

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R RS.1859-1
(12/2018)

Использование систем дистанционного зондирования для сбора данных, подлежащих применению в случае стихийных бедствий и в аналогичных чрезвычайных ситуациях

Серия RS
Системы дистанционного зондирования



Предисловие

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

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

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

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

Серии Рекомендаций МСЭ-R

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

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2019 г.

© ITU 2019

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

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R RS.1859-1

Использование систем дистанционного зондирования для сбора данных, подлежащих применению в случае стихийных бедствий и в аналогичных чрезвычайных ситуациях

(2010-2018)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации приведены руководящие указания по предоставлению данных спутникового дистанционного зондирования на разных этапах управления операциями в случае бедствий:

- 1 до наступления бедствия (смягчение последствий, или меры, принимаемые в целях снижения ущерба, сокращения объема разрушений и уменьшения числа жертв; подготовка, или меры по обеспечению оперативного реагирования на бедствия; профилактика, или предотвращение неблагоприятного воздействия опасных факторов и связанных с ними бедствий);
- 2 во время бедствия (обнаружение бедствия и оперативное реагирование со стороны экстренных служб для оказания помощи); и
- 3 после бедствия (начиная с восстановительных работ, направленных на устранение непосредственных последствий, и заканчивая долгосрочной реабилитацией и восстановлением до состояния, близкого существовавшему до наступления бедствия).

Настоящая Рекомендация не содержит информации о распространении этих данных.

Ключевые слова

ССИЗ (активная), ССИЗ (пассивная), спутниковая служба исследования Земли, дистанционное зондирование, бедствие, управление операциями в случае бедствий

Соответствующие Рекомендации и Отчеты МСЭ-R

Рекомендация МСЭ-R RS.1883 "Использование систем дистанционного зондирования в исследовании изменения климата и его последствий".

Отчет МСЭ-R RS.2178 "Важная роль и общемировое значение использования радиочастотного спектра для наблюдения Земли и связанных с ним приближений".

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что в сфере радиосвязи управление операциями в случае бедствий включает в себя следующие аспекты равной важности:
 - 1 ранее оповещение и предупреждение, посредством:
 - прогнозирования бедствий, включая сбор и обработку данных относительно вероятности возникновения, местоположения и продолжительности будущего бедствия;
 - обнаружения бедствия, включая подробный анализ реальной вероятности и тяжести бедствия;
 - 2 смягчение последствий бедствия, включая быстрое обнародование информации о надвигающемся бедствии и соответствующее оповещение организаций по оказанию помощи при бедствиях;
 - 3 радиосвязь для работ по оказанию помощи при бедствиях, включая обеспечение в месте происшествия систем наземной и спутниковой связи для помощи в спасении и сохранности жизни и собственности в затронутых областях;
- b) что особенностью стихийных бедствий является невозможность их прогнозирования, и это обуславливает потребность оперативного глобального наблюдения за Землей, которое может быть обеспечено только инструментами дистанционного зондирования, находящимися на борту спутника;

c) что такие дистанционные датчики спутникового базирования сегодня существуют и эксплуатируются в полосах частот, распределенных спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ);

d) что существуют организации, которые имеют своей целью упрощение обработки и доставки данных о бедствиях от поставщика или оператора спутниковой связи своим пользователям – организациям по оказанию помощи при бедствиях,

признавая,

a) что Резолюция МСЭ-R 55 об исследованиях МСЭ-R в области прогнозирования, обнаружения, смягчения последствий бедствий и оказания помощи при бедствиях и Резолюция **646 (Пересм. ВКР-15)** "Обеспечение общественной безопасности и оказание помощи при бедствиях" признают важность аспектов радиосвязи/ИКТ, пригодных для предупреждения, прогнозирования, обнаружения бедствий, оповещения о бедствиях, смягчения последствий бедствий и проведения операций по оказанию помощи, а также признают важную роль 7-й Исследовательской комиссии по радиосвязи и дистанционного зондирования в управлении операциями в случае бедствий;

b) что раздел *решает* Резолюции **673 (Пересм. ВКР-12)** гласит: "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",

отмечая,

что Отчет МСЭ-D по Вопросу 22/2 "Использование ИКТ для управления операциями в случае бедствий, ресурсами, а также активными и пассивными системами зондирования космического базирования применительно к оказанию помощи при бедствиях и в чрезвычайных ситуациях" является руководящим документом, предназначенным для упрощения внедрения стандарта Протокола общего оповещения (САР) для оповещения населения и предупреждения об опасности во время стихийных бедствий и в чрезвычайных ситуациях,

рекомендует

1 администрациям ознакомиться с применениями дистанционных датчиков спутникового базирования, связанными с управлением операциями в случаях стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций, как описано в Приложении 1;

2 администрациям и операторам не прекращать предоставление данных об окружающей среде, связанных с бедствиями, как описано в Приложении 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Настоящая Рекомендация должна быть дополнена новой Рекомендацией по применению собранных данных.

Приложение 1

Использование систем дистанционного зондирования для сбора данных, подлежащих применению в случае стихийных бедствий и в аналогичных чрезвычайных ситуациях

1 Введение

Вспомогательная служба метеорологии, метеорологическая спутниковая служба и спутниковая служба исследования Земли играют важную роль в таких видах деятельности, как:

- определение областей, находящихся в зоне риска;
- прогнозирование погоды и предсказание изменений климата;
- обнаружение и отслеживание землетрясений, цунами, ураганов, лесных пожаров, разливов нефти и т. д.;
- предоставление информации предупреждения/оповещения о таких бедствиях;
- оценка разрушений, вызванных такими бедствиями;
- предоставление информации для планирования операций по оказанию помощи; и
- контроль восстановительных работ после бедствий.

Эти службы предоставляют полезные, если не важнейшие, данные для обеспечения точности прогнозов погоды, мониторинга и предсказания изменения климата, а также информацию о природных ресурсах. Частоты, используемые этими службами, и соответствующие применения приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

**Полосы частот, используемые для дистанционного зондирования
в целях прогнозирования и обнаружения бедствий**

Полоса, ГГц	Бедствие/распределение	Прибрежные стихийные бедствия и цунами	Засуха	Землетрясения	Экстремальные погодные условия	Наводнения	Оползни	Загрязнение (океана)	Ледовый покров на морях и озерах	Вулканы	Лесные пожары
0,43	A	X	X	X		X	X			X	X
1,25	A	X	X	X		X	X	X	X	X	
1,42	P		X			X	X				X
1,67	P										
2,65	p		X			X	X				X
3,20	a										
4,30	p										
4,90	p		X								
5,30	A	X	X	X		X	X	X	X	X	X
6,70	p		X								
7,15	p		X						X		
8,60	A		X	X	X	X	X		X		X
9,60	A		X	X	X	X	X		X		X
10,65	P	X	X		X	X	X		X		
13,50	A		X		X	X	X		X		X
15,30	p										
15,40	P	X			X	X	X				
17,25	A		X		X						X
18,70	P	X	X		X	X	X				
21,30	P	X	X		X	X	X		X		
22,30	P	X	X		X	X	X				
23,80	P	X	X		X	X	X				

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Полоса, ГГц	Бедствие/распределение	Прибрежные стихийные бедствия и цунами	Засуха	Землетрясения	Экстремальные погодные условия	Наводнения	Оползни	Загрязнение (океана)	Ледовый покров на морях и озерах	Вулканы	Лесные пожары
24,10	A		X		X	X	X				
31,50	P	X	X		X	X	X		X		
35,55	A		X		X	X	X				
36,50	P	X	X		X	X	X		X		
50,30	P	X	X		X	X	X				
55,00	P	X	X		X	X	X				
64,50	P										
78,50	A				X						
89,00	P					X	X		X		
94,00	A				X						
101,0	P		X		X						
110,0	P										
118,0	P	X	X		X	X	X				
150,5	P	X	X		X	X	X				
157,0	P										
166,0	P	X	X		X	X	X				
175,5	P	X	X		X	X	X				
183,0	P	X	X		X	X	X				
201,0	P	X	X		X	X	X				

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – А и Р означают активные и пассивные распределения для дистанционного зондирования в этих полосах частот. Верхний регистр букв обозначает первичное распределение, нижний – вторичное.

Измерения или наблюдения на земной поверхности, в данном месте (*непосредственно*), в данное время, обычно более точные и более верные, чем аналогичные наблюдения, сделанные из космоса. Эти виды наблюдений называются "земная истина" и используются для калибровки инструментов космического базирования. Однако, когда инструментов для измерений *непосредственно на месте* или поддерживающей инфраструктуры, необходимой для использования таких инструментов, нет, или они выведены из строя бедствием, или наземные измерения недостаточно точны, наблюдения космического базирования могут предоставить информацию, полезную для реагирования на последствия бедствий. Наблюдения космического базирования особенно полезны, когда области пустынные, плотности населения малы, и техническая инфраструктура уязвима или слаборазвита.

Далее приводятся описания того, насколько данные, полученные со спутников, могут быть полезны для реагирования на последствия стихийных бедствий и техногенных катастроф. Описываются как текущие, так и перспективные приложения. Этот список не является исчерпывающим.

2 Прибрежные стихийные бедствия/цунами

Датчики космического базирования могут помочь определить области, попадающие в зону риска, за счет использования цифровых моделей рельефа (DEM), созданных радаром с синтезированной апертурой (SAR), для определения низкоуровневых областей, подверженных затоплению, или за счет использования полученной от SAR карты измерения глубин для определения структуры океанского дна, которая может усугубить надвигающееся цунами или штормовой нагон.

Сложные погодные условия, такие как тропические циклоны и тайфуны, которые создают штормовые нагоны, можно отследить при помощи метеорологических спутников. Такое слежение может использоваться для предупреждения уязвимых областей о возможной опасности (обычно за несколько дней).

Степень повреждений можно определить с использованием видимых/инфракрасных изображений среднего и высокого разрешения, полученных от инструментов, находящихся на борту спутника. Изображения с SAR с меньшим разрешением, на которые не влияет дождь, слой облаков и наступление сумерек, также можно использовать для демонстрации затронутых областей. Способность радаров SAR проникать сквозь облака и обеспечивать работу в любых погодных условиях особенно полезна в таких облачных районах, как центральная Африка, Амазония и островные регионы, например Индонезия.

Например, сразу после землетрясения с силой толчков 9,0 балла вблизи побережья Суматры огромная волна цунами и сотрясения обрушились на Индонезию и южный Таиланд 26 декабря 2004 года, которые унесли жизни более 104 000 человек в Индонезии и более 5000 в Таиланде. Оптические изображения провинции Ачех в Индонезии среднего и высокого разрешения, сделанные низкоорбитальными спутниками до и после цунами 26 декабря 2004 года, показаны на рисунке 1. Изображения такого типа предоставили властям исчерпывающую информацию для оценки ущерба.

РИСУНОК 1

Ущерб, нанесенный цунами в провинции Ачех в Индонезии



Регион, показанный на изображениях Landsat7 (справа)

Вверху: 2 изображения со спутника Landsat 7. Провинция Ачех север Суматры

3 января 2005 года: Давид Скойл (David Skole) и информационный центр влажных тропических лесов Мичиганского государственного университета (MSU), использовали данные, полученные со спутника Landsat 7, для содействия правительству Индонезии в проведении работ по оказанию помощи в провинции Ачех, Суматра. Используя данные спутника Landsat 7, полученные через три дня после бедствия, команда MSU создала региональные карты последствий бедствия, которые были использованы правительством Индонезии для руководства действиями по оказанию помощи. Эта работа стала возможной благодаря широкому региональному покрытию и высокому пространственному разрешению датчика ETM+.

Оценка ущерба, нанесенного цунами в провинции Ачех:

Изображения, полученные со спутников Landsat и QuickBird



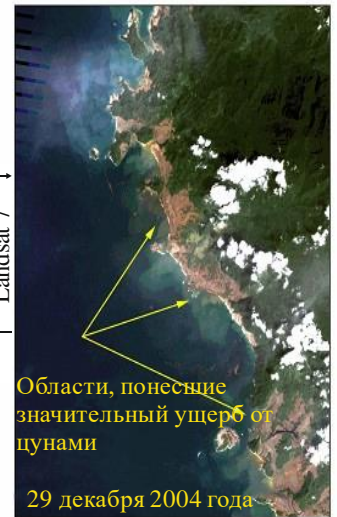
Регион, показанный на изображениях DigitalGlobe, Quickbird, ниже

Landsat 7 -
ширина развертки:
183 км
пространственное разрешение:
30 м,
Разрешение в полосе:
15 м

QuickBird -
ширина развертки:
16,5 км,
пространственное разрешение:
2,44 м
разрешение в полосе:
61 м



13 декабря 2004 года

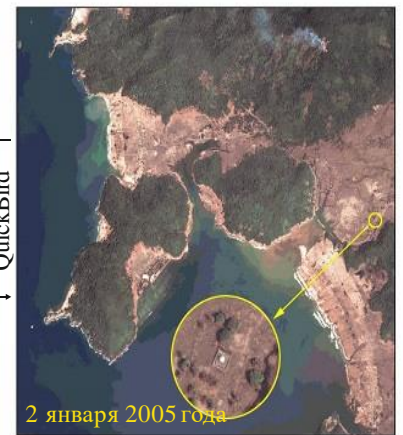


Области, понесшие значительный ущерб от цунами

29 декабря 2004 года



14 апреля 2004 года



2 января 2005 года

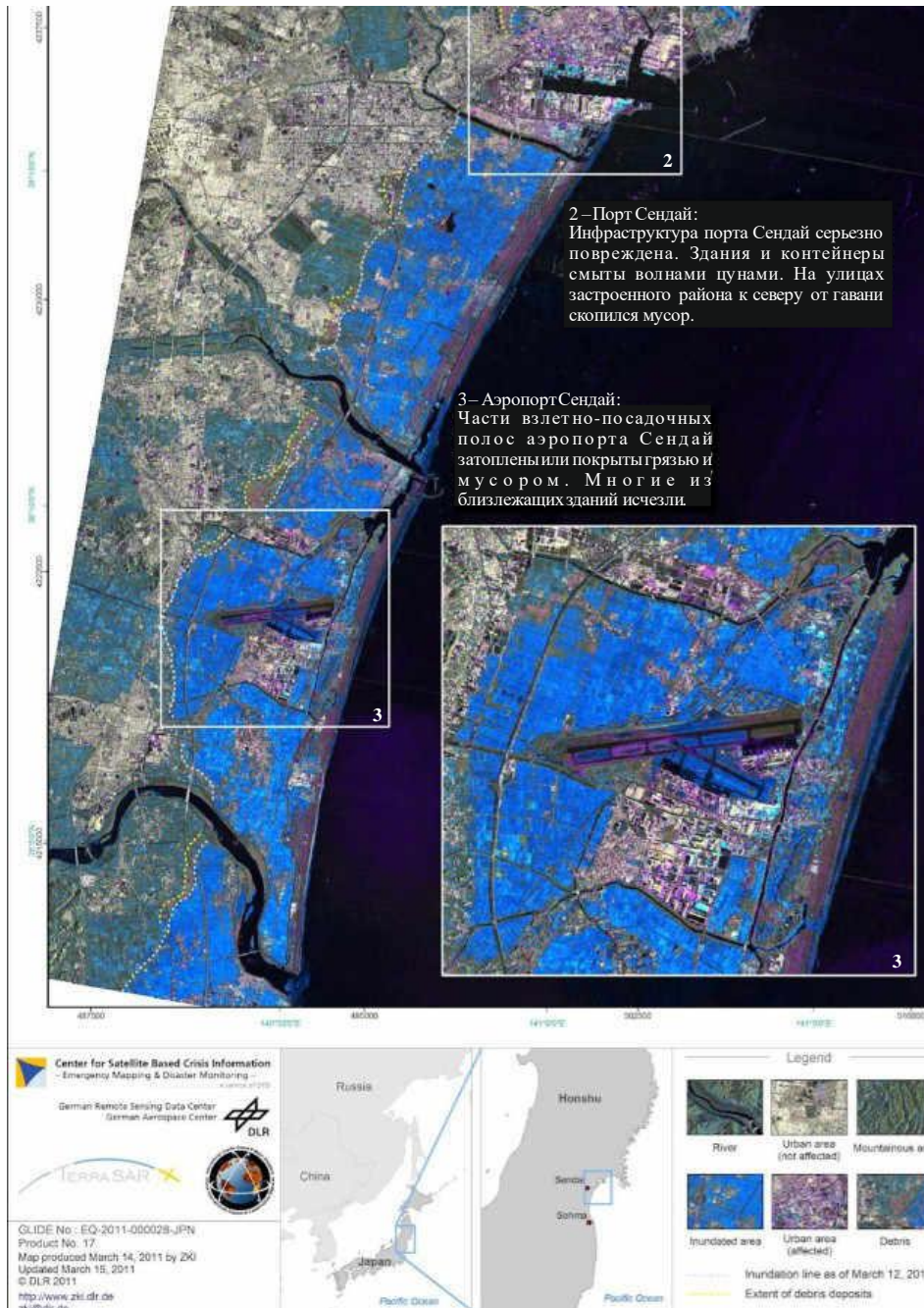
RS.1859-01

Эти два комплекта изображений, представленные на рисунке 1, показывают ценность наличия двух разных инструментов. Изображение со спутника Landsat охватывает большую область, тогда как изображение со спутника QuickBird содержит больше деталей для оценки ущерба, но ограничено гораздо меньшей областью.

Изображения, полученные с помощью SAR, дают очень точную картину затопления территорий, так как отражения от поверхности воды в направлении радиолокаторов бокового обзора, к которым относятся SAR, практически отсутствуют. Пример приведен на рисунке 2, где показано наводнение после цунами 11 марта 2011 года, которое обрушилось на Японию после подводного землетрясения.

