



Distr.  
LIMITED  
A/CONF.184/BP/3  
26 May 1998  
RUSSIAN  
Original: ENGLISH

**ТРЕТЬЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ  
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В МИРНЫХ  
ЦЕЛЯХ**

---

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ЗЕМЛИ**

**Справочный документ 3**

**Полный перечень справочных документов**

1. Земля и ее космическая среда
2. Прогнозирование, предупреждение и смягчение последствий стихийных бедствий
3. Рациональное использование ресурсов Земли
4. Спутниковые системы навигации и определения местоположения
5. Космическая связь и прикладные разработки
6. Фундаментальная космическая наука и микрогравитология и связанные с ними выгоды
7. Коммерческие аспекты исследования космоса, включая побочные выгоды
8. Информационные системы для исследований и прикладных разработок
9. Программы мини-спутников
10. Образование и подготовка кадров в области космической науки и техники
11. Экономические и социальные выгоды
12. Содействие развитию международного сотрудничества

## СОДЕРЖАНИЕ

	<u>Пункты</u>	<u>Страница</u>
ПРЕДИСЛОВИЕ .....		3
РЕЗЮМЕ .....		4
I. СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕСУРСОВ ЗЕМЛИ .....	1-9	4
A. Основные имеющиеся в настоящее время эксплуатационные системы	4-6	5
B. Новые и будущие системы .....	7-9	7
II. ВИДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ВЫГОДЫ .....	10-48	10
A. Информационные потребности .....	10-12	10
B. Характерные преимущества спутникового дистанционного зондирования	13-18	10
C. Виды применения .....	19-21	12
D. Выгоды для общества .....	22-48	14
III. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО .....	49-54	19
A. Глобальные экологические программы .....	49-50	19
B. Обучение, подготовка кадров и передача технологии .....	51-52	20
C. Международная координация деятельности по наблюдению Земли ...	53	21
D. Международный доступ к данным .....	54	21
IV. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ ИНТЕРЕС ДЛЯ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ .....	55-64	21
A. Эффективная передача оперативных технологий .....	55-58	21
B. Доступ к данным .....	59-61	22
C. Создание оперативных служб дистанционного зондирования .....	62-63	23
D. Разработка соответствующих космических программ на местном уровне	64	23

Таблицы

1. Основные действующие спутниковые системы, которые на регулярной основе используются для управления природными ресурсами Земли .....	6
2. Основные характеристики трех основных действующих радиолокационных (микроволновых) спутниковых систем .....	7
3. Спутниковые системы, обладающие потенциалом, который может найти применение в области управления природными ресурсами Земли, и запланированные к запуску в период 1997-2003 годов учреждениями, действующими при поддержке правительства .....	8
4. Запущенные в последнее время и запланированные к запуску коммерческие спутниковые системы .....	9
5. Длины волн электромагнитного спектра, обычно используемые в различных областях применения дистанционного зондирования .....	13

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Генеральная Ассамблея в своей резолюции 52/56 постановила созвать третью Конференцию Организации Объединенных Наций по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях (ЮНИСПЕЙС-III) в Отделении Организации Объединенных Наций в Вене 19-30 июля 1999 года в качестве специальной сессии Комитета по использованию космического пространства в мирных целях, открытой для всех государств - членов Организации Объединенных Наций.

Основные задачи ЮНИСПЕЙС-III будут состоять в следующем:

- a) содействие использованию эффективных средств применения космической техники для оказания помощи в решении проблем регионального и глобального масштаба;
- b) укрепление потенциала государств-членов, особенно развивающихся стран, в области использования прикладных результатов космических исследований для экономического и культурного развития.

К числу других целей ЮНИСПЕЙС-III относятся следующие:

- a) предоставление развивающимся странам возможностей для определения их потребностей в области применения космической техники в целях развития;
- b) рассмотрение путей ускорения процесса внедрения космической техники государствами-членами в целях содействия устойчивому развитию;
- c) рассмотрение различных вопросов, касающихся образования, подготовки кадров и технической помощи в области космической науки и техники;
- d) обеспечение важного форума для критической оценки космической деятельности и повышения осведомленности населения о выгодах космической техники;
- e) укрепление международного сотрудничества в области разработки и использования космической техники, а также ее прикладного применения.

В качестве одного из направлений деятельности по подготовке Конференции Управление по вопросам космического пространства Секретариата подготовило ряд справочных документов, с тем чтобы предоставить государствам-членам, участвующим в Конференции, а также региональным подготовительным совещаниям информацию о последних достижениях и тенденциях в области использования связанной с космосом техники. Эти документы были подготовлены на основе материалов, предоставленных международными организациями, космическими агентствами и экспертами из различных стран мира. В результате было издано 12 вспомогательных справочных документов, которые дополняют друг друга и которые, таким образом, следует читать вместе.

Государствам-членам, международным организациям и предприятиям космической промышленности, планирующим принять участие в работе ЮНИСПЕЙС-III, следует учитывать содержание настоящего документа, в частности, при определении состава своей делегации и при подготовке своих материалов для Конференции.

Секретариат выражает глубокую признательность ряду специалистов и организаций за их вклад в подготовку и обзор настоящего доклада, в частности: Европейскому космическому агентству (ЕКА); Канадскому космическому агентству (ККА); Национальному управлению по авиации и исследованию космического пространства (НАСА); Национальному управлению по исследованию океанов и атмосферы (НОАА); Королевскому центру по дистанционному зондированию Марокко; Индийской организации космических исследований (ИСРО); Манильской обсерватории, Филиппины; Национальному институту

аэронавтики и космических исследований (ЛАПАН), Индонезия; Международному космическому университету; Всемирной метеорологической организации (ВМО); Национальному центру космических исследований (КНЕС), Франция; Лоренсу Фритцу и Брюсу Форстеру, Международное общество фотограмметрии и дистанционного зондирования (МОФДЗ); Рею Харрису, У.Р. Рао и А. и Рею А. Уильямсону.

Выражается глубокая признательность М.Дж. Райкрофту (Международный космический университет, Страсбург, Франция, и Кэмбриджский университет, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии) за помощь в техническом редактировании справочных документов 1-10 (A/CONF.184/BP/1-10).

## РЕЗЮМЕ

Население Земли ежедневно увеличивается более чем на 250 000 человек. Такой рост численности населения, который в основном происходит в развивающихся странах, является мощным фактором, ведущим к эксплуатации имеющихся ресурсов для удовлетворения быстро возрастающих потребностей в области социального и экономического развития. Эксплуатация ресурсов обуславливает возникновение ряда важных экологических проблем, в том числе следующих: крупномасштабное обезлесение, чрезмерный вылов рыбных запасов и разрушение среды обитания рыб, деградация земель и опустынивание, распространение болезней и вредителей, сокращение биологического разнообразия, недостаточная доступность пресной воды, истощение озонового слоя и глобальное потепление. В настоящее время признана необходимость в том, чтобы управление использованием ресурсов Земли осуществлялось на устойчивой и учитывающей экологические аспекты основе. Спутники дистанционного зондирования позволяют получать самую разнообразную информацию, имеющую важнейшее значение для содействия такому рациональному управлению.

Технология дистанционного зондирования дает множество прямых и косвенных выгод для общества, в том числе следующие: а) экономия затрат и времени, которая обуславливается повышением экономичности и эффективности в широком круге областей деятельности по планированию, эксплуатации и мониторингу, в сравнении с альтернативными источниками сопоставимой информации, такими, как воздушные фотосъемки; б) уменьшение числа человеческих жертв в результате преимуществ в предоставлении информации, которая может быть использована в деле борьбы со стихийными бедствиями; в) повышение качества жизни в результате укрепления продовольственной безопасности и более рационального управления экологическими и природными ресурсами; и д) дальнейшее сокращение неопределенности в общем процессе принятия решений.

Возрастает - частично за счет появления полностью коммерческих спутниковых проектов - количество эксплуатационных спутников, оснащенных датчиками, с помощью которых можно осуществлять подробное картирование ресурсов Земли. Расширяется также использование данных, полученных такими спутниками. В то же время такое расширение использования отмечается в основном в промышленно развитых странах. Содействие глобальному развитию использования спутникового дистанционного зондирования потребует решения ряда проблем программного характера, в том числе улучшения доступа к данным и создания механизмов и программ, которые позволят более широко использовать спутниковое дистанционное зондирование в повседневной деятельности в области развития.

## I. СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕСУРСОВ ЗЕМЛИ

1. В настоящее время имеются самые разнообразные спутниковые системы дистанционного зондирования, которые могут быть использованы для получения данных в целях содействия решению проблем, имеющих национальное и глобальное значение. С точки зрения пространственного разрешения эти системы работают в диапазоне от километров до метров и ведут запись на различных длинах волн: от ультрафиолетовой - через видимую и инфракрасную - до термальной инфракрасной и микроволновой областей электромагнитного спектра. Такие факторы, как конкретный регион, по которому с помощью

датчиков собираются данные, а также пространственное разрешение и период повторных пролетов (т.е. срок между двумя последовательными пролетами спутника над конкретным участком), имеют важное значение для определения полезности данных для использования в ряде ключевых секторов развития, таких как сельское хозяйство, разведка минеральных ресурсов, лесное хозяйство, контроль за опасными природными явлениями, рыбное хозяйство и гидрология. Практически все спутниковые системы имеют сопоставимые авиационные эквиваленты; авиационные системы, однако, не способны получать данные на регулярной основе и могут просматривать только ограниченные участки поверхности Земли.

