



This PDF is provided by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an officially produced electronic file.

Ce PDF a été élaboré par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'une publication officielle sous forme électronique.

Este documento PDF lo facilita el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un archivo electrónico producido oficialmente.

یجر ی نور کتابا فمل ن م تنخوما ی هو تاظوفحموال، تمکتبال قسم ، (ITU) تصالالاتل ی لوالد ادحتالا ن م تممقد PDF ق سنبا تخسناا هذه امیرس داده عا.

本PDF版本由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案服务室提供。来源为正式出版的电子文件。

Настоящий файл в формате PDF предоставлен библиотечно-архивной службой Международного союза электросвязи (МСЭ) на основе официально созданного электронного файла.



ITUNews
MAGAZINE

No. 6, 2020

Наука о космосе для достижения Целей в области устойчивого развития



Не отставайте от жизни // // Будьте в курсе

"Новости МСЭ" переведены на новую платформу.

Откройте для себя портал **MyITU**

Ваш доступ к соответствующему контенту МСЭ
с учетом ваших интересов.

Будьте в курсе последних новостей МСЭ.

Чтобы получать новый еженедельный информационный бюллетень МСЭ,



Новости МСЭ:
регулярно
выходящие статьи



Подписаться



Журнал
"Новости МСЭ"



Присоединяйтесь к онлайн-сообществам МСЭ на вашем любимом канале

Наука о космосе для достижения Целей в области устойчивого развития

Хоулинь Чжао, Генеральный секретарь МСЭ

■ МСЭ вносит свой вклад в освоение космоса с момента начала деятельности на этом направлении. В этом издании журнала "Новости МСЭ" основное внимание уделяется роли МСЭ в науке о космосе и, в частности, в областях, которые имеют важнейшее значение для человечества и планеты и связаны с содействием достижению Целей в области устойчивого развития (ЦУР).

С момента принятия ЦУР в сентябре 2015 года на Саммите Организации Объединенных Наций по устойчивому развитию в Нью-Йорке они являются ориентиром в нашем стремлении к построению лучшего мира для всех.

Благодаря усилиям МСЭ и глобальному сотрудничеству в области науки о космосе мы стали свидетелями новаторских достижений в области коммуникационных технологий, уникальных возможностей спутников, активным образом используемых в инициативах ЦУР, и их роли важного инструмента в области мониторинга Земли и решения проблем, связанных с изменением климата.

Службы в области науки о космосе являются предметом деятельности 7-й Исследовательской комиссии Сектора радиосвязи МСЭ (МСЭ-R). Исследовательские комиссии МСЭ-R разрабатывают универсально применимые правила, стандарты и передовой опыт, которые позволяют обеспечить устойчивое развитие экосистемы беспроводной связи.

Для достижения ЦУР осталось 10 лет, и вы можете узнать больше о том, каким образом наука о космосе используется в работе МСЭ и его глобальных партнерствах для того, чтобы сделать наш мир лучше для всех. ■



“
Для достижения ЦУР осталось 10 лет, и вы можете узнать больше о том, каким образом наука о космосе используется в работе МСЭ и его глобальных партнерствах для того, чтобы сделать наш мир лучше для всех.

Хоулинь Чжао

Наука о космосе для достижения Целей в области устойчивого развития

Редакционная статья

- 1 Наука о космосе для достижения Целей в области устойчивого развития**
Хоулинь Чжао, Генеральный секретарь МСЭ

Наука о космосе и МСЭ

- 4 Предисловие Директора**
Марио Маневич, Директор Бюро радиосвязи МСЭ
- 7 Управление использованием спектра для научных служб после ВКР-19**
Джон Зуек, Председатель 7-й Исследовательской комиссии Сектора радиосвязи МСЭ (МСЭ-R)

Выгоды от научных исследований космического пространства

- 13 Значимость прогресса в деле наблюдения Земли из космоса для защиты нашей планеты**
Петтери Таалас, Генеральный секретарь, Всемирная метеорологическая организация (ВМО)
- 19 Космическое пространство как одно из ключевых средств достижения Целей в области устойчивого развития**
ИСИИ Ясуо, вице-президент, Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA)
- 23 Центр космической метеорологии службы Météo-France**
Сильвен Ле Моаль, руководитель отдела развития спутниковых данных, Центр космической метеорологии службы Météo-France
- 27 Роль ЕАОС и программы "Коперник" в содействии реализации политики ЕС в области охраны окружающей среды и борьбы с изменением климата**
Андрус Мейнер, руководитель группы, Служба геопространственной информации, и Крис Стеенманс, руководитель Службы сбора данных и обработки информации, Европейское агентство по окружающей среде (ЕАОС)

Наука о космосе для достижения Целей в области устойчивого развития



Фото на обложке: Shutterstock

ISSN 1020-4148
itunews.itu.int
6 выпусков в год
Авторское право: © МСЭ 2020

Редактор-координатор и копирайтер:
Николь Харпер
Художественный редактор:
Кристин Ваноли
Помощник редактора:
Анджела Смит

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

30 Микроволновое дистанционное зондирование Земли и электромагнитный спектр

Паоло де Маттаэйс, председатель Технического комитета по распределению частот для дистанционного зондирования (FARS), Общество геофизики и дистанционного зондирования (GRSS) IEEE

35 Космический мониторинг атмосферы, океанов и климата в интересах преобразования нашего мира

Маркус Драйс, руководитель, Бюро управления использованием частот, Европейская организация по эксплуатации метеорологических спутников (EUMETSAT)

41 Какое отношение радиосвязь в интересах космической науки имеет к жизни обыкновенного человека?

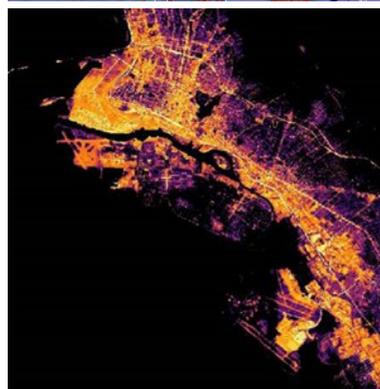
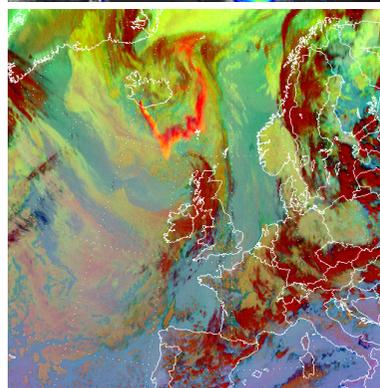
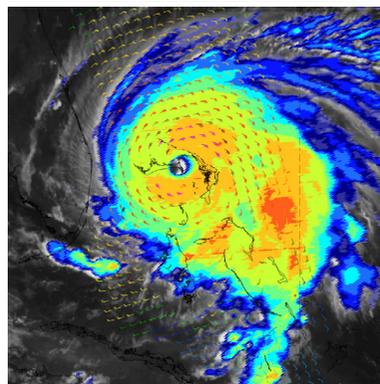
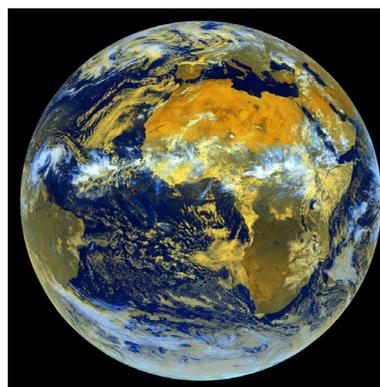
Кэтрин Шэм, специалист по управлению использованием спектра для нужд программ пилотируемых космических полетов и лунных программ НАСА, председатель Рабочей группы 7В МСЭ-R

44 Система "Коперник": наблюдение Земли в интересах достижения Целей в области устойчивого развития

Доминик Хейс, специалист по управлению использованием спектра, Космическая программа Европейского союза, Европейская комиссия

47 Германская программа наблюдения Земли в поддержку устойчивого развития

Хельмут Штауденрауш, руководитель группы оперативных программ, Йенс Данцеглоке, руководитель проектов, секция применений наблюдения Земли, департамент наблюдения Земли, и Ральф Эвальд, руководитель проектов в области управления использованием частот, департамент спутниковой связи, Управление по исследованию космического пространства Германского аэрокосмического центра (ДЛР)



Предисловие Директора

Марио Маневич, Директор
Бюро радиосвязи МСЭ

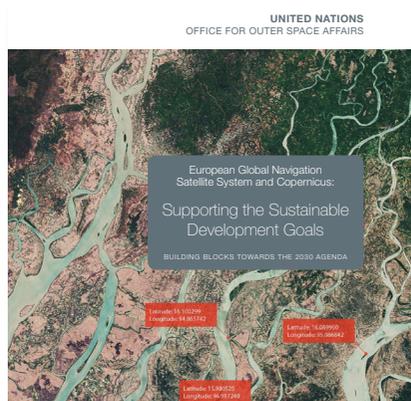
■ Я рад представить вашему вниманию этот выпуск журнала "Новости МСЭ", в котором содержатся статьи и мнения о том, как наука о космосе и космические технологии могут быть использованы для ускорения выполнения Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года.

Космические средства и технологии могут использоваться для достижения большинства, если не всех, целей Организации Объединенных Наций в области устойчивого развития (ЦУР). Данные, получаемые со спутников наблюдения Земли, играют важнейшую роль в достижении большинства из семнадцати ЦУР, способствуя контролю выполнения задач, планированию и отслеживанию прогресса, а также помогая странам и организациям принимать обоснованные решения в работе над достижением ЦУР, направленных на улучшение повседневной жизни людей во всем мире.

Спутниковые данные, изображения и информация предоставляют полезные знания для решения ряда важнейших глобальных проблем в области развития, включая обеспечение продовольственной безопасности, снижение риска бедствий, предотвращение гуманитарных кризисов, мониторинг природных ресурсов и сокращение масштабов нищеты.

В недавнем докладе Управления Организации Объединенных Наций по вопросам космического пространства был сделан следующий вывод: "Для успешного выполнения Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года использование космических служб должно стать нормой. Для того чтобы в полной мере информировать страны о возможностях использования потенциала космоса в деятельности, направленной на достижение ЦУР, и для мониторинга хода этой работы, необходимо глобальное партнерство. Такое партнерство также требуется для обеспечения

учета потребностей всех стран в целях устранения существующих недочетов при проектировании и эксплуатации новой космической инфраструктуры".



Узнайте больше [здесь](#).



“
Спутниковые
данные,
изображения
и информация
предоставляют
полезные знания
для решения
ряда важнейших
глобальных
проблем в области
развития.

”
Марио Маневич



“

Прошло чуть более года с момента завершения работы ВКР-19, и мы проложили путь к новым, более инновационным способам соединения мира с помощью наземных и космических коммуникационных технологий.

”

Марио Маневич

Передовые достижения в области коммуникационных технологий

С момента запуска первого спутника в 1957 году мы стали свидетелями стремительного прогресса в области проектирования, производства спутников и предоставления услуг по их запуску, которые открывают неизмеримые возможности для наблюдения Земли, прогнозирования погоды, дистанционного зондирования, глобальных систем позиционирования, спутникового телевидения, систем подвижной связи и многих других.

Прошло чуть более года с момента завершения работы Всемирной конференции по радиосвязи 2019 года (ВКР-19), и мы проложили путь к новым, более инновационным способам соединения мира с помощью наземных и космических коммуникационных технологий.

Регулярное обновление [Регламента радиосвязи](#) МСЭ на каждой ВКР чрезвычайно важно для достижения прогресса в области получения спутниковых изображений и спутникового мониторинга ресурсов Земли, осуществления космических научных программ и миссий, метеорологических наблюдений, функционирования и обеспечения безопасности морского и воздушного транспорта, работы систем защиты населения и обороны.

Решения, принятые на ВКР-19, обеспечат условия для внедрения новых технологий, а также защиты существующих служб и дадут возможность людям и компаниям сектора воспользоваться достижениями технологий радиосвязи.

Уникальные возможности спутников

Спутники обеспечивают единственный реальный способ мониторинга окружающей среды на всей Земле – на суше, на море и в воздухе. Уникальные возможности спутников заключаются в том, что они позволяют вести наблюдение

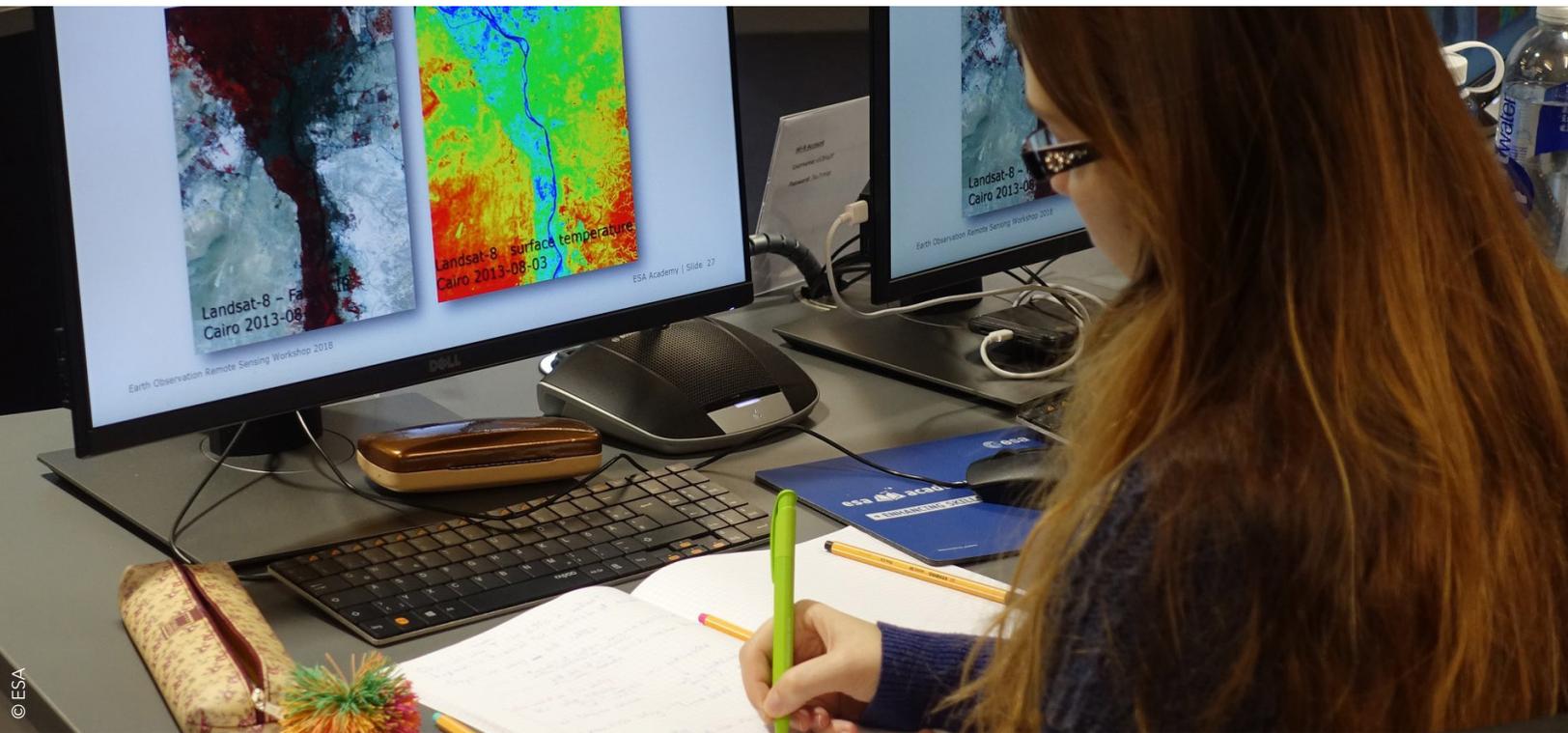
за обширными территориями без вмешательства извне и единообразно (с помощью одного и того же инструмента), что дает возможность быстро переключить внимание на любую точку Земли, включая отдаленные и малопригодные для жизни места, и продолжать ведение наблюдений в течение длительного периода времени.

Благодаря этим возможностям спутниковая служба исследования Земли приносит обществу многочисленные выгоды как в государственном, так и в частном секторе.

Угроза изменения климата

Растущая угроза изменения климата чрезвычайно актуальна для всех нас. За последние десятилетия значительно возросло число стихийных бедствий: ураганов, землетрясений, штормов, наводнений и пожаров. Никогда еще не были столь необходимы надежные и эффективные меры в международном масштабе.

Применения технологий с космической составляющей стало важным элементом местных, региональных и национальных стратегий снижения рисков бедствий, включая обеспечение связи в чрезвычайных ситуациях и усилия по слежению и отслеживанию во время и после стихийных бедствий, а также в сложных гуманитарных чрезвычайных ситуациях.



Точные прогнозы погоды должны начинаться с наилучшей возможной оценки текущего состояния атмосферы, поэтому крайне важно, чтобы метеорологи располагали точными глобальными наблюдаемыми данными в режиме реального времени о ситуации в атмосфере Земли над сушей и океанами. Многие решения будут основываться на глобальном мониторинге окружающей среды, включающем использование космических средств.

Мониторинг необходим для получения данных

Помимо этого, данные, полученные с помощью соответствующих радиосистем, имеют большое значение для мониторинга результатов инициатив ЦУР. К примеру, для приблизительно 30 из 232 показателей, разработанных для мониторинга прогресса в достижении ЦУР, необходимы данные, получаемые со спутников дистанционного зондирования.

С точки зрения использования радиочастотного спектра необходимо не только обеспечить доступ к необходимым ресурсам для соответствующих радиосистем, но и гарантировать защиту от промышленных излучений в диапазонах, которые используются в мире для мониторинга различных параметров атмосферы и поверхности Земли при помощи естественных радиоизлучений.

Надеюсь, что вам понравятся статьи этого выпуска. ■

Управление использованием спектра для научных служб после ВКР-19

Джон Зузек, Председатель 7-й Исследовательской комиссии Сектора радиосвязи МСЭ (МСЭ-R)

■ 7-я Исследовательская комиссия (ИК7) Сектора радиосвязи МСЭ (МСЭ-R) занимается вопросами услуг радиосвязи для нужд научной деятельности. К космическим научным службам относятся спутниковая служба исследования Земли и метеорологическая спутниковая служба, включая системы пассивного и активного дистанционного зондирования..

Эти радиослужбы позволяют нам получать важные данные о Земле и ее атмосфере. Гражданские космические агентства мира используют службы космических исследований и космической эксплуатации для проведения исследований и работ в космосе. К ним относятся полеты автоматических станций к другим планетам и объектам в космосе, а также освоение человеком космического пространства, Луны и более дальних областей космоса.

В настоящее время усилия многих стран направлены на изучение и получение более полного представления об основных характеристиках Луны, демонстрацию возможностей жизни людей за пределами орбиты Земли и, в конечном счете, на освоение человечеством других планетарных объектов.

Пункты повестки дня ВКР-19, непосредственно связанные с исследованием космического пространства/ метеорологией

Непосредственное отношение к исследованию космического пространства и метеорологии имели три пункта повестки дня Всемирной конференции радиосвязи 2019 года (ВКР-19). Итоги их рассмотрения приведены в таблице 1.