РИСУНОК 2

Затопленные территории в окрестностях Сендая (Япония) после цунами 11 марта 2011 года

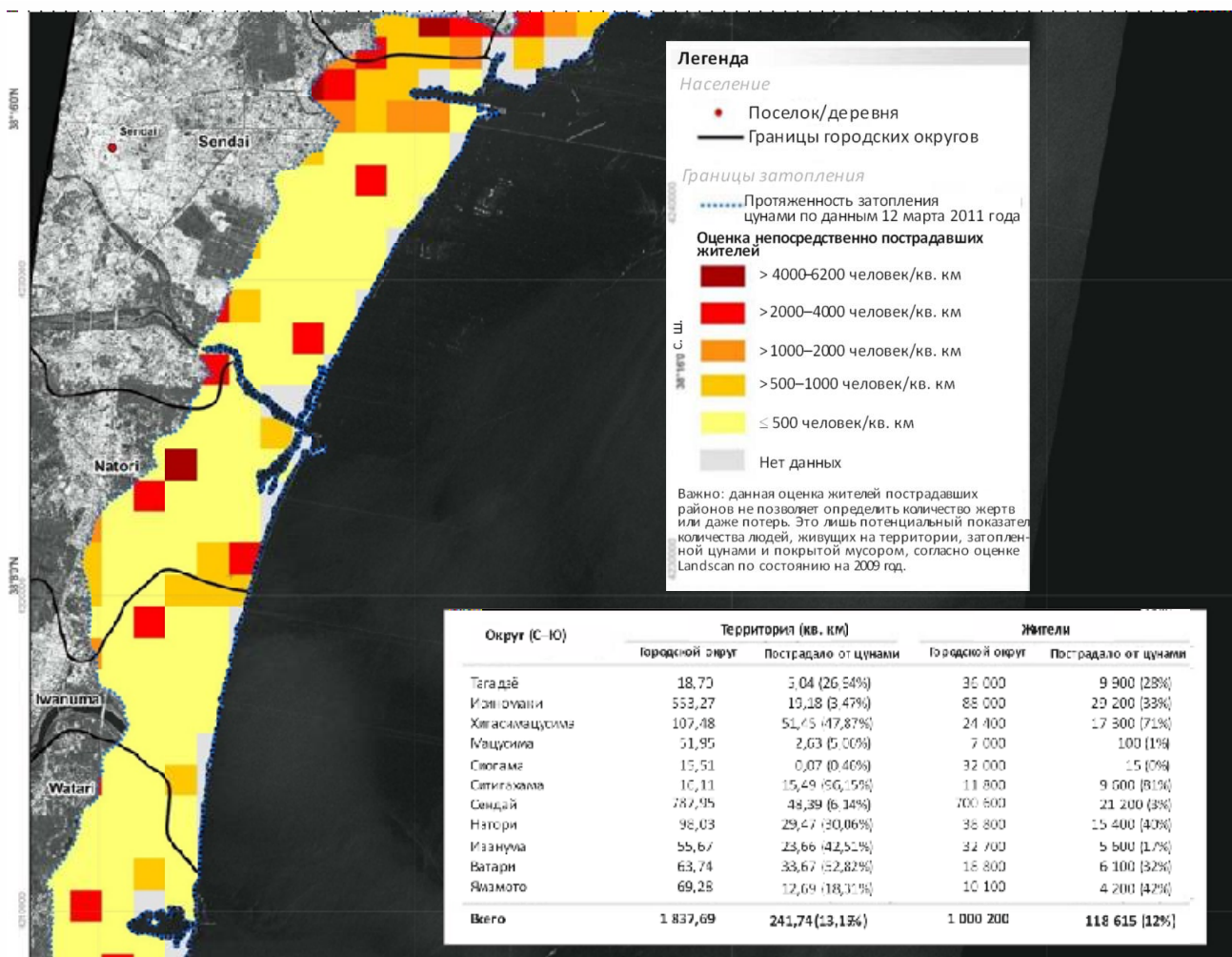


RS.1859-02

Районы затопления четко обозначены синим цветом. Комбинируя такую информацию с демографическими данными, можно определить, какие населенные районы затронуты в наибольшей степени (см. рисунок 3).

РИСУНОК 3

Определение уровня риска для населения путем анализа данных о наводнении и демографических данных



RS.1859-03

Результатами такого анализа можно руководствоваться в спасательных операциях для повышения их эффективности.

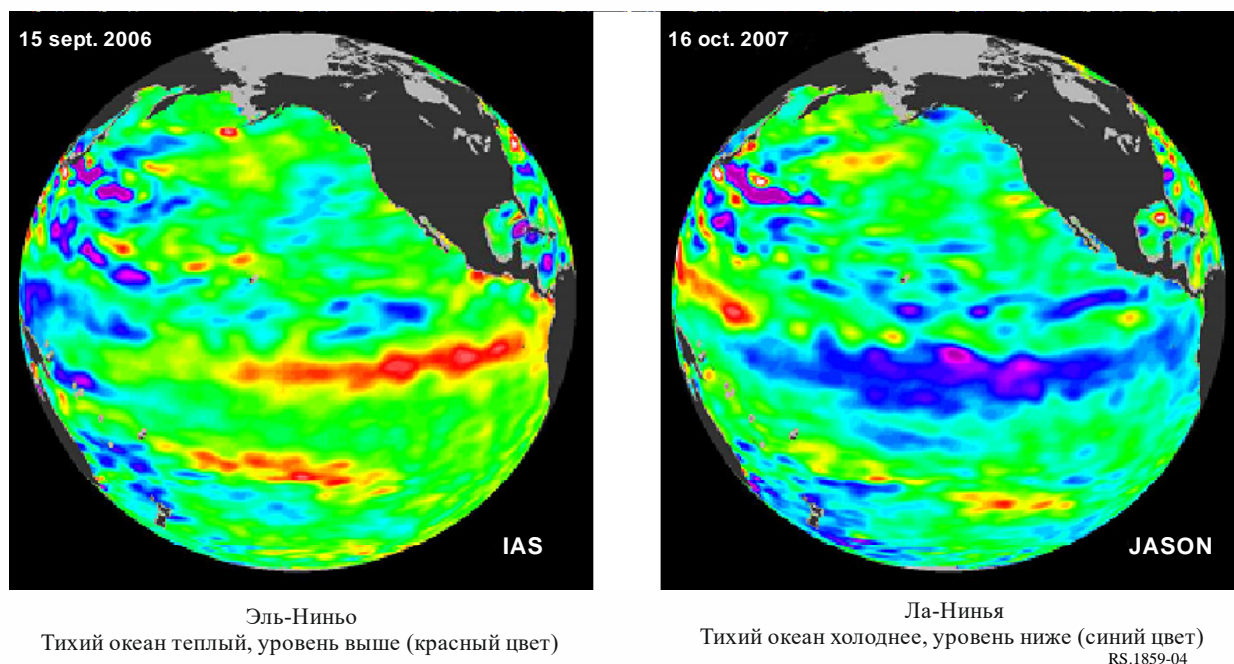
3 Засуха

Начало и динамику засухи можно наблюдать из космоса, отмечая влажность почвы, уровень дождей и степень повреждения растительности в затронутых областях. Долгосрочное прогнозирование региональных условий засухи может быть сделан путем отслеживания температур Тихого океана и отметки уровня моря, которые указывают на появление явления Эль-Ниньо, или противоположного ему явления Ла-Нинья.

Когда происходит явление Эль-Ниньо, экваториальный восточный Тихий океан становится теплее, и уровень океана повышается из-за теплового расширения. При таких условиях в Австралии и Индонезии часто возникают засухи, а пассаты становятся слабее. И, наоборот, когда происходит явление Ла-Нинья, экваториальный восточный Тихий океан становится холоднее, и его уровень понижается из-за температурного сжатия. Западные побережья Америки испытывают засушливые условия, а пассаты усиливаются. К показателям, используемым для прогнозирования Эль-Ниньо и Ла-Нинья, относятся зональные ветра, температуры (в том числе температурные аномалии) поверхности моря, аномалии уровня моря, а также длинноволновое излучение. Мониторинг всех этих показателей ведется со спутников. Отслеживание состояния Тихого океана со спутников позволит заблаговременно предупредить о надвигающемся явлении Эль-Ниньо/Ла-Нинья (см. рисунок 4).

РИСУНОК 4

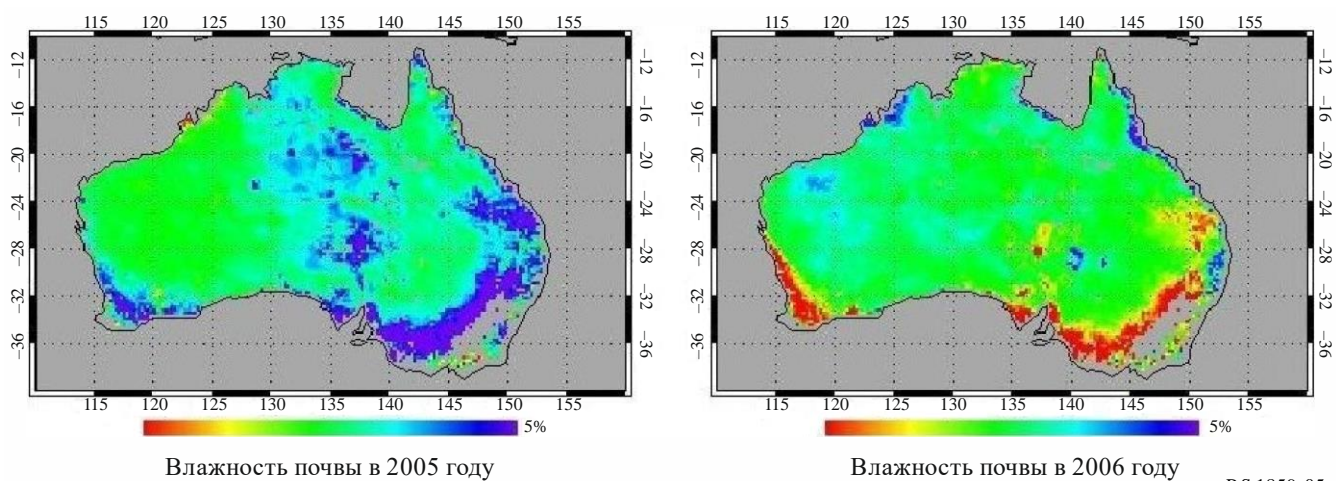
Явления Эль-Ниньо и Ла-Нинья в Тихом океане



На рисунке 5 показано ежегодное изменение распределения влажности почвы в Австралии в течение октября 2005 года и октября 2006 года. Эти данные были получены по каналам радиометра AMSR-E, установленного на спутнике Aqua. Красным показаны малые значения влажности почвы, синим показаны более высокие значения влажности почвы. Указанные проценты (единица измерения влажности почвы) означают разницу по сравнению со средним значением влажности за два года (2005–2006 годы). В 2006 году засуха случилась на юго-востоке Австралии (область Гранари). Это состояние соответствует наблюдениям за Эль-Ниньо, показанным на рисунке 4.

РИСУНОК 5

Измерения радиометра AMSR-E засухи в Австралии в октябре 2005 года и октябре 2006 года



Источник: AMSR-E on AQUA

По сообщению Детского фонда Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ), к концу мая 2008 года в восточной части Эфиопии миллионы людей голодали из-за неурожая и резкого роста цен на продовольствие. Два последовательных сезона с недостаточными дождями принесли засуху в

восточную часть Эфиопии, их влияние на растительность показано на рисунке 6. Полученное из данных, собранных спутником наблюдения за растительностью SPOT с 11 по 20 мая 2008 года, изображение растительной аномалии позволяет сравнить относительно здоровое состояние растений со средними условиями. Области, в которых растения меньше, менее развиты или растут медленнее, чем в среднем, показаны коричневым цветом, а области, в которых состояние растений выше среднего, изображены зеленым.

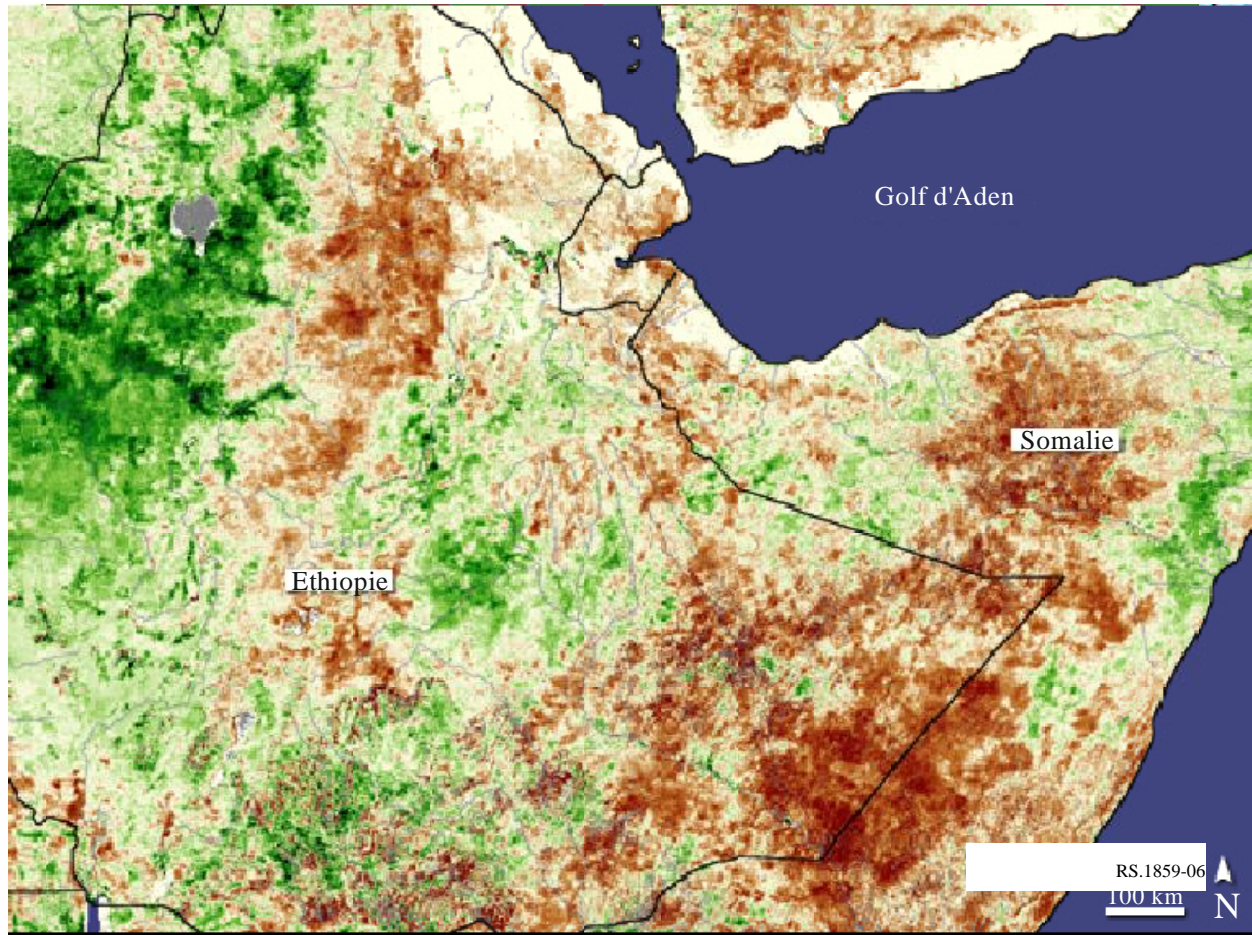
Дистанционные датчики спутникового базирования зарекомендовали себя полезными для общей оценки условий засухи, а также в отдельных случаях позволили обнаружить близкорасположенные районы с урожайностью выше средней, которые не были выявлены ранее. Такая информация обеспечивает возможность быстрого и недорогого оказания помощи при бедствиях, так как позволяет минимизировать временные и финансовые затраты на перевозки (например, путем использования находящегося неподалеку грузового автотранспорта вместо самолетов с удаленных аэродромов). Примером климатических контрастов может служить ситуация в Эфиопии. В то время как восточная половина страны изнывает от засухи, посевные площади в ее западной части получают обильные дожди и процветают. По сообщению Сети систем раннего предупреждения о голоде¹, засуха ограничивает и производство продуктов питания, и сокращает возможность получения денег от продажи продуктов, например кофе. По оценкам ЮНИСЕФ, в июне, июле и августе продовольственная помощь потребуется 3,4 миллиона человек, так как неурожаи продолжаются.

¹ <http://www.fews.net/>

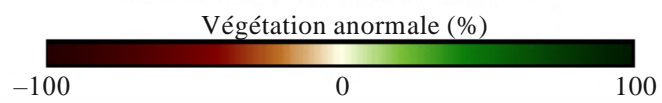
РИСУНОК 6

Состояние растительности во время засухи в Эфиопии 2008 года

Коричневым цветом показана пораженная растительность; зеленый обозначает здоровую растительность



11-20 mai 2008



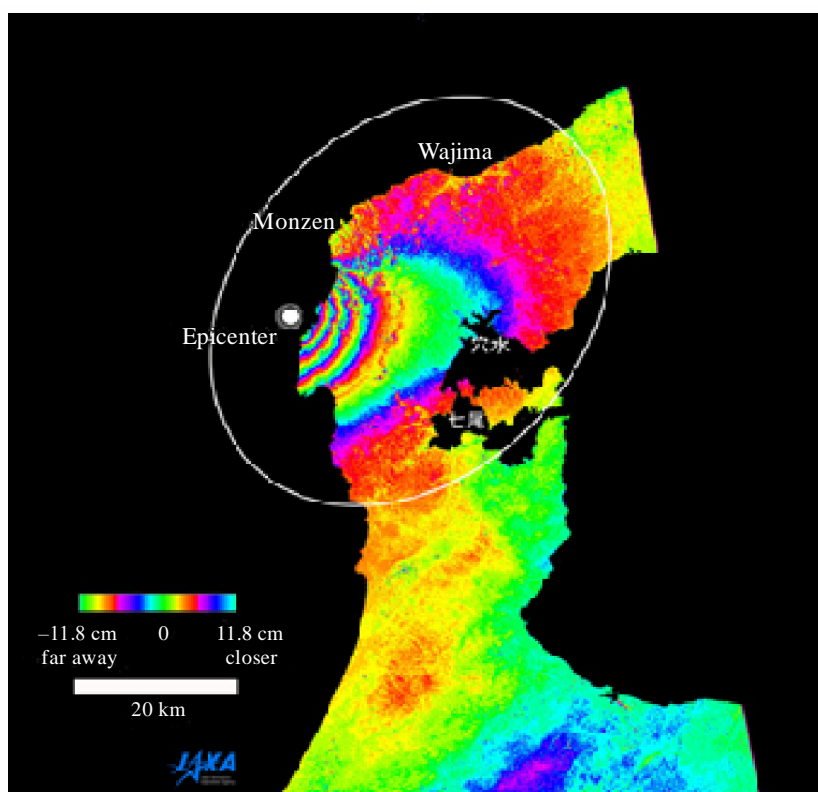
RS.1859-06

4 Землетрясение

Чем быстрее будет сделана оценка ущерба, нанесенного крупным землетрясением, тем быстрее смогут быть мобилизованы необходимые спасательные средства. Системы помощи в принятии решений по оценке ущерба, применяемые администрациями и неправительственными организациями, опираются в своей работе на данные о плотности населения, типах конструкций зданий, характере местности (топография и тип почвы), а также местоположении и силе землетрясения. Сейсмографы, радары SAR для интерферометрических измерений (InSAR) и измерения непосредственно на местах с использованием Глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) предоставляют средства для определения местоположения и силы толчков, которые используются при оценке ущерба. Данные наблюдений с помощью InSAR позволяют определить местоположение эпицентров землетрясений гораздо точнее, чем удаленные сейсмографы, что дает возможность получить более точную оценку ущерба, а исходя из нее планировать оказание помощи. Группировки из недавно запущенных спутников, оборудованных SAR (COSMO-SkyMed (ASI), TDX и TSX (DLR), серия Sentinel-1 (ESA) и перспективная группировка RADARSAT (CSA)), значительно облегчили и ускорили выполнение таких оценок по сравнению с предыдущим периодом.