2. Началом дистанционного зондирования из космоса в гражданских целях считается апрель 1960 года, когда Соединенные Штаты Америки запустили спутник для телевизионного наблюдения в инфракрасном диапазоне спектра (ТИРОС-1) (предшественник серий полярных эксплуатационных экологических спутников (POES), которые в настоящее время эксплуатируются Национальным управлением по исследованию океанов и атмосферы (НОАА)) в качестве экспериментального метеорологического спутника. Этот спутник на полярной орбите дал возможность для получения первых телевизионных изображений поверхности Земли на систематической и периодической основе. В августе 1960 года вооруженные силы Соединенных Штатов запустили свой первый спутник наблюдения Земли - "Дискаверер". В 60-е годы Соединенные Штаты и Союз Советских Социалистических Республик запустили несколько серий спутников дистанционного зондирования для метеорологических и разведывательных программ, а также программ, связанных с высадкой на Луну. В 1972 году был запущен первый гражданский спутник, который был разработан специально для сбора данных о поверхности и ресурсах Земли - технологический спутник для исследования ресурсов Земли (ERTS-1), который был впоследствии переименован в спутник дистанционного зондирования Земли-1 (ЛЭНДСАТ-1). Последующие спутники серий ЛЭНДСАТ-2, -3, -4 и -5 были запущены в 1975, 1978, 1982 и 1984 годах, соответственно.

3. В период 1972-1986 годов широкая общественность имела доступ только к тем полученным с помощью спутников дистанционного зондирования изображениям, которые были получены со спутников серий ЛЭНДСАТ. Впоследствии, однако, возможности, предоставляемые в распоряжение пользователей данными, постоянно расширялись. Различные космические агентства при поддержке национальных правительств запустили и эксплуатируют несколько других спутниковых систем для исследования ресурсов Земли, которые обладают различными техническими характеристиками (т.е. инструментальная полезная нагрузка, характеристики орбиты и основные области применения). Количество возможных источников информации, полученной с помощью дистанционного зондирования, продолжает расширяться. В ближайшем будущем будут созданы системы, которые смогут записывать данные при очень высоком пространственном и спектральном разрешении, причем при очень коротком периоде повторных пролетов. Это предоставит в распоряжение пользователей все более гибкие возможности по своевременному получению необходимой информации. В нижеследующих пунктах приводится краткий обзор используемых в настоящее время эксплуатационных систем. Затем дается схематичное описание некоторых новых систем, которые будут запущены в ближайшем будущем (т.е. с начала 1998 года - даты написания настоящего доклада).

#### **А. Основные имеющиеся в настоящее время эксплуатационные системы**

4. В настоящее время большую часть данных для рационального управления использованием ресурсов Земли на регулярной основе предоставляют шесть систем. Эти системы и даты их первого запуска являются следующими: усовершенствованный радиометр с очень высоким разрешением (АВХРР) НОАА Соединенных Штатов; ЛЭНДСАТ, 1972 год; Система для наблюдения Земли (СПОТ), 1986 год; индийский спутник дистанционного зондирования (IRS), 1988 год; спутник для исследования ресурсов Земли (ERS), 1991 год; японский спутник дистанционного зондирования земных ресурсов (JERS), 1992 год; и РАДАРСАТ, 1995 год.

5. Система НОАА АВХРР была разработана для получения информации для гидрологических, океанографических и метеорологических исследований, хотя данные использовались также для видов применения, связанных с мониторингом земной поверхности. На орбите Земли находится серия таких систем, и каждая из них пролетает над соответствующими участками два раза в сутки (в ночное и дневное

время). Системы ЛЭНДСАТ явились первыми системами, разработанными для обеспечения глобального охвата поверхности Земли на регулярной основе. На используемых в настоящее время системах ЛЭНДСАТ установлены два многоспектральных прибора дистанционного зондирования с различным пространственным и спектральным разрешением. Это - многоспектральный сканер (МСС) и тематический картограф (ТМ). Системы СПОТ 1, 2 и 3 были запущены в 1996, 1990, 1993 годах, соответственно. С помощью этих идентичных систем могут быть получены данные при работе в панхроматическом и многоспектральном режимах. Стандартный цикл повторных пролетов систем СПОТ составляет 26 дней, однако поскольку они оснащены аппаратурой, позволяющей производить боковой обзор, они могут наблюдать какой-либо конкретный участок через более частые интервалы (вплоть до каждых двух дней), а также могут создавать стереоскопические пары изображений. Спутниковые системы IRS (1A, AV, 1C и 1D) были запущены в 1988, 1991, 1996 и 1997 годах, соответственно. Период повторного пролета этих систем составляет 22 дня. IRS-1C и -1D оснащены как панхроматическими, так и многоспектральными датчиками. Характеристики датчиков, установленных на этих четырех спутниковых системах, кратко показываются в таблице 1.

6. РАДАРСАТ, JERS-1, а также ERS-1 и ERS-2 оснащены радиолокационными или микроволновыми системами дистанционного зондирования. Эти системы представляют собой активные датчики со своим собственным источником энергии, и, таким образом, данные могут сниматься в любое время, ночью или днем, в зависимости от положения спутника над поверхностью Земли. ERS-1 и ERS-2 были запущены в 1991 и 1995 годах, соответственно. JERS-1 был запущен в 1992 году, а РАДАРСАТ - в 1995 году. И ERS, и JERS помимо радиолокационных приборов с формированием изображений оснащены и другими датчиками, а РАДАРСАТ способен функционировать в различных режимах получения изображений при различном наземном разрешении. Дополнительные технические характеристики этих трех систем приводятся в таблице 2.

**Таблица 1: Основные действующие спутниковые системы, которые на регулярной основе используются для управления природными ресурсами Земли**

Система	Характеристики	Пространственное разрешение
NOAA (AVHRR)	ВБИК(2) ТИК(3)	1,1 км
LANDSAT	ВБИК(4)	56м x 79 м
	ВБИК/КВИК(6)	30 м
	ТИК(1)	120 м
SPOT	ПАН	10 м
	ВБИК(3)	20 м
IRS	ПАН	5,8 м
	ВБИК(3)	23,5 м
	СИК(1)	70 м

Примечание: ВБИК - диапазон от видимой до ближней ИК-области; КВИК - коротковолновая ИК-область; ПАН - панхроматическая область; СИК - средняя ИК-область; ТИК - тепловая ИК-область. Цифра в скобках ( ) означает количество спектральных полос.

**Таблица 2: Основные характеристики трех основных действующих радиолокационных (микроволновых) спутниковых систем**

	<b>ERS-1 и 2</b>	<b>JERS-1</b>	<b>Radarsat</b>
Длина волны	5,7 см	23,5 см	5,7 см
Частота	5,3 ГГц	1,28 ГГц	5,3 ГГц
Поляризация	ВВ	ГГ	ГГ
Установочный угол	23 градуса	35 градусов	20-49 градусов
Ширина полосы обзора	100 км	75 км	100 км/500 км [ШР]
Разрешение по дальности	30 м	18 м	25 м (номинальное) [ШР]
Разрешение по азимуту	30 м	18 м	28 м [ШР]

Примечание: ШР - штатный режим

## **В. Новые и будущие системы**

7. Разрабатываемые с помощью национальных правительств системы дистанционного зондирования в основном предназначены для сбора данных с широкой, средней и низкой разрешающей способностью, которые в большей степени подходят для получения информации в таких целях, как изучение климата, экологический мониторинг и рациональное использование ресурсов. В то же время новые системы, которые планируются в настоящее время или которые были недавно запущены действующими и новыми коммерческими операторами (таблицы 3 и 4), свидетельствуют о наличии четкой тенденции к более высокому пространственному и спектральному разрешению<sup>1</sup> (см. также справочный документ 9 (A/CONF.184/BP/9) о программах мини-спутников, некоторые из которых связаны с дистанционным зондированием). В 2000 году, если будут выполнены все имеющиеся в настоящее время планы, касающиеся спутников наблюдения за Землей, на орбите одновременно будет находиться 31 спутник со способностью получения данных с разрешением в 30 метров или меньше. Самое высокое пространственное разрешение, которое планируется для этих систем, составляет 0,8 м. Поскольку многие из этих систем будут также оснащены оборудованием, позволяющим получать стереоскопические изображения, с их помощью могут быть получены цифровые модели поверхности с высоким разрешением при эквивалентных контурных интервалах порядка 2 метров. Оборудование с высоким пространственным разрешением, установленное на этих системах, также позволит проводить трехмерное моделирование сооружений и картирование землепользования, а не только земельного покрова. К числу основных рынков для данных, полученных с помощью многих спутников, оснащенных аппаратурой с высоким разрешением, относится точное управление выращиванием сельскохозяйственных культур, картирование и различные виды применения, связанные с Географической информационной системой (ГИС) (т.е. те, которые относятся к функционированию служб общественного пользования, планированию городов, лесному хозяйству и борьбе со стихийными бедствиями). Согласно утверждениям продавцов, продукты этих коммерческих систем будут предлагаться уже в течение нескольких часов после получения спутниковых данных. Использование этого предложения будет зависеть, однако, от доступа пользователей к надлежащим информационным техническим средствам, которые позволяют осуществлять передачу данных в таком режиме, близком к режиму реального времени.