Пункт 1.2 повестки дня ВКР-19

В рамках пункта 1.2 повестки дня рассматривался вопрос о внутриполосных пределах мощности для земных станций, работающих в подвижной спутниковой службе, метеорологической спутниковой службе и спутниковой службе исследования Земли в полосах частот 401–403 МГц и 399,9–400,05 МГц.

На основании исследований, проведенных 7-й Исследовательской комиссией МСЭ-R, ВКР-19 установила соответствующие внутриполосные пределы мощности.



“
Вместе с тем некоторые пункты повестки дня ВКР-19 вызвали обеспокоенность операторов систем космических научных исследований и наблюдения Земли в связи с возможным негативным воздействием на их проекты.”

Джон Зузек

Таблица 1. Итоги рассмотрения пунктов повестки дня ВКР-19, касающихся научных служб

Пункт повестки дня ВКР-19		Итоги рассмотрения
1.2	Внутриполосные пределы мощности для земных станций подвижной спутниковой службы, спутниковой службы исследования Земли и метеорологической спутниковой службы на частотах около 400 МГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Установлены пределы мощности для земных станций, работающих в подвижной спутниковой службе (399,9–400,02 МГц) ■ Пределы мощности для операций телеуправления с более высокой мощностью отсутствуют (400,02–400,05 МГц) ■ Установлены пределы мощности на частотах 401–403 МГц
1.3	Повышение статуса распределения метеорологической спутниковой службе (космос-Земля) и спутниковой службе исследования Земли (космос-Земля) на частотах 460–470 МГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Изменения не вносились
1.7	Непродолжительные полеты	<ul style="list-style-type: none"> ■ Диапазоны 137–138 МГц и 148–149,9 МГц выделены для использования спутниками на негеостационарной спутниковой орбите (НГСО), осуществляющими непродолжительные полеты

Пункт 1.3 повестки дня ВКР-19

В рамках пункта 1.3 повестки дня рассматривалось возможное повышение вторичного статуса распределения метеорологической спутниковой службе (космос-Земля) до первичного статуса и возможное распределение на первичной основе спутниковой службе исследования Земли (космос-Земля) в полосе частот 460–470 МГц. К сожалению, на ВКР-19 не удалось достичь согласия по этому пункту повестки дня, в связи с чем изменения в Регламент радиосвязи в этом отношении не вносились.

Пункт 1.7 повестки дня ВКР-19

Пункт 1.7 был включен в повестку дня в целях исследования потребностей в спектре для телеметрии, слежения и управления (ТТ&С) в службе космической эксплуатации для спутников НГСО, осуществляющих непродолжительные полеты, для оценки пригодности существующих распределений службе космической эксплуатации и, в случае необходимости, рассмотрения новых возможных распределений в определенных участках спектра радиочастот. На ВКР-19 было принято решение о выделении диапазонов частот 137–138 МГц и 148–149,9 МГц для использования спутниками НГСО, осуществляющими непродолжительные полеты, при соблюдении ряда положений и условий, изложенных в Резолюции.

Пункты повестки дня ВКР-19, которые могут оказать негативное воздействие на исследование космоса и наблюдение Земли

Вместе с тем некоторые пункты повестки дня ВКР-19 вызвали обеспокоенность операторов систем космических научных исследований и наблюдения Земли в связи с потенциальным негативным воздействием на их проекты. Итоги рассмотрения этих пунктов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Итоги рассмотрения пунктов повестки дня ВКР-19, вызвавших беспокойство потенциальным воздействием на научные службы

Пункт повестки дня ВКР-19	Итоги рассмотрения
<p>1.6</p>	<p>Регламентарная основа для систем НГСО фиксированной спутниковой службы (ФСС) на частоте 37,5–39,5 ГГц (↓) и 47,2–50,2 ГГц (↑).</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Принятое решение является гораздо более эффективным по сравнению с пределами для фиксированной спутниковой службы, указанными в действующей Резолюции 750 ■ Установленные пределы обеспечивают полноценную защиту для датчиков надирного сканирования, работающих в пассивной полосе 50,2–50,4 ГГц
<p>1.13</p>	<p>Определение полос частот для Международной подвижной электросвязи (ИМТ) в диапазоне между 24,25 ГГц и 86 ГГц</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 24,25–27,5 ГГц – удовлетворительная защита обеспечена ■ 37,0–40,5 ГГц – удовлетворительная защита обеспечена ■ 47,2–50,2 ГГц, 50,4–52,6 ГГц, 81,0–86,0 ГГц – изменения для этих диапазонов отсутствуют
<p>1.14</p>	<p>Системы станций на высотной платформе (HAPS), работающие в полосах частот 22 и 26 ГГц</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Удовлетворительные результаты для всех полос частот, на которых работают научные службы
<p>1.15</p>	<p>Определение полос частот для использования сухопутной подвижной и фиксированной службами, работающими в полосе 275–450 ГГц</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Полосы, определенные для применений сухопутной подвижной и фиксированной служб, не препятствуют использованию и не устанавливают приоритетность ■ Обеспечена защита существующих и будущих применений служб наблюдения Земли

Пункт 1.6 повестки дня ВКР-19

В рамках пункта 1.6 повестки дня ВКР-19 рассматривалась разработка регламентарной основы для систем НГСО фиксированной спутниковой службы в определенных полосах частот между 37,5 и 51,4 ГГц. Две полосы из этих полос частот, 47,2–50,2 ГГц и 50,4–51,4 ГГц, предназначенные для передачи на линии вверх, расположены по обе стороны и в непосредственной близости от используемой для наблюдения Земли пассивной полосы 50,2–50,4 ГГц, которая имеет ключевое значение в качестве калибровочного окна для

измерения атмосферной температуры. Этот вопрос был подробно изучен 4-й Исследовательской комиссией (ИК4 – Спутниковые службы), и в рамках ВКР-19 были приняты положения, установившие предельные уровни внеполосных излучений передач земных станций для спутниковых систем ГСО и НГСО, в целях содействия защите этих систем зондирования атмосферы.

Пункт 1.13 повестки дня ВКР-19

В рамках пункта 1.13 повестки дня рассматривалось определение полос частот для будущего

развития Международной подвижной электросвязи (ИМТ), включая возможные дополнительные распределения подвижной службе на первичной основе в этих целях в различных полосах частот между 24,25 и 86 ГГц. Для операторов систем космических научных служб основной вопрос заключался в защите существующих земных станций, работающих в полосе частот 25,5–27 ГГц в сфере наблюдения Земли и на линии вниз службы космических исследований, и обеспечении работы будущих приемных земных станций в этой полосе.

ВКР-19 приняла решение об оказании содействия такой защите путем заключения в случае необходимости двусторонних соглашений о трансграничной координации. Второй вопрос был связан с защитой некоторых особо важных полос частот, используемых для пассивного зондирования при наблюдении Земли, таких как 23,6–24 ГГц, 31,3–31,8 ГГц, 50,2–50,4 ГГц, 52,6–54,25 ГГц и 86–92 ГГц.

Защита этих полос от совокупных помех внеполосных излучений (ООВ) имеет решающее значение, поскольку многие из этих полос используются для получения измерений на глобальной основе, которые невозможно выполнить никаким иным способом.

Для большинства этих полос ВКР-19 не определила соседние полосы для применения ИМТ, в связи с чем никаких дальнейших мер не потребовалось. Для полосы 23,6–24 ГГц ВКР-19 ввела в действие первоначальные пределы внеполосных излучений систем ИМТ с последующим переходом к более жестким пределам, поскольку предполагается, что потенциальные масштабы развертывания систем ИМТ со временем будут расти.

Пункт 1.14 повестки дня ВКР-19

В рамках пункта 1.14 повестки дня рассматривались надлежащие регламентарные меры для систем станций на высотной платформе (HAPS) в рамках действующих распределений фиксированной службы. Рассматривая этот пункт

повестки дня, ВКР-19 нашла решение, которое позволило обеспечить защиту использования научных служб удовлетворительным образом.

Пункт 1.15 повестки дня ВКР-19

Наконец, в рамках пункта 1.15 повестки дня рассматривалось определение полос частот в целях использования администрациями для применений сухопутной подвижной и фиксированной служб, работающих в полосе частот 275–450 ГГц. Существует несколько полос, которые используются системами наблюдения Земли в этом диапазоне частот. Исходя из результатов исследований МСЭ-R, за исключением полос частот 296–306 ГГц, 313–318 ГГц и 333–356 ГГц, остальная часть этого диапазона частот была определена для использования в рамках операций, осуществляемых фиксированными и сухопутными подвижными системами; при этом предусмотрена возможность проведения дальнейших исследований по мере повышения доступности дополнительной информации о таких системах.

Пункты повестки дня ВКР-23, касающиеся исследований космического пространства и наблюдения Земли

ВКР-19 определила повестку дня следующей Всемирной конференции радиосвязи, которая состоится в 2023 году (ВКР-23). При этом ВКР-19 приняла решение о включении в эту повестку дня четырех пунктов,

“

Есть несколько пунктов повестки дня ВКР-23, которые вызывают обеспокоенность рабочих групп 7-й Исследовательской комиссии МСЭ-R в связи с их потенциальным воздействием на научные службы.

”

Джон Зузек

представляющих непосредственный интерес для научного космического сообщества. Они представлены в таблице 3.

Пункт 1.12 повестки дня ВКР-23

Пункт 1.12 повестки дня ВКР-23 касается возможности вторичного распределения спутниковой службе исследования Земли (активной) для радиолокационных зондов на борту космических аппаратов в диапазоне частот около 45 МГц. Это распределение запрашивается в целях обеспечения возможности дистанционного зондирования с земной орбиты ледниковых щитов Земли в полярных районах, а также определения местоположения и получения представления о водоносных слоях и подземных водах в пустынных регионах.

Таблица 3. Пункты повестки дня ВКР-23, имеющие отношение к научным службам

Пункт повестки дня ВКР-23		Предметная область
1.12	Радиолокационные зонды в диапазоне частот около 45 МГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Активное зондирование из космоса для определения уровня грунтовых вод и толщины льда в полярных районах
1.13	Возможность повышения статуса распределения до первичного службе космических исследований в полосе частот 14,8–15,35 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ В настоящее время связь систем космических исследований со спутниками ретрансляции данных осуществляется на основе вторичного распределения, и будущие системы также будут нуждаться в использовании этой полосы частот
1.14	Корректировка распределений спутниковой службе исследования Земли (пассивной) в диапазоне частот 231,5–252 ГГц	<ul style="list-style-type: none"> ■ Предусматриваемые работы по дистанционному зондированию Земли не согласованы должным образом с научными потребностями
9.1 а	Космическая погода	<ul style="list-style-type: none"> ■ Обеспечение регламентарного признания датчиков космической погоды

Пункт 1.13 повестки дня ВКР-23

В рамках пункта 1.13 повестки дня ВКР-23 рассматривается возможное повышение статуса существующего вторичного распределения до первичного службе космических исследований в полосе частот 14,8–15,35 ГГц. В настоящее время эта полоса частот используется спутниками ретрансляции данных, эксплуатируемыми в службе космических исследований, что позволяет обеспечивать связь с космическими аппаратами НГСО службы космических исследований. Кроме того, она используется для существующих линий с высокой скоростью передачи данных от космических аппаратов НГСО в рамках службы космических исследований, а также планируется к использованию в будущих системах.

Пункт 1.14 повестки дня ВКР-23

Пункт 1.14 повестки дня ВКР-23 касается проведения анализа распределений частот пассивным датчикам исследования Земли в диапазоне частот 231,5–252 ГГц и рассмотрения возможных корректировок в соответствии с требованиями для наблюдений с помощью этих пассивных микроволновых датчиков. Планируется, что полярные метеорологические спутники следующего поколения будут использовать такие датчики для изучения ледяных облаков. Цель заключается в обеспечении соответствия распределений частот спутниковой службе исследования Земли (пассивной) в рассматриваемом диапазоне требованиям для наблюдений с помощью этих датчиков.

Пункт 9.1а повестки дня ВКР-23

Пункт 9.1а повестки дня ВКР-23 посвящен обеспечению защиты датчиков космической погоды, использующих радиочастотные системы для проведения наблюдений, глобального прогнозирования и оповещения. В целях изучения этого вопроса 7-я Исследовательская комиссия МСЭ-R проведет исследования, результаты которых будут представлены ВКР-23 Директором Бюро радиосвязи. Предварительная повестка дня ВКР-27 также содержит пункт, предписывающий рассмотреть регламентарные положения для надлежащего признания датчиков космической погоды в Регламенте радиосвязи, принимая во внимание результаты исследований МСЭ-R, отчет о которых будет представлен ВКР-23.

Обеспокоенность в отношении потенциального воздействия пунктов повестки дня ВКР-23 на научные службы

Наконец, есть несколько пунктов повестки дня ВКР-23, которые вызывают обеспокоенность рабочих групп 7-й Исследовательской комиссии МСЭ-R в связи с их потенциальным воздействием на научные службы. Исследовательская комиссия внесет свой вклад в изучение этих вопросов, чтобы гарантировать возможность продолжения важной работы научных служб в будущем.

Для продолжения жизненно необходимой работы научных служб по изучению окружающей среды и оказанию помощи в смягчении последствий экологических изменений, угрожающих всей планете, участники 7-й Исследовательской комиссии МСЭ-R продолжают проводить исследования, необходимые для обеспечения функционирования и защиты служб радиосвязи, поддерживающих научную деятельность. Защита систем наблюдения за окружающей средой, климатом и атмосферой Земли и их датчиков, включая датчики космической погоды, – это лучший способ продолжить изучение нашей планеты и достичь более глубокого понимания особенностей нашего хрупкого дома в космическом пространстве.



О 7-й Исследовательской комиссии МСЭ-R

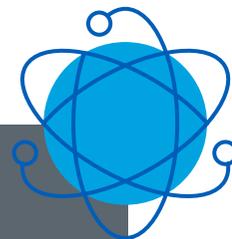
Системы, относящиеся к 7-й Исследовательской комиссии (ИК7), используются в деятельности, составляющей важную часть нашей повседневной жизни, например:

- ▶ глобальный мониторинг окружающей среды – атмосферы (включая выбросы парниковых газов), океанов, поверхности суши, биомассы и т. д.;
- ▶ прогнозирование погоды, а также мониторинг и прогнозирование изменения климата;
- ▶ обнаружение и отслеживание многих стихийных и антропогенных бедствий (землетрясений, цунами, ураганов, лесных пожаров, разливов нефти и т. д.);
- ▶ предоставление данных для оповещения/предупреждения;
- ▶ оценка ущерба и планирование операций по оказанию помощи.

Деятельность ИК7 также охватывает изучение систем для исследования открытого космоса, к которым относятся:

- ▶ спутники для исследования солнца, магнитосферы и всех элементов нашей Солнечной системы;
- ▶ космические аппараты для пилотируемых и автоматических полетов в целях исследования внеземных тел;
- ▶ земные и спутниковые радиоастрономические станции для исследования Вселенной и ее явлений.

Более подробную информацию об ИК7 можно получить [здесь](#).



Кроме того, мы стремимся дотянуться до звезд, изучая другие планетарные объекты, что в конечном счете помогает

человечеству получить более полное представление о нашей собственной планете и нашем месте во Вселенной. ■

Значимость прогресса в деле наблюдения Земли из космоса для защиты нашей планеты

Петтери Таалас, Генеральный секретарь, Всемирная метеорологическая организация (ВМО)

■ Всемирная метеорологическая организация (ВМО) – специализированное учреждение Организации Объединенных Наций по вопросам погоды, климата, воды и сопутствующих вопросов охраны окружающей среды – занимается на международном уровне налаживанием и координацией сотрудничества по проблемам строения и динамики атмосферы Земли. Сюда же относится взаимодействие атмосферы с сушей и Мировым океаном, погода и климат, в формировании которых атмосфера играет важнейшую роль, а также обусловленное этим распределение водных ресурсов.

Со времени запуска в 1957-1958 годах первых метеорологических спутников, что послужило основой создания в 1963 году системы Всемирной службы погоды (ВСП), метеорология сделала гигантский шаг вперед с точки зрения качества и спектра услуг по прогнозированию погоды. Однако встающие сегодня перед обществом проблемы, связанные с проявлением все новых последствий изменения климата, требуют дальнейшего совершенствования сети наблюдения Земли – модернизации всемирной сети космических и наземных систем наблюдения и внедрения нового комплексного подхода, вобравшего в себя последние достижения науки и техники.

Углубление наших знаний о системе Земли

Сегодня интегрированная глобальная система наблюдений (ИГСН) ВМО, в состав которой входят как наземные, так и космические станции наблюдения, увеличивает объем наблюдений и повышает их качество, помогая лучше понять систему Земли и обеспечивая предоставление услуг и продуктов, касающихся погоды и климата. Основу ИГСН составляют сети наблюдения, созданные государствами – членами ВМО, а информация, которую собирают эти сети, имеет жизненно важное значение для мирового сообщества.



Встающие сегодня перед обществом проблемы, связанные с проявлением все новых последствий изменения климата, требуют дальнейшего совершенствования сети наблюдения Земли.



Петтери Таалас

ИГСН помогает обеспечивать безопасность жизни и сохранность имущества, а в долгосрочной перспективе содействует осуществлению таких глобальных программ развития, как [Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года](#), Парижское соглашение по климату и Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий.

С момента запуска в начале 1960-х годов первых метеорологических спутников возможности проведения наблюдений из космоса существенно расширились. Сегодня метеоспутники позволяют проводить высокоточные наблюдения по широкому спектру параметров и являются основным источником данных для глобальных численных моделей прогнозирования погоды, обеспечивая основу для предоставления услуг всеми странами - членами ВМО и обеспечивая защиту жизни и имущества. Это позволяет нам не только отслеживать состояние погоды, климата и водных ресурсов, но и оценивать состояние окружающей среды и степень устойчивости антропогенной деятельности.

Впечатляющие достижения последних лет в области анализа и прогнозирования

Впечатляющие достижения последних лет в области анализа и прогнозирования погоды, водных ресурсов и климата, в том числе в оповещении об опасных погодных явлениях (ливнях, бурях, циклонах), которые затрагивают

население и экономику всех стран, в значительной степени стали возможными благодаря данным, поступающим от компонентов ИГСН космического базирования, и включению данных космических наблюдений в численные модели. Космическое зондирование поверхности и атмосферы Земли будет и в дальнейшем играть все более значимую роль в практической и научной метеорологии, мониторинге стихийных бедствий, а также в изучении, отслеживании и прогнозировании изменения климата и его последствий, равно как и антропогенных выбросов, что имеет основополагающее значение для выполнения [Парижского соглашения](#).

Исследования показывают, что наблюдения Земли могут помочь в измерении примерно 34 показателей, связанных с 17 Целями в области устойчивого развития (ЦУР). Космическая программа ВМО предусматривает тесное сотрудничество с операторами спутниковых сетей, входящими в Координационную группу по метеорологическим спутникам (CGMS) и Комитет по спутникам наблюдения Земли (CEOS), в целях получения необходимых конечным пользователям данных и продуктов в пространственном и временном разрешениях. Кроме того, Программа помогает разрабатывать новые системы наблюдения космического базирования в соответствии с "Перспективным видением в отношении Интегрированной глобальной системы наблюдений ВМО в 2040

году", описывающим возможности системы наблюдений космического базирования, которую мы хотим ввести в действие к 2040 году, чтобы быть в состоянии выполнить требования по ведению наблюдений и запросы пользователей.