РИСУНОК 7

Измерения PALSAR земной поверхности до и после землетрясения на мысе Ното в Японии 25 марта 2007 года



RS.1859-07

Обычно движения земной поверхности, связанные с землетрясениями, слишком малы, чтобы проявиться на спутниковых видимых или инфракрасных изображениях. Однако видимые изображения могут быть очень полезны для прямой оценки ущерба, нанесенного землетрясением, и для руководства спасательными мероприятиями.

5 Экстремальные погодные условия

В настоящее время действующие метеорологические (погодные) спутники GOES, Meteosat, MetOp, POES охватывают своими наблюдениями почти всю планету. Они обращаются на геостационарной

орбите или на низких полярных орбитах. Геостационарные спутники движутся по орбите почти с той же скоростью, что и Земля, и кажутся фиксированной точкой в небе на высоте примерно 35 800 км. Такие спутники обеспечивают наивысшее разрешение по времени, их снимки появляются каждые 15–30 минут (см. рисунок 9) и обеспечивают наблюдение структуры облаков, силы и общего движения областей экстремальных погодных условий. По данным с метеорологических спутников на геостационарной орбите можно увидеть, где уже причинен ущерб, и прогнозировать, куда будет двигаться шторм. При этом можно отслеживать движение крупных штормов по поверхности океана и определять районы их выхода на побережье, чтобы за несколько дней предупредить население этих районов. На рисунках 8А–8С показаны данные о ежедневном перемещении урагана "Катрина", в том числе за тот день, когда он обрушился на Новый Орлеан (29 августа 2005 года). Этот ураган наблюдался как тропический циклон над Багамскими островами 24 августа, пересек полуостров Флорида 25–26 августа, а 26–27 августа усилился над теплыми водами Мексиканского залива.

РИСУНОК 8

А – ураган "Катрина" покинул Багамские острова и пересек полуостров Флорида

25 августа, 1815 UTC



26 августа, 1815 UTC



А - ураган «Катрина» покинул Багамские острова и пересек полуостров флорида

27 августа, 1815 UTC

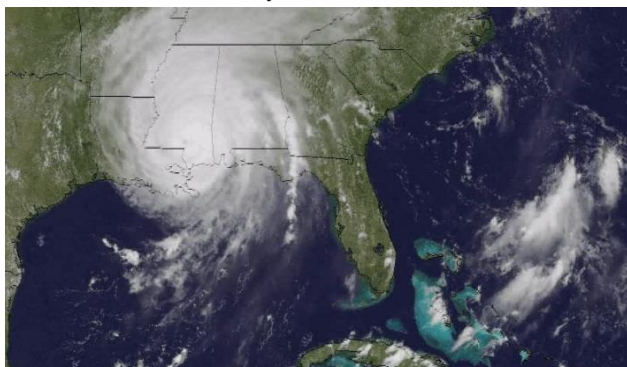


28 августа, 1815 UTC

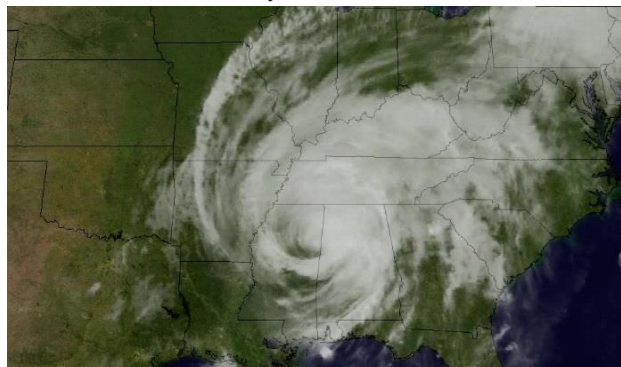


В - ураган «Катрина» пересекает Мексиканский залив

29 августа, 1815 UTC



30 августа, 0215 UTC



С - ураган «Катрина» движется вглубь материка и рассеивается

RS.1859-08

Центр урагана полностью сформировался 28 августа.

Ураган "Катрина" обрушился на Новый Орлеан 29 августа 2005 года и причинил значительные разрушения.

После выхода на сушу он ослаб до тропического циклона, а затем, 30 августа, до тропической депрессии.

Спутники на полярных орбитах работают, как правило, на гораздо меньших высотах, чем спутники на геостационарных орбитах, и обычно пролетают над одной и той же областью земной поверхности два раза в сутки: по одному разу в дневное и ночное время. Они обеспечивают более подробные, но менее оперативные наблюдения. Значительная часть данных таких наблюдений становится доступной через интернет спустя несколько дней после их сбора и обработки. В тех случаях, когда информация о местной погоде требуется срочно, можно приобрести относительно недорогие земные станции, установить их и использовать для сбора в реальном времени данных, которые непрерывно передаются пролетающими над территорией спутниками на полярной орбите.

На рисунке 9 показано изображение урагана "Дин", наблюдаемое со спутника GOES на высоте геосинхронной орбиты.

Более подробно погодные условия можно наблюдать, измеряя скорость и направления ветра у поверхности моря с использованием методов радиолокационной рефлектометрии. На рисунке 10 показаны данные наблюдений QuikScat за ураганом "Дин" (2007 год), позволяющие определить скорость ветра у поверхности моря и его направление. Космический аппарат QuikScat обращался по низкой полярной орбите и не был способен обеспечить непрерывный охват, предусмотренный наблюдениями спутника GOES с геосинхронной орбиты. К сожалению, рефлектометры не способны работать на геосинхронной орбите. Тем не менее радиолокационные рефлектометры, такие как QuikScat и пришедший ему на смену прибор RapidScat, установленный на Международной космической станции, могут предоставлять синоптикам весьма полезную дополнительную информацию.

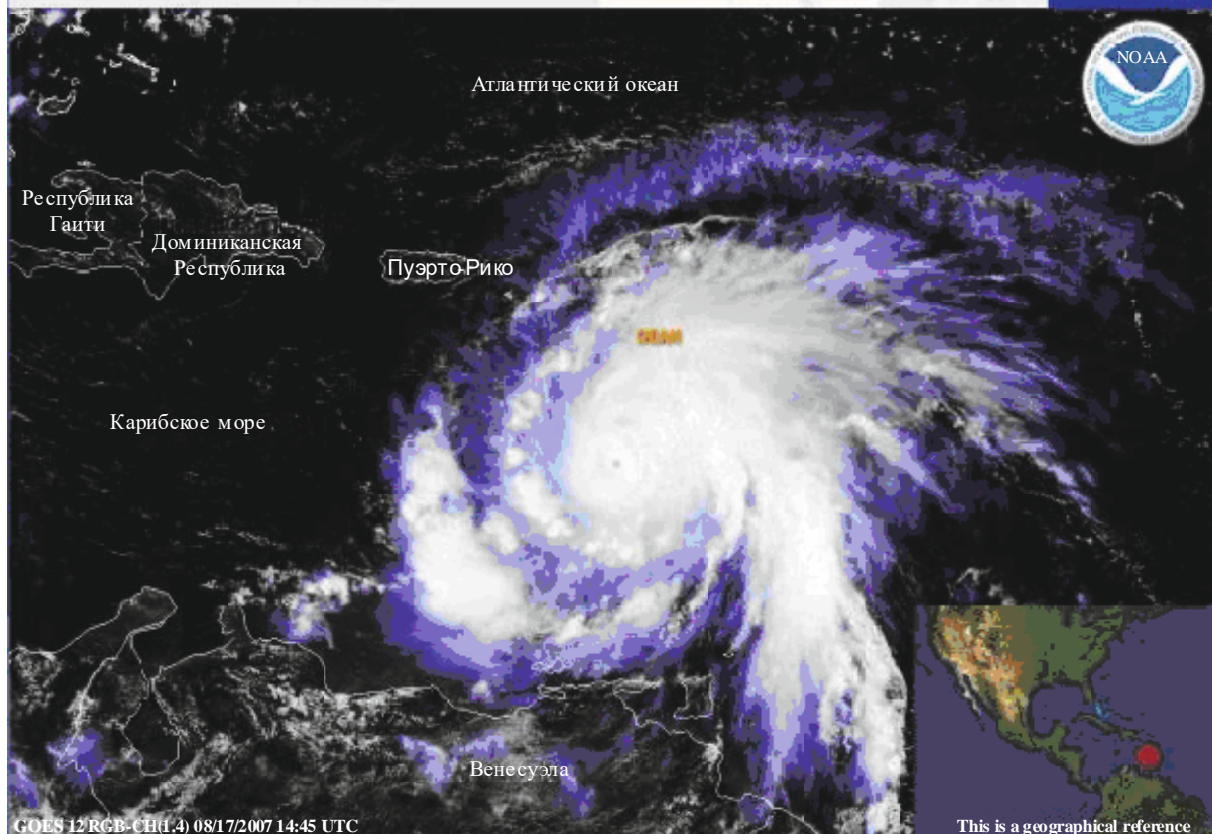
Такая комбинация данных от одних и других спутников помогает обеспечить лучшее понимание природы каждого урагана и прогнозировать, где, когда и какой силы ураган можно ожидать в ближайшем будущем.

РИСУНОК 9

Ураган "Дин", наблюдаемый со спутника GOES на высоте геосинхронной орбиты

В момент времени 17/1500 UTC ураган "Дин" в точке 14,6 с. ш. 62,6 з. д. передвигался на запад со скоростью 18 узлов при максимальных стабильных ветрах со скоростями 90 узлов и порывами до 110 узлов.

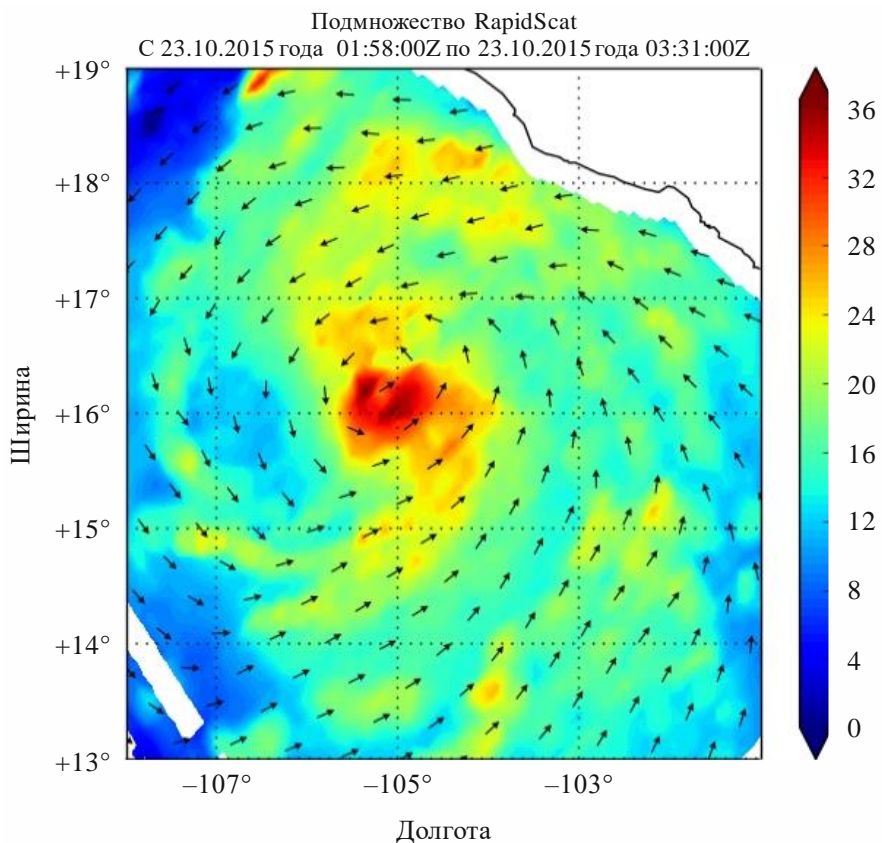
Credit: NOAA



RS.1859-09

РИСУНОК 10

Данные наблюдений за ураганом "Патриция" 23 октября 2015 года с помощью рефлектометра RapidScat



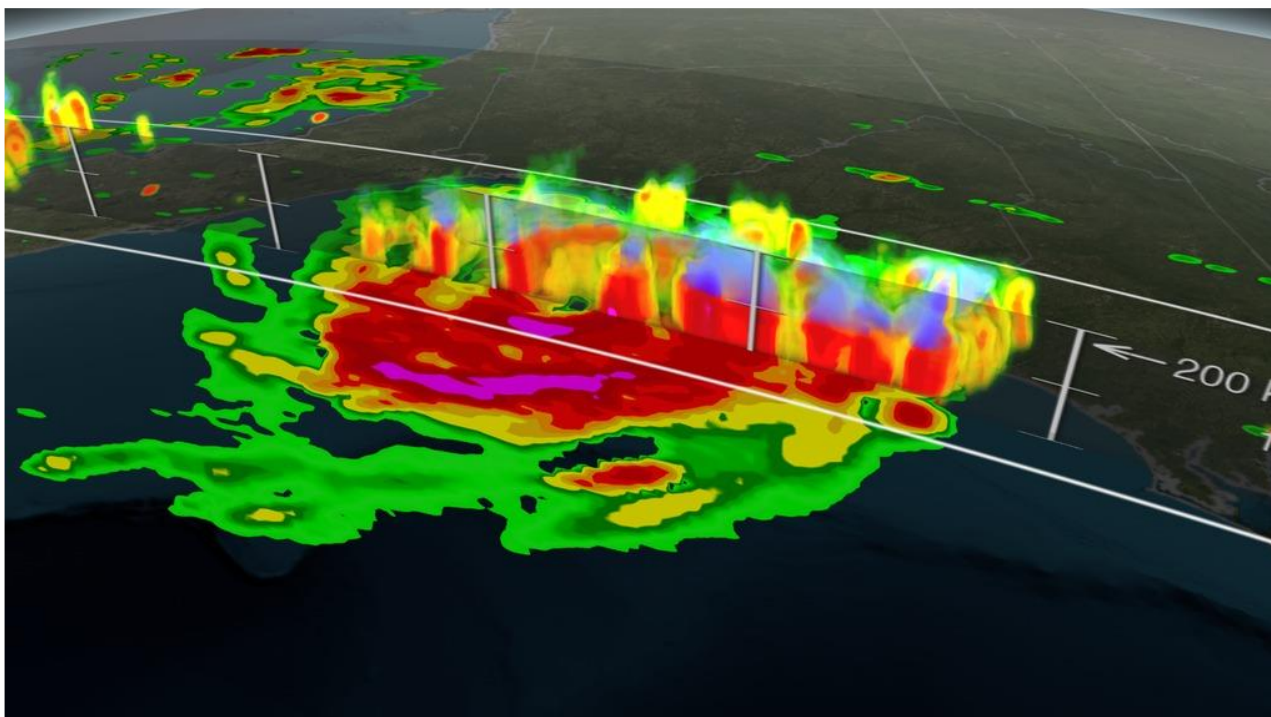
RS.1859-10

Спутниковые радары контроля осадков, работающие в рамках программы Глобального мониторинга осадков (GPM), предоставляют трехмерные изображения дождевых осадков из областей сильных ливневых явлений. В этой программе используются пассивные измерительные приборы для получения дополнительной информации о ливневых явлениях из областей, находящихся за пределами полосы обзора радара.

На рисунке 11 показано изображение урагана "Артур", полученное с помощью микроволнового датчика изображений GPM (полоса обзора 680 км) и двоянных радаров контроля осадков (ширина полосы обзора в диапазоне Ка – 120 км, в диапазоне Ки – 245 км). Данные были получены 3 июля 2014 года у побережья Южной Каролины. Цветами от светло-зеленого до красного обозначены области выпадения жидких атмосферных осадков разной интенсивности (от слабых до сильных). Фиолетовым цветом обозначены области твердых осадков в верхних слоях атмосферы.