8. Следующее поколение спутников наблюдения Земли будет способно осуществлять мониторинг структуры и химического состава атмосферы, а также мониторинг океанов, земной поверхности и растительного покрова с беспрецедентной тщательностью и точностью. Эти наблюдения будут способствовать комплексной оценке состояния Земной системы и выявлению характера и причин природных и вызванных деятельностью человека изменений в глобальной системе.

9. С расширением возможностей выбора из числа самых различных спутниковых данных все более широкое признание получает концепция слияния данных. В отличие от использования данных в одной системе при одном разрешении на одну и ту же дату, которые могут и не удовлетворить информационные потребности пользователя, будут составляться комплексные пакеты множественных данных. Будет

предложено программное обеспечение для оптимизации извлечения информации для конкретных видов применения.

**Таблица 3: Спутниковые системы, обладающие потенциалом, который может найти применение в области управления природными ресурсами Земли, и запланированные к запуску в период 1997-2003 годов учреждениями, действующими при поддержке правительства<sup>a</sup>**

Система	Характеристики	Пространственное разрешение
СBERS (1999, 2000 годы)	ВБИК(4)	20 м, 260 м
	ПАН	20 м, 80 м
	КВИК	80 м
	ТИК	160 м
RADARSAT-II (2000 год)	РСА(С)	3 м, 9 м, 25 м, 50 м, 100 м
Envisat-1 (1999 год)	ВБИК(15)	250 м, 1 км
	РСА(С)	30 м, 100 м
SPOT-4 (1998 год)	ВБИК/КВИК(4)	10 м, 20 м
SPOT 5A (2002 год)	ВБИК/КВИК(4)	10 м
	ПАН	5 м
	ИРС-1D (1997 год)	ВБИК(4);
ИРС-P5 (1999-2000 годы)	ПАН	5,8 м
	КВИК	70,8 м
	ШУД 188 м	188 м
	ИРС-P6 (2001-2002 годы)	ПАН
ALOS (2003 год)	ВБИК(4)	23 м
	ВБИК(3)	6 м
	УШУД(3)	80-100 м
	ВБИК	10 м
KOMPSAT (1999 год)	ПАН	2,5 м
	РСА(L)	
	ВБИК	10 м
	Ресурс-01 N4 (1998 год)	ВБИК(3)
Ресурс-Ф2М (1998 год)	ВБИК(4)	6-9 м, фотографирование
НИКА-Kuban (2000 год)	ВБИК(1)	2-4 м, фотографирование;
	ВБИК(9)	3-5 м, 6-8 м, фотографирование
СИЧ-1М (1999 год)	ВБИК	45 м
LANDSAT-7 (1998 год)	ВБИК/КВИК(6)	30 м
	ТИК	60 м
	ПАН	15 м, 5 м, 10 м
EOS-AM1 (1998 год)	ВБИК(3)	1 м
	КВИК(6)	30 м
	ТИК(5)	90 м
ЕО-1 (1999 год)-эксп.	ВБИК/КВИК(9)	30 м
	ПАН	10 м
	Г	
LightSAR (2000 год)	РСА(L)	
TOPSAT (2001 год)	РСА(L)	

**Примечание:** эксп. - экспериментальная программа; КВИК - коротковолновая ИК-область; ВБИК - диапазон от видимой до ближней ИК-области; ПАН - панхроматическая область; РСА(X) - радиолокатор с синтезированной апертурой, работающей в полосе X; Г - гиперспектральный датчик; ШУД - широкоугольный датчик; УШУД - усовершенствованный широкоугольный датчик. Цифра в скобках ( ) означает количество спектральных полос.



<sup>a</sup>Сроки запуска могут быть изменены. Перечислены лишь программы, предусматривающие установку по крайней мере одного основного датчика с пространственным разрешением свыше 100 м.

**Таблица 4: Запущенные в последнее время и запланированные к запуску коммерческие спутниковые системы**

Космический аппарат	Характеристики датчика <sup>a</sup>	Пространственное разрешение	Запуск
IAI (Авиационная промышленность Израиля)	ПАН	1,3 м	-
Orbview-3 (ORBIMAGE)	ПАН ВБИК(4) Г	1 м, 2 м 4 м 8 м	1999 год
IKONOS-1 (Space Imaging EOSAT)	ПАН ВБИК(4)	1 м 4 м	1998 год
IKONOS-2 (Space Imaging EOSAT)	ПАН ВБИК(4)	1 м 4 м	1998 год
Quick Bird (Earth Watch)	ПАН ВБИК(4) 4 м	1 м, 2 м 4 м	1998 год
GDE Systems	ПАН	0,8 м	1998 год
West Indian Space (EROS-A)			1998 год
Ресурс 21	ВБИК(4) КВИК	10 м 20 м, 100 м	1999 год
ARIES-1	ВБИК(32) КВИК(32)	30 м 30 м	2000 год
EROS-B1 (West Indian Space)			1999 год
EROS-B2, B3 (West Indian Space)			2000 год
GEROS I, II (GER Corporation)			2000 год
GDE Systems			2000 год
CIBSAT (Kodak)			2000 год
Ресурс 21 -А, -В (Ресурс 21)			2000 год
EROS-B4, -B5 (West Indian Space)			2001 год
XSTAR A (Matra-Marconi)			2001 год
Orb View -3B (ORBIMAGE)			2001 год
GEROS -III, -IV (GER Corporation)			2001 год
Ресурс 21 -С, -Д (Ресурс 21)			2001 год
EROS-B6 (West Indian Space)			2002 год
XSTAR-B (Matra-Marconi)			2002 год
GEROS -V, VI (GeER Corporation)			2002 год
EROS-B6 (West Indian Space)			2003 год

Примечание: эксп. - экспериментальная программа; КВИК - коротковолновая ИК-область; ВБИК -диапазон от видимой до ближней ИК-области; ПАН - панхроматическая область; РСА(Х) -

радиолокатор с синтезированной апертурой, работающей в полосе X; Г - гиперспектральный датчик. Цифра в скобках ( ) означает количество спектральных полос.

<sup>a</sup>В таблицу включена имеющаяся информация о характеристиках датчиков.

## **II. ВИДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ВЫГОДЫ**

### **A. Информационные потребности**

10. Население земного шара, которое в настоящее время оценивается приблизительно в 6 миллиардов человек, возрастает быстрыми темпами, составляющими более 250 000 человек в день, причем этот рост в основном происходит в развивающихся странах. Это увеличение численности населения налагает значительную нагрузку на имеющиеся ресурсы и ведет к возникновению ряда серьезных экологических проблем. Решение этих проблем требует более рационального управления использованием ресурсов Земли и ее окружающей среды на основе достаточных знаний о состоянии земной и водной поверхности Земли, а также ее атмосферы. Информация, полученная с помощью спутникового дистанционного зондирования, может в значительной мере способствовать формированию таких знаний и, таким образом, более рациональному использованию ресурсов.

11. Хотя дистанционное зондирование вносит значительный вклад в удовлетворение информационных потребностей, следует признать, что спутниковое дистанционное зондирование лишь дополняет другие средства получения пространственных данных. Другие источники данных, включая имеющиеся карты, авиаснимки, доклады, статистические данные, историческую информацию и данные опросов владельцев земельных участков, должны составить часть общего процесса сбора информации. Данные, собранные на местах, с помощью самолетов или КЛА, могут, в конечном итоге, принести пользу лишь в том случае, если они могут быть использованы для удовлетворения информационных потребностей при таких затратах, которые будут приемлемы для пользователей, будь то отдельные лица, организации, государства или международные организации. С помощью анализа преимуществ и недостатков могут быть разработаны стратегии, в рамках которых дистанционное зондирование будет в существенной мере способствовать эффективности затрат на сбор данных.

12. К числу основных информационных потребностей многих развивающихся стран относятся те потребности, удовлетворение которых необходимо для поддержки принятия решений в ряде важных секторов. Обычно к числу таких секторов относятся: а) природные ресурсы (включая сельское и лесное хозяйство, минеральные и водные ресурсы и рыбное хозяйство); б) окружающая среда; в) людские ресурсы (включая службы образования и здравоохранения); г) предупреждение стихийных бедствий и конфликтов и смягчение их последствий; и е) предупреждение преступности. В каждом из этих секторов развития успешно разработаны различные виды применения дистанционного зондирования, которые приносят ряд прямых или косвенных выгод обществу.

### **B. Характерные преимущества спутникового дистанционного зондирования**

13. Спутниковое дистанционное зондирование обладает рядом уникальных преимуществ по сравнению с альтернативными средствами сбора данных, такими как воздушные и наземные обследования, что превращает его в идеальный инструмент для удовлетворения некоторых информационных потребностей. В целом эти преимущества связаны со следующим:

- а) меньшие затраты на формирование изображений;
- б) скорость и относительная простота получения космических изображений;
- в) высокая периодичность сбора данных, что ведет к получению текущей, т.е. самой актуальной информации;

d) гомогенность сбора данных, которая достигается за счет использования одного и того же инструмента для сбора данных по крупным районам;

e) более совершенный охват собираемых данных, особенно в том, что касается отдаленных районов и более крупных регионов;

f) пространственная непрерывность наблюдений.

