихийных бедствиях, широкое использования геоинформации для решения экономических задач, обеспечение картографической информации высокой точности).
2. Обеспечение возможности оперативного мониторинга в любых погодных условиях, в том числе при наличии облачности.
3. Необходимость полосы частот порядка 1.2 ГГц для проведения измерений с точностью превышающей 0,5 метра.





Пункт 1.13 ВРК-15 - Увеличение предельного расстояния связи при использовании полосы 410-420 МГц службой космических исследований

1.13 Рассмотреть п.5.268 с целью изучения возможности увеличения предельного расстояния в 5 км и разрешения использовать службу космических исследований (космос-космос) для операций сближения космическими аппаратами, осуществляющими связь с расположенным на орбите пилотируемым космическим аппаратом, в соответствии с Резолюцией **652 (ВКР-12)**.



Обоснование необходимости изменения

1. Целесообразность расширения сферы использования полосы 410-420 МГц для использования этой полосы не только для связи космонавтами за пределами космической станции, но и для связи с другими космическими аппаратами, в том числе при проведении операций сближения, что требует больших расстояний для связи.
2. Физические особенности распространения радиоволн в этом диапазоне частот в сочетании с ограничениями по излучаемой мощности сигнала позволяют обеспечить защиту частотных присвоений других служб.



Спасибо за внимание.

Ваши вопросы...