РИСУНОК 11

Данные наблюдений за ураганом "Артур" 3 июля 2014 года по программе GPM

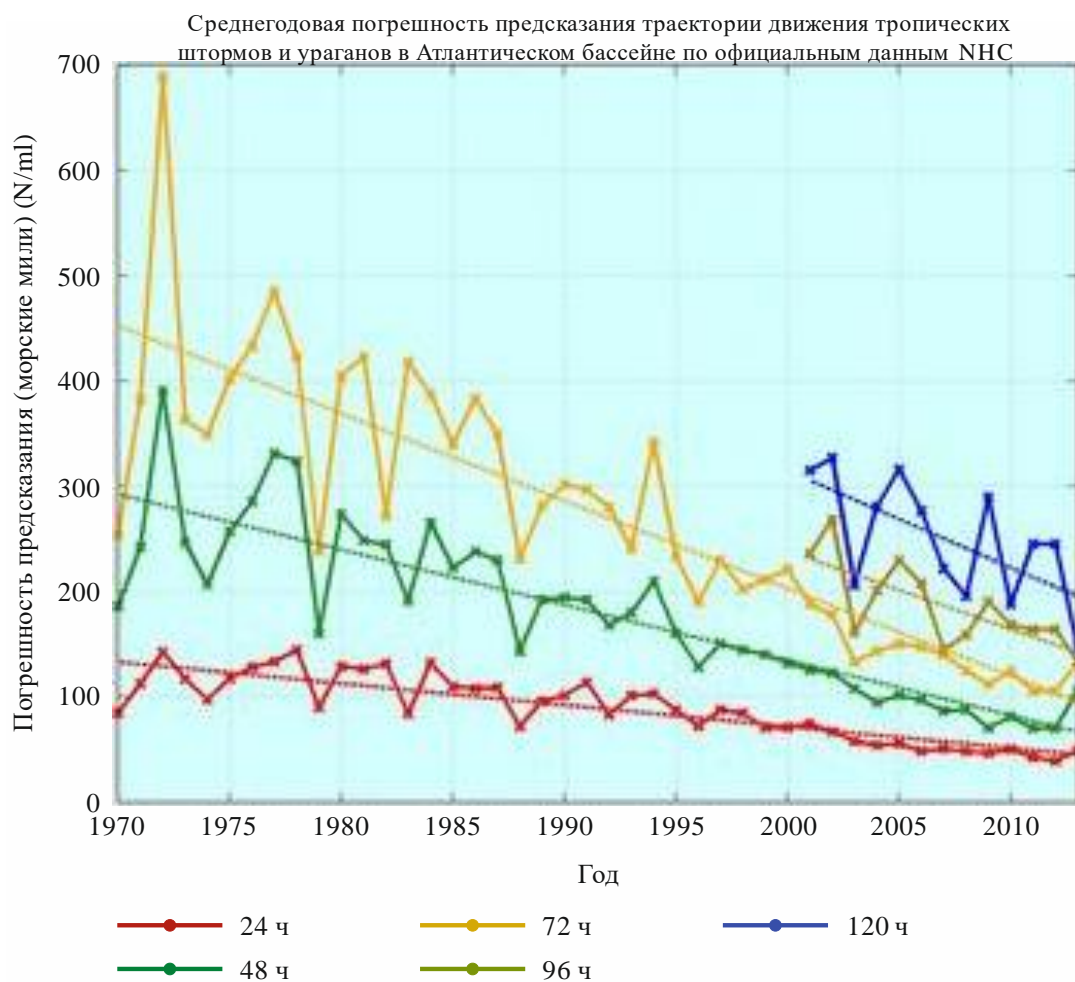


RS.1859-11

Такая комбинация данных от одних и других спутников помогает обеспечить лучшее понимание природы каждого урагана и прогнозировать, где, когда и какой силы ураган можно ожидать в ближайшем будущем. За последние 35 лет удалось существенно снизить погрешность предсказания траектории движения атлантических ураганов (см. рисунок 12), что позволило спасти жизнь людей и предотвратить нанесение ущерба имуществу.

РИСУНОК 12

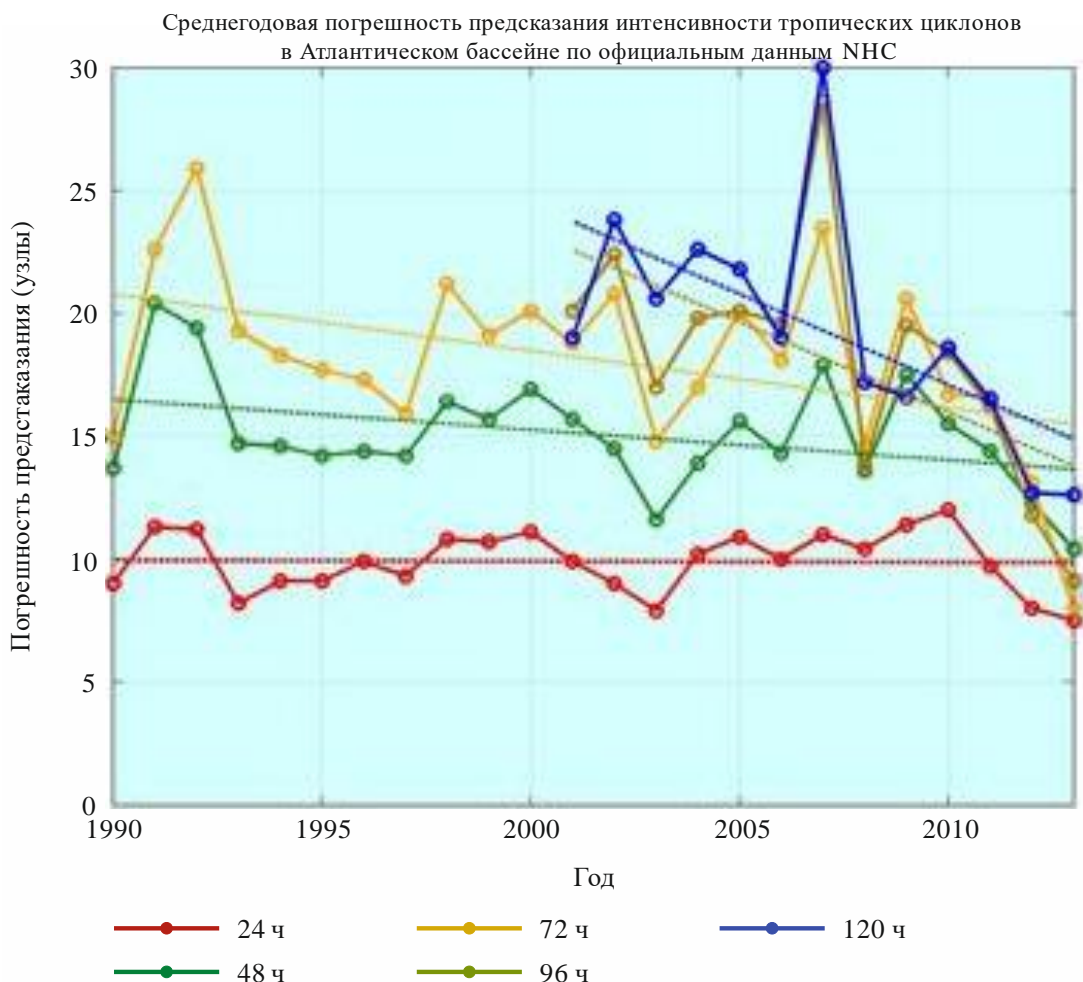
Изменение погрешности предсказания траектории для Атлантического бассейна



К сожалению, точность предсказания интенсивности таких штормов (определяемой скоростью ветра) повысилась не столь значительно (см. рисунок 13).

РИСУНОК 13

Изменение погрешности предсказания интенсивности тропических циклонов для Атлантического бассейна



RS.1859-13

Современные центры прогнозирования погоды предоставляют прогнозы более высокого качества, чем те, что были доступны в прошлом, и являются еще одним источником чрезвычайно полезных данных. Вот неполный список основных центров прогнозирования погоды:

- 1 Европейский центр среднесрочного прогнозирования погоды: <http://www.ecmwf.int/>;
- 2 Итальянская метеослужба: <http://www.meteoam.it/>;
- 3 Национальный центр экологических прогнозов: <http://www.ncep.noaa.gov/>.

Всемирная метеорологическая организация (ВМО) (<http://www.wmo.int/>) координирует по всему миру распространение, форматы и организацию таких данных.

6 Наводнения

Задолго до возникновения наводнения с помощью собранных со спутников данных DEM можно определить зоны, подверженные затоплению (области, попадающие в зону риска). Эти данные DEM позволяют отобразить на карте топологические характеристики удаленных низколежащих областей. Карты землепользования помогают количественно оценить риски, указывая населенные области. Теперь внимание может быть сконцентрировано на определении инфраструктуры (дорог, мостов, коммуникаций и т. д.), необходимой для оказания помощи в случае наводнения (см. рисунок 14) и на планировании соответствующих стратегий эвакуации.

РИСУНОК 14

Изображение со спутника Landsat (ориентировочно 2000 год), наложенное на данные SRTM2 DEM города Вужоу в провинции Гуанси, Китай (населенные области показаны красно-фиолетовым цветом)



RS.1859-14

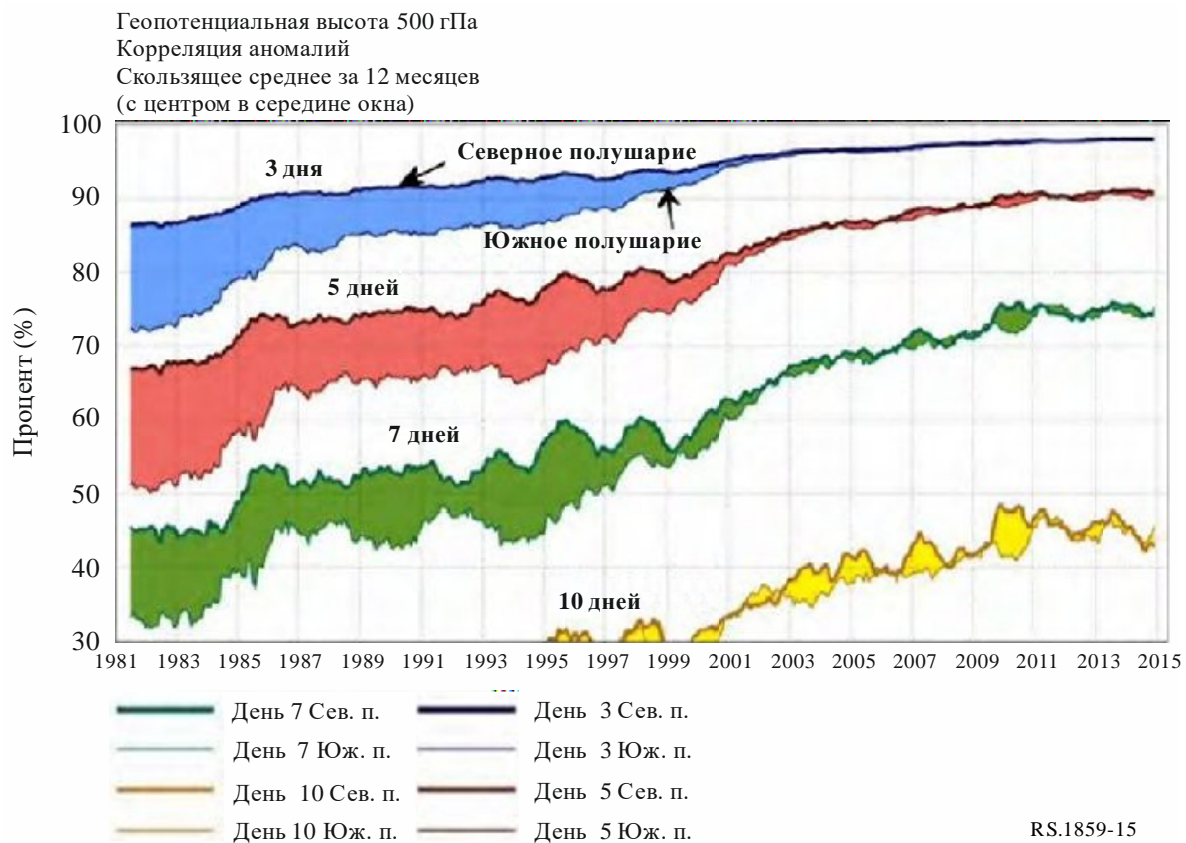
Наблюдения и прогнозирование погоды может предоставить предупреждения о том, что наводнения возможны или надвигаются. Дополнительными сведениями являются уровень осадков в регионе, водный эквивалент снегопадов и влажность почвы, которые вместе показывают, способна ли почва еще впитывать воду или она уже насыщена. Более ранние достоверные предупреждения могут помочь в эвакуации населения из затопляемых равнинных местностей. К счастью, за последние десятилетия удалось существенно повысить качество среднесрочных прогнозов погоды (на период от 3 до 10 дней).

В значительной степени это повышение обусловлено более совершенными прогностическими моделями погоды, наличием более мощных компьютеров для выполнения расчетов по этим моделям, а также более качественными и полными исходными данными, воспринимаемыми программным обеспечением. Значительный прогресс был достигнут благодаря дистанционным датчикам спутникового базирования, используемым для регистрации профилей температуры и влажности воздуха. Хотя такие профили регистрировались и прежде по данным с радиозондов на воздушных шарах, запускаемых дважды в сутки на всей территории планеты, степень охвата Южного полушария и океанской территории была меньше, чем степень охвата более густонаселенных районов Северного полушария. Повышение качества прогнозов, достигнутое благодаря внедрению дистанционных датчиков спутникового базирования, демонстрирует рисунок 15.

² Программа радиолокационных топографических наблюдений космического аппарата "Шаттл" (SRTM), <https://ita.cr.usgs.gov/SRTM1Arc>.

РИСУНОК 15

Среднегодовое качество прогнозов, выданных Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды



Повышение качества и степени полезности прогнозов погоды обусловлено главным образом наличием данных о профиле температуры и влажности воздуха, получаемых с пассивных микроволновых приборов, работающих в диапазонах, которые защищены пунктом **5.340** РР.

Эти профили представляют собой самые важные данные из тех, что собираются приборами, установленными на спутниках и воздушных шарах, в смысле их значимости для точности предсказания погоды (см. рисунок 16).

РИСУНОК 16

Сравнение ценности данных зондирования



RS.1859-16

Активные инфракрасные зонды и радиозонды обеспечивают большую точность измерений, но такие характеристики спутниковых активных микроволновых зондов, как работоспособность вне зависимости от облачного покрова (который обычно скрывает 60% территории Земли и препятствует наблюдениям в инфракрасном диапазоне) и покрытие всей территории планеты дважды в сутки (в отличие от неравномерного покрытия, обеспечиваемого радиозондами), обуславливают их большую ценность для синоптического сообщества.

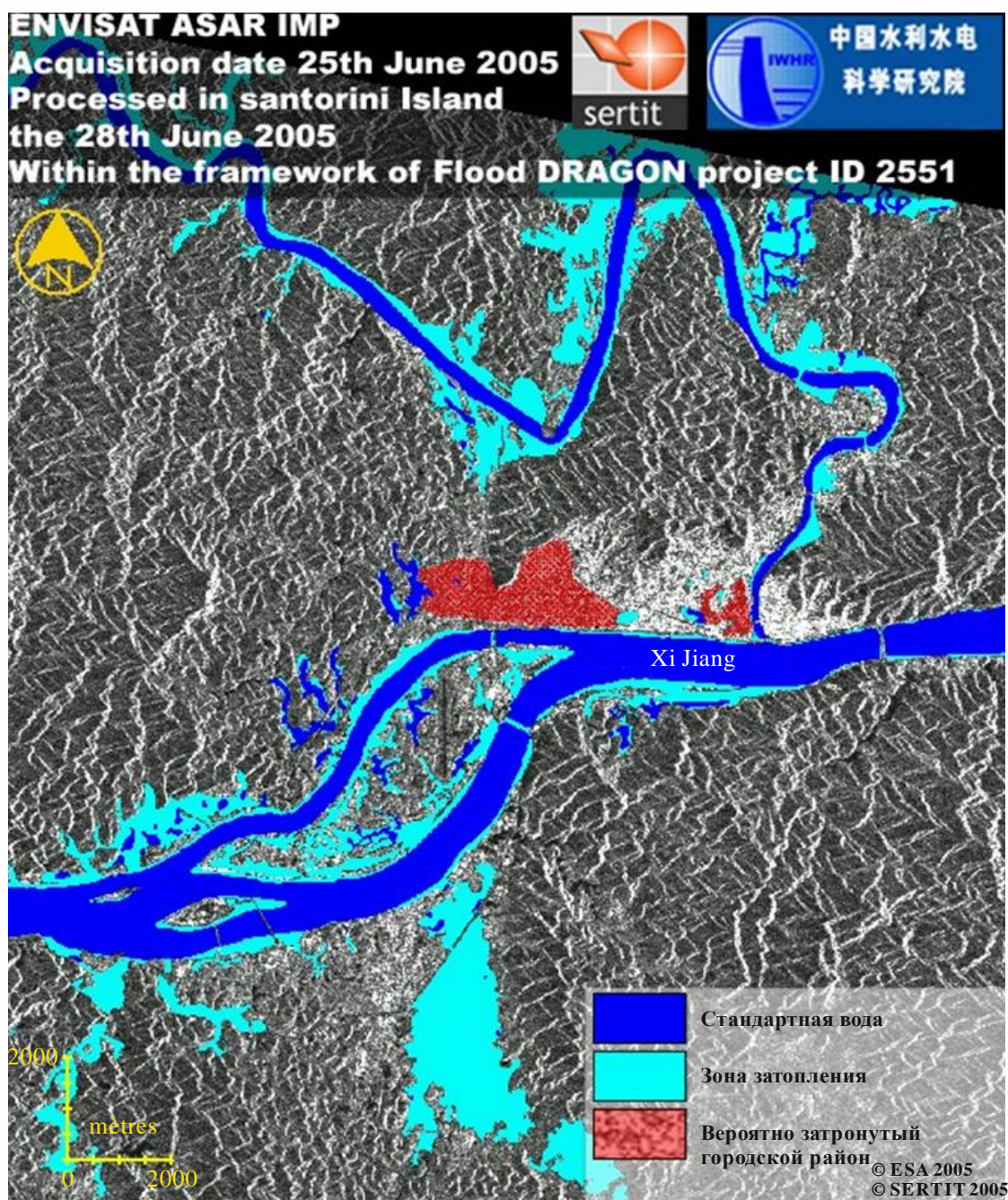
Человек, покупающий буханку хлеба, редко видит пшеничное поле или колос пшеницы, из которой этот хлеб изготовлен. Точно так же, читая или слушая прогноз погоды, мы обычно не видим данных, на основе которых этот прогноз делался. Без профилей температуры и влажности воздуха, полученных с помощью спутников, прогнозов погоды в их современном виде просто не существовало бы. Хотя это и не является очевидным для широкой общественности, пассивные диапазоны частот, в которых производится сбор данных для прогнозов погоды, критически важны и подлежат защите.

Во время наводнения изображения с мультиспектральных и/или панорамных устройств формирования изображений и радаров с синтезированной апертурой могут помочь в ориентировании спасателей на конкретные пострадавшие районы и в оценке общих повреждений. До наводнения можно комбинировать изображения с радаров SAR для получения карт рельефа местности, которые облегчают выявление областей, подверженных затоплению. Способность радаров SAR работать в условиях облачности во всепогодном круглосуточном режиме особенно полезна во время сильных ливней, приводящих к наводнениям, или в дождливые сезоны. Поскольку эти приборы относятся к радиолокаторам бокового обзора и внеосевое обратное рассеяние от воды минимально, затопленные области на изображениях с радаров SAR выявить легче, чем на изображениях, полученных в оптическом диапазоне. Пример способности радаров SAR определять затопленные области показан на рисунке 17.