14. Преимущества спутников дистанционного зондирования проявляются не только применительно к географически крупным (например, общенациональным) областям интересов, как это имело место исторически, но и применительно к небольшим участкам, площадью несколько квадратных километров, как об этом свидетельствует недавнее создание коммерческих спутников дистанционного зондирования с высокой разрешающей способностью. Эти коммерческие системы специально предназначены для пользователей, которым требуется информация об относительно небольших районах, когда получение данных, особенно их неоднократное получение при помощи использования воздушных судов, не будет экономически эффективным в результате значительных неизменных издержек на проведение таких воздушных полетов. Для сравнения можно указать, что, по оценкам, в Северной Америке спутниковая орто-изобразительная карта, составленная с помощью изображений с разрешением в 2 метра, будет в среднем стоить от половины до трети стоимости аналогичной карты, составленной с помощью воздушных фотографий. Проведенное в Китае сопоставительное исследование применения воздушных наблюдений и спутникового дистанционного зондирования для картирования района площадью 608 000 гектаров показало, что использование спутникового дистанционного зондирования дает экономию в 55 и 66 процентов по получению данных и по трудовым затратам, соответственно. В Индии проведение интегрированного картирования ресурсов при использовании спутникового дистанционного зондирования дало - в сравнении с обычными (основывающимися на воздушных фотографиях) методами - экономию затрат в среднем в 52 процента. Примеры из сельскохозяйственного сектора в Соединенном Королевстве показывают, что при использовании данных спутникового дистанционного зондирования в программах оперативного мониторинга коэффициенты затрат и результатов составляют порядка 1:10.

15. Многочисленные некоммерческие спутниковые системы постоянно получают изображения крупных районов Земли. Заархивированные данные представляют собой ценный источник согласованной информации, которая позволяет производить ретроспективные (по временным рядам) исследования, например, для определения источника загрязнения морей или темпов истощения какого-либо конкретного ресурса. В настоящее время благодаря развитию информационных систем и созданию сети "Интернет" с архивами спутниковых изображений можно легко ознакомиться даже из отдаленных точек, что делает такие изображения более доступными для пользователей из самых различных стран мира. В качестве примеров соответствующих исходных страниц в сети World Wide Web можно упомянуть следующие: Centre for Earth Observation ([www.ceo.org](http://www.ceo.org)); Committee on Earth Observation of Satellites ([ceos.esrin.esa.it/dossier/](http://ceos.esrin.esa.it/dossier/)); Satellite Active Archive ([www.saa.noaa.gov](http://www.saa.noaa.gov)); и European Space Research Institute (<http://sharkl.esrin.esa.it/informations.html>).

16. Цифровой формат получения изображений и синоптический охват спутников дистанционного зондирования облегчают обработку изображений и получение таких продуктов, которые удовлетворяют самые разнообразные потребности. Изображения самых различных площадей (например, отдельного участка, стандартного листа карты, штата или даже целого государства) могут быть легко извлечены или созданы методом мозаики. Эта характеристика позволяет, например, получать готовые для использования в системе ГИС продукты с добавленной стоимостью, удовлетворяющие конкретным потребностям различных групп пользователей, из одного и того же набора исходных изображений. Это способствует получению экономии за счет эффекта масштаба и конкурентному ценообразованию, а также содействует дальнейшему повышению эффективности затрат на получение спутниковых данных.

17. В настоящее время широко признается тот факт, что многие экологические проблемы являются глобальными по своему масштабу и выходят за рамки национальных границ. В силу этого решения, направленные на устранение этих проблем, не могут приниматься изолированно. Спутниковые системы

дистанционного зондирования представляют собой единственный источник данных, который позволяет составить всеохватывающее, комплексное мнение, отвечающее требованиям масштаба стоящих проблем.

18. Развитие в области оперативного дистанционного зондирования вышло в настоящее время на такой этап, когда конечный пользователь может с относительной легкостью и достаточно оперативно получить новые и заархивированные изображения любого желаемого географического района в относительно короткий срок от нескольких часов до нескольких недель. С другой стороны, для организации проведения воздушных наблюдений в сопоставимых районах может потребоваться несколько месяцев.

### С. Виды применения

19. Принимая во внимание широкий круг источников изображений, полученных с помощью дистанционного зондирования на различных длинах волн и при различном пространственном разрешении, виды применения систем наблюдения Земли в целях рационального управления использованием природных ресурсов весьма разнообразны, как об этом свидетельствует нижеприведенный список:

- a) сельское хозяйство, например обнаружение заболеваний сельскохозяйственных культур, оценка потребностей в воде;
- b) обнаружение пожаров и иных опасностей и слежение за ними;
- c) мониторинг и оказание помощи в случае стихийных бедствий;
- d) экологический мониторинг, особенно контроль за нефтяными разливами и загрязнением;
- e) рациональное использование прибрежных ресурсов и инжиниринг;
- f) информация о земной поверхности и другие продукты для городского и регионального планирования;
- g) безопасность судоходства;
- h) топографическое картирование в больших масштабах;
- i) гидрологический мониторинг городских и других водосборов;
- j) сооружение объектов, например дорог, трубопроводов, энергетических линий и других объектов инфраструктуры;
- k) оценка для целей проведения переписей и налогообложения, а также имущественная оценка;
- l) туризм и отдых;
- m) коммерческие операции и маркетинг, включая исследования рынка и демографические показатели;
- n) правоохранительная деятельность; операции по поддержанию мира и наблюдение за выполнением договоров.

20. Вопрос о полезности данных, полученных с помощью систем наблюдения Земли, непосредственно связан с вопросом о спектральных полосах, используемых для получения данных. В таблице 5 показаны длины волн, которые обычно используются для дистанционного зондирования различных ресурсов Земли, включая те ресурсы, которые представляют особый интерес для развивающихся стран, например прибрежные, лесные и сельскохозяйственные ресурсы, а также ресурсы пресной воды. Сопоставление этих длин волн со спектральными полосами датчиков различных существующих и планируемых спутниковых систем, перечисленных в таблицах 1-4, может использоваться для оценки полезности спутниковых систем для какого-либо конкретного вида применения. К числу других соображений могут относиться пространственное разрешение изображения, а также периодичность возможного получения изображений.

**Таблица 5: Длины волн электромагнитного спектра, обычно используемые в различных областях применения дистанционного зондирования**

Диапазон длин волн	Области применения
0,40-0,50 мкм (голубая область)	Глубина промачивания почвы и глубина водоемов
0,50-0,60 мкм (зеленая область)	Зелень растительного покрова, цветность океана
0,60-0,70 мкм (красная область)	Поглощение энергии хлорофиллами здоровых растений, содержание оксида железа в почвах, степень мутности воды
0,70-0,90 мкм (ближняя ИК-область)	Реакция здоровых растений, мониторинг и классификация культур, граница суши/воды; граница растительности/почвы; граница застроенной поверхности/поверхности, имеющей растительный покров
1,55-1,75 мкм (ближняя ИК-область)	Степень влажности почвы
2,00-2,40 мкм (КВИК)	Присутствие глинистых минералов
3,00-4,00 мкм (средняя ИК-область + тепловая ИК-область)	Вулканическая активность, кустарниковые пожары, подземные пожары
9,00-12,50 мкм (дальняя ИК-область + тепловая ИК-область)	Температура океана и суши
2,4-3,75 см (микроволновая область диапазона X)	Форма лесного полога, классификация культур. Неровность океана, скорость ветра
3,75-7,5 см (микроволновая область диапазона C)	Плотность кроны, форма и ориентация листьев/ветвей. Морфология растений. Неровность поверхности океана; скорость ветра; места выхода нефти; неровности рельефа; растительный покров суши; батиметрия; геология; гравитационные поля; мониторинг морского льда и айсбергов
15-30 см (микроволновая область диапазона L)	Размер стволов и густота деревьев; неровность океана; неровность поверхности суши; степень влажности почвы; районы сведения леса
30-100 см (микроволновая область диапазона P)	Размер стволов и густота деревьев; степень влажности почвы; степень поверхностного проникновения влаги в почву и подземные явления; степень проникновения снега

21. С технической эксплуатационной точки зрения успешное применение дистанционного зондирования будет зависеть от ряда факторов, включая следующие: а) понимание относительных спектральных характеристик зондируемых материалов; б) надлежащий выбор спектрального, пространственного и временного разрешения данных дистанционного зондирования, которые будут использоваться, при учете характеристик исследуемых параметров или явлений и масштаба представления; в) получение изображений в наиболее удобный момент или моменты, когда исследуемые особенности наиболее легко различить и, таким образом, выявить; и д) использование соответствующих методологий интерпретации, включая использование визуальных и цифровых подходов и применение методов интеграции/моделирования данных при использовании ГИС.

## **D. Выгоды для общества**

22. Общество получает значительные выгоды от использования спутникового дистанционного зондирования. В настоящем разделе приводятся некоторые примеры таких полезных видов применения. Основное внимание уделяется тем видам применения, технические и экономические возможности которых в значительной степени зависят от преимуществ, присущих спутниковому дистанционному зондированию по сравнению с другими методами сбора данных. Так, в связи с некоторыми видами применения, учитывая ограниченность сроков, географический охват, затраты или важнейшие характеристики измеряемых параметров, спутники являются единственным возможным средством сбора данных. Виды применения могут быть в целом подразделены на следующие категории: картирование, мониторинг, моделирование и измерение. Выгоды для общества также сгруппированы по этим категориям.