В Инструменте анализа и обзора возможностей систем наблюдений космического базирования (OSCAR) ВМО по состоянию на октябрь 2020 года перечислены 288 действующих спутниковых платформ, участвующих в этой работе, а в ближайшие годы к ним присоединятся еще более совершенные спутники следующего поколения. Продолжающаяся пандемия COVID-19 показала, что высокоавтоматизированные системы наблюдения космического базирования, как правило, гораздо более устойчивы, нежели наземные системы (подробнее см. [здесь](#)).

Полосы радиочастот - важный природный ресурс, используемый для космического зондирования

Космическое зондирование в целях метеорологии ведется в конкретных полосах радиочастот. Эти частоты определяются постоянными физическими свойствами (молекулярным резонансом), которые не могут быть изменены или не приняты во внимание и не могут быть продублированы в других полосах частот. Вследствие этого данные полосы являются важным природным ресурсом.

Даже низкие уровни помех могут ухудшить качество полученных данных, и в большинстве случаев датчики не способны отличить естественную радиацию от искусственной.

Что касается наиболее важных для пассивного зондирования полос частот, положение Таблицы распределения частот международного Регламента радиосвязи, гласящее, что "все излучения запрещены", в принципе позволяет пассивным службам разворачивать и эксплуатировать свои системы с максимально высокой степенью надежности. Вместе с тем опыт показывает, что угроза для этой системы может возникнуть вследствие того, что в этих полосах частот разрешено нерегулируемое и потенциально массовое использование на национальном уровне устройств малого радиуса действия, или в связи с нежелательными излучениями от нерегулированных надлежащим образом соседних полос, что усиливает нагрузку на полосы частот, используемые для метеорологических целей. Это создает потенциальный риск ограничения метеорологических и других связанных с ними применений.

Наземные наблюдения, осуществляемые с применением конкретных полос радиочастот

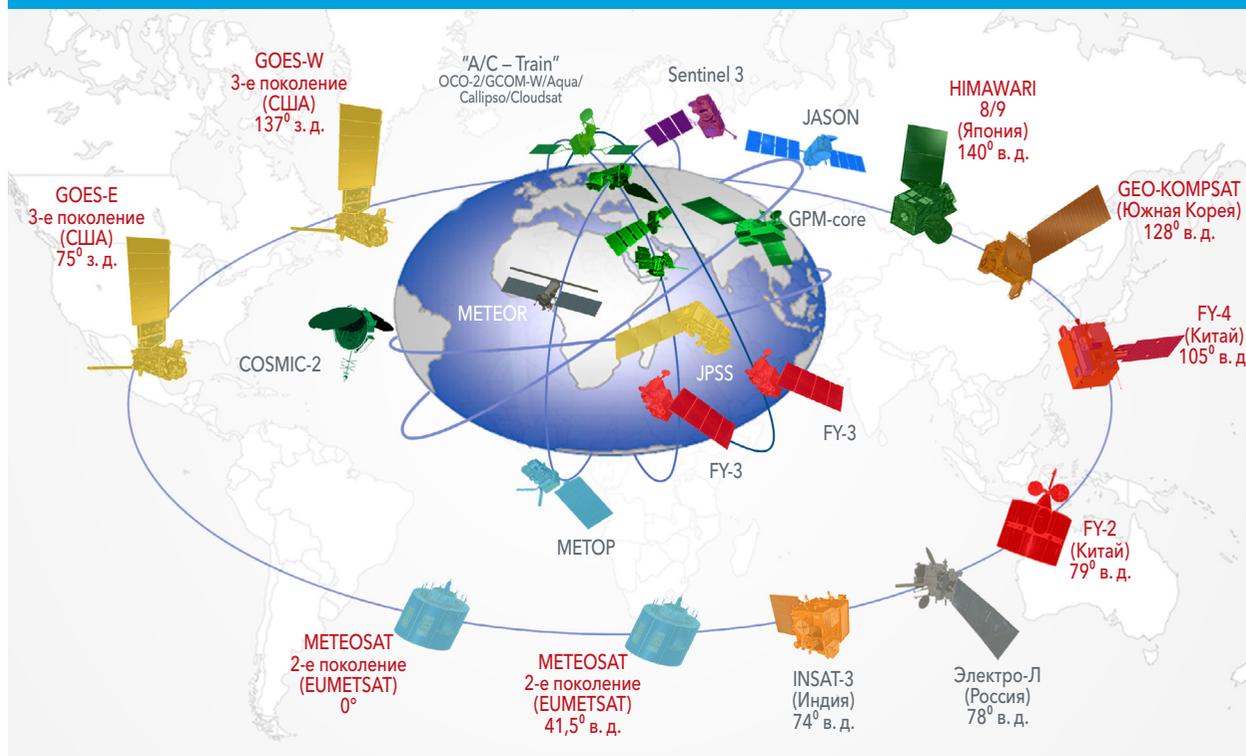
Помимо космических наблюдений, важными наземными инструментами в процессах метеорологических наблюдений являются метеорологические радары и радары профиля ветра. Сети метеорологических радаров представляют собой "последний рубеж обороны" в стратегии предупреждения о стихийных бедствиях, предотвращающей гибель людей и имущества во время внезапных бурных паводков или сильных штормов, как это произошло в результате нескольких недавних катастроф. Эти станции наземных наблюдений, так же как и приборы космического базирования, используют конкретные полосы радиочастот.

Соответственно, радиочастоты важны для дистанционного зондирования, проводимого станциями как наземного, так и космического базирования. Вместе с тем большое значение имеет и наличие достаточного и хорошо защищенного радиочастотного спектра для передачи данных, собранных некоторыми приборами наземного базирования, например радиозондами, а также для целей телеметрии/телеуправления и передачи собранных данных со спутников на Землю.

Соответственно в Резолюции 673, которая была принята в 2012 году на организованной Международным союзом электросвязи Всемирной конференции радиосвязи (ВКР-12, Женева, Швейцария), отмечается значимость наблюдений Земли для всего международного сообщества и важность радиочастот для их проведения. Далее в этом документе решено:

- по-прежнему признавать, что использование спектра применениями наблюдения Земли имеет существенную социально-экономическую значимость;
- настоятельно призвать администрации принимать во внимание потребности в радиочастотном спектре для наблюдения Земли и, в частности, защиту систем наблюдения Земли в соответствующих полосах частот;
- настоятельно рекомендовать администрациям учитывать важность использования и наличия спектра для применений наблюдения Земли до принятия решений, которые могли бы оказать негативное влияние на работу этих применений.

Рисунок 1. Некоторые эксплуатируемые в настоящее время спутники, проводящие наблюдения в интересах государств – членом ВМО в рамках содействия в достижении Целей в области устойчивого развития



Именно поэтому чрезвычайно важно, чтобы сообщество, занимающееся наблюдением Земли, продолжало совместную работу с Сектором радиосвязи МСЭ (МСЭ-R) по перспективным вопросам, касающимся радиочастот. ВМО настроена на дальнейшее взаимодействие с МСЭ, а ее Экспертная группа по координации радиочастот (ET-RFC) в тесном сотрудничестве с членами МСЭ

помогает ему в работе по распределению глобального радиоспектра. ВМО также принимает активное участие во Всемирных конференциях радиосвязи (ВКР), например в прошедшей в ноябре 2019 года ВКР-19. ET RFC также разрабатывает позицию ВМО в отношении повестки дня ВКР-23, и эта позиция будет уточняться в течение периода, остающегося до проведения этой конференции.

Защита спектра радиочастот в интересах наблюдения Земли является основным приоритетом для ВМО и ее членов, и ВМО рассчитывает на продолжение тесного сотрудничества с МСЭ для обеспечения возможности проведения важнейших наблюдений в рамках содействия устойчивому развитию и достижению ЦУР (см. рисунок 1).

Роль спутников в защите окружающей среды и смягчении последствий изменения климата

Ниже приводится несколько примеров использования спутников в целях защиты окружающей среды и смягчения последствий изменения климата в рамках содействия достижению ЦУР.

Глобальная система численного прогнозирования погоды (ЧПП), объединяющая все компоненты, в том числе атмосферу, океаны, криосферу и сушу, применяется в большинстве прикладных систем при создании модели системы Земли. В применяемой ВМО [Процедуре скользящего рассмотрения потребностей](#) и "Перспективном видении" для Глобальной системы наблюдений (ГСН) ВМО на период до 2040 года изложены рекомендации и требования по проведению важнейших наземных, полевых и спутниковых наблюдений, обеспечивающих создание соответствующей современным требованиям системы ЧПП. На сегодняшний день данные со спутников, входящих в относящийся к ВМО космический компонент ГСН, составляют 90 процентов данных, активно использовавшихся в начальном периоде применения моделей ЧПП, что оказало существенное воздействие на качество прогнозов в рамках ЧПП.

Служба мониторинга атмосферы "Коперник" (CAMS), созданная Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП) по поручению Европейского союза, позволяет за счет ведения спутниковых и наземных наблюдений и применения самых современных

численных моделей получать информацию о качестве воздуха. Эта служба измеряет также содержание [озона](#) и [ультрафиолетовое излучение](#) и ведет наблюдение за дымом от лесных пожаров. Кроме того, она предоставляет возможность оценить воздействие пандемии COVID-19 на качество воздуха в Европе и по всему миру.

Программа ВМО по снижению риска бедствий (СРБ) помогает государствам - членам ВМО разрабатывать и предоставлять услуги, обеспечивающие защиту жизни, источников доходов и имущества от стихийных бедствий на принципах рентабельности, системности и устойчивости. Так, например, хорошо известно, насколько опустошительным для разных стран мира оказывается воздействие таких погодных катаклизмов и экстремальных климатических явлений, как стремительно развивающиеся ливневые паводки. Глобальная система космических наблюдений, находящаяся в ведении космических агентств CGMS и CEOS, предоставляет данные для информационных продуктов по глобальным картам наводнений, что позволяет [обнаруживать наводнения](#) и [оценивать их масштабы](#). Учитывая необходимость обеспечивать раннее предупреждение о ливневых паводках, ВМО совместно с партнерами - Национальной метеорологической службой Соединенных Штатов Америки, Управлением США по оказанию иностранным государствам помощи в случае бедствий и Центром гидрологических исследований - разработала и ввела в действие применяемую в глобальных масштабах систему раннего

предупреждения о ливневых паводках и их прогнозирования (Систему руководящих указаний по ливневым паводкам - FFGS). Эта система играет особенно важную роль там, где климатические факторы, вызывающие более интенсивное выпадение осадков и повышение уровня океанов, способствуют увеличению частоты и силы ливневых паводков и [прибрежных наводнений](#).

Кроме того, спутники предоставляют нам данные и инструменты для борьбы с лесными пожарами разного масштаба, а также для оценки их последствий на глобальном уровне (см. рисунок 2). Недавний исключительно долгий период жары в Сибири стал причиной беспрецедентно сильных [пожаров в Арктическом регионе](#), а обусловленный ими большой объем выбросов углерода усугубил и без того тяжелую климатическую ситуацию. И в данном случае именно CAMS сводит данные наблюдений за лесными пожарами, полученные с помощью приборов MODIS на борту спутников НАСА Terra и Aqua, в Глобальную систему данных о пожарах (GFAS), обеспечивая возможность наблюдать за пожарами и оценивать обусловленное ими загрязнение. Еще одна служба, занимающаяся проблемами лесных пожаров, - это Группа по пожарам (GOC Fire IT) Глобальной службы наблюдения за лесным покровом/динамикой изменений земного покрова (GOC-GOLD), предоставляющая данные для Глобальной системы информирования о лесных пожарах (GWIS).

Рисунок 2. На снимках, сделанных европейским спутником Sentinel 3 в июле 2020 года, видно, что ширина полосы пожаров в Сибири по обе стороны Полярного круга достигает 800 км



Страны Азиатско-Тихоокеанского региона испытывают все возрастающее воздействие тропических циклонов. Метеорологическое управление Китая (СМА) и Японское метеорологическое агентство (JMA) проводят по запросу так называемые региональные наблюдения с высокой периодичностью, которые также могут предоставлять полезные данные о других экстремальных погодных явлениях, таких как ливни, сильные ветры, лесные или степные пожары, а также песчаные и пыльные бури. Региональные специализированные метеорологические центры ВМО, непосредственно занимающиеся исследованием тропических циклонов, и Центры предупреждения о тропических циклонах ВМО часто пользуются

данными таких наблюдений, например, для отслеживания перемещения циклонов над открытыми водными пространствами.

Важнейшая роль спутников в отслеживании воздействия изменения климата на океаны

Спутники играют также важную роль в отслеживании воздействия изменения климата на Мировой океан. Сегодня станции космического базирования собирают данные по 37 из 54 основных климатических переменных, выделенных в рамках Глобальной системы наблюдений за климатом (ГСНК) – программы, совместно осуществляемой ВМО, Межправительственной океанографической

комиссией ЮНЕСКО, Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) и Международным советом по науке. Так, например, ряд операций с использованием спутниковой альтиметрии помог отследить повышение среднего уровня моря в последние десятилетия.

В космических наблюдениях, примеры которых были приведены выше, применялись инструменты активных и пассивных измерений, позволяющие отслеживать микроколебания в конкретных полосах радиочастотного спектра. Именно поэтому так важно защищать эти полосы и обеспечивать, чтобы они оставались свободными от помех. ■

Космическое пространство как одно из ключевых средств достижения Целей в области устойчивого развития

ИСИИ Ясуо, вице-президент, Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA)

■ Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA) – это японское национальное агентство исследований и разработок, на которое возложены задачи оказания поддержки правительству Японии в области общей аэрокосмической деятельности. Оно занимается широким спектром вопросов – от основ аэрокосмических исследований и разработок до использования космического пространства.

В июне 2020 года Япония приняла новый Базовый план в области космической политики, направленный на решение глобальных проблем, в том числе на содействие достижению Целей в области устойчивого развития (ЦУР), что является одной из основополагающих задач космической деятельности Японии.

Научные исследования космического пространства, космические технологии и инновации способны внести существенный вклад в достижение ЦУР. Благодаря своему богатому опыту и разноплановым активам JAXA имеет все возможности для содействия этой деятельности на мировом и национальном уровнях.

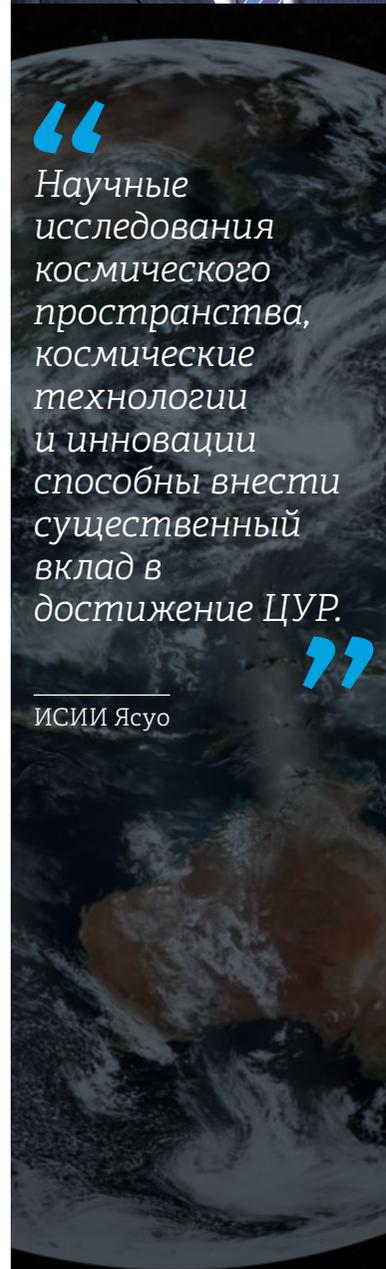
В частности, применение таких новейших технологий, как спутники наблюдения Земли или спутниковая служба исследования Земли, вносит весомый вклад в достижение ЦУР. Спутники предоставляют чрезвычайно важную для нашей повседневной жизни на Земле информацию по вопросам управления рисками стихийных бедствий и сельскохозяйственной деятельности. За счет долгосрочных наблюдений и накопления архивных данных можно повысить эффективность прогнозов глобального изменения климата. Таким образом, наблюдения за поверхностью Земли с использованием спутников способны повысить устойчивость нашей планеты, в том числе и человеческого общества.

Разнообразные программы наблюдения Земли, осуществляемые JAXA, способствуют достижению соответствующих ЦУР благодаря партнерским связям Агентства с различными заинтересованными сторонами во всем мире. Вот несколько примеров нашей работы



“
Научные исследования космического пространства, космические технологии и инновации способны внести существенный вклад в достижение ЦУР.
”

ИСИИ Ясуо



Сохранение экосистем суши и борьба с изменением климата

Первый пример касается ЦУР "Сохранение экосистем суши" и "Борьба с изменением климата". С 2016 года JAXA и Японское агентство международного сотрудничества (JICA) совместно управляют системой раннего оповещения о состоянии лесных массивов (JJ-FAST) для мониторинга данных о лесных угодьях. Эта система обеспечивает бесплатный и удобный онлайн-доступ к информации об обезлесении и изменениях в массивах тропических лесов на планете.

JAXA использует данные спутника, оборудованного радаром диапазона L с синтезированной апертурой (ALOS-2), для круглосуточного наблюдения за поверхностью Земли в любых погодных условиях. В настоящее время спутник ведет наблюдение за состоянием тропических лесов в 77 странах и за время, прошедшее с момента его запуска, зафиксировал более 308 000 изменений состояния лесного покрова.

Система JJ-FAST играет важную роль в обеспечении устойчивого лесопользования, борьбе с глобальным потеплением и прекращении процесса утраты биоразнообразия.

Рациональное использование водных ресурсов, устойчивые города и борьба с изменением климата

Еще один пример - это использование глобальной системы наблюдения за осадками GSMaP в интересах достижения ЦУР "Рациональное использование водных ресурсов", "Устойчивые города" и "Борьба с изменением климата".

Каждый час JAXA вносит обновления в глобальную карту осадков, используя спутниковые данные и показания датчиков, предоставляемые японским метеорологическим спутником "Химавари", радаром контроля осадков (PR, DPR) и усовершенствованным микроволновым сканирующим радиометром (AMSR-2), а также данные, предоставляемые аналогичными спутниками и датчиками Соединенных Штатов и стран Европы. В настоящее время данными системы GSMaP пользуются метеорологические службы и организации по предотвращению бедствий и борьбе с ними в 133 странах мира. Она оказывает весомую помощь странам Азиатско-Тихоокеанского региона, страдающим от тайфунов и ливней, вызывающих катастрофические последствия, предоставляя им важнейшую информацию, которую едва ли могут собрать наземные радары. Мы с радостью и гордостью отмечаем эффективный

“

Мы считаем, что, действуя сообща, космические агентства могут сыграть основополагающую роль в создании необходимых условий для принятия рациональных и обоснованных решений в интересах повышения эффективности борьбы с изменением климата.

”

ИСИИ Ясуо

вклад системы GSMaP в обеспечение стабильности и устойчивости нашего региона.

Информационная панель наблюдения Земли во время пандемии COVID-19

Еще один свежий пример - меры реагирования в связи с пандемией COVID-19. Три космических агентства - JAXA, НАСА и ЕКА - сообща разработали информационную панель спутниковых данных, демонстрирующую воздействие пандемии COVID-19 на окружающую среду и экономику. Она наглядно свидетельствует об эффективности спутников наблюдения Земли, предоставляющих метеорологические и научные данные из космического пространства, несмотря на возникшие во всем мире проблемы, вызванные вспышкой коронавируса.