РИСУНОК 17

Разлив реки Ши, затронувший город Вужоу в провинции Гуанси

Опорные данные со спутника Landsat; данные о наводнении со спутников ASAR и Envisat



RS.1859-17

7 Оползни/оседание пород/лавины

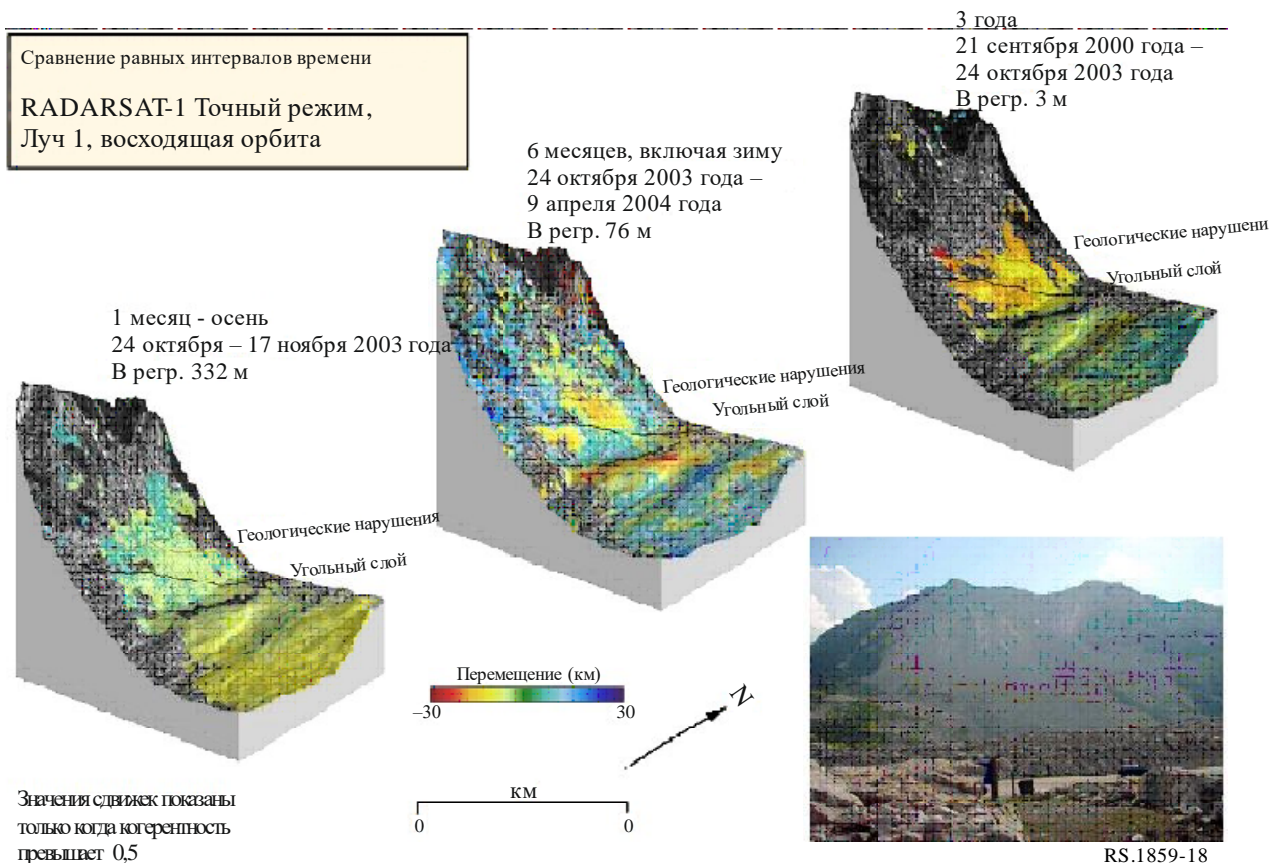
Области, уязвимые в отношении оползней, можно определить, используя цифровые модели рельефа (DEM), построенные по данным измерений радаров SAR. В этом случае используются данные о склонах, а не о высоте рельефа. Когда имеется подозрение на незначительное движение почвы, измерения с помощью InSAR и измерения непосредственно на местах с помощью аппаратуры ГНСС позволяют получить более точные данные о том, куда и насколько переместился участок почвы относительно результатов предыдущих измерений.

Гора Тергл-Маунтин в Канаде, претерпевшая самый крупный в истории Северной Америки оползень, все еще представляет опасность. Это движение почвы, показанное на рисунке 18, контролируется канадским спутником RADARSAT-1 с использованием метода InSAR.

РИСУНОК 18

InSAR спутника RADARSAT отслеживает перемещение почвы между 2000 и 2004 годом

Оползень Франка, Альберта – Трансканадское шоссе
Мониторинг устойчивости склонов с помощью SAR-интерферометрии



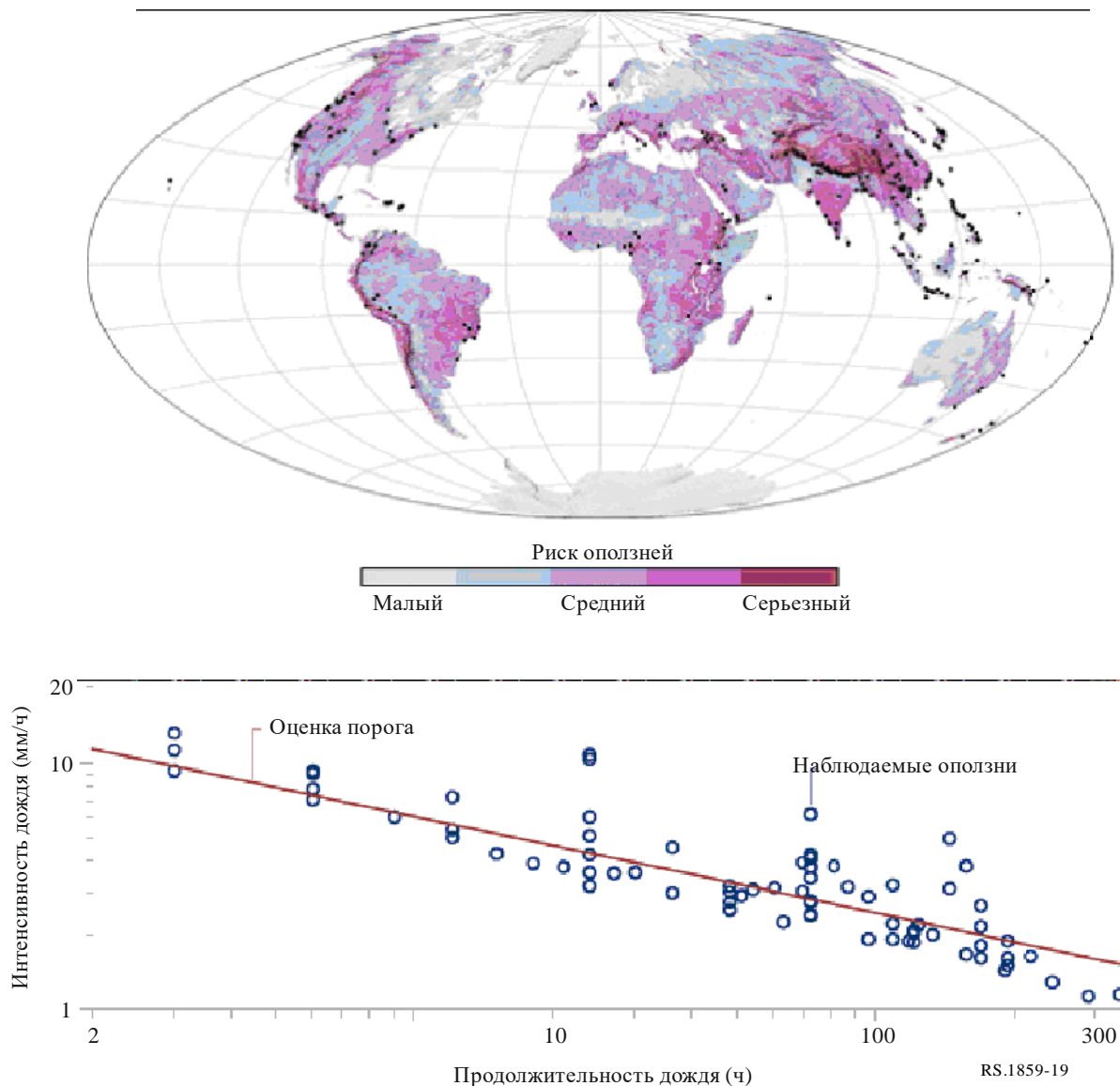
Изменения в земной поверхности или землепользовании могут повысить риск оползней. Например, области со значительными вырубками лесов (обезлесенные) намного больше подвержены оползням, чем области с установившейся экосистемой, которая стабилизирует почву. Карты землепользования помогают получить количественную оценку риска за счет определения населенных областей, которые могут быть уязвимыми. Земную поверхность/землепользование можно наблюдать из космоса, и обнаруженные изменения помогают контролировать риски.

Когда во время сильных дождей почва на склонах насыщается влагой, она приобретает способность создания оползней. Следовательно, прогнозы ливневых дождей вместе со сведениями о влажности почвы до их начала можно использовать для предупреждения о возможности возникновения оползней. Такую информацию предоставляет Глобальная система мониторинга наводнений (доступна в интернете по адресу <http://flood.umd.edu>).

Данные со спутников могут использоваться для создания карт, на которых показан риск оползней. Данные, приведенные на рисунке 19, были получены на основании топографической съемки с SRTM, данных о земной поверхности/землепользовании, со спутника MODIS, а также данных о дождях со спутника TRMM.

РИСУНОК 19

Карта рисков оползней, полученная при помощи спутников.
Черные точки показывают оползни, произошедшие с 2003 по 2006 год



После того как оползень произошел, изображения InSAR могут предоставить точное отражение движения (оседания) земной поверхности путем сравнения снимков SAR голой земли до и после оползня. Другие изображения могут показывать растительность и другие объекты на поверхности в затронутых оползнем районах.

Примером разрушительных последствий оползней может служить землетрясение силой 7,6 балла, которое потрясло Пакистан 8 октября 2005 года и вызвало наибольшие разрушения в окрестности города Музафабад, расположенного примерно в 10 километрах к юго-западу от эпицентра землетрясения. Толчок разрушил здания и вызвал оползни в Кашмире. Спутник Ikonos получил изображение оползня в видимом спектре (рисунок 20, справа) на территории Макхри – деревни на северной окраине Музафабада – 9 октября 2005 года. Восточный склон горы разрушен, лавина белосерых камней упала в реку Нилум.

РИСУНОК 20

Спутниковое изображение, на котором видны результаты оползня на реке Нилум 8 октября 2005 года после землетрясения в Пакистане



15 сентября 2002 года

9 октября 2005 года

RS.1859-20

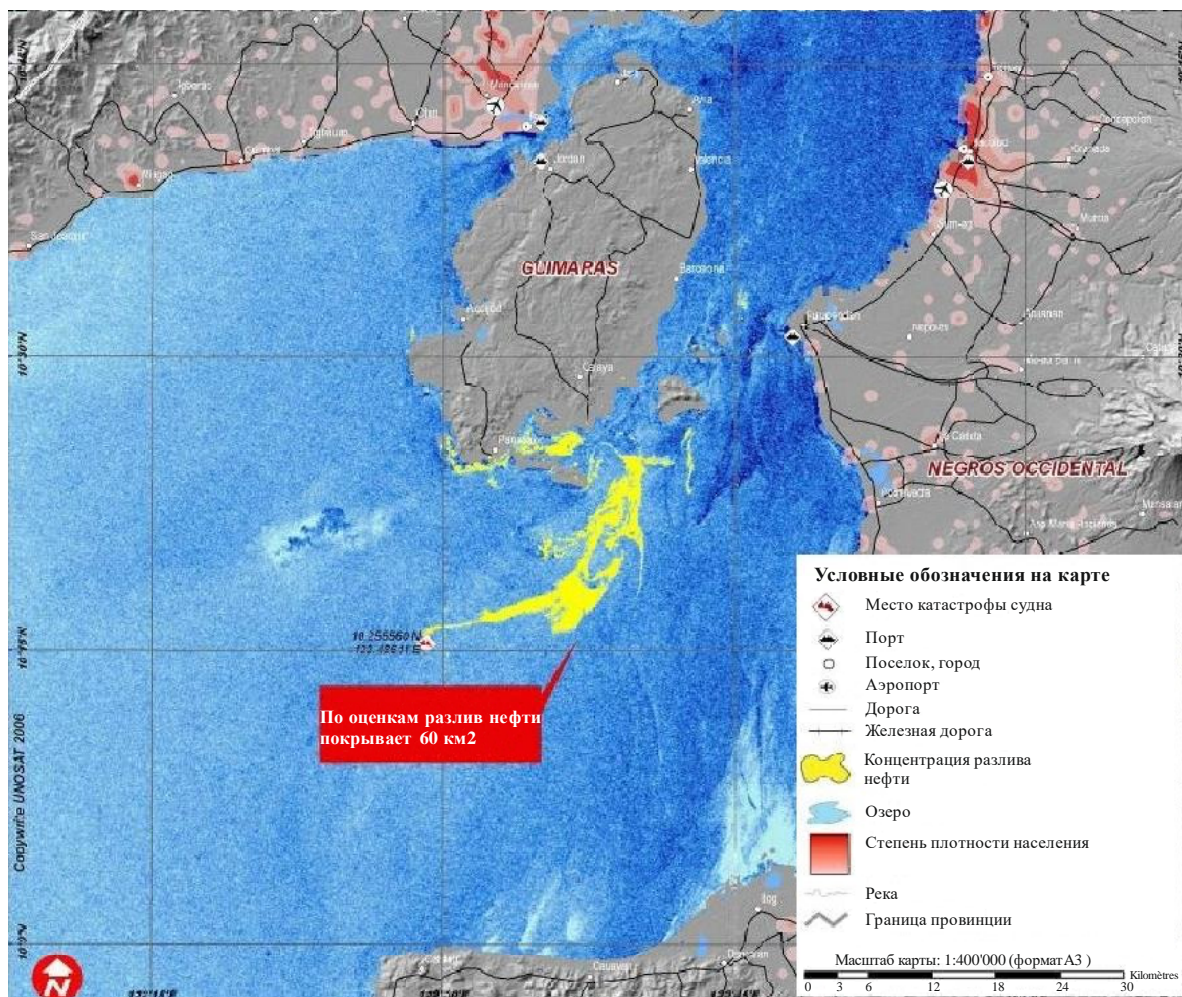
8 Загрязнение океана

Разливы нефти в океане можно обнаружить на изображениях SAR. В оперативном отношении обнаружение разливов нефти в океане рассматривается как предварительное наблюдение и требует неопременного подтверждения измерениями морского базирования непосредственно на месте. Этот метод позволяет контролировать большие области без значительных затрат. После того как разлив нефти подтвержден непосредственно на месте, затронутая область может контролироваться и отслеживаться со спутника.

11 августа 2006 года у берегов острова Гимарас на Филиппинах затонул нефтеналивной танкер Солар. К 24 августа 2006 года в море вытекло 50 000 галлонов нефти, загрязнив более 300 км побережья, создавая угрозу для рыболовства, а также для других Филиппинских островов. Для получения изображений, показанных на рисунке 21, использовался радар SAR на спутнике ENVISAT. На снимках видно точное место и степень распространения нефтяной пленки на 24 августа 2006 года.

РИСУНОК 21

Разлив нефти около острова Гимарас, Филиппины. Изображение получено радаром с синтезированной апертурой

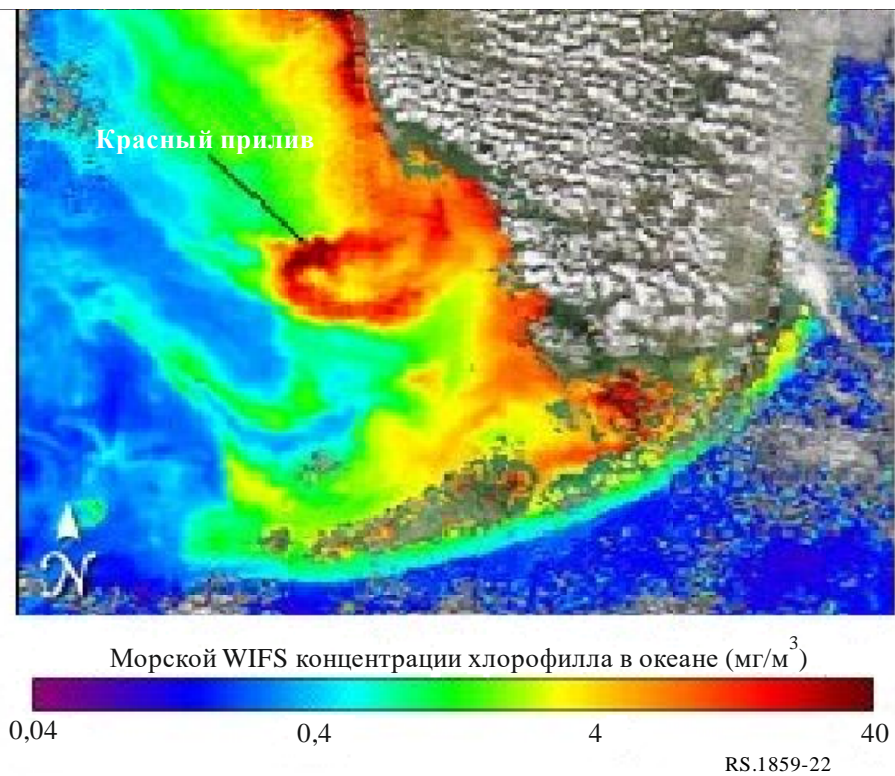


RS.1859-21

Естественное загрязнение океана в виде "красного прилива" (общее название для цветения водорослей, которое связано с производством природных токсинов и истощением растворенного кислорода или другими вредными условиями) можно обнаружить и контролировать из космоса, наблюдая цвет океана. Выявление и карантин областей, пострадавших от "красных приливов", выполняет функции защиты здоровья человека. Другие формы загрязнения (например, источники загрязнения воды, прибрежные осадки) можно обнаружить, используя спутниковые изображения в видимом и инфракрасном спектре (см. рисунок 22).