### **Картирование**

23. Для самых различных видов деятельности в области планирования и развития совершенно необходимы надлежащие карты. Однако в развивающихся регионах и даже в некоторых промышленно развитых странах таких карт не хватает или они являются устаревшими, что частично объясняется высокими затратами на их составление при использовании традиционных методов. Все более широкая доступность изображений, полученных с помощью дистанционного зондирования со спутников, изменяет современные методы составления и последующего использования карт. Вместо ручного извлечения тематических данных из сделанных с воздуха фотоснимков и последующего изложения этих данных на картах, сами изображения орторектифицируются, аннотируются и используются как карты. Такие карты более насыщены информационным содержанием и легче понимаются более широким кругом конечных пользователей с различными уровнями образования. Они все более широко используются в качестве эффективных, неотфильтрованных средств связи между различными сторонами, участвующими в проектах, связанных с природными ресурсами и окружающей средой, особенно в тех проектах, в которых участвуют сельские общины в развивающихся странах. Высокая позиционная точность орторектифицированных карт, составленных с помощью спутников дистанционного зондирования с высокой разрешающей способностью, делает такие карты экономически эффективной альтернативой проведению полевых наблюдений, особенно в удаленных и труднодоступных районах, в которых проведение наземных или воздушных наблюдений может быть чрезвычайно сложным.

24. В ряде стран в различных частях мира, в том числе в странах с экономикой, находящейся на этапе перехода к свободной рыночной системе, проводятся земельные реформы. Частная собственность на землю является одним из важнейших движущих факторов национальной экономики и важным фактором, определяющим устойчивое развитие. Необходимость в быстром ответе на огромный спрос на приобретение в собственность земельных участков по доступным ценам удовлетворяется через использование новаторских недорогостоящих подходов к кадастровому картированию при использовании полученных с помощью спутников изображений с высоким разрешением и проведение наземных наблюдений.

25. Широкая перспектива спутниковых изображений позволила геологам с легкостью нанести на карты сложные региональные геологические характеристики (такие, как разломы, контуры, геоморфологические или литологические линии соприкосновения), обнаружить которые с земли сложно по той причине, что их трудно различить на поверхности, но которые можно распознать на мелкомасштабных изображениях. Картирование таких характеристик облегчает поиск полезных ископаемых, а также грунтовых вод, т.е. тех ресурсов, которые часто являются ключевыми для развития.

26. Топографические данные, которые часто используются при проведении многих исследований в области планирования и инжиниринга, могут быть получены при помощи либо стереооптических, либо радиолокационных изображений. На основе спутниковых радиолокационных изображений при использовании методов интерферометрии и радиолокационной грамметрии готовятся цифровые модели возвышений. Высокая точность этих моделей позволяет использовать их при мониторинге таких опасностей, которым предшествует смещение почвы, как извержения вулканов, землетрясения и оползни.

27. В тех районах мира, где практически постоянный облачный покров препятствует получению обычных оптических изображений с помощью спутников, для создания современных карт в масштабе 1:200 000 при приемлемых уровнях позиционной точности используются изображения, полученные с помощью РЛС. Такую работу можно проводить при использовании блоковой триангуляции и точных орбитальных данных без необходимости в проведении наземных наблюдений на местах.

28. Что касается сельского хозяйства, то дистанционное зондирование со спутников (оснащенных как оптическим, так и радиолокационным оборудованием) используется в дополнение к обычным источникам информации для получения сельскохозяйственных статистических данных как на национальном, так и на региональном уровне. Для определения урожая различных культур используются оптические изображения с диапазоном пространственного разрешения от низкого до высокого, полученные в различные даты в течение вегетационного периода, а также радиолокационные изображения. Изображения, полученные с помощью РЛС, могут с особой пользой применяться в таких районах, как влажные тропические районы и Северная Европа, где поверхность земли может быть часто закрыта облачным покровом. Спутниковые изображения в сочетании с ограниченным получением наземных образцов повседневно используются в рамках общей программы сельскохозяйственной политики Европейского союза для определения и замера площадей произрастания различных культур, а также площадей пахотных земель в странах-членах. Цель этой работы состоит в поддержке управления программой предоставления субсидий фермерам на основе характеристик соответствующих земельных участков. Ежегодно подается около 3 миллионов деклараций о выращенном урожае, точность которых необходимо проверить до сбора урожая. При использовании информации, полученной либо с помощью спутникового дистанционного зондирования, либо на основе воздушного фотографирования или при сочетании этих двух методов, систематически проверяется приблизительно 5 процентов таких деклараций. Аналогичные программы для обмера культивируемых площадей и прогнозирования урожая существуют в ряде других стран, например в Индии, Китае, Марокко и Сенегале.

29. Карты, составленные с помощью спутникового дистанционного зондирования, используются для оказания помощи обеспечению устойчивого развития. Например, в Индии составленные с помощью спутников карты природных ресурсов, используемые в сочетании со вспомогательными данными по социально-экономическим, культурным, демографическим и метеорологическим аспектам, применяются для картирования уникальных земельных участков, для которых разрабатываются конкретные планы устойчивого развития (например, в вопросах, связанных с разрешенными видами землепользования и мерами по охране окружающей среды).

30. Некоторые виды сельскохозяйственной деятельности оказывают существенное воздействие на концентрацию парниковых газов и способствуют глобальному потеплению. Спутниковое дистанционное зондирование играет неопределимую роль в картировании сильно увлажненных земель под рисовыми полями и соответственно в определении той степени, в которой они способствуют выделению газов метанового ряда в атмосферу.

### Мониторинг

31. Периодичность пролетов спутника над каким-либо районом в сочетании со способностью многих датчиков проводить обзор с позиций вне надира облегчает проведение различных видов деятельности по мониторингу как над сушей, так и над морем. Предметом мониторинга обычно являются такие явления или характеристики, которые изменяются с течением времени.

32. Ключевым фактором в деле обеспечения устойчивого развития является информация о темпах истощения имеющихся ресурсов, что дает возможность выработать соответствующие стратегии управления. Частые обследования с помощью спутников дистанционного зондирования облегчают достижение этой цели, поскольку позволяют получать составленную по временным рядам информацию о самых разнообразных важных ресурсах, включая следующие: растительный покров (леса, пастбища), почвы и наземные источники воды. Например, что касается лесного хозяйства, информация, полученная с помощью дистанционного зондирования, облегчает мониторинг районов обезлесения, лесовозобновления, объема биомассы, заболеваний, зараженности насекомыми-вредителями и лесных



пожаров. Такой мониторинг позволяет правительствам быстро оценивать воздействие различных программ и вносить необходимые изменения. В архивах различных операторов спутников или соответствующих учреждений хранятся спутниковые снимки многих регионов мира, полученные еще в 1972 году (или даже ранее - в случае снимков, сделанных для военных разведывательных целей). Эти данные представляют собой источник последовательной и ценной информации для проведения исследований, связанных с временным анализом масштабных региональных изменений, например обезлесения, эрозии прибрежных районов, изменений в уровне воды в озерах.

33. Отмечена корреляция между температурой и цветом поверхности моря и зонами, являющимися наиболее производительными с точки зрения рыбного хозяйства. Информация о цвете воды в океане регулярно используется для определения морских районов с водами, богатыми планктоном, и тех районов, где наблюдается явление подъема относительно холодных глубинных вод на поверхность. К сожалению, многие рыболовные суда местных жителей в развивающихся странах не являются достаточно крупными и не оснащены надлежащим оборудованием, чтобы воспользоваться этой возможностью. Историческая информация о цвете океана также позволяет выявлять районы, которые подвержены большому риску деградации в результате загрязнения и в которых требуется, таким образом, принять защитные меры. Данные дистанционного зондирования также полезны для обнаружения районов массового развития водорослей и прибрежных районов рыболовства, которым угрожает загрязнение из наземных источников или уничтожение нерестилищ, например в приливно-отливной зоне побережья. Получение на постоянной основе спутниковых изображений тех районов мира, которым угрожают высокие уровни интенсивности морских перевозок, позволяет обнаруживать факелы загрязнения и анализировать их траектории. Кроме того, эти данные полезны для оценки воздействия загрязнения на морскую, а также на прибрежную окружающую среду. В некоторых странах, таких, как Индонезия, данные спутников дистанционного зондирования повседневно используются для мониторинга роста коралловых рифов, а также для оценки морских рыбных запасов.

34. Во время чрезвычайных ситуаций, таких, как землетрясения, ураганы и обширные наводнения, возможность оперативного получения сделанных недавно изображений позволяет учреждениям по реагированию в случае чрезвычайных ситуаций получать информацию о районах, которым причинен наибольший ущерб и которым требуется наиболее неотложная помощь, что позволяет планировать, а затем и принимать эффективные меры по устранению последствий стихийных бедствий. Эта информация также позволяет страховым компаниям быстро удовлетворять требования о возмещении ущерба, причиненного жилищам или сельскохозяйственным культурам. В случае стихийных бедствий, связанных с погодными условиями, спутниковая метеорология используется для повышения уровня знаний о погодных системах, что позволяет улучшить оповещение о стихийных бедствиях. Дистанционное зондирование с помощью спутников играет полезную роль в регулярном мониторинге масштабов ежегодных паводков, картировании паводкоопасных зон, а также разработке надлежащих мер по сокращению уязвимости перед опасностью наводнений. Обычно только наземных сетей синоптических наблюдений для мониторинга погодных условий недостаточно, что в целом обусловлено малой плотностью сети наблюдательных пунктов. С другой стороны, космические платформы обеспечивают широкий пространственный охват земельных и морских районов и их функционирование не ограничивается теми факторами, которые обычно препятствуют доступу для проведения наземных обследований.