Использование спутников JAXA в интересах достижения ЦУР-15 - мониторинг лесов



Например, данные, переданные принадлежащими каждой из указанных организаций спутниковыми системами наблюдения за выбросами парниковых газов, в том числе спутником наблюдения за парниковыми газами (GOSAT), Орбитальной углеродной обсерваторией 2 (OCO-2) и спутниковой системой Sentinel, свидетельствуют о сокращении выбросов CO₂ и NO₂ во время локдауна.

Ожидается, что такие спутниковые данные внесут вклад в Глобальную инвентаризацию в рамках Парижского соглашения (см. рисунок).

Мы считаем, что, действуя сообща, космические агентства могут сыграть основополагающую роль в создании необходимых условий для принятия рациональных и обоснованных решений в интересах повышения эффективности борьбы с изменением климата.

Программа KiboCUBE: партнерство в интересах образования, индустриализации, инноваций и инфраструктуры

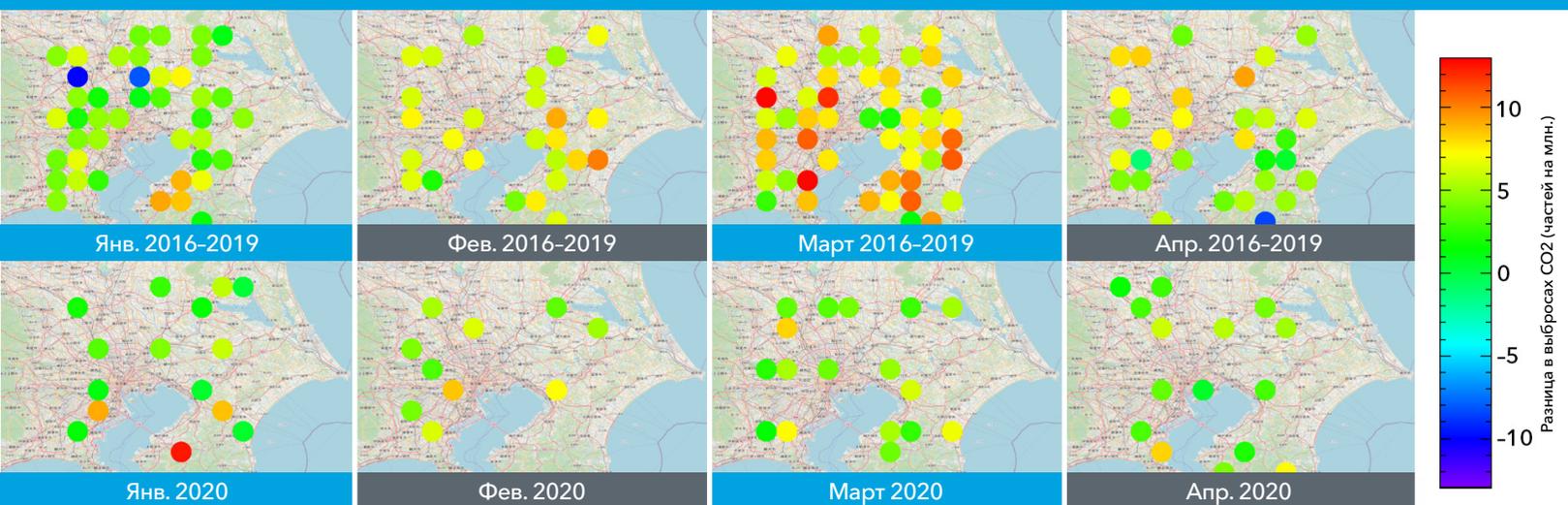
JAXA вносит вклад в достижение ЦУР не только посредством наблюдения Земли. В рамках партнерской инициативы KiboCUBE, осуществляемой совместно с Управлением Организации Объединенных Наций по вопросам космического пространства (УВКП ООН), JAXA также оказывает поддержку странам с формирующейся экономикой и развивающимся странам, предоставляя им возможности для запуска кубсатов с борта японского экспериментального модуля "Кибо" на Международной космической станции, а также для профессиональной подготовки и наращивания потенциала по вопросам применения спутниковых технологий.

Программа KiboCUBE оказывает странам-участницам содействие в достижении ЦУР, касающейся "стойкой инфраструктуры, всеохватной индустриализации и инноваций", помогая им обеспечить "качественное образование" за счет овладения компетенциями в сфере высоких технологий. Кения и Гватемала уже вывели на орбиту свои первые спутники в рамках программы KiboCUBE, наращивая свои компетенции в области космических технологий и получая доступ к спутниковым данным.

Наряду с развитием аэрокосмических технологий, приносящих пользу обществу, JAXA активно содействует активизации международного сотрудничества и расширению партнерских отношений, позволяющих создать общество, в котором "никто не будет забыт".

Рисунок. Карта ежемесячных изменений объемов выбросов CO₂ в нижних слоях тропосферы над Токио за январь - апрель 2020 года по сравнению с ежемесячными климатическими данными за 2016-2019 годы

(Целевые наблюдения спутника GOSAT изображены в виде цветных кругов в зоне обзора диаметром 10 км)
Анализ проведен JAXA/EORC



Спутниковые системы наблюдения Земли JAXA и Цели в области устойчивого развития

Спутник ALOS-2 JAXA

Спутники и датчики GCOM-W, GPM/DPR и ALOS-2 JAXA

Спутники и датчики ALOS-2, GCOM-W, GPM/DPR, GOSAT и GCOM-C JAXA

Спутники и датчики ALOS-2, GCOM-W, GPM/DPR и GOSAT JAXA

Максимальная эффективность использования космических технологий, особенно систем наблюдения Земли, для решения глобальных проблем и достижения ЦУР зависит от обеспечения дальнейшей устойчивости деятельности в космическом пространстве. С этой целью мы планируем запустить ряд новых спутников и датчиков, таких как ALOS-3/4, AMSR3 (GOSAT-GW) и радар профилирования облачности (EarthCARE).

Очень важно обеспечить безопасность радиочастот, используемых датчиками и спутниками наблюдения Земли, и защитить их от помех. Важную роль в этой области может сыграть Всемирная конференция радиосвязи МСЭ (ВКР). Мы надеемся, что эти вопросы, имеющие своей целью повышение

эффективности нашей деятельности на благо наших граждан, будут должным образом приняты во внимание на следующей ВКР в 2023 году.

Сегодня в нашем мире появляются различные проблемы и возможности, находящие свое отражение в ЦУР. Как мы видим, аэрокосмические технологии являются одним из ключевых средств создания лучшего и более устойчивого будущего для всех жителей Земли. JAXA и впредь будет прилагать все усилия для достижения ЦУР, осуществляя инновационную деятельность и создавая глобальные партнерства.

Давайте работать сообща и менять к лучшему жизнь общества и всей Земли! ■

Центр космической метеорологии службы Météo-France

Сильвен Ле Моаль, руководитель отдела развития спутниковых данных, Центр космической метеорологии службы Météo-France

■ 1 апреля 1960 года, всего через три года после запуска первого спутника, Соединенные Штаты вывели на орбиту первый метеорологический спутник TIROS-1, осуществив запуск с мыса Канаверал во Флориде. Спутник TIROS-1 прекратил работу спустя 78 дней после запуска из-за отказа электрооборудования, однако за два с половиной месяца эксплуатации он передал на Землю 22 952 изображения

"Впервые в истории люди получили всеобъемлющее представление о погоде на большом участке земной поверхности, – заявил Фрэнсис Рейхельдерфер, бывший руководитель Метеорологического бюро Соединенных Штатов. – Нам понадобилось бы послать в Тихий океан тысячу или даже 10 000 судов, чтобы получить такой же объем наблюдений, какой мы получили благодаря нескольким фотографиям, сделанным спутником TIROS".

В 1963 году Национальная метеорологическая служба (Direction de la Météorologie Nationale), носящая ныне название Météo-France, организовала Центр космической метеорологии в Ланьоне в Бретани. Спутник TIROS-8 прислал первое изображение сегмента орбиты № 45 в Рождество – 24 декабря 1963 года в 12:30 UTC.

Центр космической метеорологии первым в Европе получил спутниковое метеорологическое изображение. Интерпретацией спутниковых изображений занимаются специалисты по нефанализу, которые разрабатывают условные обозначения для нанесения данных об облачности на карту, включая границы облачных районов, уровень облачного покрова и символы, используемые для классификации типов облачности.



Центр космической метеорологии играет ключевую роль в интерпретации данных, получаемых от спутников наблюдения Земли.

Сильвен Ле Моаль

Роль Центра космической метеорологии

Центр космической метеорологии играет ключевую роль в интерпретации данных, получаемых от спутников наблюдения Земли, опираясь на свой 60-летний опыт работы по составлению прогнозов погоды для службы Météo-France. Центр контролирует весь цикл производства спутниковых данных – от получения первичных данных до применения этих данных для целей метеорологии, океанографии и климатических исследований. Центр использует широкий спектр технических инструментов для получения спутниковых данных и отслеживания перемещения спутников, а также располагает обширными возможностями в области вычислений и хранения данных, позволяя обеспечивать доступ к этим данным в будущем.

Центр играет важную роль в международной деятельности в различных областях:

- участие в программе наблюдения Земли "Коперник", осуществляемой Европейским союзом, в рамках деятельности по мониторингу морской среды и борьбы с изменением климата;
- руководство механизмом по использованию спутниковых данных об океанических и морских ледниках Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников (EUMETSAT) и координация работы спутников, собирающих данные о поверхности океана для метеорологических служб Дании, Норвегии и Нидерландов и Французского научно-исследовательского института по эксплуатации морских ресурсов (IFREMER);
- осуществление новых проектов, таких как проект дистанционного зондирования саргассов – морских водорослей в Атлантическом океане, для более точного прогнозирования выброса этих водорослей на пляжи в странах Карибского бассейна и Южной Америки;
- разработка глобального инструмента для оценки уровня осадков при помощи спутниковых данных в целях предупреждения наводнений, особенно в странах, не располагающих собственными радарными, в рамках проекта Европейского космического агентства по использованию космических данных для изучения риска наводнений (COSPARIN).

Центр в Ланьоне, в котором работают 65 сотрудников, занимается преимущественно научно-исследовательской деятельностью, в частности разработкой и проверкой алгоритмов восстановления геофизических параметров на основании метеорологических спутниковых измерений в следующих областях:

- микрофизические и макрофизические характеристики облаков;
- параметры поверхности океанов;
- атмосферное зондирование.

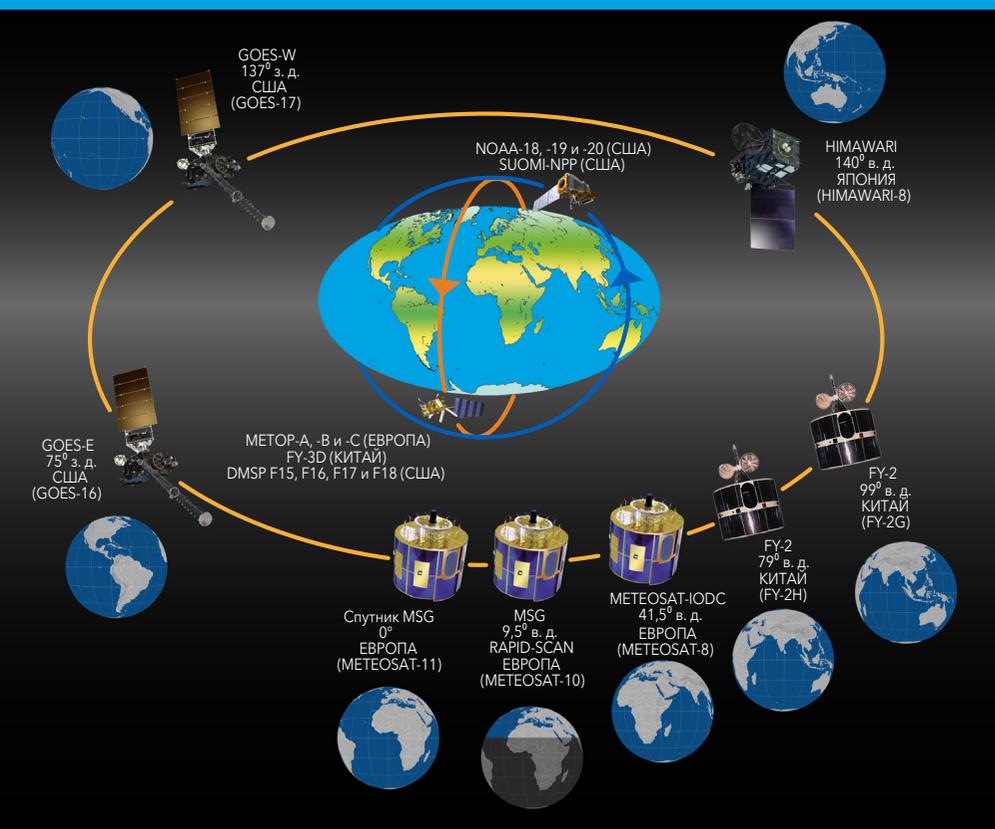
Метеорологические спутники

EUMETSAT эксплуатирует геостационарные спутники Meteosat и орбитальные спутники MetOp. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) содействует обмену информацией между космическими агентствами, операторами спутниковых систем и национальными метеорологическими службами и предоставляет, среди прочего, доступ к метеорологическим данным со спутников, принадлежащих Соединенным Штатам, Китаю и Японии, в режиме реального времени.

Предоставление универсально применимой информации: от данных, используемых в численных моделях прогнозирования погоды, до изображений, применяемых синоптиками

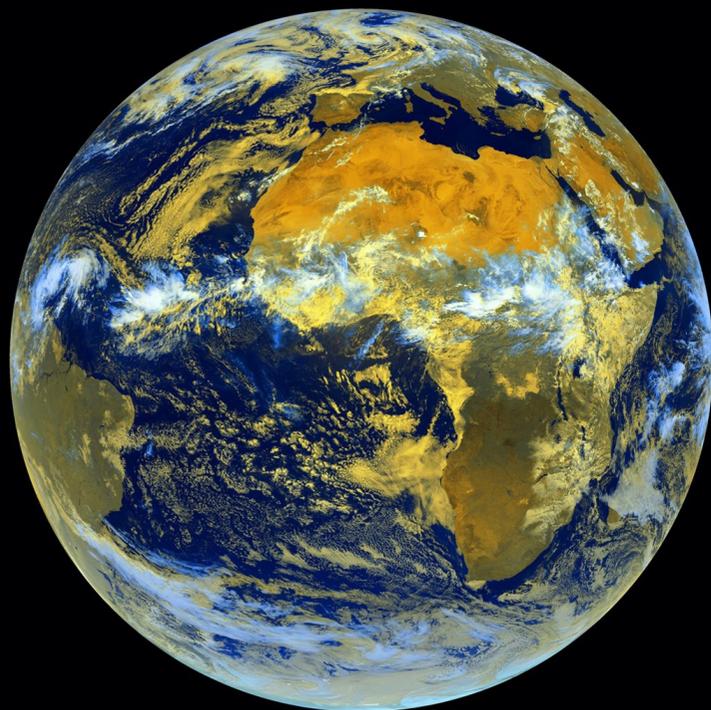
Центр получает первичные данные от метеорологических спутников и создает в режиме реального времени изображения и данные, которые, среди прочего, могут находить применение у синоптиков и в численных моделях прогнозирования погоды.

Метеорологические спутники, используемые Météo-France © Météo-France/Центр космической метеорологии



Meteosat-11, цветное составное изображение, сделанное 28 июля 2020 года в 12:00 UTC

© Météo-France/Центр космической метеорологии



Со спутников поступает подавляющее большинство (более 90 процентов) данных наблюдения, используемых в численных моделях прогнозирования погоды. Спутниковые данные используются в основном для восполнения пробелов в традиционных расчетах для "метеорологических пустынь", таких как обширные океанические, пустынные или горные пространства.

Создаваемые изображения предназначены для удовлетворения потребностей различных пользователей, в том числе:

- собственных потребностей Météo-France;
- потребностей внешних пользователей (служба Meteo France International);
- потребностей научно-исследовательских лабораторий, университетов и высших учебных заведений;
- потребностей коммерческих организаций;
- потребностей средств массовой информации и крупных потребителей, использующих спутниковые изображения и действующих в материковой части Франции и на ее заморских территориях;
- потребностей органов национальной обороны, все шире использующих спутниковые данные;
- потребностей организаторов спортивных трансляций;
- потребностей частных лиц.

“

Сбор большей части данных, поступающих от спутников глобальной системы наблюдения Земли, ведется на подходящих для этого полосах частот с точными и уникальными физическими характеристиками, которые нельзя изменить или воспроизвести в других полосах частот.

”

Сильвен Ле Моаль

Сбор большей части данных, поступающих от спутников глобальной системы наблюдения Земли, ведется на подходящих для этого полосах частот с точными и уникальными физическими характеристиками, которые нельзя изменить или воспроизвести в других полосах частот. В связи с этим ВМО и Международный союз электросвязи (МСЭ) продлили действие своего соглашения о сотрудничестве по вопросам защиты и оптимального использования частот, необходимых для наблюдения Земли и ее атмосферы.

Будущее европейских спутников

На смену нынешним спутниковым программам придут программа спутников Meteosat третьего поколения (MTG) и программа спутников MetOp второго поколения (MetOp-SG). Первые запуски спутников в рамках каждой программы запланированы на 2022 год и на 2023 год соответственно.

В рамках программы MTG эксплуатируются шесть геостационарных спутников: четыре спутника MTG-I, формирующих изображения, и два спутника для зондирования MTG-S. Спутники MTG оборудованы новыми радиометрами, позволяющими формировать усовершенствованные изображения, а также системами инфракрасного зондирования и обнаружения молний.

Спутники MetOp-SG также будут отличаться большей эффективностью по сравнению с нынешними орбитальными спутниками MetOp. Они будут оснащены усовершенствованными инструментами, в частности инструментами микроволнового формирования изображений, применяемых для изучения осадков.

Каждые двадцать лет в развитии европейской метеорологии наступает новый этап, и очередной такой важной вехой станет запуск первых спутников MTG и MetOp-SG. ■

Спутники Meteosat третьего поколения (MTG) © Европейское космическое агентство (ЕКА)



Роль ЕАОС и программы "Коперник" в содействии реализации политики ЕС в области охраны окружающей среды и борьбы с изменением климата

Андрус Мейнер, руководитель группы, Служба геопространственной информации, и **Крис Стеенманс**, руководитель Службы сбора данных и обработки информации, Европейское агентство по окружающей среде (ЕАОС)

■ Европейское агентство по окружающей среде (ЕАОС) – это агентство Европейского союза, учрежденное в 1990 году и базирующееся в Копенгагене. В соответствии со своими основными задачами ЕАОС предоставляет надежную и независимую информацию об окружающей среде и выступает в качестве основного источника информации для участников процессов разработки, принятия, осуществления и оценки политики в области охраны окружающей среды, а также для широкой общественности. Поддержку ЕАОС оказывает Европейская сеть экологической информации и наблюдения (Eionet), объединяющая около 350 организаций по всей Европе и осуществляющая сбор и распространение данных и информации по вопросам окружающей среды. В состав Агентства входят 32 государства-члена.