РИСУНОК 22

"Красный прилив", наблюдаемый посредством инструментария SeaWiFS 21 ноября 2004 года в районе Флориды на юго-восточном побережье США

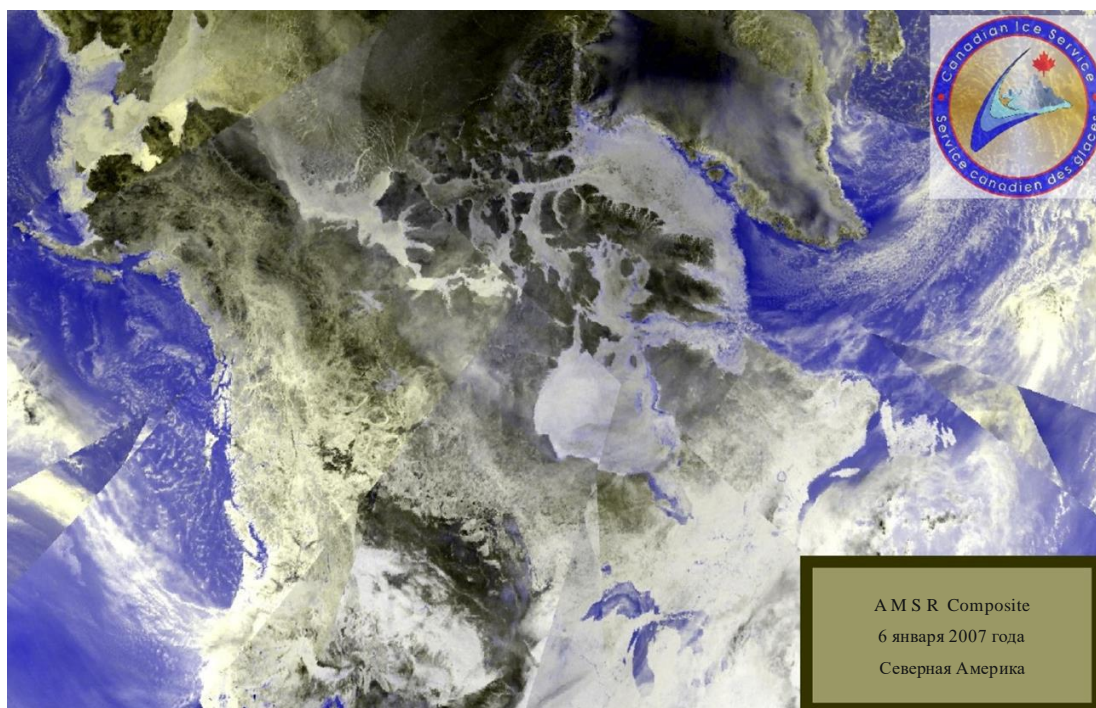


9 Морской и озерный лед

Пассивные микроволновые датчики, находящиеся на борту спутника (рисунок 23), в течение десятилетий отображают распространение морского льда, а радары SAR (рисунок 24) используются дополнительно для управления арктическим и высокоширотным озерным судоходством и для увеличения продолжительности навигации в высоких широтах.

РИСУНОК 23

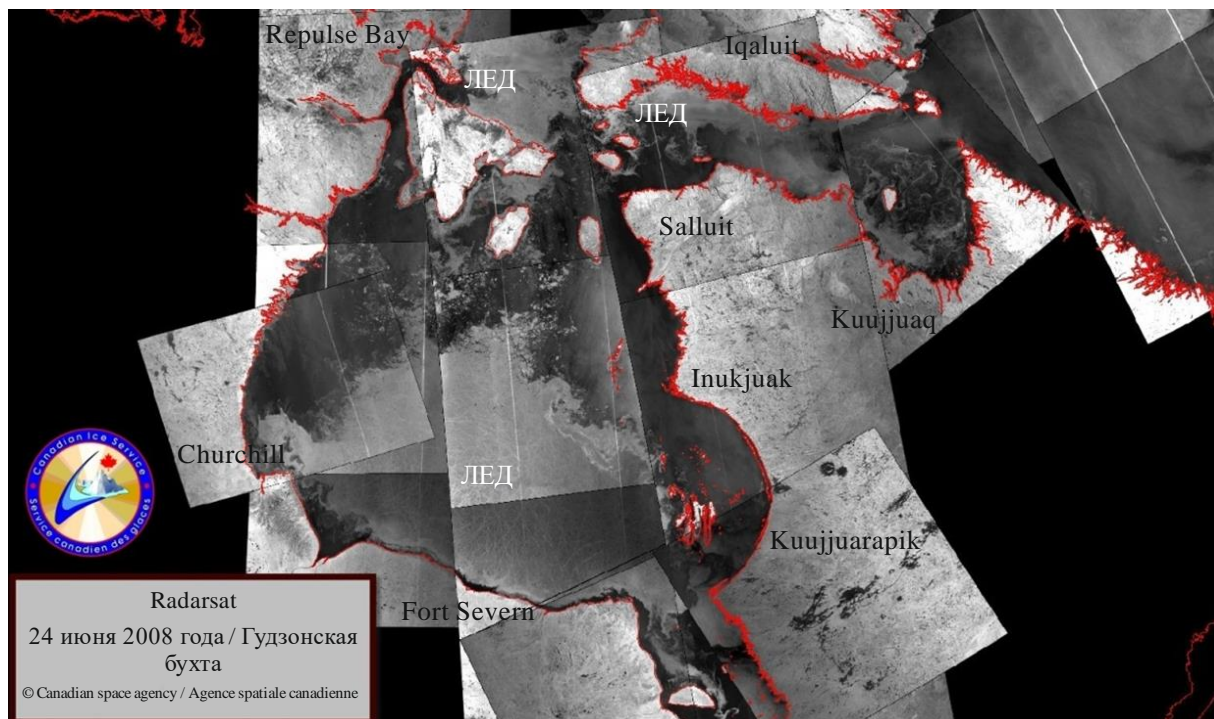
Лед в Северной Америке в январе 2007 года (Гудзонская бухта заблокирована)



1859-23

РИСУНОК 24

Лед в Гудзонской бухте, Канада, в июне 2008 года (открытая вода вдоль восточного побережья)



1859-24

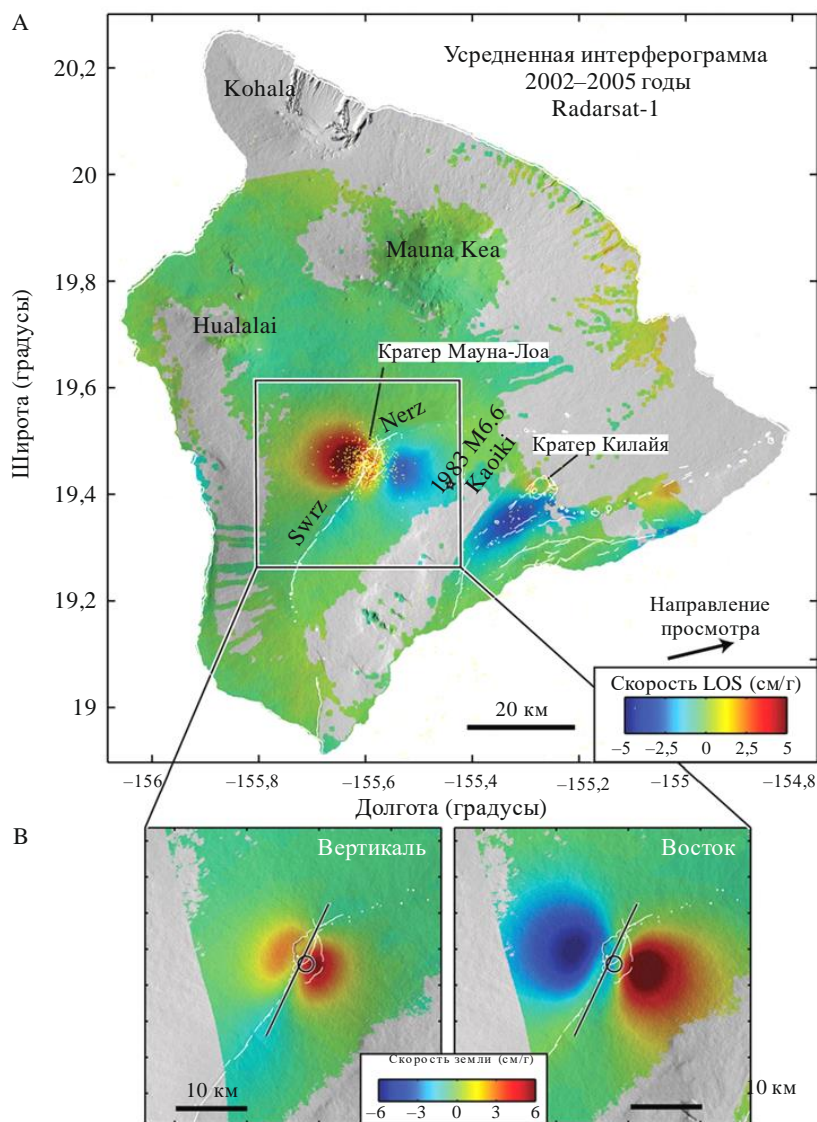
10 Вулканы

Поскольку вулканической активности часто предшествуют вздутие/поднятие грунта в непосредственной близости, потенциальную вулканическую активность можно до некоторой степени

контролировать, нанося на карту такие движения земли. Блок ГНСС непосредственно на местах может выполнять местное наблюдение, тогда как наблюдения InSAR со спутников на полярной орбите могут предоставить данные менее частых наблюдений для удаленных мест, где размещение аппаратуры ГНСС на местах трудноосуществимо на практике. Изображение InSAR гавайского вулкана Мауна-Лоа (рисунок 25) показывает долгосрочные изменения поверхности, указывающие на вздутие, что характерно для подземной вулканической активности. Мауна-Лоа и Килауэа известны как активные вулканы. На вершине вулкана Мауна-Кеа, который в последнее время не проявлял вулканической активности, располагается астрономическая обсерватория. С помощью спутниковых радаров InSAR можно обнаруживать трудноуловимые движения грунта и на основании этих данных определять потенциальную опасность вулканических извержений в любой точке мира.

РИСУНОК 25

**Интерферометрическое изображение с SAR вулкана Мауна-Лоа на Гавайских островах.
Движение земли показывает опасную подземную вулканическую активность**

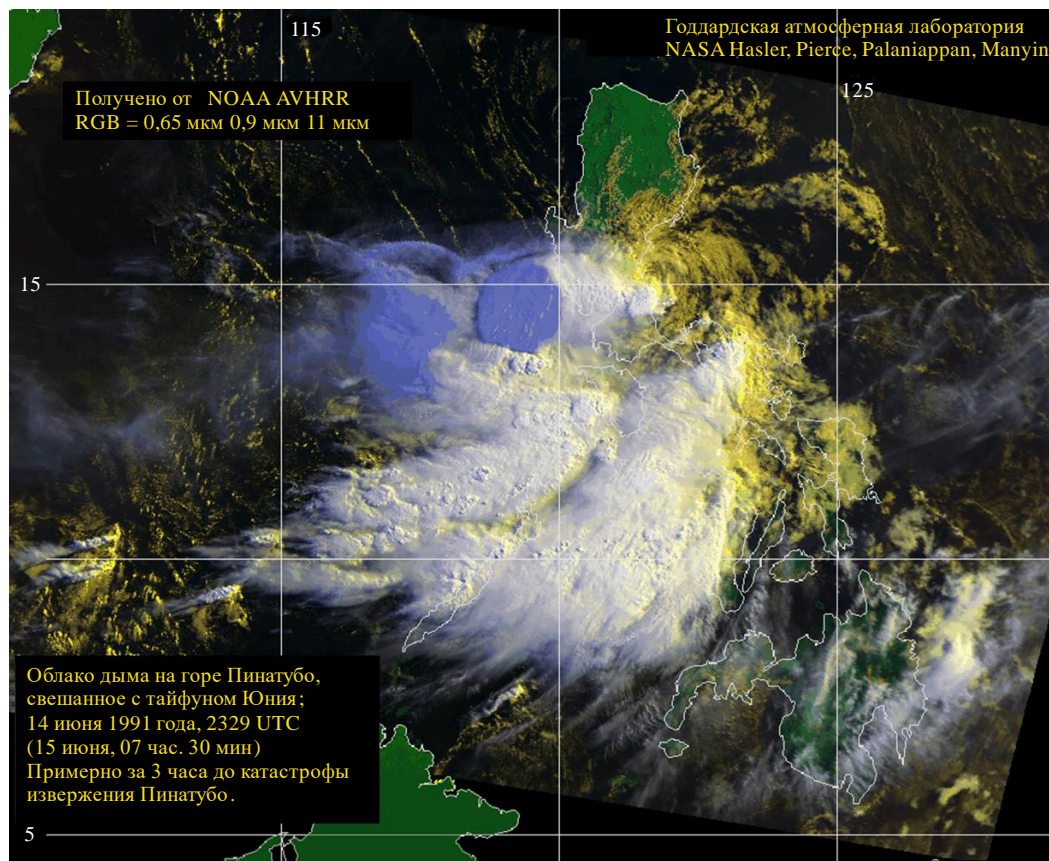


Во время и после извержения вулкана мониторинг тепловой сигнатуры лавы, пепла и горячих газов обычно ведется с использованием инфракрасных и визуальных наблюдений из космоса. В частности, вулканический пепел в атмосфере создает серьезные угрозы полетам воздушных судов. Вулканический пепел, выброшенный при извержении исландского вулкана Эйяфьятлаёкюдль в 2010 году, привел к крупнейшему со времен второй мировой войны эпизоду прекращения воздушного движения. По всему миру учреждено девять консультативных центров по вулканическому пеплу

(VAAC), каждый из которых занимается мониторингом выбросов вулканического пепла в своем воздушном пространстве (<http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/vaac.html>).

РИСУНОК 26

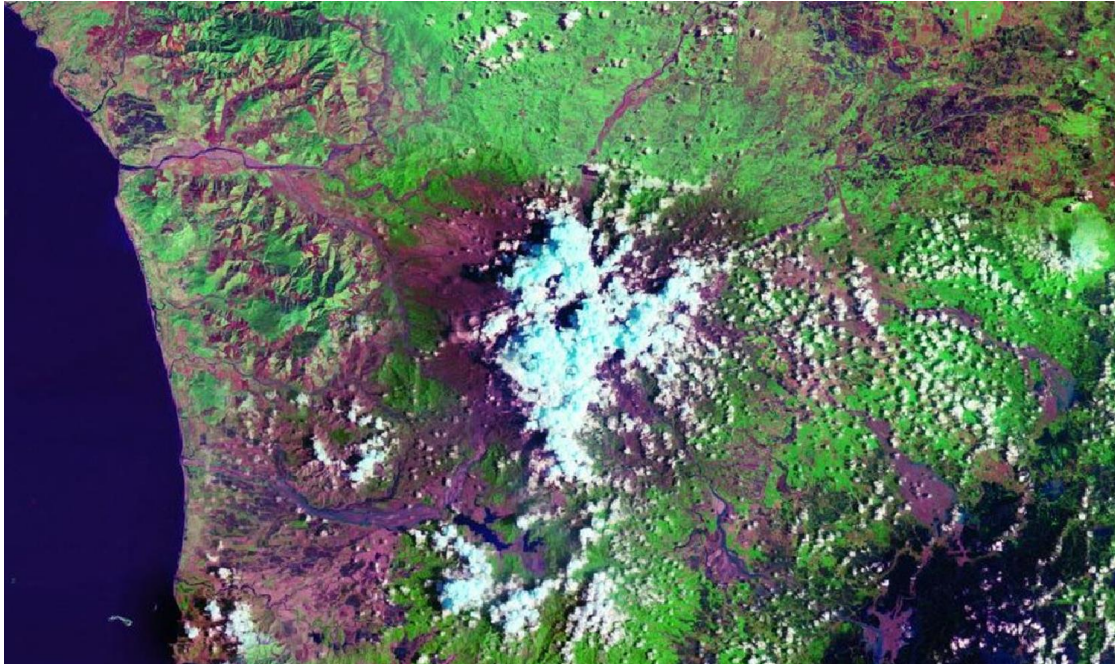
Облако пепла на горе Пинатубо, смешанное с тайфуном Юния, за 3 часа до извержения 15 июня 1991 года



Изображения со спутников обеспечивают идентификацию затронутых областей и наблюдение за восстановлением. Изображения в волнах видимого спектра и в инфракрасных волнах помогают контролировать восстановление растительности (см. рисунки 27, 29 и 30). В областях, где слой облаков создает проблемы, дополнительным источником информации является радар SAR (см. рисунок 28). Следующая последовательность изображений демонстрирует последствия извержения вулкана Пинатубо на Филиппинах, которое произошло 15 июня 1991 года. Черные диагональные полосы на рисунке 30 связаны с отказом бортового устройства преобразования зигзагообразной развертки в линейную на спутнике Landsat-7.