35. Недорогостоящие наземные станции для получения метеорологической информации с полярных и геостационарных спутников в настоящее время доступны для большинства развивающихся стран. В некоторых развивающихся странах с помощью изображений были определены районы, которым угрожало воздействие циклонов, что облегчило оповещение об их приближении. Таким образом, дистанционное зондирование помогло спасению жизни многих людей, так как дало возможность произвести оповещение и организовать своевременную эвакуацию населения и скота. Оповещение, сделанное достаточно заблаговременно, позволяет принять другие специальные меры помощи, такие, как предписание рыболовным судам вернуться в гавань, заблаговременная уборка урожая и защита резервуаров. К числу других выгод, которые могут быть получены с помощью спутниковых метеорологических наблюдений, относится улучшение безопасности и эффективности авиаперевозок,

улучшение возможностей для обнаружения пылевых и песчаных бурь, а также факелов вулканического пепла.

36. Мониторинг сельскохозяйственных культур в отдельных фермерских хозяйствах при использовании изображений с высоким разрешением помогает определить участки, которые испытывают нагрузки в результате нехватки воды, на которых необходимо внести удобрения или которые подвержены заболеванию, задолго до того, как это может быть визуально установлено по внешнему виду растений. Это облегчает оптимальное распределение водных ресурсов, что позволяет получать экономию и повышать урожайность. Это также позволяет избегать избыточного внесения удобрений, что может иметь потенциально пагубные последствия для окружающей среды.

37. Оперативный доступ к результатам наблюдений Земли уже создает новые возможности для расширения социальной и политической открытости в международном плане. Должностные лица правительств могут законным образом приобретать информацию, позволяющую принимать своевременные решения, ведущие к укреплению безопасности. В качестве примера можно упомянуть об информации, касающейся основных экологических тенденций в соседних странах или на спорных территориях. Информация, полученная с помощью дистанционного зондирования, представляет собой беспристрастные данные, которые могут быть использованы при обсуждении потенциально спорных вопросов.

#### **Моделирование (прогнозирование)**

38. Подавляющая часть спутниковых данных дистанционного зондирования существует в цифровой форме. Разработано множество сортирующих алгоритмов, автоматически преобразующих цифровые данные в имеющую прикладное значение тематическую информацию. Такое преобразование упрощает процедуру включения данных дистанционного зондирования в ГИС. В настоящее время ГИС находят широкое применение не только в качестве базы данных для хранения и поиска пространственной информации, но и в качестве интерактивного средства управления данными в целях анализа альтернативных стратегий распределения ресурсов. Программное обеспечение ГИС используется для поддержки различных методов моделирования в целях прогнозирования результатов на основе информации, содержащейся в пространственных базах данных. Пространственная база данных, предназначенная для некоторых сфер применения, может содержать информацию с привязкой ко времени, получаемую главным образом со спутников дистанционного зондирования.

39. Повторные спутниковые изображения (как оптические, так и радиолокационные) посевов на разных фенологических стадиях в сочетании с другой информацией, например метеорологическими данными и данными о состоянии почвы, позволяют разработать модели для прогнозирования объема продукции за несколько недель до уборки урожая. Такое применение этих данных может иметь существенное значение для развивающихся стран, в которых не проводятся заслуживающие доверия сельскохозяйственные обследования. Прогнозы используются в целях установления цен, принятия жизненно важных мер по страхованию сельскохозяйственных культур и своевременного проведения мероприятий для обеспечения хранения, импорта, экспорта и эффективного местного распределения сельскохозяйственной продукции. Прогнозы, свидетельствующие о низком объеме сельскохозяйственного производства (например, в результате засухи), дают время для принятия соответствующих мер в целях преодоления неблагоприятных последствий. На этих прогнозах основываются такие программы, как Система раннего предупреждения об опасности голода (СРПГ), которые применяются в ряде развивающихся стран Африки.

40. Данные, получаемые в результате регулярного мониторинга температуры поверхностного слоя и уровня моря со спутников наблюдения Земли, позволяют прогнозировать наступление явления "Эль-Ниньо" в Тихом океане. С этим явлением связывают нарушение нормальных погодных условий в Америке, Азии и Африке. Прогнозирование "Эль-Ниньо" позволяет предугадать возможные неблагоприятные последствия этого явления для деятельности человека, в частности для сельскохозяйственного производства.

41. Данные дистанционного зондирования в сочетании с другой информацией ГИС позволяют анализировать пространственно-временные связи между различными особенностями отдельных элементов ландшафта, которые оказывают существенное влияние на передачу заболеваний и пространственное распространение как новых, так и периодически возникающих инфекционных заболеваний. Эти анализы позволяют разработать основанные на данных дистанционного зондирования прогнозирующие параметры риска возникновения заболеваний, которые могут применяться к более крупным районам, в которых отсутствуют данные полевых наблюдений. В последние годы эти данные позволили, в частности, выявить рисовые поля в Калифорнии, на которых происходит чрезвычайно активное размножение малярийных комаров; предсказать появление большого количества комаров в ряде деревень шт. Чьяпас, Мексика; оценить степень риска заболевания болезнью Лайма в Соединенных Штатах Америки; и провести исследования, касающиеся холеры в Бангладеш, лейшманиоза в Бразилии, трансмиссивных болезней в юго-восточной части Турции и лошадиного энцефалита в Венесуэле.

42. Спутниковые изображения, показывающие площадь распространения снежного покрова, используются при разработке гидрологических моделей для прогнозирования поверхностного стока в результате таяния снега. Это позволяет более эффективно организовывать систему орошения на обрабатываемых площадях, расположенных ниже по течению на площади водосбора.

43. Получаемая со спутников ERS информация об изменении волн и ветровых потоков используется для прогнозирования состояния моря, в том числе для подготовки "ретроспективных" прогнозов. Ретроспективный прогноз применяется для подтверждения других прогнозов состояния океана и погоды в конкретных местах и в конкретные периоды времени. Получаемая информация используется страховыми компаниями при проведении анализа риска и урегулировании исков. Спутники с бортовой РЛС позволяют также вести более эффективный мониторинг морского льда и айсбергов для целей осуществляемой в открытом море деятельности и проводки судов в полярных районах. Базы данных, содержащие результаты продолжительных наблюдений за состоянием морского льда, позволяют определять соответствующие параметры конструкции судов и размещаемых в открытом море платформ, а также выбирать оптимальные маршруты проводки судов.

44. Рост потребности в питьевой воде во всем мире в связи с ростом численности населения и общим увеличением уровня расходования воды обуславливает необходимость проведения более активных мероприятий по оценке и рациональному использованию водных ресурсов. Спутники дистанционного зондирования получают данные, касающиеся ряда ключевых гидрологических характеристик (например, дождей, влажности почвы, испарения и снегопадов), объем которых является достаточным для проведения таких оценок. К числу спутниковых систем, которые позволяют проводить оценку водных ресурсов, относятся прежде всего полярные (например, спутники серии NOAA, спутник для измерения количества осадков в тропиках (TRMM)) и геостационарные (например, METEOSAT, GMS, GOES) метеорологические спутники. Кроме того, чрезвычайно важное значение для проведения надлежащей оценки имеют радиолокационные спутниковые системы (см. таблицу 2), позволяющие получить информацию о влажности почвы, и оптические системы (см. таблицу 3), которые дают информацию, необходимую для прогнозирования стока и гидрологического моделирования. Такой подход к оценке водных ресурсов, основанный на применении спутниковых систем, имеет особое значение в тех регионах, где отсутствуют системы гидроклиматологических наблюдений.

45. Чрезвычайно важную роль в прогнозировании засухи играет информация о прежних и современных засушливых условиях. Засухи, как правило, одновременно охватывают обширные площади, и проводимый мониторинг должен иметь соответствующие масштабы. Обычно мониторинг засушливых районов не требует высокой пространственной разрешающей способности, однако чрезвычайно важно на регулярной основе вести наблюдение за последствиями засухи. Одной из таких систем мониторинга засушливых районов является система NOAA-AVHRR, которая может вести наблюдение в соответствующих спектральных полосах и позволяет осуществлять мониторинг обширных площадей на ежедневной основе. Начало засушливых условий в каком-либо году может быть предсказано с помощью сравнительного анализа тенденции изменения определяемых на основе спутниковых данных индексов растительного покрова за этот год и тенденции, наблюдаемой в обычный год. Эта возможность прогнозирования позволяет властям некоторых развивающихся стран, в которых годовой объем осадков

существенно колеблется, смягчать последствия засухи путем соответствующего перераспределения запасов продовольствия для людей и кормов для скота. Эта функция лежит в основе используемой Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) системы раннего предупреждения для стран Африки "Артемис", в которой применяются индексы растительного покрова и параметры продолжительности облачного покрова, получаемые со спутников дистанционного зондирования. Расходы, связанные с получением и использованием данных NOAA, являются относительно низкими. Поэтому некоторые развивающиеся страны вполне могут использовать эту прикладную систему в качестве одного из относительно недорогих средств создания местной базы специалистов по использованию систем наблюдения Земли в целях рационального использования ресурсов.