В соответствии со своим мандатом ЕАОС помогает Европейскому сообществу, странам-членам и сотрудничающим с ним странам принимать обоснованные решения по вопросам улучшения состояния окружающей среды, обеспечивать всесторонний учет экологических аспектов в экономической

политике и продвигаться по пути обеспечения устойчивости. Кроме того, Агентство координирует деятельность сети Eionet.

Экологическая ситуация в Европе и ее перспективы

ЕАОС помогает достижению существенных, измеримых успехов в деле улучшения экологической ситуации в Европе и способствует устойчивому развитию, в частности, регулярно представляя доклады об экологической ситуации в Европе и ее перспективах.

В декабре 2019 года ЕАОС представило доклад "Окружающая среда Европы: состояние и перспективы 2020" (SOER), в котором подробно описало беспрецедентные масштабы и остроту нынешних европейских проблем в области экологии, климата и устойчивости. Новые системные проблемы, порожденные неопределенностью, неоднозначностью и конфликтами интересов, существуют бок о бок с множеством застарелых проблем, уходящих корнями в далекое прошлое, и способствуют их усугублению (см. доклад и сопутствующий видеоролик).



Андрус Мейнер



Крис Стеенманс

“Новые системные проблемы существуют бок о бок с множеством застарелых проблем, уходящих корнями в далекое прошлое, и способствуют их усугублению.”

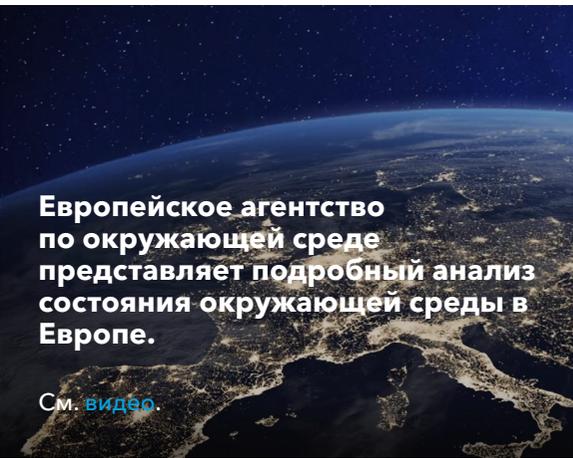
Андрус Мейнер и
Крис Стеенманс



Окружающая среда Европы: состояние и перспективы 2020: знания, способствующие переходу Европы к устойчивому развитию

Европа не достигнет целей, запланированных на период до 2030 года, если в ближайшие 10 лет не примет оперативных мер по борьбе с угрожающими показателями утраты биоразнообразия, усугубляющимися последствиями изменения климата и чрезмерным потреблением природных ресурсов. В последнем докладе Европейского агентства по окружающей среде (ЕАОС) о состоянии окружающей среды говорится, что Европа столкнулась с беспрецедентными по масштабам и остроте экологическими проблемами.

См. [полный текст доклада](#).



Европейское агентство по окружающей среде представляет подробный анализ состояния окружающей среды в Европе.

См. [видео](#).

Европейский зеленый курс

В декабре 2019 года новый состав Европейской комиссии утвердил Европейский "зеленый курс" (ЕЗК) – план действий Европы по преодолению этих системных проблем. Он представляет собой концепцию масштабных мероприятий и действий, которые помогут Европе твердо встать на путь устойчивого развития и продемонстрировать возможность одновременного достижения экологической устойчивости и экономического благополучия. В нем с признательностью отмечается работа, проделанная ЕАОС в целях освещения масштабов и остроты рассматриваемых проблем, и содержится дорожная карта, предусматривающая около 50 ключевых политических стратегий и мер, необходимых для решения этих проблем.

Среди предлагаемых мер в ЕЗК также предполагается принятие Общей программы действий Европейского союза в области охраны окружающей среды на период до 2030 года (ПДОС 8), призванной способствовать осуществлению, соблюдению и эффективной реализации политики и законодательства в области охраны окружающей среды и климата, а также ввод в действие нового механизма мониторинга. ЕАОС и сеть Eionet будут играть ведущую роль в принятии этих мер в рамках ЕЗК и содействовать осуществлению ПДОС-8.

Новая совместная стратегия ЕАОС и сети Eionet на 2021-2030 годы

В этой связи ЕАОС и сеть Eionet разработали новую совместную стратегию на 2021-2030 годы.

В этой стратегии подчеркивается, что решающее значение в предстоящие важнейшие десять лет будут иметь сбор и осмысление данных. В стратегии представлен план совместных действий ЕАОС и сети Eionet с другими поставщиками информации на общеевропейском уровне и внутри стран - членов Eionet в интересах достижения целей Европы в сфере экологии и климата.

В предложении Европейской комиссии о принятии ПДОС-8 сформулированы условия, благоприятствующие достижению приоритетных целей этой программы. Среди них - требование "эффективно использовать потенциал цифровых технологий и технологий сбора, передачи и обработки данных в целях поддержки экологической политики при одновременном сведении к минимуму их воздействия на окружающую среду". В частности, ЕАОС предлагается оказывать Комиссии содействие в повышении доступности и актуальности данных и знаний, в том числе посредством "обобщения данных об экологических, социальных и экономических последствиях, а также полномасштабного использования других доступных данных, в том числе данных, получаемых в рамках программы "Коперник".

“

В вопросах практического применения служб программы «Коперник» достигнут гигантский прогресс, однако на этом фоне все более насущной становится необходимость оказания поддержки пользователям и расширения использования служб программы «Коперник» и предоставляемых ими массивов данных.

”

Андрус Мейнер и
Крис Стеенманс

Программа "Коперник"

Программа "Коперник" была учреждена постановлением Европейского союза (ЕС) в 2014 году и способствует осуществлению политики ЕС в области экологии и климата за счет развития информационных услуг на базе спутниковых и собранных на местах данных. В состав программы входят Служба мониторинга морской среды "Коперник" (CMEMS), Служба мониторинга суши "Коперник" (CLMS), Служба по вопросам изменения климата "Коперник" (C3S), Служба мониторинга атмосферы "Коперник" (CAMS), а также действующая в определенных случаях Служба управления операциями в чрезвычайных ситуациях "Коперник" (CEMS).

В соответствии с тем же постановлением на ЕАОС было возложено официальное обязательство,

вновь подтвержденное в космической программе ЕС и в новом регламенте на 2021-2027 годы. В соответствии с данным обязательством ЕАОС заключило с Европейской комиссией новое соглашение о своем участии в программе "Коперник", предусматривающее обеспечение функционирования службы мониторинга суши и координации местных компонентов программы "Коперник". ЕАОС опирается на ресурсы других вышеперечисленных служб, например, при разработке индекса качества воздуха, показателей для мониторинга экосистем суши и морских экосистем, платформы адаптации к изменению климата и во многих иных случаях.

В вопросах практического применения служб программы "Коперник" достигнут гигантский прогресс, однако на этом фоне все более насущной становится необходимость оказания поддержки пользователям и расширения использования служб программы "Коперник" и предоставляемых ими массивов данных. В совместной стратегии ЕАОС и сети Eionet на 2021-2030 годы прямо говорится об использовании служб программы "Коперник" пользователями ЕАОС и Eionet. В новом регламенте ЕС о космической деятельности также содержится призыв к единому использованию различных служб, действующих в рамках программы "Коперник", для чего потребуются обеспечить сотрудничество и координацию действий тех сторон ЕАОС и Eionet, которые имеют отношение к программе "Коперник".

В новых политических инициативах, разработанных в рамках ЕЗК, содержатся новые призывы к сбору информации об использовании земельных ресурсов в

целях сохранения биоразнообразия и экосистем, смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним, а также прекращения загрязнения окружающей среды и реализации определенных аспектов циркуляционной экономики (например, создания устойчивой урбанизированной среды). На мировом уровне проблема деградации земель учтена в Целях в области устойчивого развития (ЦУР). Задача 15.3 ЦУР, касающаяся сбора информации об использовании земельных ресурсов, лежит в основе ряда других целей, в том числе ЦУР 11, касающейся обеспечения устойчивости городов.

В ПДОС 8 четко обозначена связь между приоритетными целями ЕЗК и результатами работы CLMS. В связи с этим ЕАОС в настоящее время занимается созданием платформы актуальной политической информации, предоставляющей доступ к удобным для пользователей прозрачным инструментам получения данных и информации по продуктам CLMS.

В новой стратегии ЕАОС и Eionet на 2021-2030 годы уделяется особое внимание накоплению знаний, подкрепленному данными об оценках, показателях и оценках хода достижения целевых показателей, на основе ведущегося в Европе на регулярной основе масштабного сбора данных по экологической и климатической проблематике.

Одна из целей этой стратегии предусматривает полномасштабное использование потенциала данных, технологий и процессов цифровизации в целях внедрения новых технологий, больших данных, искусственного интеллекта и наблюдения Земли (программа "Коперник") в процессы принятия решений. ■

Микроволновое дистанционное зондирование Земли и электромагнитный спектр

Паоло де Маттаэйс, председатель Технического комитета по распределению частот для дистанционного зондирования (FARS), Общество геофизики и дистанционного зондирования (GRSS) IEEE

■ Дистанционное зондирование означает сбор информации об объекте или явлении на расстоянии, без физического контакта с ним. В случае применений, связанных с науками о Земле, для сбора данных используются датчики, размещенные на борту космических или летательных аппаратов, а объектом подобных наблюдений является атмосфера или поверхность суши и океана. При микроволновом дистанционном зондировании проводятся замеры электромагнитного излучения в диапазоне от менее чем 45 МГц до 1 ТГц и более.

Микроволновое дистанционное зондирование может быть как пассивным, так и активным. Пассивные датчики улавливают излучение от конкретных наблюдаемых объектов. Источником такого излучения могут быть сами эти объекты либо энергия Солнца, которую отражают такие объекты. При проведении микроволнового дистанционного зондирования нас интересует в основном первый случай, и испускаемое излучение улавливаются приборами, называемыми радиометрами. Активные датчики передают сигналы и измеряют отраженное или рассеянное излучение от облучаемой поверхности.

Использование определенных радиочастот

Микроволновые датчики, используемые в рамках наук о Земле, работают на определенных радиочастотах, которые выбираются с учетом особенностей наблюдаемого объекта с точки зрения излучения, отражения или поглощения электромагнитных волн. Выбор конкретных частот для ведения наблюдений зависит от постоянных физических характеристик объекта, и другие частоты в этом случае применяться не могут.



“The specific frequency selection for remote sensing observations depends on the physical characteristics of the object, and other frequencies cannot be used in this case.”

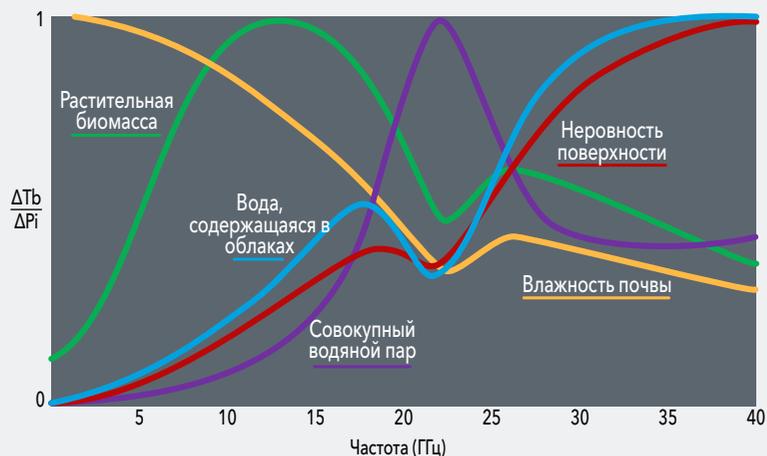
Паоло де Маттаэйс

Следует отметить, что, помимо необходимости работы на определенной частоте, использование в ходе измерений более широкой полосы частот позволяет в целом получать желаемые данные в более высоком разрешении. Можно использовать и более узкую полосу, однако при этом для получения данных в таком же разрешении понадобится более чувствительный приемник.

На рисунках 1 и 2 в диапазоне 0–40 ГГц показана чувствительность характеристик электромагнитного излучения основных объектов, представляющих интерес для наук о Земле, при дистанционном зондировании соответственно океана и суши. Например, оценки влажности почвы наиболее точны при проведении замеров на низких частотах, где степень чувствительности очень высока (рисунок 1), поэтому в настоящее время для таких измерений применяются датчики, работающие на частоте 1,4 ГГц.

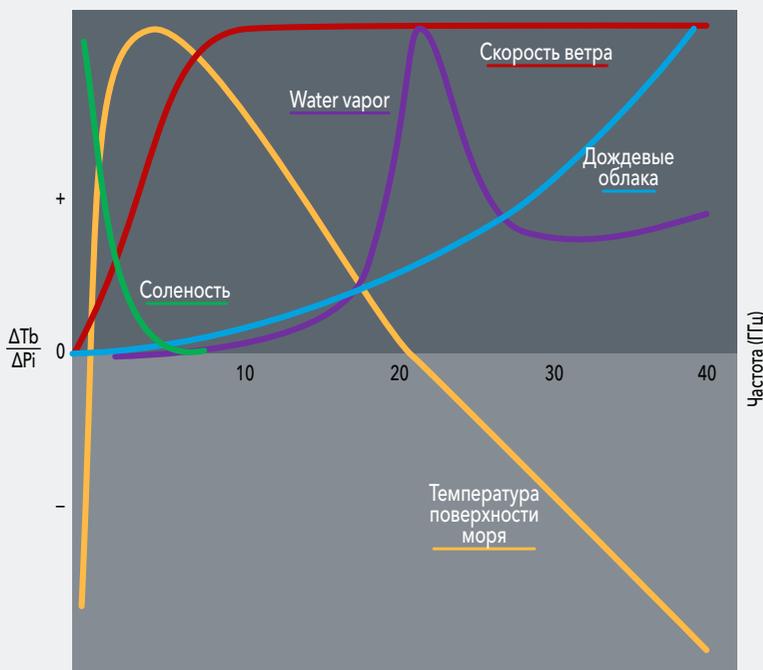
Зависимость излучения от какого-либо одного физического параметра неразрывно переплетается с зависимостью от других параметров, поэтому в целях правильного определения характеристик какого-либо физического параметра часто необходимо проводить измерения на разных частотах, чтобы сделать поправку на нежелательные излучения.

Рисунок 1. Относительная чувствительность яркостной температуры к изменению геофизических параметров на поверхности суши в зависимости от частоты



Источник: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Handbook of Frequency Allocations and Spectrum Protection for Scientific Uses, Second Edition. Washington, DC, 2015.

Рисунок 2. Относительная чувствительность яркостной температуры к изменению геофизических параметров на поверхности океана в зависимости от частоты



Источник: National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Handbook of Frequency Allocations and Spectrum Protection for Scientific Uses, Second Edition. Washington, DC, 2015.

Так, например, для оценки содержания водяного пара в атмосфере необходимо проводить наблюдения на двух частотах в районе пика поглощения водяного пара – как правило, это примерно 18 ГГц и 23 ГГц (рисунок 2).

Общественная значимость

Системы дистанционного зондирования космического базирования позволяют собирать данные в глобальном масштабе, в том числе в опасных или труднодоступных районах. Дистанционное зондирование может применяться, в числе прочего, для мониторинга обезлесения, например в бассейне Амазонки, ледниковых образований в Арктике и Антарктике, а также для глубинного зондирования прибрежных районов и больших океанических глубин.

Кроме того, дистанционное зондирование дополняет и даже заменяет дорогостоящую и длительную процедуру наземного сбора данных, не допуская при этом нарушения целостности зон или объектов.

Орбитальные платформы собирают и передают данные с различных участков электромагнитного спектра, что в сочетании с более масштабным воздушным или наземным зондированием и анализом предоставляет в распоряжение ученых информацию в объемах, достаточных для мониторинга таких явлений, как "Эль-Ниньо", а также других долго- и краткосрочных природных явлений.

Научные знания, полученные при изучении Земли, применяются, в числе прочего, в процессе природопользования, в таких сферах сельского хозяйства, как землепользование и охрана земель, для выявления и мониторинга разливов нефти, а также в целях обеспечения национальной безопасности и для сбора данных на воздушных, наземных и морских границах.

Не будет преувеличением сказать, что экономическая ценность подобных наблюдений в рамках изучения Земли составляет сотни миллиардов долларов, что намного превышает расходы на программы, предусматривающие применение таких систем сбора научных данных о Земле.

Полосы частот и помехи

Рост спроса на электромагнитный спектр, особенно для применения в коммерческих целях, привел к тому, что многие службы вынуждены пользоваться частотами совместно или использовать смежные полосы частот.

В результате многие радиосистемы подвергаются воздействию нежелательных искусственных сигналов, известных как радиочастотные помехи (РЧ-помехи), нарушающих работу и снижающих производительность этих систем. Микроволновое дистанционное зондирование также сталкивается с этой проблемой, причем в наибольшей степени от этого страдает пассивное зондирование, при котором используются очень

“

Рост спроса на электромагнитный спектр, особенно для применения в коммерческих целях, привел к тому, что многие службы вынуждены пользоваться частотами совместно или использовать смежные полосы частот.

”

Паоло де Маттаэйс

слабые естественные электромагнитные излучения, узкие полосы наблюдений и чувствительные приборы. Работа других служб уже на протяжении десятилетий создает помехи для операций дистанционного зондирования, проводимых в полосах частот ниже 20 ГГц.

Вместе с тем предполагается, что РЧ-помехи будут возникать и при проведении операций дистанционного зондирования в полосах частот выше 20 ГГц и что они будут принимать все более массовый характер и станут и более сильными, поскольку такие более высокие частоты будут использоваться, например, службами по поддержке 5G или широкополосного доступа в интернет на самолетах, морских судах и в отдаленных районах.

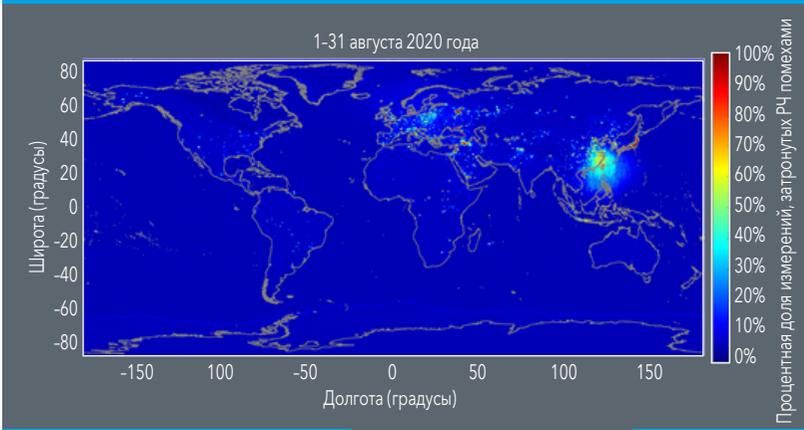
Примеры помех, имевших место в ходе пассивного зондирования на частотах 1,4 ГГц и 18,7 ГГц, приводятся соответственно на рисунках 3 и 4, тогда как на рисунке 5 показаны РЧ-помехи, выявленные приборами активного зондирования на частоте 5,405 ГГц.