РИСУНОК 27

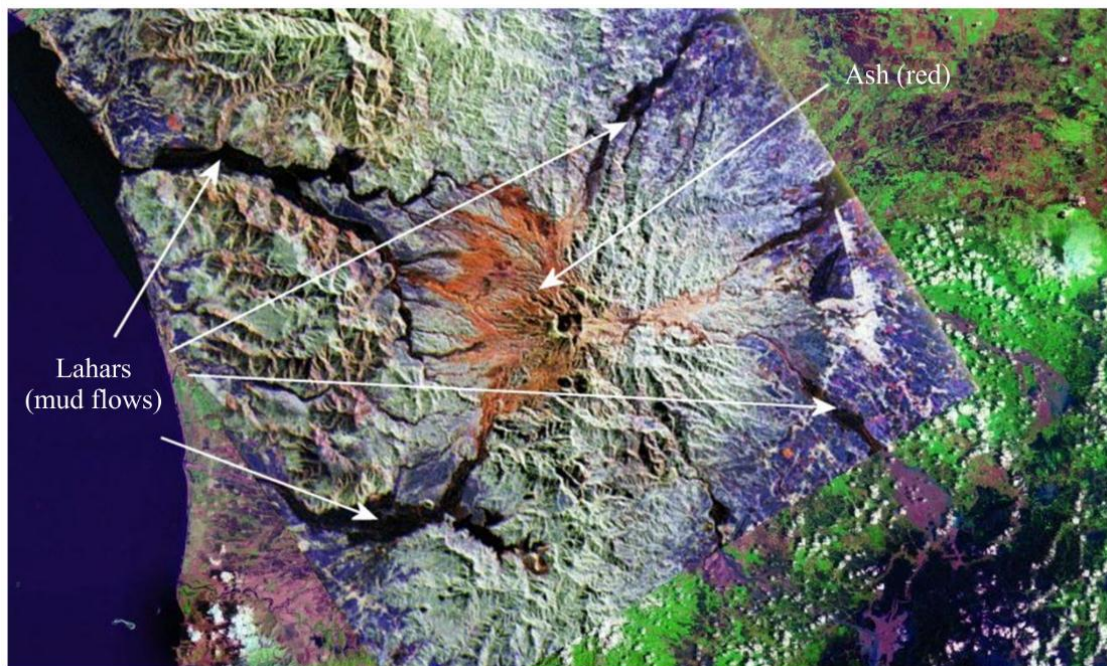
Снимок Landsat-5 от 9 сентября 1991 года. Поврежденная растительность красно-коричневого цвета



1859-27

РИСУНОК 28

Снимок Landsat-5 наложен на SIR-C – октябрь 1994 года. Отсутствуют проблемы, связанные с облачностью, земля видна, и селевые потоки (потоки грязи) различимы и легко распознаются



RS.1859-28

РИСУНОК 29

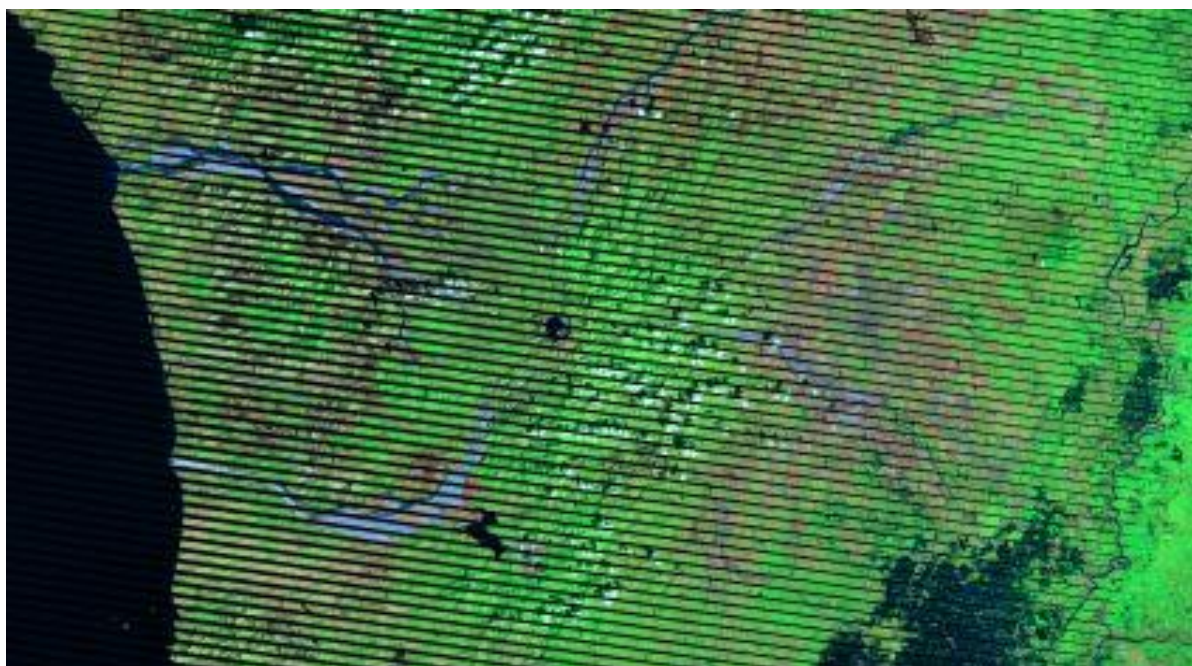
Снимок Landsat-7 от 18 мая 2001 года. Растительность восстановлена



RS:1859-29

РИСУНОК 30

Снимок Landsat-7 от 4 февраля 2010 года. Дальнейшее восстановление и образование озера



RS:1859-30

Изображения радара SAR также полезны для определения областей, находящихся в зоне риска. Извержение Пинатубо создало несколько селевых потоков, или потоков грязи. Эти селевые потоки легко определяются на изображениях радара SAR (рисунок 28), и они могут возобновиться в результате сильных ливней. Такая ситуация возникла в 1994 году и была запечатлена радаром изображений

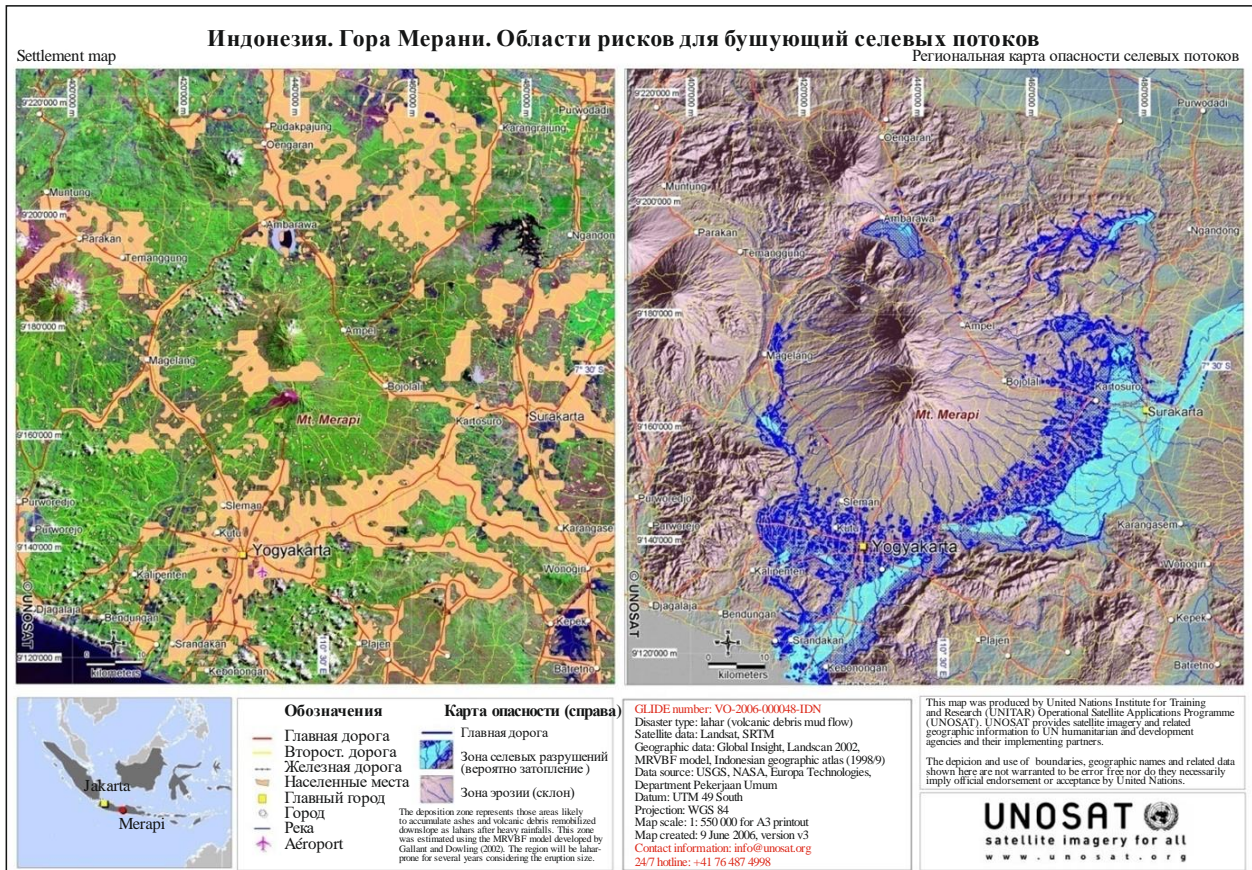
Шаттла. Близлежащие населенные области оказались в зоне риска. На рисунке 30 можно видеть образовавшееся в кратере сильноокислотное озеро, которое скрыто облаками на рисунке 29.

DEM доказали свою полезность в деле прогнозирования мест, где могут возникать такие селевые потоки. Селевые потоки следуют по оврагам и попадают в низменные районы.

Такие DEM можно объединять с картами землепользования/земной поверхности, например, полученными со спутников Landsat или MODIS, для определения и картографирования областей, попадающих в зону риска. Пример такой карты рисков показан на рисунке 31.

РИСУНОК 31

Комбинация изображений Landsat и SRTM для определения уязвимых областей и населения



RS.1859-31

На левом рисунке показано расположение городских территорий (в противоположность сельскохозяйственным угодьям), определенное по данным Landsat. На правом рисунке использованы топографические данные с радара Шаттл топографической экспедиции НАСА (SRTM) для определения областей, которые, вероятно, будут погребены под грязью или пеплом. Комбинация этих двух карт дает местным властям инструмент для планирования действий, которые необходимо предпринять в случае извержения Мерани в будущем.

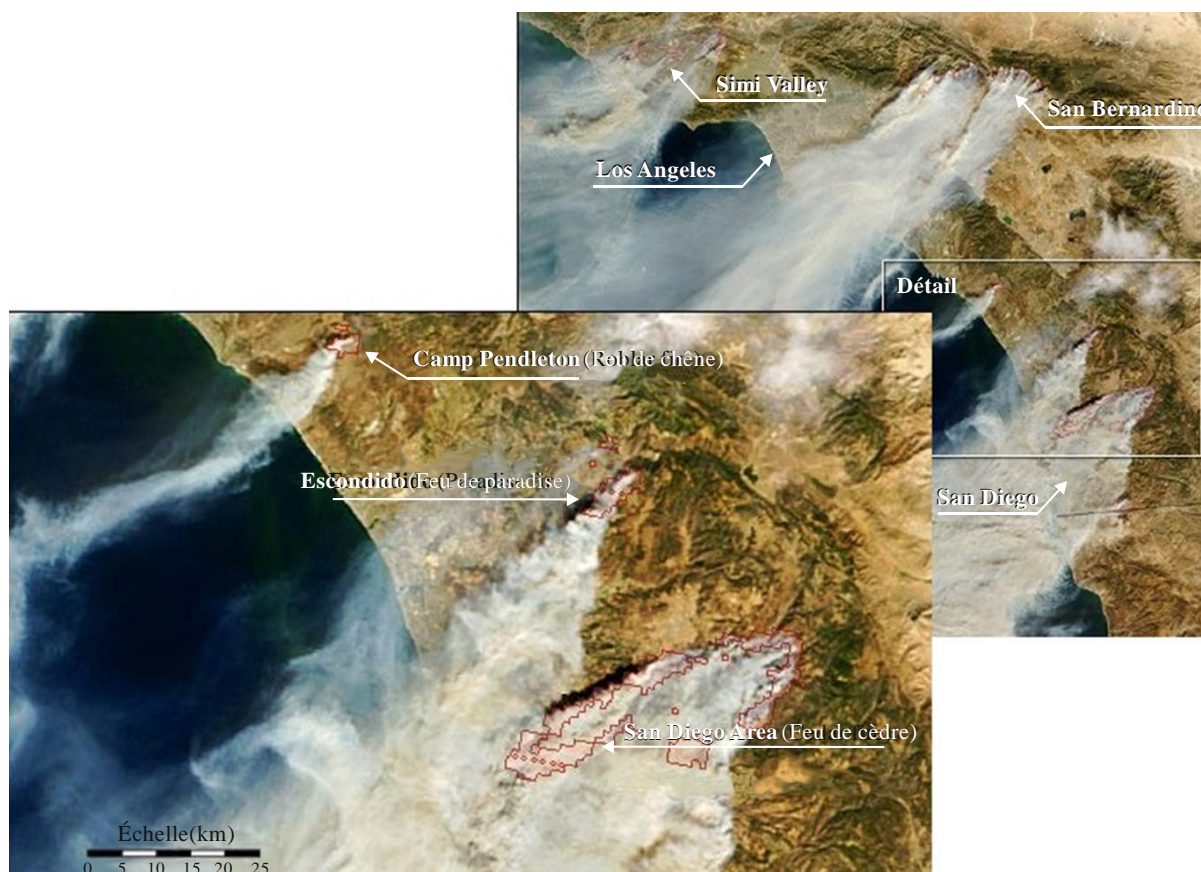
11 Лесные пожары

Риск лесных пожаров в удаленных малонаселенных районах можно оценить на основании космических измерений влажности почв и состояния растительности (то есть здоровы ли растения или повреждены/поражены). Лесные пожары можно обнаружить, используя определенные инфракрасные каналы, создаваемые инструментами космического базирования. Эти каналы эффективно проникают сквозь дым и позволяют видеть то, что скрыто для наблюдения в видимой части спектра радиоволн. Такие данные можно найти на веб-сайте Системы информирования о пожарах для управления ресурсами НАСА (FIRMS) (<https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms>), а также

на сайте Worldview (<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>) (см. продукт "Пожары и тепловые аномалии"). Для сокращения промежутков времени между спутниковыми наблюдениями и созданием необходимых данных несколько агентств, правительств и неправительственных организаций по всему миру создали земные станции для приема данных в реальном времени каждый раз, когда соответствующий спутник пролетает мимо по полярной орбите.

Эти изображения полезны при борьбе с лесными пожарами. Южная Калифорния в США во время сухого сезона подвержена лесным пожарам (см. рисунок 32). Эти пожары раздуваются местными ветрами Санта Анна, которые значительно усложняют борьбу с ними. Спутниковые изображения помогают проложить маршрут движения для пожарных и особенно полезны в удаленных ненаселенных областях.

РИСУНОК 32

Пожары в Южной Калифорнии, 26 октября 2003 года

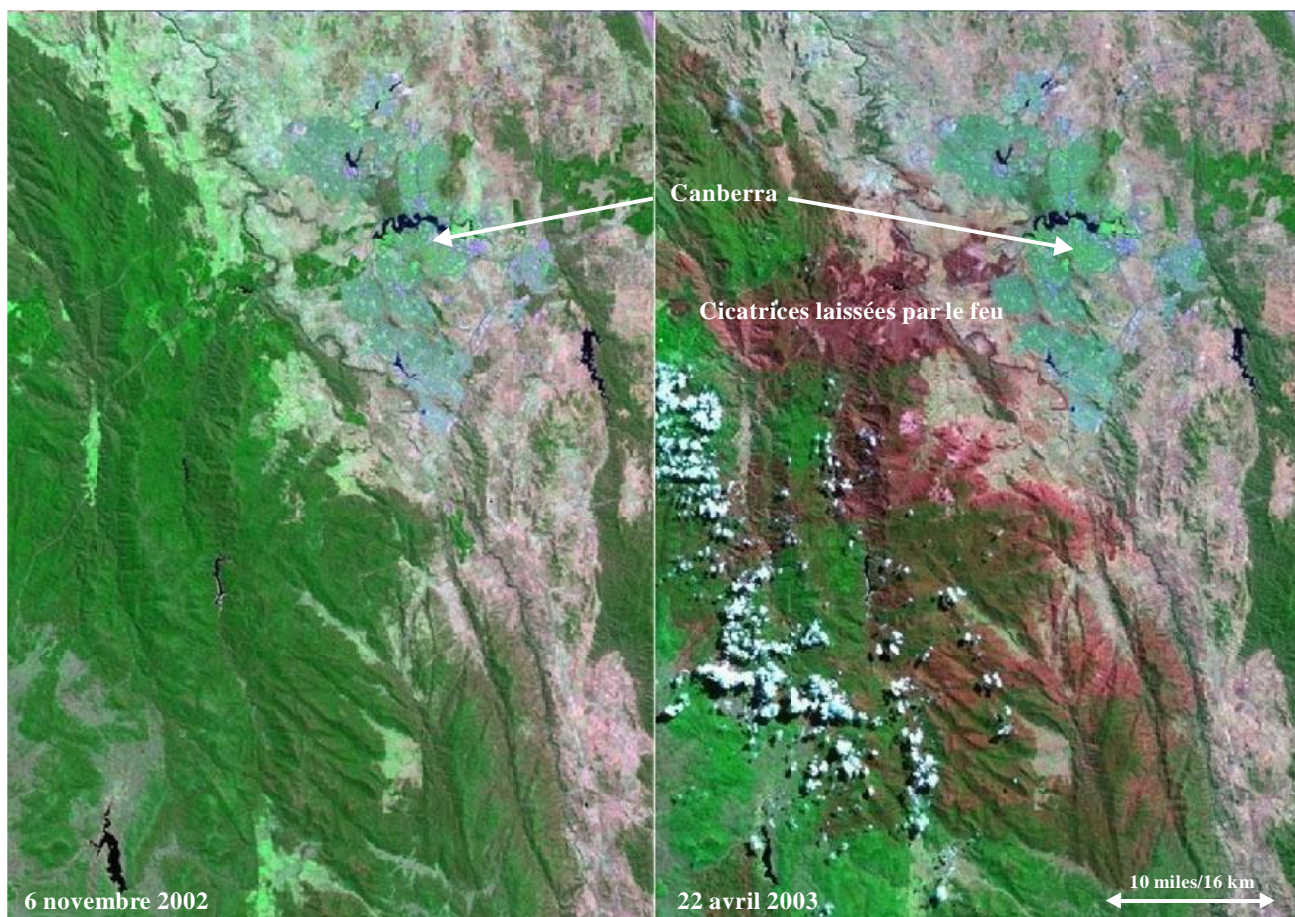
RS.1859-32

После того как пожар потушен, для определения степени повреждений и контроля восстановления растительности могут использоваться видимые и инфракрасные изображения со спутников и изображения с радара SAR.

Лесные пожары вспыхнули в Австралии летом 2002–2003 годов, в южной части континента было 50 отдельных очагов возгорания. Столица страны Канберра оказалась под угрозой лесного пожара, который начался 18 января в Национальном парке Намаджи. За несколько дней огонь охватил окраины города, заставив тысячи людей покинуть город и тысячи других стать добровольными борцами с огнем, для того чтобы защитить Канберру от пламени. К тому времени, когда огонь оказался под контролем, четыре человека погибло, и было разрушено 419 домов. На изображениях со спутника Landsat-7, ниже (рисунок 33), здоровые растения выглядят зелеными, а сгоревшие области отображаются различными оттенками красного.

РИСУНОК 33

До и после. Изображения Канберры со спутника Landsat, Австралия, во время пожаров 2002–2003 годов



RS.1859-33

12 Базы данных дистанционных датчиков

Перечисленные ниже источники данных доступны широкой общественности, но не предназначены для реагирования на конкретные инциденты. Организации, принимающие обращения за помощью, перечислены в разделе "Резюме".

В результате исследований был подготовлен документ МСЭ-D "База данных дистанционного зондирования территорий бедствий" с обзором источников, где приведены данные, полученные с активных и пассивных датчиков наземного и космического базирования, для поддержки в случае бедствий. Эта краткая база данных имеет вид таблицы, которая доступна в интернете по адресу: <https://www.sfcgonline.org/home.aspx>. Пользователь этой базы данных необязательно должен входить в систему.

У НАСА имеются веб-сайты, на которых в режиме, близком к реальному времени, выкладываются данные дистанционного зондирования, относящиеся к качеству воздуха, выбросам вулканического пепла, засухам, песчаным бурям, пожарам, наводнениям, сильным штормам, судоходству (главным образом во льдах Арктики), выбросам дыма и растительности. Они доступны по следующему адресу:

<https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/hazards-and-disasters>.