### **Измерения (обнаружение)**

46. Многоспектральный характер большинства спутниковых изображений позволяет выявлять и вычленять различные элементы поверхности, поскольку они обладают особыми характеристиками в различных областях электромагнитного спектра (обычно в областях спектра от видимой области до ближней ИК-области, коротковолновой ИК-области, средней ИК-области, тепловой ИК-области и микроволновой области). Благодаря этому можно обнаружить различные объекты, представляющие интерес с точки зрения управления природными ресурсами, такие, как водоемы, водно-болотные угодья, разливы нефти, участки "цветения воды", сбросы подогретой воды с электростанций, продукты геологических изменений, которые свидетельствуют о процессе минерализации, оксиды железа, которые являются причиной кислотных стоков из шахт, заболевания деревьев и зоны засоления обрабатываемых полей. Для этих целей может быть также использована аэрофотосъемка, однако расходы, связанные со сбором данных сопоставимого качества, будут значительно выше.

47. Продолжается разработка бортовых датчиков со значительно большим числом спектральных полос по сравнению с максимально возможным в настоящее время числом полос (семь), которые используются на космических платформах (LANDSAT 5). В то же время повышается уровень радиометрического разрешения бортовых спутниковых датчиков. На космическом аппарате EO-1, который планируется вывести на орбиту в 1999 году (см. таблицу 3), будут установлены два экспериментальных датчика, работающих в 233 и 309 узких спектральных полосах, которые охватывают диапазон спектра от 0,4 до 2,5 мкм, с пространственным разрешением до 30 м. На борту вышедшего из строя космического аппарата "Льюис", запущенного в августе 1997 года, был установлен один гиперспектральный датчик, который позволял получать изображения по 384 полосам. Гиперспектральные изображения позволят, в частности, не только обеспечить обнаружение, но и оценить масштабы и причины вегетационного стресса сельскохозяйственной культуры. Стресс может быть обусловлен различными факторами, в том числе недостатком или избытком удобрений или нехваткой воды.

48. Наряду с датчиками с более высоким радиометрическим разрешением разрабатываются датчики с более широким динамическим диапазоном. Это позволит повысить степень контрастности и, следовательно, расширить возможности получения информации с обследуемых районов, особенно в тех случаях, когда такие изображения получают в условиях ограниченной освещенности. По крайней мере у одной из предлагаемых для коммерческого использования систем динамический диапазон будет равен 11 битам (2 048 уровней), в то время как динамический диапазон большинства современных спутников изучения ресурсов Земли составляет 8 бит (256 уровней).

## **III. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО**

### **A. Глобальные экологические программы**

49. В настоящее время уровень осведомленности о глобальном влиянии деятельности человека на условия обитания на Земле и о потребности в принятии соответствующих мер в целях решения сложных и взаимосвязанных глобальных проблем, связанных с деятельностью человека, в целом повысился. Наиболее острые проблемы указывают на необходимость обеспечения устойчивого и рационального

использования ресурсов и окружающей среды Земли. Эти проблемы связаны, в частности, с: а) истощением стратосферного озона; б) обезлесением; в) разрушением рыбных запасов; г) деградацией почвы и опустыниванием; д) распространением болезней и вредителей; е) сокращением биоразнообразия; ж) недостаточным доступом к пресной воде; и з) стремительным глобальным потеплением на Земле в результате использования ископаемых видов топлива и с другими смежными проблемами (например, повышением уровня загрязнения и уровня моря, повышением интенсивности испарения и изменением характера выпадения осадков, в результате чего возрастает опасность наводнений и засухи).

50. В настоящее время существуют несколько международных соглашений, программ мониторинга и научных исследований, а также глобальных систем наблюдения, которые связаны с глобальной окружающей средой. К числу таких соглашений относятся, в частности, Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, подписанный 16 сентября 1987 года в Монреале, Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию, 1992 год<sup>2</sup>, Конвенция о биологическом разнообразии, 1992 год<sup>3</sup>, не имеющее обязательной силы заявление с изложением принципов для глобального консенсуса в отношении рационального использования, сохранения и развития всех видов лесов, 1992 год<sup>4</sup>, Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата, 1994 год (A/AC.237/18 (Часть II)/Add.1 и Corr.1, приложение I) и Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху и/или опустынивание, особенно в Африке, 1994 год (A/49/84/Add.2, приложение, добавление II). К числу международных программ мониторинга и научных исследований, сосредоточенных на различных аспектах глобальной окружающей среды, относятся такие программы, как Инициатива в области землеведения (ЭСЕ), Международная программа "геосфера-биосфера" (МПГБ), Всемирная программа исследования климата (ВПИК), ДИВЕРСИТАС и Международная программа по вопросам деятельности человека в связи с глобальными экологическими изменениями (МПДЧ). Получение информации с помощью методов дистанционного зондирования имеет решающее значение для успешного осуществления этих программ. В последнее время было создано три глобальных системы наблюдения, которые проводят наземные измерения и измерения с помощью методов дистанционного зондирования, а также способствуют формированию массивов глобальных данных и обмену ими: Глобальная система наблюдения за климатом (ГСНК), созданная по инициативе Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), Межправительственной океанографической комиссии Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (МОК/ЮНЕСКО), Всемирной метеорологической организации (ВМО), Международного совета научных союзов (МСНС); Глобальная система наблюдения за океаном (ГСНО), разрабатываемая Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), Межправительственной океанографической комиссией Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (МОК/ЮНЕСКО), Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и Международным советом научных союзов (МСНС); и Глобальная система наблюдения за сушей (ГСНС), разработанная Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО), Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), Всемирной метеорологической организацией (ВМО) и Международным советом научных союзов (МСНС)<sup>5</sup>.

## **В. Обучение, подготовка кадров и передача технологии**

51. Ряд стран заключили двусторонние соглашения, предусматривающие ограниченные возможности в области подготовки кадров, обучения и передачи технологии для развивающихся стран в сфере применения методов спутникового дистанционного зондирования. Кроме того, различные космические агентства, профессиональные научные общества, университеты (включая Международный космический университет), региональные комиссии Организации Объединенных Наций, а также Управление по вопросам космического пространства (через свою Программу по применению космической техники) регулярно предоставляют представителям развивающихся стран возможности обучения и подготовки, назначая стипендии и организуя практикумы, конференции, совещания экспертов и кратковременные учебные курсы. Программа по применению космической техники получает финансовую поддержку государств-членов, которые выступают в качестве принимающих сторон различных мероприятий, а также

различных спонсоров, в том числе правительственных организаций и организаций частного сектора, которые занимаются связанной с космосом деятельностью.

52. При содействии Управления по вопросам космического пространства в различных развивающихся странах создается ряд региональных центров для организации просвещения по вопросам космической науки и техники. Первый из таких центров, созданный в Индии в 1996 году, обслуживает страны Азии и района Тихого океана. В настоящее время прилагаются усилия по созданию аналогичных региональных центров в Африке, Латинской Америке, Восточной Европе и Западной Азии. Наряду с укреплением сотрудничества "Юг-Юг" эти центры содействуют также формированию местной базы специалистов и, в конечном итоге, успешному осуществлению программ по передаче технологии.

### **C. Международная координация деятельности по наблюдению Земли**

53. В свете увеличения числа спутников и необходимости удовлетворения потребностей конечных пользователей в информации стала очевидной необходимость совершенствования координации деятельности, связанной с использованием спутников наблюдения Земли. Комплексная стратегия глобальных наблюдений (КСГН), разрабатываемая Комитетом по спутникам наблюдения Земли (КЕОС), направлена непосредственно на создание комплексной основы для проведения космических и наземных наблюдений в целях удовлетворения потребностей международных глобальных систем наблюдения (например, ГСНК, ГСНО, ГСНС), а также программ глобальных и региональных исследований.

### **D. Международный доступ к данным**

54. Научные круги во всем мире должны иметь надлежащий доступ к данным, необходимым для решения глобальных экологических проблем. Ряд международных программ создали информационные системы на базе сети "Интернет", которые позволяют пользователям во всем мире получить доступ к необходимым данным. В настоящее время к числу таких систем относятся системы EOS-DIS (Система наблюдения Земли - Система данных и информации), GLIS (Глобальная система информации о суше), EOS (Европейская система наблюдения Земли), EOIS (Система информации и данных наблюдения Земли), GELOS (Глобальная служба поиска экологической информации) и CEOS-IDN (Международная справочная сеть КЕОС). Национальные космические агентства и учреждения, занимающиеся вопросами дистанционного зондирования, создают собственные взаимодействующие друг с другом сети (например, CEONet в Канаде) для обеспечения доступа к национальным и международным данным, получаемым из разных источников. Эффективность доступа к этим информационным системам зависит от наличия надежных каналов подключения к сети "Интернет".