Технический комитет по распределению частот для дистанционного зондирования Общества геофизики и дистанционного зондирования IEEE

Технический комитет по распределению частот для дистанционного зондирования (FARS) Общества геофизики и дистанционного зондирования (GRSS) IEEE был учрежден в 2000 году для организации взаимодействия между сообществом, занимающимся дистанционным зондированием, и органами, осуществляющими регулирование использования радиочастотного спектра.

Технический комитет ставит своей целью повышение уровня осведомленности всех заинтересованных сторон путем ознакомления регуляторных органов в области использования частот с перспективами развития дистанционного зондирования и предоставления им технических данных, а также путем оказания помощи ученым и инженерам, работающим в области дистанционного зондирования, по вопросам управления использованием спектра.

Рисунок 3. РЧ-помехи, зафиксированные в течение августа 2020 года радиометром, установленным на борту спутника Soil Moisture Active Passive (SMAP), в полосе частот 1400-1427 МГц



Источник: NASA Goddard Space Flight Centre.

Рисунок 4. Максимальные уровни РЧ-помех, зафиксированные микроволновым формирователем изображений в рамках программы глобального измерения осадков (GPM) в полосе 18,6-18,8 ГГц над территорией Соединенных Штатов в 2019 году

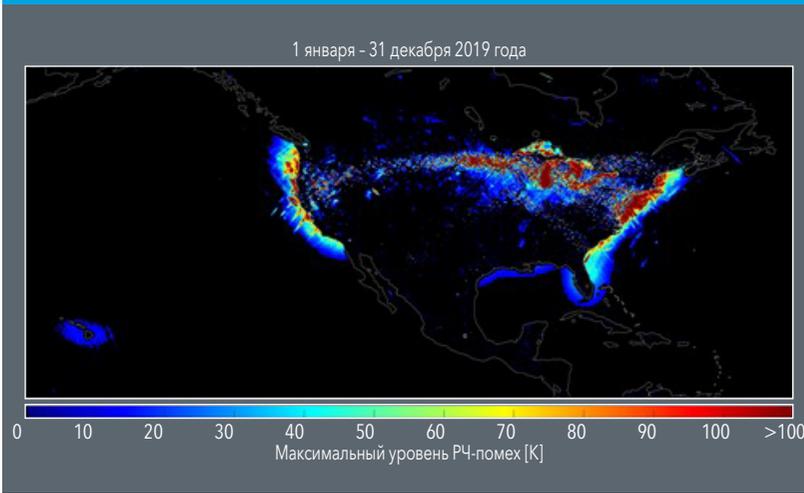
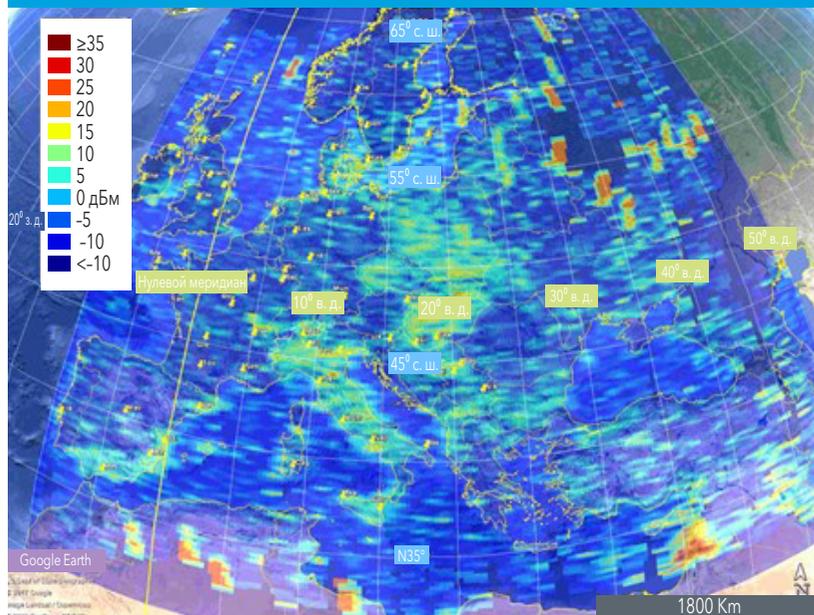


Рисунок 5. Карта мощности РЧ-помех при проведении измерений в диапазоне С радаром с синтезированной апертурой, установленным на борту спутника Sentinel-1, с наложением мест расположения метеорологических радаров



Источник: A. Monti-Guarnieri, D. Giudici, and A. Recchia, "Identification of C-Band Radio Frequency Interferences from Sentinel-1 Data," Remote Sensing, vol. 9, no. 11, p. 1183, Nov. 2017.

FARS содействует разработке технологий обнаружения и ослабления радиочастотных помех и в этих целях организует технические сессии в рамках конференций, семинаров-практикумов и других мероприятий, посвященных вышеупомянутым процессам, проблемам и технологиям.

Кроме того, Технический комитет FARS разрабатывает онлайн-базу данных по РЧ-помехам, выявленным датчиками дистанционного зондирования. В ходе этой работы FARS содействует обмену информацией между учеными, работающими в различных областях, включая дистанционное зондирование, радиоастрономию и электросвязь, чтобы способствовать достижению объединяющей цели - свести к минимуму вредные помехи между системами. ■

Космический мониторинг атмосферы, океанов и климата в интересах преобразования нашего мира

Маркус Драйс, руководитель, Бюро управления использованием частот, Европейская организация по эксплуатации метеорологических спутников (**EUMETSAT**)

■ В сентябре 2015 года Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций приняла резолюцию "Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года". Повестка дня представляет собой план действий с 17 Целями в области устойчивого развития, направленными на искоренение нищеты, что является необходимым условием устойчивого развития.

Эти масштабные цели, включающие в себя 169 задач, будут стимулировать в ближайшие 15 лет деятельность в областях, имеющих огромное значение для человечества и планеты. В них отражена взаимосвязь между стремлением обеспечить мир и процветание и укреплением здоровья и защитой достоинства людей, рациональным использованием ресурсов нашей планеты, принятием неотложных мер в связи с изменением климата и важностью формирования эффективных партнерских отношений для претворения этих чаяний в жизнь.

Глобальные наблюдения Земли из космоса играют ключевую роль в достижении Целей в области устойчивого развития

Жизнь нашего общества все в большей степени зависит от состояния погоды и климата. Данные наблюдения Земли и метеорологических спутников приобретают жизненно важное значение для кратко-, средне- и долгосрочного прогнозирования погоды, мониторинга изменений климата, выпуска своевременных предупреждений о неблагоприятных погодных условиях и предоставления другой информации, поддерживающей принятие решений в государственном и частном секторах в интересах социально-экономического благополучия и устойчивого развития.

Таким образом, эксплуатация спутников наблюдения Земли и метеорологических спутников вносит непосредственный вклад в осуществление Повестки дня на период до 2030 года: спутники осуществляют глобальное, точное, систематическое и своевременное наблюдение за погодой, окружающей средой и климатом из космоса.



“
Жизнь нашего общества все в большей степени зависит от состояния погоды и климата.

”
Маркус Драйс



Данные, полученные в рамках этой деятельности, помогают спасать жизнь людей, предотвращать экономический ущерб, содействовать устойчивому развитию и инновациям. Фактически, решение этих задач вносит весомый практический вклад в достижение многих Целей в области устойчивого развития.

Чтобы быть в состоянии решать задачи в области устойчивого развития в ближайшие десять лет и в последующий период и оправдывать ожидания органов власти, граждан и отраслей промышленности в отношении прогнозов погоды и своевременных предупреждений об опасных погодных явлениях, необходимо обеспечить функционирование глобальной сети спутников наблюдения Земли и метеорологических спутников.

Роль EUMETSAT и других космических агентств

Метеорологические спутники и спутники наблюдения Земли оборудованы формирователями изображения и приборами для зондирования в видимой и инфракрасной областях спектра. При помощи предоставляемых этими приборами данных можно определить множество метеорологических и экологических параметров. Спутники на полярной орбите дополнительно оснащены приборами для активного и пассивного микроволнового зондирования, которые предоставляют, например, вертикальные профили температуры и влажности атмосферы, информацию о распределении облачности, снежного и ледяного покровов, а также сведения о температурах поверхности океана

“

Прогнозы погоды также способствуют экономическому росту, поскольку высокоразвитая экономика и многие области современной жизни чрезвычайно чувствительны к погодным условиям.

”

Маркус Драйс

и о ветрах на глобальной основе. Все эти атмосферные переменные играют важную роль в прогнозировании погоды и долгосрочном мониторинге изменения климата.

Основная задача межправительственной организации EUMETSAT заключается в создании, обслуживании и эксплуатации метеорологических спутников, с учетом, по мере возможности, рекомендаций Всемирной метеорологической организации (ВМО). EUMETSAT осуществляет эту деятельность в тесном сотрудничестве с другими космическими агентствами, эксплуатирующими метеорологические спутники, преследуя общую цель по поддержанию функционирования глобальной сети метеорологических спутников в рамках работы Координационной группы по метеорологическим спутникам (CGMS).

С учетом глобальной программы действий в связи с изменением климата, еще одной задачей EUMETSAT является участие в

оперативном мониторинге состояния климата и выявлении изменений климата силами глобальной сети систем спутников наблюдения Земли и метеорологических спутников. Вопросы претворения в жизнь глобальной архитектуры мониторинга климата из космоса координирует Совместная рабочая группа по климату, созданная CGMS и Комитетом по спутникам наблюдения Земли (CEOS).

Опасные погодные явления

Национальные метеорологические и гидрологические службы (НМГС) во всем мире используют наблюдения геостационарных и негеостационарных метеорологических спутников в своей деятельности, направленной на защиту жизни людей и предупреждение экономического ущерба от опасных метеорологических и гидрологических явлений. Спутниковые данные, поступающие в режиме реального времени, либо используются напрямую для составления оперативных прогнозов опасных погодных явлений, либо применяются в численных моделях прогнозирования погоды, позволяющих составлять прогнозы на периоды от нескольких дней до сезонов.

Кроме того, существует глобальная сеть систем сбора данных на метеорологических спутниках, которую используют для сбора и передачи в режиме реального времени данных наблюдений на местах, поступающих с автоматизированных платформ, развернутых над сушей и океанами; например, над Индийским океаном эти платформы являются частью глобальной системы раннего предупреждения о цунами.

Опираясь на эти прогнозы, НМГС выпускают ранние предупреждения, позволяющие сократить число людей, затрагиваемых стихийными бедствиями, и уменьшить сопутствующий экономический ущерб. Наблюдения за погодой из космоса, используемые при прогнозировании погоды, также способствуют повышению безопасности и провозной способности транспорта, устойчивому развитию сельского хозяйства, рациональному управлению водными и земельными ресурсами и охране здоровья населения, например, в периоды аномальной жары, усиливающейся из-за "островков тепла" в мегаполисах.

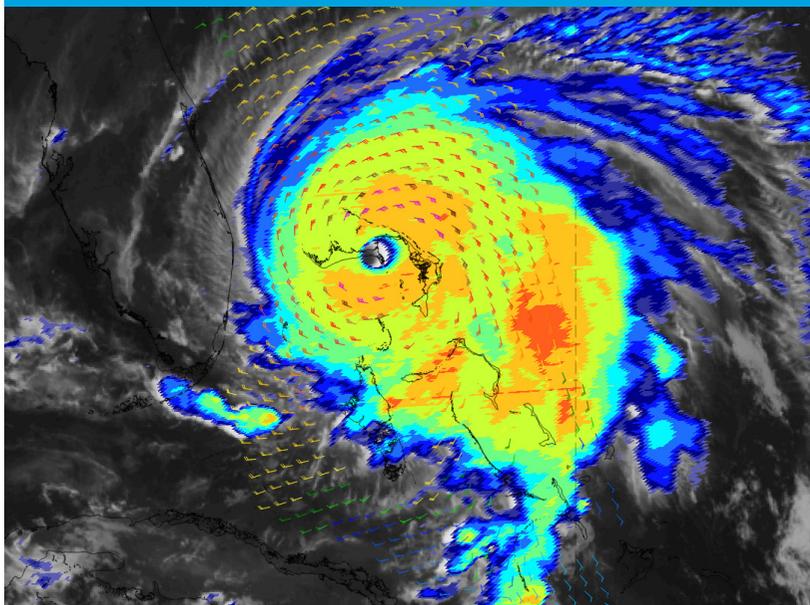
Прогнозы погоды также способствуют экономическому росту, поскольку высокоразвитая экономика и многие области современной жизни чрезвычайно чувствительны к погодным условиям. Это касается, например, транспорта, энергетики, сельского хозяйства, туризма, пищевой промышленности и строительства. Следовательно, социально-экономические выгоды от прогнозов и их постоянного улучшения напрямую связаны с ростом валового внутреннего продукта (ВВП) страны или региона.

Мировой океан

Мониторинг океанов является еще одним важнейшим направлением деятельности. Формирующийся в результате этого интегрированный поток данных о морской среде служит источником информации об океанических течениях, ветрах над

В сентябре 2019 года на остров Элбоу-Ки, Багамские Острова, обрушился ураган невиданной силы "Дориан". Скорость ветра доходила до 295 км/ч. Наблюдение за ураганом осуществлялось при помощи ряда приборов, установленных на различных спутниках (Metop-A, Sentinel-3B, GOES-17).

Этот пример показывает, как можно применять различные приборы, установленные на спутниках, для изучения характерных черт и последствий ураганов.

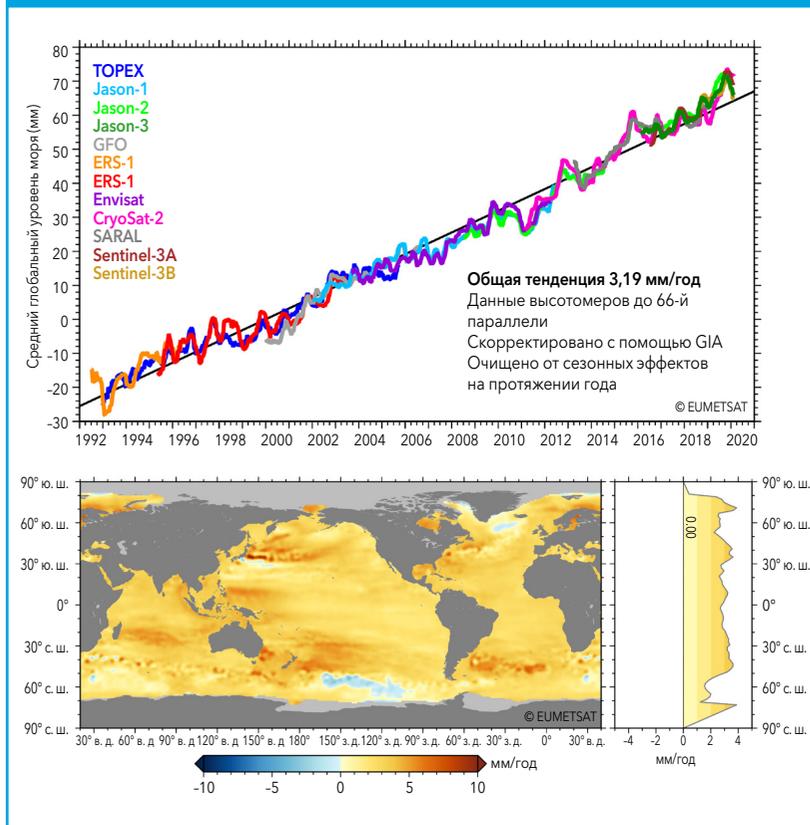


поверхностью океана, состоянии моря, морских ледниках, температуре поверхности моря и цветности океана. Эти данные используются напрямую и применяются в моделях прогнозирования погоды и состояния океанов для предоставления важнейшей информации в отношении безопасности на море, функционирования объектов морской инфраструктуры, рыбного промысла, устойчивого использования морских ресурсов и защиты важнейших морских и прибрежных экосистем.

Подъем среднего уровня моря, одновременно являющийся и

последствием, и точным показателем изменения климата, оказывает особенно сильное влияние на прибрежные районы и малые островные государства. Поэтому наличие надежных, высокоточных показателей подъема среднего уровня моря (см. два рисунка по этой теме) имеет решающее значение для достижения ключевых целей Парижского соглашения 2015 года. Эти цели предусматривают активизацию глобальных мер реагирования на угрозу изменения климата, а также расширение возможностей стран в области смягчения его последствий.

Подъем уровня моря, зафиксированный 12 спутниками за 28 лет (вверху), и карта региональных тенденций в области подъема уровня моря (внизу)



Состав атмосферы

Еще одним важным направлением деятельности является мониторинг состава атмосферы из космоса с использованием геостационарных спутников и спутников на полярной орбите; в будущем предполагается также использовать для этих целей дополнительные специальные спутники Sentinel, предоставляемые по линии программы ЕС "Коперник".

Эти наблюдения со спутников вносят важный вклад в прогнозирование качества воздуха в крупных

городских районах, позволяют оценить состояние озонового слоя и уровень вредного ультрафиолетового излучения, а также составлять прогнозы песчаных и пыльных бурь, в частности в Африке. Системы общественного здравоохранения используют эту информацию для регулирования транспортных потоков или других областей экономической деятельности, а также для предупреждения об угрозе появления респираторных заболеваний. Данные и изображения также применяются для прогнозирования путей распространения и

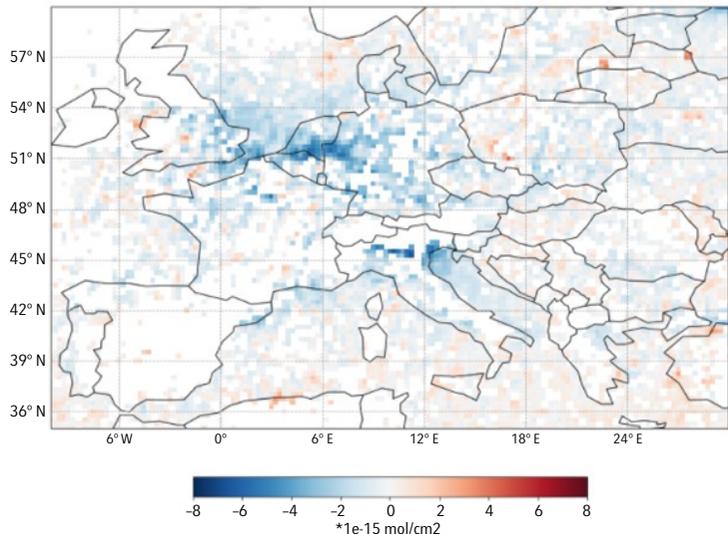
перемещения аварийных загрязнений и для мониторинга лесных пожаров и создаваемых ими выбросов взвешенных частиц и газов (см. рисунки с изображением аномальных показателей плотности NO₂). Наблюдения за вулканическим пеплом и выбросами SO₂ также играют важную роль в обеспечении безопасности авиасообщения и оптимизации управления воздушным движением при извержениях вулканов (см. рисунки с изображением выбросов пепла).