Дополнительные данные, касающиеся борьбы с наводнениями, доступны по адресу: <http://floodobservatory.colorado.edu/> и на сайте Глобальной системы мониторинга наводнений (<http://flood.umd.edu>).

13 Резюме

Приведенные выше примеры демонстрируют пользу, которую приносят данные дистанционного зондирования в деле устранения и смягчения последствий стихийных бедствий. Чтобы получить максимальную отдачу от этих данных, необходим местный орган управления в чрезвычайных ситуациях, который бы передавал соответствующую информацию на места. Платформа Организации Объединенных Наций по использованию космической информации для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и экстренного реагирования (СПАЙДЕР-ООН) – организация, задачей которой является оказание содействия государствам в управлении операциями в случае бедствий. В отличие от прочих организаций, которые в большей степени ориентированы на предоставление информации, СПАЙДЕР-ООН содействует организациям, оказывающим помощь в случае бедствий, в формировании их организационного и кадрового потенциала. Однако на веб-сайте СПАЙДЕР-ООН приведен перечень бесплатного и коммерческого программного обеспечения геоинформационных систем (ГИС), а также источников соответствующих данных. Адрес веб-сайта СПАЙДЕР-ООН: <http://www.un-spider.org/>.

Для того чтобы использовать данные, собранные системами дистанционного зондирования и другими источниками, после конференции UNISPACE III, проведенной в Вене, Австрия, в июле 1999 года был создан единый контактный центр для обращений с просьбой о международной поддержке в случае стихийных бедствий с использованием космических ресурсов. Авторизованный пользователь теперь может позвонить по единому номеру, который обслуживается 24 часа в сутки, и запросить применение космических и соответствующих наземных ресурсов (спутники *RADARSAT*, *COSMO-SkyMed*, *Sentinel*, *SPOT*, *IRS*, *SAC-C*, *NOAA*, *LANDSAT*, *ALOS-2*, *DMC* и другие) организаций-участников для получения данных и информации о возникновении бедствия. В число организаций-участников входят Европейское космическое агентство, космические агентства Франции, Канады, Индии, Аргентины, Японии, Соединенного Королевства, Китая, Германии, Кореи, Бразилии, России и Венесуэлы, компания *DMC International Imaging* (Алжир, Нигерия и Турция), а также Национальное управление океанических и атмосферных исследований (США), Геологическая служба США и *EUMETSAT* (Европа). Примеры предоставляемых данных доступны по адресу: <http://www.disasterscharter.org>. Любые вопросы и комментарии для членов Картеля или о веб-сайте следует направлять по адресу: webmaster@disasterscharter.org.

Другой источник обработанных данных дистанционного зондирования – это UNOSAT, программа ООН по предоставлению международному сообществу и развивающимся странам расширенного доступа к спутниковым изображениям и услугам географических информационных систем. Эти инструменты используются главным образом для оказания гуманитарной помощи, предупреждения бедствий и посткризисного восстановления. Предоставляемые услуги включают в себя выбор спутниковых изображений и помощь в их отыскании, обработку изображений, составление карты, методическое руководство, техническую поддержку и обучение. Сайт UNOSAT в интернете: <http://www.unitar.org/unosat/>.

Третий источник данных дистанционного зондирования – система SERVIR – региональная система визуализации и мониторинга. Ее можно найти по адресу: <https://www.servirglobal.net/> (на испанском языке: <http://www.servir.net>).

SERVIR – совместная программа развития Национального управления США по авиации и исследованию космического пространства (НАСА) и Агентства США по международному развитию (ЮСАИД). SERVIR сотрудничает с ведущими региональными организациями по всему миру в целях оказания развивающимся странам содействия в использовании информации, предоставляемой спутниками наблюдения за поверхностью Земли, а также геопространственными технологиями для управления климатическими рисками и землепользованием. SERVIR предоставляет в распоряжение лиц, принимающих решения, инструменты, продукты и услуги для принятия мер на местном уровне по вопросам, связанным с климатом, таким как стихийные бедствия, сельское хозяйство, водные ресурсы, экосистемы и землепользование.

В рамках программы SERVIR учреждены центры в Африке (Найроби, Кения), регионе Гиндукуш-Гималаи (Катманду, Непал), нижнем бассейне реки Меконг (Бангкок, Таиланд), и Центральной Америке (Панама, Панама), занимающиеся решением проблем в сфере продовольственной безопасности, водных ресурсов, изменения характера землепользования и стихийных бедствий.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Рекомендуется, чтобы стороны с потенциальной или вероятной потребностью получить помощь одной или всех вышеперечисленных организаций связались с ними заранее, до начала бедствия, и установили процедуру, то есть назначили пункты взаимодействия, имена людей, адреса электронной почты, номера телефонов и т. д. для получения помощи, если случится бедствие. Такое предварительное планирование существенно сократит время, требуемое для получения помощи, когда она понадобится.

Приложение 2

Статус наблюдений, результаты которых могут быть полезными в случае стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций

Приведенные ниже таблицы содержат сводные данные о статусе космических наблюдений, которые могут быть полезными в деле устранения и смягчения последствий стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций. В таблице A2-1 дается сопоставление типов бедствий с применяемыми технологиями, которые описаны в таблице A2-2. В таблице A2-2 приведена информация об уровне развития применяемой технологии, ведущихся наблюдениях и имеющихся программах по выполнению таких наблюдений по состоянию ориентировочно на 2015 год (когда составлялось настоящее Приложение) и на перспективу.

ТАБЛИЦА A2-1

Технологии, полезные при управлении операциями в случае стихийных бедствий

Тип бедствия	Технология	Визуализация радарными SAR	Визуализация радарными InSAR	Активная визуализация в микроволновом диапазоне	Радиовысотометрия	Радиолокационная рефлектометрия	Радары контроля осадков	Радиозатмение GPS	Пассивная визуализация в микроволновом диапазоне	Пассивные микроволновые зонды	Визуализация в видимом и ИК-диапазоне с геостационарных спутников	Оптическая визуализация	Многоспектральная оптическая визуализация	ИК-визуализация
Прибрежные стихийные бедствия		X										X		
Засуха		X		X	X	X			X		X	X	X	
Землетрясения		X	X					X				X		
Экстремальные погодные условия						X	X	X	X	X	X	X		
Наводнения		X		X		X	X	X	X	X		X		
Оползни		X	X									X	X	
Загрязнение океана		X											X	
Загрязнение												X	X	
Ледовый покров на морях и озерах		X							X			X		
Вулканы		X	X						X			X	X	X
Лесные пожары									X			X	X	X

ТАБЛИЦА А2-2

Положение дел в области поддержки в случае бедствий

Технология	Типы бедствий	Объект измерений	Текущее состояние (около 2018 года)	Перспектива (2018–2025 годы)	
Визуализация радарными SAR	Прибрежные стихийные бедствия, наводнения, оползни, вулканы	Цифровые модели рельефа (DEM)	SAR на спутниках RADARSAT (1995, +), TSX (2007); TDX (2010); COSMO-SkyMed (2007, +), Sentinel-1 (2014); HJ-1C (2012); COSI на спутнике KOMPSAT-5 (2013); PALSAR-2 на спутнике ALOS-2 (2014); RISAT-SAR на спутнике RISAT-1 (2012); X-SAR на спутнике RISAT-2 (2009); S-M OBRC на спутнике "Метеор-М2" (2014); SAR-10 на спутнике "Кондор-Э1" (2013); X-SAR на спутнике TECSAR (2008)	БРЛК на спутнике "Метеор-МП" (2021); CSG-SAR на спутнике CSG (2019); PAZ-SAR на спутнике PAZ (2018); RISAT-SAR на спутнике RISAT-1A (2019); SAR на спутниках группировки RADARSAT (2018, +); S-SAR на спутнике NovaSAR-S (2018); SAR на спутнике TSX-NG (2018); SAR-L спутниках SAOCOM-1,2 (2018); SAR-P на спутнике BIOMASS (2020); SAR-X на спутнике "Метеор-МП" (2021); SAR на спутнике HJ-C	
	Прибрежные стихийные бедствия, землетрясения, наводнения, оползни, загрязнение, лед, вулканы	Затронутые территории			
	Загрязнение океана	Обнаружение разливов нефти			
	Опасные факторы ледового покрова на морях и озерах	Состояние ледового покрова на морях и озерах		SAR на спутниках RADARSAT (1995, +); TSX (2007), TDX (2010); COSMO-SkyMed (2007, +), Sentinel-1a (2014); SIRAL на спутнике CRYOSAT-2 (2010)	SAR на спутниках группировки RADARSAT (2018, +); InSAR на спутнике NISAR (2021)
	Наводнение, засуха	Глубина снежного покрова			SAR-X/Ku на спутнике SCLP (2030)
Визуализация радарными InSAR	Землетрясения, вулканы, оползни	Движение грунта	Спутники RADARSAT (1995, +); TSX (2007); TDX (2010), COSMO-SkyMed (2007, +); Sentinel-1a (2014)	InSAR на спутниках NISAR (2021) и перечисленные выше программы зондирования с использованием SAR	
Радиовысотометрия	Засухи	Высота уровня океанов	SSALT на спутниках серии JASON (2001, +); AltiKa-AMU на спутнике SARAL (2013); RA на спутнике HY-2A (2011); SRAL на спутнике Sentinel-3 (2016)	KaRIN на спутнике SWOT (2020); JASON-3 (2015); SRAL на спутниках JASON-CS/SENTINEL-6 (2020, +); SHIOSAI на спутнике COMPIRA (2019)	

ТАБЛИЦА А2-2 (продолжение)

Технология	Типы бедствий	Измерение	Текущее состояние (около 2018 года)	Перспектива (2018–2025 годы)
Радары контроля осадков	Экстремальные погодные условия, наводнения	Дождь	DPR на спутнике GPM (2014)	
Радиолокационная рефлектметрия	Засухи, экстремальные погодные условия	Вектор направления ветра над поверхностью моря, состояние моря	ASCAT на спутниках MetOp (2006, +); SCAT на спутнике HY-2A (2011); OSCAT на спутнике OceanSat-2 (2009); ALScat на спутнике SAC-D; DDMI на спутнике CYGNSS (2017); OSCAT на спутнике ScatSAT-1 (2015)	OSCAT на спутнике OceanSat-3 (2018); SCA на спутнике MetOp-SG-B (2022); SCAT на спутнике CFOSAT (2018); SKAT на спутнике "Метеор-МП" (2021); SWIM на спутнике CFOSAT (2018); WindRAD на спутнике FY-3 (2018)
	Засухи, наводнения	Характеристики снега (снежный покров, эквивалент талой воды)		SCA на спутнике METOP-SG-B (2022)
	Засухи, наводнения, оползни	Влажность почвы		
	Опасные факторы ледового покрова на морях и озерах	Состояние ледового покрова на морях и озерах		
	Засухи, вулканы (восстановление), лесные пожары (восстановление)	Состояние растительного покрова (индекс листовой поверхности)	ASCAT на спутниках MetOp (2006, +)	
Радиозатмение GPS	Экстремальные погодные условия, наводнения	Профиль температуры воздуха	COSMIC/FORMOSAT-2; DDMI на спутнике CYGNSS (2017); (2006); KOMPSAT-5 (2013); FY-3-C (2013); MetOp (2006, 2012); TDX (2010); TSX (2007); Megha-Tropiques (2011); OceanSat-2 (2009)	COSMIC-2/FORMOSAT-7 (2018); FY-3D.-3F (2016–2020); JASON-CS/SENTINEL-6 (2020+); GRACE-FO (2018); "Метеор-М" № 3, "Метеор-МП" № 1, "Метеор-МП" № 3 (2018); METOP-SG-A,-B (2022)
		Профиль влажности воздуха		

ТАБЛИЦА А2-2 (продолжение)

Технология	Типы бедствий	Измерение	Текущее состояние (около 2018 года)	Перспектива (2018–2025 годы)
Пассивная визуализация в микроволновом диапазоне	Засухи, наводнения	Влажность почвы	MIRAS на спутнике SMOS (2009); радиометр на спутнике SMAP (2015); SSM/I на спутниках серии DMSP (1987, +), SSMIS на спутниках серии DMSP (2003, +); MWRI на спутниках серии FY-3 (2008, +); VIIRS на спутнике SNPP (2011)	SSM/IS на спутнике DMSP (2020); MWI на спутнике METOP-SG-A (2022); MWI на спутнике MetOp-SG-A (2022)
	Экстремальные погодные условия, наводнения	Интенсивность дождя и область его выпадения	GMI на спутнике GPM (2014); SSM/I на спутниках серии DMSP (1987, +); SSMIS на спутниках серии DMSP (2003, +); MADRAS на спутнике Megha-Tropiques (2011); MWRI на спутниках серии FY-3 (2008, +)	
	Опасные факторы ледового покрова на морях и озерах	Состояние ледового покрова на морях и озерах	SSM/I на спутниках серии DMSP (1987, +); SSMIS на спутниках серии DMSP (2003, +); AMSR-2 на спутнике GCOM-W1 (2012)	
	Вулканы, лесные пожары	Температура грунта	AMSU на спутнике AQUA (2002); спутниках серии MetOp (2006+); серии NOAA (1998, +); ATMS на спутниках SNPP (2011) и NOAA-20 (2018); SSM/T на спутниках серии DMSP (1999, +)	
	Наводнение, засуха	Эквивалент талой воды для снежного покрова	SSM/I на спутнике DMSP (1995, +); AMSR-2 на спутнике GCOM-W1 (2012)	
	Засухи, экстремальные погодные условия	Океанские ветры	SSM/I на спутниках серии DMSP (1987, +); SSMIS на спутниках серии DMSP (2003, +); Windsat на спутнике Coriolus (2003), AMSR-2 на спутнике GCOM-W1 (2012); МТВЗА-ГЯ на спутниках серии "Метеор-М" (2009, +); MWR на спутнике SAC-D (2011); MWRI на спутнике HY-2A (2011)	

ТАБЛИЦА А2-2 (продолжение)

Технология	Типы бедствий	Измерение	Текущее состояние (около 2018 года)	Перспектива (2018–2025 годы)
Пассивные микроволновые зонды	Засухи	Температура океана	AMSR-2 на спутнике GCOM-W1 (2012); MWRI на спутнике HY-2A (2011); MIRAS на спутнике SMOS (2009); WindSat на спутнике Coriolus (2003); CrIS, ATMS на спутниках SNPP(2011) и NOAA-20 (2017)	
	Экстремальные погодные условия, наводнения	Профиль температуры воздуха	MSU с 1979 года, в настоящее время на спутниках серии NOAA (2002, +); SSM/I на спутнике DMSP (1995, +); AMSU на спутниках Aqua (2002); MetOp (2006, +); DFMRM на спутнике FAST-T; МТВЗА-ГЯ на спутниках серии "Метеор-М" (2009, +); MWTS на спутниках серии FY-3 (2003, +) CrIS; ATMS на спутниках SNPP (2011) и NOAA-20 (2018)	MWS и MWI на спутниках MetOp-SG (2018, +); МТВЗА-ГЯ-МП на спутнике "Метеор-МП" (2021)
		Профиль влажности воздуха и общее содержание водяного пара в вертикальном столбе атмосферы	AMSU на спутниках AQUA (2002) и POES (1998, +); ATMS на спутниках SNPP (2011) и NOAA-20 (2018); MHS на спутниках POES (1998, +) и MetOp (2006, +); SSM/T на спутниках серии DMSP (1999, +); МТВЗА-ГЯ на спутниках серии "Метеор-М" (2009, +); MWHS на спутниках серии FY-3 (2003, +); SAPHIR на спутнике Megha-Tropiques (2011); AMR-2 на спутнике JASON-3 (2016); MWR на спутнике Sentinel-3 (2016)	AMR на спутнике SWOT (2020); AMR-C на спутниках JASON-CS/SENTINEL-6 (2020); МТВЗА-ГЯ-МП на спутнике "МЕТЕОР-МП" (2021); MWI и MWS на спутнике METOP-SG-A (2022)
Наблюдения в видимом и ИК-диапазоне с геостационарных спутников	Экстремальные погодные условия	Движение облаков	Серия GOES с 1975 года; серия METEOSAT с 1977 года	Серия GOES (2016, +), серия METEOSAT (2018)

ТАБЛИЦА А2-2 (окончание)

Технология	Типы бедствий	Измерение	Текущее состояние (около 2018 года)	Перспектива (2018–2025 годы)
Оптическая визуализация	Прибрежные стихийные бедствия, наводнения, оползни, вулканы	Цифровые модели рельефа (DEM)	ASTER на спутнике TERRA (1999)	
	Прибрежные стихийные бедствия, засуха, землетрясения, погодные условия, наводнения, оползни, загрязнение, лед, вулканы, пожары	Затронутые территории	Умеренное разрешение: AVHRR с 1981 года на спутниках серии NOAA (2002, +); AwiFS на спутниках Resourcesat (2011); Landsat с 1973 года -7, -8 (1999, 2013); серия SPOT (1994, +); MODIS на спутниках TERRA (1999), AQUA (2002); AVHRR на спутниках Metop (2006, +); камеры и IRMSS на спутнике HJ-1 (2008); MSI на спутнике Sentinel-2 (2015); OLCI на спутнике Sentinel-3 (2015); VIIRS на спутнике SNPP (2011) и NOAA-20 (2018)	MSI на спутнике Sentinel-2 (2015); PRISM-2 на спутнике ALOS-3 (2019); SGLI на спутнике GCOM-C1 (2018); NOAA-20
			Высокое разрешение: (коммерческие) IKONOS-2 (1999); QuickBird (2001); WorldView-1 (2007); WV-2 (2009); WV-3 (2014); GeoEye-1 (2008)	
Многоспектральная оптическая визуализация	Засухи, вулканы (восстановление), лесные пожары (восстановление)	Состояние растительного покрова (индекс листовой поверхности)	AVHRR с 1981 года на спутниках серии NOAA (2002, +); MODIS на спутниках Terra (2000), Aqua (2002); MISR на спутнике Terra (2000); Landsat с 1973 года, -7, -8 (1999, 2013); серия SPOT (1994, +); SeaWiFS на спутнике SeaStar (1997); VIIRS на спутниках SNPP (2011) и NOAA-20 (2018)	
	Оползни, вулканы (восстановление)	Почвенно-растительный покров/землепользование		
	Загрязнение океана	Естественное загрязнение океана ("красные приливы")		
ИК-визуализация	Вулканы, лесные пожары	Температура грунта	Landsat с 1973 года, -7, -8 (1999, 2013); серия SPOT (1994, +); MODIS на спутниках TERRA (1999), AQUA (2002)	