## **IV. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ ИНТЕРЕС ДЛЯ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ**

### **A. Эффективная передача оперативных технологий**

55. Возможность использования данных систем наблюдения Земли, особенно в развивающихся странах, ограничивается рядом факторов, таких как расходы на закупку данных, расходы на средства приема данных, расходы на средства обработки данных, ограниченное число имеющих соответствующую квалификацию технических работников, специалистов, руководителей проектов и исследователей, отсутствие информации о потенциальных пользователях и жесткая позиция лиц, ответственных за управление ресурсами. В результате этого в настоящее время данные систем наблюдения Земли находят оптимальное применение лишь в некоторых развивающихся странах. Отсутствие надлежащих механизмов передачи технологии рассматривается в качестве основного фактора, сдерживающего использование этих данных. Хотя существует множество примеров прямой передачи оборудования, датчиков и систем анализа изображений, концепция передачи должна предусматривать также обеспечение практического применения технологии в принимающей стране.

56. Для того чтобы процесс передачи технологии был эффективным, на различных уровнях необходимо организовать обучение и подготовку кадров, с тем чтобы обеспечить проведение всего спектра деятельности: от исследований до технической поддержки. Хотя число требуемых научных исследователей является относительно небольшим по сравнению с числом специалистов по оказанию технической поддержки, следует уделять как можно больше внимания необходимости быстрого наращивания местного автономного потенциала в области проведения основных научных исследований в развивающихся странах. Такой потенциал способствует формированию творческого мышления и расширяет местные возможности адаптировать, модифицировать и разрабатывать новые методы, которые будут способствовать национальному развитию. Для обеспечения оптимального развития научно-исследовательской деятельности, возможно, было бы целесообразным рассмотреть вопрос о создании координационных исследовательских центров при университетах, где могла бы быть обеспечена "пороговая концентрация" ученых и специалистов по космической технике, благодаря интенсивной деятельности которых можно было бы обеспечить максимальную отдачу от средств, затраченных на НИОКР.

57. Пока что страны прилагают незначительные усилия для определения своих потребностей в людских ресурсах и требуемых учебных программах, которые необходимо разработать. Учебные мероприятия и мероприятия по подготовке кадров проводятся нерегулярно в рамках различных проектов, спонсорами которых являются различные учреждения по оказанию помощи, банковские, двусторонние или многосторонние учреждения. Такие мероприятия по подготовке кадров ориентированы на формирование слоя специалистов с уделением особого внимания конкретным областям. Отсутствие научно-технической поддержки ведет к тому, что переданные технологии не находят в конечном итоге должного применения, а высококвалифицированные специалисты изыскивают альтернативные пути профессионального роста или покидают страну.

58. Оборудование, необходимое для передачи специальных знаний, касающихся различных направлений применения методов дистанционного зондирования, уже не является дорогостоящим. Тем не менее для успешной передачи технологии требуются соответствующие средства. В этой связи многие развивающиеся страны вынуждены опираться на различные двусторонние и многосторонние источники финансирования и другой помощи. Однако деятельность, предпринимаемая этими группами, в значительной степени остается несогласованной, в результате чего часто возникают случаи дублирования аналогичных проектов и программ. Серьезного внимания заслуживает также тот факт, что задачи, которые ставят перед собой эти учреждения, не всегда в полной мере охватывают потребности соответствующей страны в области дистанционного зондирования, либо им придается второстепенное значение. Поэтому, хотя заинтересованность и потребность в международном финансировании действительно существуют, каждой стране следует прилагать значительно более активные усилия в целях определения собственных конкретных потребностей и обеспечения более четкой координации деятельности через национальные комитеты. Каждая страна должна оценить собственные потребности в финансировании и проанализировать каждую возможность финансирования с точки зрения национальных потребностей. Следует крайне осторожно подходить к рассмотрению предложений о финансировании, которые предусматривают приобретение конкретного оборудования и методик страной-пользователем. В долгосрочной перспективе такие предложения могут привести к вынужденному дорогостоящему материально-техническому обслуживанию, ограничению возможностей и передаче неадекватных технологий.

## **В. Доступ к данным**

59. Доступ стран к данным систем наблюдения Земли имеет решающее значение для развития национального потенциала в области дистанционного зондирования. Хотя доступ может быть обеспечен за счет создания национальных средств приема данных и соответствующего механизма распределения данных, не все страны могут позволить себе приобретение таких средств, либо такие средства могут не отвечать потребностям всех стран. Значительно более важным для многих стран является изыскание путей получения рентабельного доступа к необходимым данным.

60. Появление поставщиков данных дистанционного зондирования, действующих исключительно на коммерческой основе, служит хорошим предзнаменованием расширения возможностей получения данных, отвечающих самым различным потребностям. Однако коммерческие ставки вряд ли будут по карману пользователям в некоторых развивающихся странах.

61. Политика различных государственных систем дистанционного зондирования в области предоставления данных является чрезвычайно неоднородной. Ценовая политика испытывает на себе влияние таких противоположных по своему характеру факторов, как обеспечение доступности данных, с одной стороны, и устойчивости программ наблюдения Земли - с другой. Предоставление данных бесплатно или по низкой цене на регулярной основе возможно лишь при постоянном финансировании со стороны правительства. Регулирование доступа исключительно с помощью рыночных механизмов или предоставление данных по их истинной цене отсечет пользователей, обладающих ограниченными средствами. Предлагаются и другие механизмы ценообразования, такие, как двухуровневая система или установление цен, исходя из стоимости информации, полученной на основе данных наблюдения Земли. Как представляется, идеальное решение заключается в продаже больших объемов информации при низких ценах за единицу продукции. В результате этого пользователи будут получать дешевые данные, а поставщики данных - высокие доходы, благодаря чему последние смогут продолжать осуществление своих программ наблюдения Земли. Необходимо разрабатывать политику и механизмы для постепенного достижения этой цели.

### **C. Создание оперативных служб дистанционного зондирования**

62. Стремительный рост объема данных наблюдения Земли не сопровождается сопоставимым ростом числа прикладных программ, использующих эти данные, особенно в области оперативной и коммерческой деятельности. Даже промышленно развитые страны считают необходимым создавать национальные программы для стимулирования деятельности по разработке прикладных программ. Таким образом, освоение космоса заключается не только в развитии национального потенциала в области обработки данных и создания каких-то продуктов. В настоящее время деятельность в области наблюдения Земли сводится главным образом к наращиванию технического потенциала в сфере приема и обработки данных наблюдения Земли и проведению демонстрационных исследований. Однако для обеспечения эффективного развития космической техники необходимо принимать более активные меры на последующих этапах разработки прикладных программ, а именно, на этапах создания экспериментальных служб, а затем подготовительных оперативных служб, отвечающих потребностям пользователей, и, наконец, действующих на постоянной основе оперативных служб, в полной мере интегрированных в среду пользователя.

63. Главная задача в области обеспечения более широкого применения информации дистанционного зондирования заключается в изыскании новых путей более эффективного использования имеющихся данных в рамках более широкого круга прикладных программ. Это потребует разработки нового программного обеспечения для анализа, визуального отображения и презентации данных. Необходимо будет также приложить дополнительные усилия по организации обучения для потенциальных пользователей данных.

### **D. Разработка соответствующих космических программ на местном уровне**

64. Некоторые развивающиеся страны сталкиваются с множеством проблем, препятствующих более широкому использованию данных дистанционного зондирования, в связи с чем необходимо изыскать соответствующие механизмы для их преодоления. В целях содействия разработке на местном уровне космических программ и расширения возможностей международного сотрудничества могут быть приняты, в частности, следующие меры: а) обеспечение осведомленности на местном уровне о космической технике и выгодах от ее использования; б) укрепление программ подготовки кадров и передачи технологии, в том числе обмен опытом между развивающимися странами; в) разработка соответствующих национальных механизмов регулирования и политики в вопросах, касающихся космоса; г) развитие местного частного сектора, занимающегося вопросами дистанционного зондирования; д) создание национальных контактных центров для содействия применению дистанционного



зондирования в соответствии с существующими реальными потребностями; f) содействие изучению вопросов дистанционного зондирования в учебных институтах и расширение возможностей краткосрочной и долгосрочной подготовки кадров и обучения<sup>\*</sup>; и g) признание правительствами того факта, что применение космической техники является одним из основных средств удовлетворения национальных потребностей в области развития.

---

<sup>\*</sup>Выгоды, которые страна может извлечь из применения спутникового дистанционного зондирования, могут быть приблизительно оценены, исходя из числа специалистов, занимающихся вопросами картографии и проведения обследований. Проведенное сопоставление показывает, что в развивающихся странах специалисты в области картографии представлены недостаточно; уровень их представленности зачастую более чем в 7 раз ниже, чем в промышленно развитых странах с такой же площадью и плотностью населения.

### Примечания

<sup>1</sup>Пространственное разрешение классифицируется следующим образом: очень низкое  $\geq 300\text{м}$ ; низкое  $\geq 30 < 300\text{м}$ ; среднее  $\geq 3 < 30\text{м}$ ; высокое  $\geq 0,5 < 3\text{м}$ ; очень высокое  $< 0,5\text{м}$ .

<sup>2</sup>Доклад Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 года (издание Организации Объединенных Наций, в продаже под № R.93.I.8 и исправления), том I: Резолюции, принятые на Конференции, резолюция I, приложение I.

<sup>3</sup>См. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Конвенция о биологическом разнообразии (Центр программной деятельности по праву окружающей среды и природоохранным механизмам), июнь 1992 года.

<sup>4</sup>Доклад Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию ..., приложение III.

<sup>5</sup>См. также справочный документ 1 о Земле и ее космической среде (A/CONF.184/BP.1).