Изменение климата

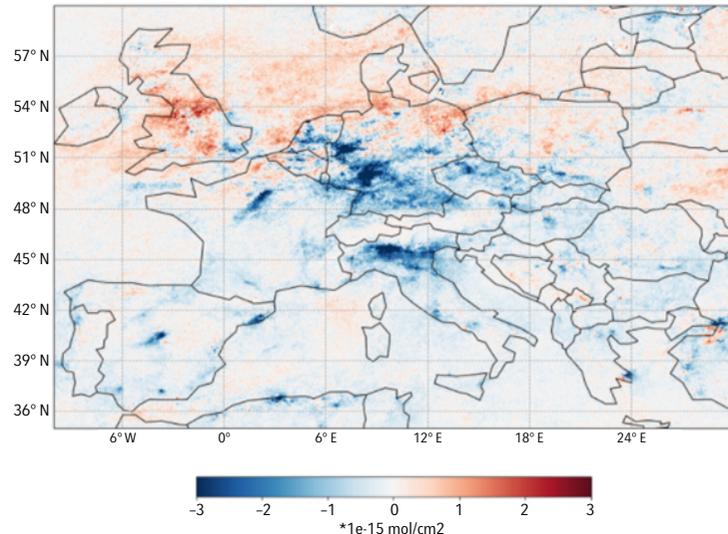
Спутники обладают уникальными возможностями для осуществления систематических глобальных наблюдений за 31 из 50 важнейших климатических переменных (ВКП), определенных в Глобальной системе наблюдений за климатом ВМО (ГСНК).

EUMETSAT, обладающая почти 40 летним опытом сбора данных при помощи метеорологических спутников (например, спутников Meteosat) и взявшая на себя обязательство по проведению наблюдений в течение последующих 30 лет при помощи своих действующих спутников и спутников следующего поколения, наряду со своими партнерами – международными космическими агентствами вносит ключевой вклад в претворение в жизнь архитектуры мониторинга климата из космоса, находящейся в совместном ведении Координационной группы по метеорологическим спутникам (CGMS) и Комитета по спутникам наблюдения Земли (CEOS).

Мартовские аномальные показатели столбчатой плотности NO_2 в тропосфере на основании долгосрочных средних показателей (2007-2018 годы)



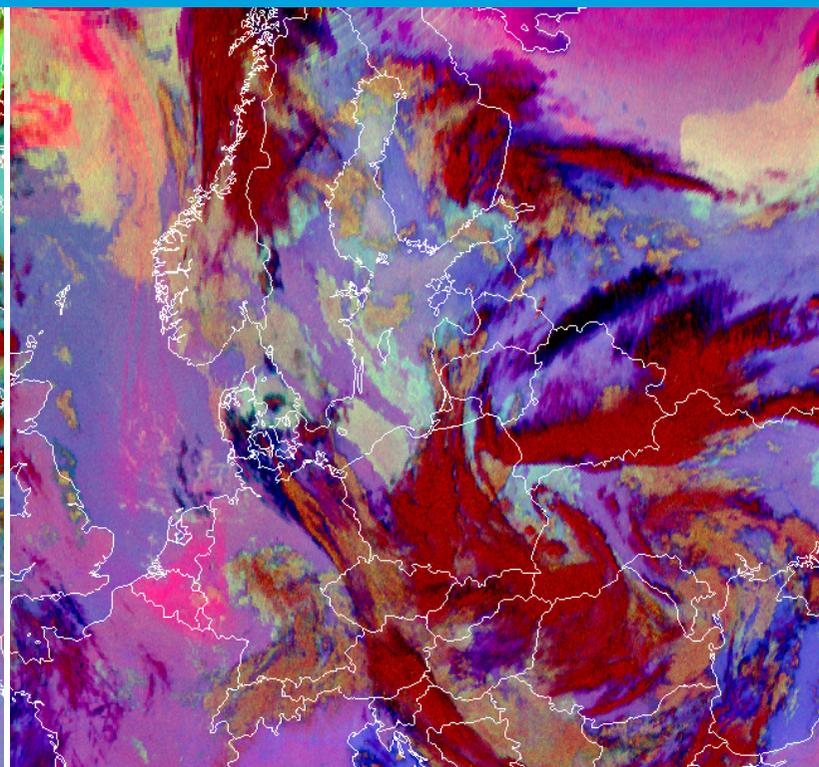
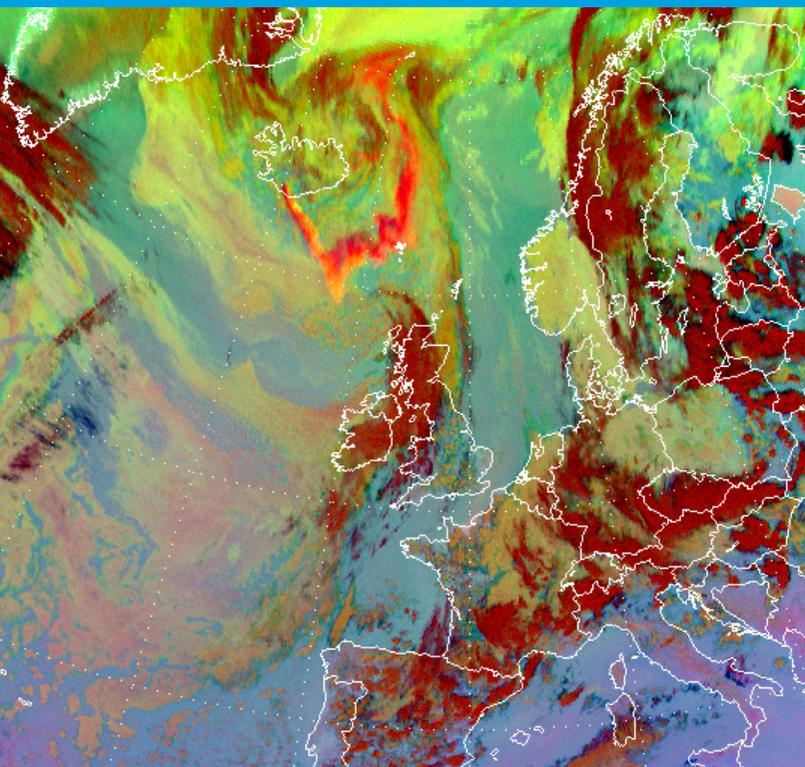
Мартовские аномальные показатели совокупной столбчатой плотности NO_2 , данные Metop-A и B GOME-2. Базисный период – 2007-2018 годы



Аномальный показатель плотности NO_2 в марте 2020 года, данные Sentinel 5p TROPOMI. Базисный период – 2019 год ввиду ограниченного времени действия инструмента.

В марте 2020 года, во время локдауна, выбросы NO_2 в Европе заметно сократились, несмотря на различия в уровнях ограничений в разных странах Европы. Сокращения объема выбросов были особенно заметны в наиболее загрязненных районах – в долине реки По, Рейнско-Рурском регионе, странах Бенилюкса, Лондоне и Париже. В среднем объем выбросов NO_2 сократился примерно на 30-50 процентов по сравнению с наблюдениями в предыдущие годы.

На изображении, переданном спутником Meteosat-9, видно, что выброс пепла, образовавшегося в результате извержения вулкана Эйяфьядлайёкюдль, возвращается на территорию Британских островов и стран Бенилюкса 13 мая 2010 года (слева) и достигает Бельгии, Нидерландов и Германии 18 мая 2010 года (справа). Выброс пепла спровоцировал серьезные нарушения в гражданском авиасообщении по всему миру.



Например, EUMETSAT уже предоставила множество записей климатических данных, касающихся 15 ВКП, применяя при этом процедуры восстановления данных, систематической реструктуризации исторических данных и переработки длительных рядов данных с использованием новейших алгоритмов. В дальнейшем EUMETSAT планирует увеличить объем предоставляемых записей климатических данных и повысить их качество, с тем чтобы использовать их для наблюдения за дополнительными ВКП, относящимися к атмосфере, океану и суше.

Прогнозы погоды и производство энергии

Взаимосвязь энергетики, погоды и климата постоянно растет. Поскольку уровень спроса на энергию по-прежнему зависит от температуры, погода сегодня является фактором, определяющим долю возобновляемых источников энергии в общей структуре энергопотребления. Таким образом, решения по текущим вопросам в области производства энергии зависят от прогнозов погоды, в то время как климатические данные в значительной степени

обуславливают принятие обоснованных решений по вопросам стратегических инвестиций в энергетику, в частности, в отношении выбора предпочитаемых источников энергии и производственных мощностей.

Наблюдения метеорологических спутников обладают двойной ценностью, поскольку они способствуют повышению качества прогнозов погоды, а также используются для формирования рядов климатических данных о параметрах солнечного излучения, что может быть полезным в процессе принятия решений по установке солнечных батарей.

Необходимо обеспечить наличие надлежащих ресурсов радиочастотного спектра

Эксплуатация метеорологических спутников и спутников наблюдения Земли зависит от наличия свободных от помех радиочастотных ресурсов (гарантированного соответствующими положениями Регламента радиосвязи). Это имеет важное значение для управления спутниками, эксплуатации разнообразных микроволновых

приборов активного и пассивного зондирования и своевременной передачи данных непосредственно со спутников или с помощью альтернативных средств передачи данных с использованием других служб радиосвязи.

Необходимо обеспечить наличие ресурсов радиочастотного спектра, распределенных соответствующим службам радиосвязи в Регламенте радиосвязи, и их защиту от помех в долгосрочной перспективе, чтобы успешно использовать радиочастоты для решения столь разноплановых задач. Это особенно важно при использовании микроволновых приборов пассивного зондирования, которые в силу своей чувствительности требуют особых оговорок в Регламенте радиосвязи.

Мониторинг погоды и климата – это глобальная задача, для решения которой следует осуществлять стратегические инвестиции в создание необходимой глобальной инфраструктуры в космосе и на Земле на благо всего человеческого общества. В связи с этим для защиты основополагающих радиочастотных ресурсов требуется содействие со стороны администраций радиосвязи всего мира. ■

Какое отношение радиосвязь в интересах космической науки имеет к жизни обыкновенного человека?

Кэтрин Шэм, специалист по управлению использованием спектра для нужд программ пилотируемых космических полетов и лунных программ НАСА, председатель Рабочей группы 7В МСЭ-R

■ Находящийся на орбите спутник, антенны которого пассивно направлены на Землю, принимает радиосигналы. Активный радар на зонде космического базирования фиксирует изменения температуры и влажности почв. С уверенностью можно сказать, что ни одна из этих тем не находилась до начала пандемии в центре повседневного внимания.

Но именно сегодня имеет смысл поговорить о том, в какой мере эти спутники радиосвязи олицетворяют тот вклад, который наука вносит и будет и впредь вносить в обеспечение нашего общего блага, и какую пользу они могут принести даже в такой сфере, как смягчение последствий пандемии.

Разумное распределение спектра радиочастот и соглашения, заключенные в рамках Всемирной конференции радиосвязи Сектора радиосвязи МСЭ (МСЭ-R), обеспечивают бесперебойную работу радиосвязи в интересах космической науки, несмотря на вспышку COVID-19.

Эти спектры радиочастот обеспечивают возможность получать непрерывный поток дополнительных данных об изменениях в системах Земли на основе применения технологий активного и пассивного дистанционного зондирования и проведения метеорологических наблюдений.



Имеет смысл поговорить о том, в какой мере эти спутники радиосвязи олицетворяют тот вклад, который наука вносит и будет и впредь вносить в обеспечение нашего общего блага.



Кэтрин Шэм



"Ночные снимки", сделанные спутником NASA-NOAA Suomi NPP, подобные этой фотографии залива Сан-Франциско, - это лишь один из многих видов материалов наблюдения Земли, собранных НАСА, ЕКА и JAXA в целях отслеживания изменений на местах и в мировом масштабе, вызванных борьбой мирового сообщества с пандемией COVID-19.

Адаптация к новым условиям работы

НАСА и его партнеры сумели оперативно скорректировать условия и темпы своей работы с учетом новой ситуации. На борту Международной космической станции ограничения на поездки и требования не покидать дом действовали для десятков астронавтов и космонавтов, которые жили и работали там, с момента прибытия на станцию экипажа первой экспедиции 31 октября 2000 года. При этом нельзя не упомянуть и о нас, сотрудниках наземных служб, которые продолжают вести работу в дистанционном режиме, по радиосвязи: управляют космическими кораблями, ведут мониторинг оборудования, координируют проведение экспериментов на борту станции, а также поддерживают связь с нашими коллегами, находящимися в космосе, и заботятся об их безопасности.

Данные, которые можно получить для мониторинга изменения климата и смягчения угроз

Эти спектры радиочастот обеспечивают возможность получать непрерывный поток дополнительных данных об изменениях в системах Земли на основе применения технологий активного и пассивного дистанционного зондирования и проведения метеорологических наблюдений. В условиях пандемии НАСА, Европейское космическое агентство (ЕКА) и Японское агентство аэрокосмических исследований (JAXA) использовали свой общий потенциал в области спутникового наблюдения Земли для создания общедоступной Панели наблюдения Земли для мониторинга COVID-19. Она показывает, как определенные данные, передаваемые спутниками, позволяют проследить происходящие с момента начала пандемии изменения в качестве воздуха и воды, тенденциях изменения климата, экономической активности и сельском хозяйстве.

За последнее время, в числе прочего, наблюдалось сокращение объемов сельскохозяйственного производства в результате сбоев в производственно-сбытовых цепочках и улучшение качества воздуха и воды из-за сокращения масштабов антропогенной деятельности (приостановка работы промышленности, запрет покидать свои дома).

Все эти данные могут помочь бизнесу и руководителям правительств во всем мире в восстановлении глобальной экономики.

Проект НАСА "Системные данные и информационная система наблюдения Земли" (EOSDIS) по-прежнему обеспечивает возможность получать дополнительные данные, позволяющие распознавать и смягчать угрозы для нашей безопасности. EOSDIS предоставляет пользователям по всему миру прямой доступ ко всем научным данным, собранным спутниками НАСА.

Эти данные могут сигнализировать о быстро меняющихся и потенциально крайне опасных погодных условиях, осадках, рисках наводнений и пожаров, а также, в числе прочего, помогать вести долгосрочный мониторинг роста и состояния сельскохозяйственных культур.

Использование побочных продуктов космических технологий для улучшения жизни людей

Как известно, в рамках космических технологий по-прежнему создаются так называемые побочные продукты – то, что разрабатывалось для использования астронавтами на орбите, теперь улучшает жизнь людей на Земле (например, пенный наполнитель с эффектом памяти, устойчивые к царапинам солнцезащитные очки, беспроводные пылесосы и т. д.). Последний такой побочный продукт появился как нельзя более вовремя – в самый разгар первой волны COVID-19 весной прошлого года. Всего за 37 дней инженеры из Лаборатории реактивного движения (ЛРД) НАСА разработали и продемонстрировали специальный аппарат искусственной вентиляции легких для больных коронавирусом.

После того как Управление по контролю за продуктами питания и лекарственными средствами (FDA) в ускоренном порядке выдало разрешение на использование этой разработки, группа ЛРД бесплатно передала все материалы по ней нескольким компаниям-производителям.

Научно-технический прогресс вселяет надежду на лучшее будущее человечества

Мы считаем, что и в долгосрочной перспективе оригинальность мышления и целенаправленные инвестиции в исследования и разработки будут оставаться двигателями научно-технического прогресса. В свою очередь, понимание того, что этот прогресс будет как способствовать улучшению повседневной жизни на Земле, так и открывать новые пути к исследованию человеком космоса, вселяет в нас надежду и веру в будущее человечества.

Вместе с тем, принимая во внимание пандемию, может показаться, что в ближайшей перспективе нет места надеждам и стимулам.

“

В долгосрочной перспективе оригинальность мышления и целенаправленные инвестиции в исследования и разработки будут оставаться двигателями научно-технического прогресса.

”

Кэтрин Шэм

Но не будем забывать, что продолжающиеся космические исследования и возможности спутников содействуют обеспечению и восстановлению ежедневных потребностей, удовлетворение которых считалось до сего дня чем-то само собой разумеющимся. Само по себе осознание этого должно в достаточной степени вдохновлять нас и вселять веру в то, что в конце этого туннеля, который оказался длиннее, чем мы рассчитывали, нас ждет яркий свет. ■

Система "Коперник": наблюдение Земли в интересах достижения Целей в области устойчивого развития

Доминик Хейс, специалист по управлению использованием спектра, Космическая программа Европейского союза, [Европейская комиссия](#)

■ С древнейших времен люди мечтали летать как птицы, глядя с большой высоты на простирающуюся внизу землю. Вряд ли доисторические цивилизации могли хотя бы вообразить управляемый полет или камеры, которые могут снимать мир вокруг нас. Даже 100 лет назад, когда полеты и фотографирование уже стали относительно распространенными явлениями, сама идея "сфотографировать" Землю из космоса казалась неслыханной.

Какой мы видим Землю сегодня со спутников

Если сегодня вы зададите среднестатистическому человеку вопрос о спутниках, ведущих наблюдение Земли, в большинстве случаев вам расскажут о спутниках-шпионах, фотографирующих секретные базы. Хотя специальные спутники по-прежнему ведут такие съемки и эти спутники действительно являются предшественниками современных спутников наблюдения Земли, сегодня ученые предпочитают изучать Землю, используя значительно более широкий спектр радиоволн, выходящий далеко за пределы восприятия любого живого существа.

Традиционные оптические изображения предоставляют ограниченный объем информации о мире, тогда как большинство полезных сведений – например, о влажности почвы, плотности углекислого газа, уровнях воды, концентрации твердых частиц в атмосфере и т. д. – можно получить только с использованием радиочастот.

На спутниках наблюдения Земли устанавливаются различные датчики, принцип действия которых во многих случаях основан на определенных природных явлениях, таких как поглощение водяного пара на частоте немного ниже 24 ГГц. Мониторинг этой частоты имеет особое значение, поскольку она показывает содержание влаги в атмосфере, что помогает моделировать и предсказывать появление и усиление штормов и тропических циклонов. Кроме того, водяной пар – это один из основных парниковых газов.



Если разразилось бедствие, страны, преодолевающие последствия стихийных бедствий, антропогенных чрезвычайных ситуаций или гуманитарных кризисов, могут обратиться за помощью к Службе управления операциями в чрезвычайных ситуациях "Коперник".



Доминик Хейс

Более подробно с системой "Коперник" вы можете ознакомиться [здесь](#).



Измерения производятся пассивно, путем наблюдения за мельчайшими взаимодействиями крохотных молекул воды, когда они исполняют свой танец дождя на частоте около 24 ГГц. В связи с этим крайне важно поддерживать эту частоту свободной от воздействия помех, иначе качество измерений будет ухудшаться или же произвести их будет невозможно. Для содействия устранению помех в Регламенте радиосвязи этот диапазон частот обозначен как пассивная полоса, в которой излучения запрещены, а внеполосные помехи должны быть сведены к минимуму.

Повестка дня Всемирной конференции радиосвязи 2023 года (ВКР-23) включает ряд пунктов, которые могут повлиять на измерения, производимые с помощью спутников наблюдения Земли, в связи с чем регуляторным органам необходимо будет взвесить все преимущества и последствия любых предлагаемых регламентарных изменений, главным образом в тех случаях, когда рассматривается возможность работы служб Международной подвижной электросвязи (ИМТ) по соседству с полосой, распределенной спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ), особенно если эта полоса является пассивной.

Система Европейского союза "Коперник"

Система Европейского союза "Коперник" представляет собой систему наблюдения Земли, которая работает на частоте 24 ГГц - но это лишь один из многих инструментов, установленных на ее спутниках. По состоянию на январь 2021 года в состав системы "Коперник" входят восемь находящихся на орбите спутников Sentinel, каждый из которых оснащен различным диапазоном датчиков для мониторинга различных характеристик Земли (с использованием активных и пассивных распределенных спутниковой службы исследования Земли на частотах от 5 ГГц до 37 ГГц, с планами использования в дальнейшем частот диапазона L). При этом некоторые спутники способны создавать оптические изображения с разрешением примерно 10-20 м и 300 м.

Восьмой спутник системы "Коперник" был запущен в ноябре 2020 года. Названный в честь бывшего директора Отделения наук о Земле Национального управления по авиации и исследованию космического пространства (НАСА), ученого-новатора, скончавшегося в августе 2020 года, "Sentinel 6 Майкл Фрейлих" осуществляет высокоточные измерения изменений уровня моря. Система "Коперник" - это не только спутники Sentinel

Европейского союза; это "система систем", получающая данные от множества других космических программ наблюдения Земли со всего мира, а также от объектов наземной инфраструктуры. В рамках механизма обмена данными эти системы получают прямой, полный, бесплатный и открытый доступ ко всем данным системы "Коперник" (объемом 16 ТБ в день), которые дополняют их собственные данные. В свою очередь, система "Коперник" пользуется возможностью доступа к данным, полученным с датчиков этих систем, что расширяет ее охват и повышает надежность обслуживания. Затем различные массивы данных объединяются в портфель из шести наборов услуг, которые предлагаются мировому сообществу бесплатно. Да, бесплатно, то есть безвозмездно, просто так, даром.

Шесть тематических областей услуг

Эти услуги охватывают шесть тематических областей: земная поверхность, морская среда, атмосфера, изменение климата, управление чрезвычайными ситуациями и безопасность. Они поддерживают широкий диапазон применений, включая охрану окружающей среды, управление городскими районами, региональное и местное планирование,

Услуги системы "Коперник"



Атмосфера



Морская среда



Земная
поверхность



Изменение
климата



Безопасность



Чрезвычайные
ситуации

сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыболовство, здравоохранение, транспорт, изменение климата, устойчивое развитие, гражданскую оборону и туризм.

Если разразилось бедствие, страны, преодолевающие последствия стихийных бедствий, антропогенных чрезвычайных ситуаций или гуманитарных кризисов, могут обратиться за помощью к Службе управления операциями в чрезвычайных ситуациях "Коперник". Это обращение активизирует предоставление огромного массива дополнительных данных, которые могут передаваться организациям, устраняющим последствия возникшей ситуации, чтобы помочь им получить наиболее полное представление о событиях по мере их развития. На сегодняшний день во всем мире (как в развивающихся, так и в развитых странах) услуги этой Службы были востребованы уже свыше 400 раз.

Данные – важнейший инструмент для достижения ЦУР

Помимо этого, третьи стороны включают данные, получаемые от системы "Коперник", во многие составляющие нашей жизни, которые мы видим и принимаем как должное, например в прогнозы погоды на телевидении и в интернете; кроме того, эти данные представляют собой важнейший

инструмент, способствующий достижению Целей в области устойчивого развития (ЦУР). Данные со спутников наблюдения Земли играют ключевую роль в достижении большинства из семнадцати ЦУР, помогая контролировать достижение целевых показателей, планировать и отслеживать ход работы, а также содействуя странам и организациям в принятии взвешенных решений в рамках работы по достижению ЦУР. Для поощрения и координации внедрения методов наблюдения Земли, которые поддерживают экологическую политику и улучшают повседневную жизнь на нашей планете, были созданы различные международные организации, такие как Группа по наблюдениям за Землей (GEO) и Комитет по спутникам наблюдения Земли (CEOS).

Преодоление кризиса, вызванного COVID-19

Чтобы помочь справиться с продолжающимся кризисом, вызванным COVID-19, система "Коперник" предоставляет данные, помогающие GEO и CEOS лучше понять ситуацию и принять необходимые меры, а Европейская комиссия и Европейское космическое агентство (ЕКА) совместно разработали "Оперативные меры по борьбе с COVID-19". Результатом совместных усилий ЕКА, Японского агентства аэрокосмических исследований (JAXA) и НАСА стало создание

Панели наблюдения Земли для мониторинга COVID-19.

Кроме того, Европейская комиссия, ее партнеры и участники экосистемы "Коперник" создали специальную веб-страницу Космической программы ЕС, на которой собраны воедино различные выдвинутые ими инициативы.

Координацию и управление деятельностью системы "Коперник" осуществляет Европейская комиссия в партнерстве с государствами – членами Европейского союза (ЕС), ЕКА, Европейской организацией по эксплуатации метеорологических спутников (EUMETSAT), Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды (ЕЦСПП), учреждениями ЕС и компанией Mercator Ocean. ■

Посмотрите видео об оперативных мерах борьбы с COVID 19



Посмотрите учебный видеоматериал о Панели наблюдения Земли для мониторинга COVID-19



Германская программа наблюдения Земли в поддержку устойчивого развития

Хельмут Штауденрауш, руководитель группы оперативных программ, **Йенс Данцеглоке**, руководитель проектов, секция применений наблюдения Земли, департамент наблюдения Земли, и **Ральф Эвальд**, руководитель проектов в области управления использованием частот, департамент спутниковой связи, Управление по исследованию космического пространства Германского аэрокосмического центра (ДЛР)

■ Сегодня мы знаем о нашей планете намного больше, чем поколение тому назад. Перемены в мире, устойчивое развитие нашей среды обитания, бережное использование ресурсов, обеспечение нашей мобильности и упрочение нашего положения в условиях международной конкуренции в сфере передовых технологий, преодоление кризисных ситуаций и минимизация рисков, связанных с угрозами технологического и криминального характера, - все это ставит перед нами масштабные задачи.

Наблюдение Земли с помощью спутников содействует решению этих проблем. В настоящее время это имеет стратегически важное значение для правительств, экономики и населения. Действительно, экологическая устойчивость представляет собой один из основополагающих принципов стратегии космической деятельности Германии, реализацию которой осуществляет Управление по исследованию космического пространства Германского аэрокосмического центра (ДЛР), и наблюдение Земли играет здесь важную роль.

Возможности современных спутниковых технологий

Современные спутниковые технологии позволяют распознавать объекты диаметром менее одного метра с высоты 800 километров. Кроме того, они дают возможность отслеживать такие параметры, как состав атмосферы и воды в водоемах, а также состояние сельскохозяйственных культур и лесов. С точностью до миллиметра можно определить даже перемещения грунта, такие как проседание участков земли или зданий и формирование вулканов.



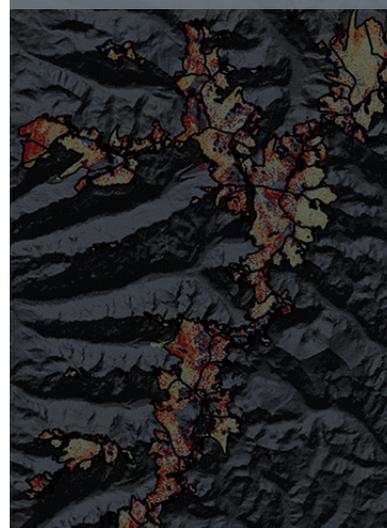
Хельмут Штауденрауш



Йенс Данцеглоке



Ralf Ewald



“

С точностью до миллиметра можно определить даже перемещения грунта, такие как проседание участков земли или зданий и формирование вулканов.

”

Хельмут Штауденрауш,
Йенс Данцеглоке и
Ральф Эвальд

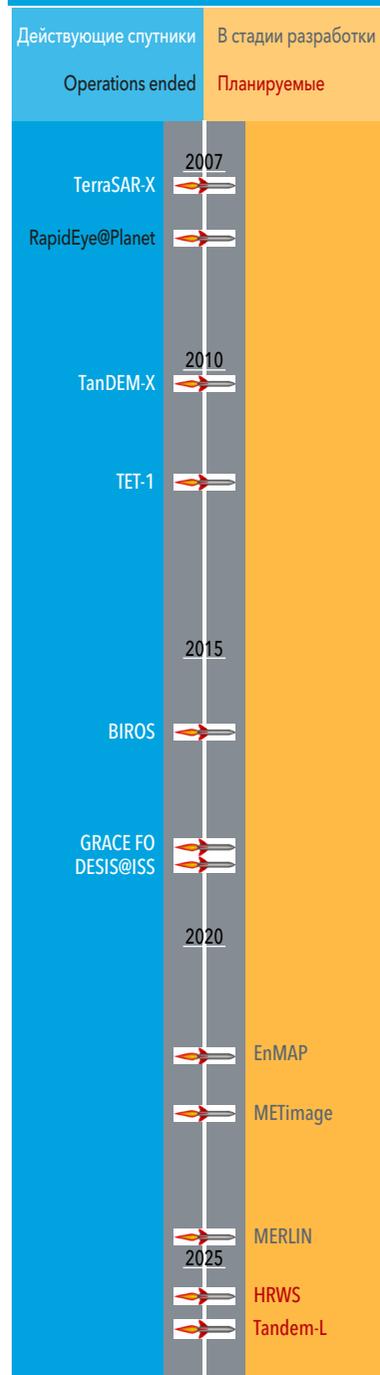
Программа Германии по наблюдению Земли охватывает весь спектр этих возможностей. Спутники TerraSAR-X и TanDEM-X являются мировыми лидерами в области космической радиолокационной технологии X-диапазона, и в ходе своего уникального группового полета могут создавать глобальный массив данных о поверхности Земли в формате 3D беспрецедентно высокого качества.

Диапазон X будет также играть исключительно важную роль в рамках новой миссии по получению изображений с высоким разрешением и широкой полосой обзора (HRWS), обеспечивая непрерывное формирование

радиолокационных изображений с высоким разрешением и еще более высокое разрешение с большей зоной охвата. Составной частью нашего портфеля продуктов также являются актуальные передовые новаторские технологии оптического дистанционного зондирования: программа полета спутника EnMAP предусматривает использование спектрометра для формирования изображений (UV-SWIR), способного определять количественные характеристики растительности, почвы и поверхностных вод из космоса с беспрецедентной точностью. Спутниковый проект MERLIN, осуществляемый совместно с французским космическим агентством CNES, предусматривает использование лидара, который будет измерять содержание метана в атмосфере и внесет вклад в глобальный мониторинг парниковых газов.

Наша национальная программа наблюдения Земли (см. рисунок 1) осуществляется совместно с нашими европейскими партнерами. Мы являемся партнерами в рамках Европейского космического агентства, где совместно занимаемся разработкой передовых спутников для исследования Земли и климата, а также связанных с этим технологий. Наш проект METImage является прямым вкладом в создание следующего поколения метеорологических спутников на полярной орбите Европейской организации по эксплуатации метеорологических спутников (EUMETSAT).

Рисунок 1. Запуски спутников в рамках германской программы наблюдения Земли



Обеспечение надежного долгосрочного наблюдения Земли

В рамках программы "Коперник" мы взаимодействуем с нашими партнерами из Европейского союза в целях обеспечения надежного долгосрочного наблюдения Земли. Для этого развернута группировка разнообразных спутников, что дает возможность систематического обследования каждого уголка Земли с частотой, достаточной для выявления изменений или угроз для лесов, сельскохозяйственных земель, воздуха и воды в Германии, Европе и остальных частях мира.

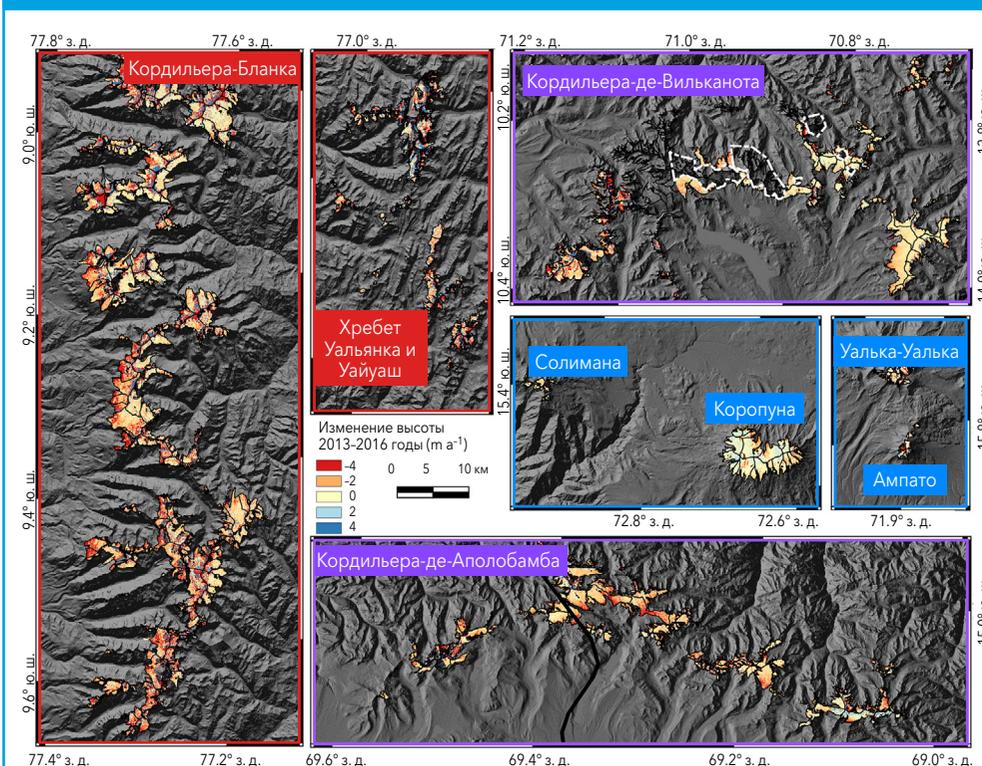
Германия также принимает участие в работе международных сетей и инициатив, в рамках которых обеспечивается доступность для всех стран мира согласованных массивов данных в целях оказания помощи при крупных стихийных бедствиях (Международная хартия по космосу и крупным катастрофам), содействия процессу глобального подведения итогов, предусмотренного в рамках Парижского соглашения, а также содействия защите влажных тропических лесов (Глобальная инициатива по наблюдению за лесами, GFOI) и укрепления глобальной продовольственной безопасности (Глобальный мониторинг в сельском хозяйстве GEO, GEOGLAM).

Наблюдение Земли и ЦУР

Наша программа наблюдения Земли обеспечивает поддержку разработки инновационных приложений. Одним из важных направлений является осуществление Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года Организации Объединенных Наций (ООН): в процессе достижения 17 Целей в области устойчивого развития (ЦУР) возникает необходимость в мониторинге, требующем гигантских объемов пространственной информации, значительную часть которой можно получить со спутниковых

изображений. Например, в ходе проектов, финансируемых в рамках нашей национальной программы, на основе данных наблюдения Земли были измерены изменения протяженности и объема горных ледников в масштабах континента (см. рисунок 2), проанализированы условия и интенсивность использования тропических водно-болотных угодий и смоделирован риск возникновения лесных пожаров в северных широтах.

Рисунок 2. Согласно показателям изменения высоты, полученным на основе данных TerraSAR-X и TanDEM-X, в период с 2013 по 2016 год . наблюдалось резкое уменьшение площади ледников в тропических Андах (Перу, Боливия). Эти результаты проекта GEKKO не только представляют собой весомый вклад в обеспечение более качественного представления о региональных и глобальных изменениях климата, но и предоставляют основу для будущего управления водными ресурсами в затронутых регионах и общинах, получающих воду из горных районов (Seehaus et al. 2019).



“

Чтобы лучше понимать такие риски и управлять ими, правительствам и организациям системы ООН требуется объективная информация, полученная из космоса.

”

Хельмут Штауденрауш,
Йенс Данцеглоке и
Ральф Эвальд

Проект "Сосуществование" в странах Африки к югу от Сахары

Реализуемый в настоящее время проект "Сосуществование" решает вопросы, связанные с экологическими факторами системы отгонного животноводства в странах Африки к югу от Сахары. Изменяющиеся маршруты миграции скотоводов-кочевников в сочетании с ростом численности населения и экологическими факторами, такими как нехватка воды, могут привести к возникновению конфликтов между фермерами и кочевниками. Это может повлечь за собой насильственное перемещение населения и возникновение значительных миграционных потоков (см. рисунок 3).

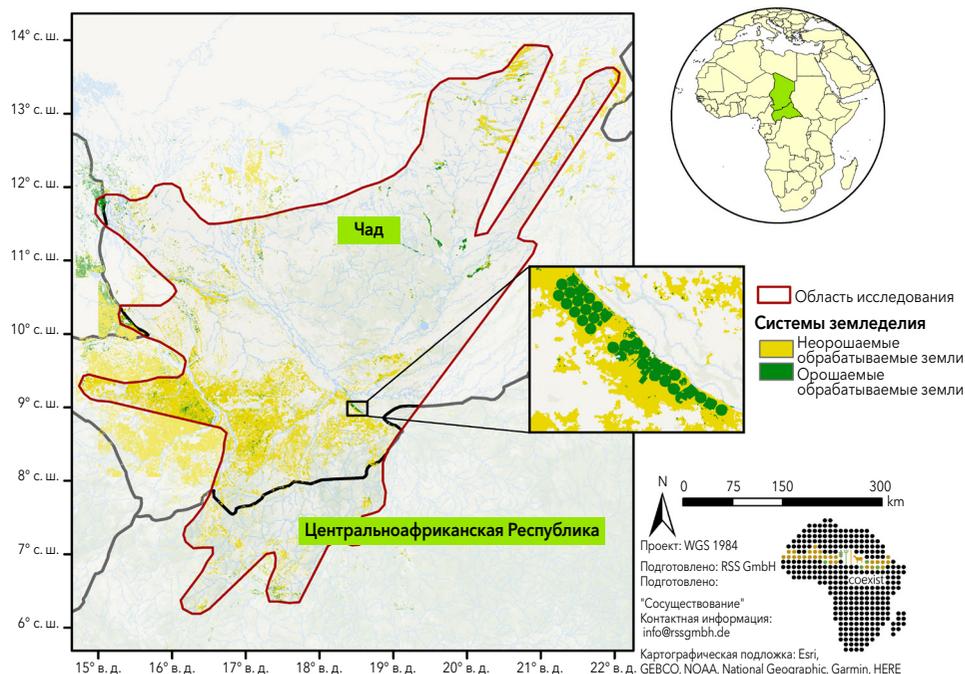
Чтобы лучше понимать такие риски и управлять ими, правительствам и организациям системы ООН требуется объективная информация, полученная из космоса.

Значимость геопроостранственных данных и информации

Приведенные выше примеры наглядно показывают, что геопроостранственные данные и информация имеют большое значение для понимания процессов и рисков на Земле. Данные со спутников стали незаменимым источником такой информации. Германская программа наблюдения Земли была разработана, чтобы внести существенный вклад и принести пользу обществу не только в Германии, но и во всем мире. ■

Рисунок 3. Составленная на основе спутниковых данных карта неорошаемого и орошаемого земледелия в южной части Чада и района на севере Центральноафриканской Республики.

Область исследования определяется приблизительно известными зонами миграции кочевников в этом регионе (© Remote Sensing Solutions 2020).



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

Присоединяйтесь
к онлайн-сообществам
МСЭ в предпочитаемой вами
социальной сети